

SZAKDOLGOZAT

Benedek Boldizsár

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mezőgazdasági és Környezettudományi intézet

Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak

Fermentált takarmány hatásai a ponty növekedésére

Belső konzulens: Dr. Hegyi Árpád
Tudományos főmunkatárs

Belső konzulens

**intézete/tanszéke: Magyar Agrár- és
Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Akvakultúra és
Környezetbiztonsági
Intézet
Halgazdálkodási Tanszék**

Készítette: Benedek Boldizsár

Gödöllő, 2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	4
1.2. Célkitűzés	5
2. Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1. Történelmi áttekintés	6
2.2. Rendszertani besorolás.....	8
2.3. Ponty morfológiája.....	8
2.4. Előhelye.....	10
2.5. Táplálkozása.....	10
2.6. Takarmányozás.....	11
2.7. Szaporodása.....	14
2.7.1. Természetes szaporodás.....	14
2.7.2. Természetszerű szaporítás.....	14
2.7.3. Keltetőházi szaporítás.....	15
2.9. Fermentációs koncepció	17
2.9.1. Fermentációs folyamat.....	18
2.9.2. Fermentációs kinetika	19
2.10. Fermentációs technológiák	20
2.10.1. Szilárdtest fermentáció	21
2.11. Fermentor.....	22
2.12. Fermentáció az élelmiszeripari biotechnológiában	23
2.13. Fermentáció jelentősége az akvakultúrában	23
3. Anyag és módszertan	25
3.1. Kísérleti helyszín.....	25
3.2. Kísérleti beállítása.....	26
3.3. Fermentálás folyamata	26
3.4. A takarmányozás.....	27
3.4.1. A 4. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése	27
3.4.2. Az 5. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése.....	28
3.4.3. A 6. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése	29
3.4.4. A kietetett takarmányok mennyisége.....	30
3.4.5. Takarmányozás menete.....	31
3.5. Mérési és számolási eljárások	32

3.5.1. <i>Vízparaméterek mérése</i>	32
3.5.2. <i>Pontyok mérésre és számolására alkalmazott módszerek</i>	34
4. Eredmények és értékelésük	35
4.1. Az etetett takarmányok beltartalmi értékei	35
4.1.1 <i>Takarmánybúza beltartalmi értékei</i>	35
3.3.2 <i>Darált takarmányborsó beltartalmi értékei</i>	35
3.3.3 <i>A fermentált borsó és búza beltartalmi értékei</i>	36
4.2. Kihelyezés	37
4.3. Első takarmányozási ciklus	38
4.4. Második takarmányozási ciklus	39
4.5. A kísérlet végén mért adatok	40
4.6. Kísérlet ideje alatt mért vízparaméterek a vizsgált telelőkben	42
5. Következtetések és javaslatok	44
6. Összefoglalás	45
7. Köszönetnyilvánítás	47
8. Irodalom jegyzék	48
9. Ábrák jegyzéke	53
10. Táblázatok jegyzéke	54
11. Hallgatói nyilatkozat	55
12. Konzulensi nyilatkozat	56

1. BEVEZETÉS

A természetes halászati erőforrások jelentős csökkenése miatt az akvakultúra vált a haltermelés elsődleges módszerévé. Az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) legfrissebb globális statisztikái szerint a globális akvakultúra-termelés 2018-ra elérte a 82,1 millió tonnát. Emellett 2011 és 2018 között az akvakultúra-termelés évente átlagosan 5,3%-kal nőtt. Az akvakultúra jelentős mennyiségű kiváló minőségű fehérjét termel emberi fogyasztásra. A halászati melléktermékek, például a halliszt iránti növekvő kereslet azonban a tenyésztés és a takarmányfeldolgozó ipar bővülése miatt súlyos forráshiányhoz vezetett.

Az erjesztett takarmányok használata a pontyok számára az utóbbi években egyre népszerűbbé vált az akvakultúra-iparban. Ez a módszer bizonyítottan jelentősen javítja a pontyok egészségét és növekedését, valamint csökkenti a környezeti stresszt. Az erjesztési folyamat során a takarmányt mikroorganizmusok, például baktériumok és élesztők bontják le, így a halak számára könnyebben emészthető terméket kapnak. Ez különösen előnyös a pontyok számára, amelyek természetes növényevők, és jellemzően vízi növényekből, algákból és zooplanktonból álló változatos étrendet fogyasztanak. Az erjesztett takarmány étrendjükbe való beépítésével a haltenyésztők tápanyagokban gazdag és könnyen emészthető táplálékforrást kínálhatnak a pontyok számára, ami végső soron a halak egészségének, növekedésének és általános jólétének javulásához vezet.

A világ népességének növekedése azt eredményezte, hogy a halak fogyasztása elsődleges élelmiszerforrásként egyre nagyobb hangsúlyt kap. 2014-ben a teljes globális halászati termelés, amely magában foglalja a vadon fogott és az akvakultúrás halászatot is, elérte a 167,2 millió tonnát, ami folyamatosan növekvő tendenciát jelez. Ez a szám 2013- hoz képest 3%-os, 2010-hez képest pedig 13%-os növekedést jelentett, kivéve egy 1998-as visszaesést, amikor a világ teljes haltermelése 117,8 millió tonnára esett vissza.

1.2. Célkitűzés

A dolgozat célkitűzése, hogy a hagyományos takarmányozási eljárással, mint búza, búza és borsó keverék, összehasonlítsuk alternatív takarmánnyal, a fermentált borsó és tört szemű búza keverékkel a növekedésre gyakorolt hatását vizsgálva. Fő szempont, amit vizsgáltak azok a növekedés és a takarmány értékesítés. A cél annak megállapítása, hogy a fermentált takarmányozási alternatíva milyen előnyökkel és hátrányokkal jár a hagyományos módszerekkel szemben egy halgazdaságban.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Történelmi áttekintés

Az emberi civilizáció korai szakaszában a halászat volt az egyik legrégebbi foglalkozás, amelyet gyakran a vadászat mellett gyakoroltak. Őseink a különböző korok és kontinensek különböző ősi kultúráiban a legkülönbözőbb zseniális módszereket alkalmazták a tengerek és az édesvizek halainak kifogására. Ezek közé tartozott a csapdázás, a mérgezés, a lándzsázás és a különböző típusú hálók használata. Érdekes módon ezen ősi halászati technikák közül sokakat még ma is használnak a primitív népek.

Az évezredek során ezek a primitív módszerek a modern időkben használt hatékony halászati technikákká fejlődtek. Ma a halászok olyan fejlett eszközöket és technológiát használnak, mint a radaralapú zátonyérzékelés, az elektromos és csalogatóanyag-alapú halászati módszerek, valamint a hatékony csapdarendszerek, amelyek képesek a folyók teljes elzárására. A nyílt óceánon történő halfogásra mélytengeri hálós technikákat is kifejlesztettek (Horváth et al., 2000).

Az alkalmazott módszertől függetlenül mindezen halászati technikák végső célja az, hogy olyan halállományokat fogjanak ki, amelyek természetes élőhelyükön szaporodnak és növekednek. Ez a változatos és izgalmas halászat azonban nem tekinthető haltenyésztésnek, ezért e könyv nem foglalkozik vele részletesen (Hancz et al., 2007).

A haltenyésztés a hagyományos halásztól eltérő, szándékos állattenyésztési forma, ahol emberek csoportjai olyan környezetet hoznak létre, amely támogatja bizonyos halfajok növekedését, szaporodását és emberi fogyasztásra történő betakarítását. A halgazdaságok vezetőinek rendelkezniük kell azzal a tudással és szakértelemmel, amely biztosítja a tenyésztett halak hatékony és gazdaságos termelését, jellemzően az ehető halhús előállításának céljával. A tudatos haltenyésztés eredete az ókori Kínára és a Római Birodalomra vezethető vissza, ahol a felesleges halakat kezdetben tárolták, majd később megfigyelték, hogy nagy halastavakban szaporodnak és növekednek. Ez vezetett a halak növekedését és szaporodását ösztönző körülmények tudatos megteremtéséhez, ami a céltudatos haltenyésztés korai szakaszát jelzi (Horváth et al., 2000).

A tudatos tavi haltenyésztés gyakorlata a Kínai Birodalomban i. e. 2000 körül kezdődött, válaszul a nagyobb népsűrűsésre és a megnövekedett fehérjeigényre. Ez egy egyedi tenyésztési rendszer kialakulásához vezetett, amelyet az Európától eltérő természeti környezet befolyásolt.

A Délkelet-Ázsiában őshonos, növényevő halak változatos fajtái szintén hozzájárultak a magas minőségű haltenyésztés korai fejlődéséhez Kínában. Érdekes módon a ponty (*Cyprinus carpio*) faj számos jótékony tulajdonsága miatt mindkét kultúrában az érdeklődés középpontjába került, de jelentősége nagyban különbözött Európa és Ázsia között. Míg Európában a ponty alapélelmiszerré vált, addig Kínában és általában Ázsiában továbbra is fontos, de nem domináns szereplő maradt számos rokon faj között (Horváth et al., 2000; Hancz et al., 2007).

A pontyfélék háziasítása, amely a tenyésztési erőfeszítésekkel egyidejűleg kezdődött, különböző fejlődési utakon ment keresztül. Európában a tenyész állomány szándékos, tartós szelekciója eredményezte a háziasított nemes pontyok kialakulását, amelyet elsősorban szerzetesek végeztek a középkori kereszténység egyházi központjaiban, például kolostorokban, apátságokban és halastavakban. Ezek a pontytenyésztő központok a mai Németország és a Cseh Köztársaság területén helyezkedtek el. A papság érdeklődése a haltenyésztés iránt a keresztény vallás böjti étrendi követelményeiből eredt, mivel a húsmentes böjti időszakokban, valamint rekreációs céllal is engedélyezett volt a hal, ami a sporthorgászat legkorábbi feljegyzett példáit jelzi. A különböző halfajok szaporodásának megfigyelése, az alapvető szaporítási technikák kidolgozása, a halak táplálkozási szokásainak tanulmányozása és a szükséges tenyésztőberendezések megalkotása mind olyan törekvések voltak, amelyeket a papság vállalt, akik maguk is részt vettek a gyakorlatban. A halgazdálkodás első dokumentált említése Európában a 16. század közepére nyúlik vissza, amelyet Dubravius cseh püspök jegyzett fel (Horváth et al., 2000).

2.2. Rendszertani besorolás

A ponty rendszertani besorolása:

Ország: Állatok (*Animalia*)

Törzs: Gerinchúrosok (*Chordata*)

Főosztály: Csontos halak (*Osteichthyes*)

Osztály: Sugarasúszójú halak (*Actinopterygii*)

Rend: Pontyalakúak (*Cypriniformes*)

Család: Pontyfélék (*Cyprinidae*)

Alcsalád: Valódi pontyok (*Cyprininae*)

Nem: *Cyprinus* (Linnaeus, 1758)

Faj: Ponty (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)

(Pintér, 2015).

2.3. Ponty morfológiája

A pontyot, tudományos nevén (*Cyprinus carpio* L.), harmonika alakú, hegyes csúcsú száj és négy bajuszszál jellemzi. Testéhez képest kicsi szemei és nagy pikkelyei vannak. A pontynak jól fejlett, mélyen vágott farokúszója és rövid farok alatti úszója is van, amely 3 kemény és 5-6 osztott sugárral rendelkezik, az utolsó kemény sugár hátul fogazott és tüskés. Hosszú hátúszója 3-4 kemény és 16-22 osztott sugarat tartalmaz. A ponty színe jellemzően a háton sötét olajzöld vagy olajbarna, az oldalán zöldessárga, a hasán pedig sárgásfehér vagy teljesen fehér. A ponty színe azonban származásától és élőhelyétől függően változhat. Ez a halfaj mindenevő (Bakos, 1968; Pintér, 2002). A ponty ábrázolása az alábbi 1. számú ábrán látható.



1.ábra: A ponty (Forrás: fishcare.org.)

Az őshonos és a szelektíven tenyésztett közönséges pontyok fizikai megjelenése a hosszúkás testformától a mélyen oválisig terjedhet. A közönséges ponty két fő formája létezik: *Cyprinus carpio morpha hungaricus* és *C. carpio morpha acuminatus*. Az előbbi torpedó alakú, míg az utóbbi rövid, zömök, magas vállú testtel rendelkezik (Pintér, 1989). Ezeket a formákat a Duna-deltából származó tipikus vad pontyok és vadon élő formák közé sorolja. A közönséges pontyok négy alapvető pikkelytípust mutatnak: pikkelyes ponty, tükörponty, oldalvonalsoros ponty és bőrponty. Az átmeneti formák szabálytalan vagy elszórt pikkelyezést mutathatnak (Pintér, 1989; Bakos és Gorda et al., 2001).

A különböző pontyok és törzseik testalkatát a profil, a fejszélesség és a fejhossz mutatói jellemzik. A profilmutató a testhossz és a testmagasság arányát, míg a fejmutató és a szélességmutató a testhossz és a fejhossz, illetve a testmagasság és a testszélesség arányát jellemzi. A közönséges ponty testszíne a szürkétől az ezüstösön át a bronzosig változhat, sárgás vagy vöröses hasi részekkel. Ezenkívül a közönséges pontyot hosszú hátúszója különbözteti meg, amely jellemzően 2-3 kemény és 17-22 lágy sugárral rendelkezik. Az első kemény sugár a legnagyobb, és éles, fogazott hátsó peremmel rendelkezik. További figyelemre méltó morfológiai jellemzői közé tartozik a 2-3 anális tüske, az 5-6 anális sugár és a 36-37 csigolya (Froese és Pauly et al., 2011).

2.4. Előhelye

A vadon élő közönséges pontyok általában a folyók középső és alsó szakaszain, valamint az elárasztott területeken és a sekély, zárt vízfelületeken, például tavakban, torkolatokban és víztározókban fordulnak elő. Elsősorban fenéklakó halak, de a víz középső és felső rétegeiben is táplálkoznak. Európában a pontytavak jellemzően sekély, eutróf tavak, iszapos fenékkal és sűrű vízi növényzettel a gátak közelében. A közönséges ponty jellemzően 3 és 35 Celsius-fok közötti víz hőmérsékleten. A növekedéséhez és szaporodásához ideális víz hőmérséklet 20 és 25 Celsius-fok közé esik. Természetes élőhelyén a közönséges ponty a folyók középső és alsó szakaszain, valamint sekély, iszapos aljú, jellemzően csak néhány méter mélységű vízterületeken él (Froese és Pauly et al., 2011). A pontyok ökológiai választéka meglehetősen változatos, és optimális növekedést 23 °C és 30 °C közötti víz hőmérsékleten tapasztalnak. A pontyok képesek túlélni a hideg teleket, és körülbelül 5‰-es sótartalmat is elviselnek. Ideális pH- tartományuk 6,5 és 9,0 közé esik, és elviselik az alacsony oxigénkoncentrációt (0,3-0,5 mg/l), valamint a túltelítettséget. A pontyok embrionális fejlődése 20-23 °C- os hőmérsékleten körülbelül 3 napig tart (60-70 fokos napok), és természetes körülmények között az újonnan kikelt ivadékok az aljzathoz tapadnak. Körülbelül három nappal a kikelés után kialakul az úszóhólyag hátsó része, amely lehetővé teszi a lárvák számára, hogy vízszintesen ússzanak, és elkezdjék a legfeljebb 150-180 µm-es külső táplálék fogyasztását (FAO, 2009).

2.5. Táplálkozása

A ponty táplálkozási szokásai és viselkedése szintén jelentős hatással van más halfajokra. Amikor az élelmiszerforrások szűkösek, a közönséges ponty képes megváltoztatni táplálkozási preferenciáit és viselkedését, ami befolyásolhatja a többi hal faj táplálkozási szokásait is. Ez a változás pozitív vagy negatív hatással lehet a többi halfaj növekedésére és fejlődésére (Amira et al., 2016). A közönséges ponty (*Cyprinus carpio*) egy jól tanulmányozott fenéklakó halfaj, amely jelentős hatást gyakorol az édesvízi ökoszisztémákra, különösen más fenéklakó halfajokhoz képest. Hatását elsősorban annak tulajdonítják, hogy az iszapban való turkálás közben képes tápanyagokat felvenni a fenékből és tápanyagokat felszabadítani az üledékből. Számos édesvízi rendszerben az oldható foszfor (PO₄-P) elérhetősége korlátozó tényező a fitoplankton növekedése szempontjából, amely az ökoszisztéma termelékenységének kulcsfontosságú összetevője. A közönséges ponty azáltal járul hozzá a fitoplankton

termelékenységének növekedéséhez, hogy oldható foszfort és más tápanyagokat szabadít fel az üledékből, ezáltal fokozva a tápanyagáramlást a különböző trofikus szinteken keresztül. Ez a folyamat kedvezően befolyásolja azoknak a halaknak a termelését, amelyek közvetlenül vagy közvetetten természetes táplálékforrásokra támaszkodnak (Rahman et al., 2008; Rahman et al., 2015).

Például a rohu (*Labeo rohita*), egy planktonfogyasztó halfaj, amely gyorsabban növekszik olyan tavakban, ahol a ponty jelen van, mint monokultúras környezetben. Az állománysűrűség jelentős hatással van az édesvízi ökoszisztémák dinamikájára (Soundarapandian és Kannan, 2008; Rahman et al., 2012). Túlzott populációsűrűség esetén a ponty negatív hatásokat gyakorolhat a vízi környezetre, különösen a víz tisztaságára és a makrofiták jelenlétére. Ha egy bizonyos kritikus sűrűséget elér, a közönséges ponty átalakítja az ökoszisztéma állapotát: a makrofitákkal dominált tiszta vizes környezet helyett zavaros vízi környezet alakul ki, amely a makrofiták eltűnéséhez vezethet (Rahman et al., 2006). Azonban megfelelő sűrűség esetén a polikultúras rendszerekben a ponty szinergikusan együttműködhet más halfajokkal, fokozva a tápanyagok visszatartásának hatékonyságát a halakban, és csökkentve a tápanyagvesztést az üledékben (Rahman et al., 2008).

2.6. Takarmányozás

A halak etetése döntő tényező az akvakultúrában elérhető potenciális hozamok meghatározásában. Az intenzitás szintjétől függően gyakran ez teszi ki a változó költségek legnagyobb részét, az összköltség 50-70 %-át. Ezért a haltenyésztők érdeke, hogy átfogó elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkezzenek a haltakarmányozásról. A halak energiaszükségletét számos tényező befolyásolja, többek között a víz hőmérséklet, a halak mérete, a táplálék összetétele és az élettani aktivitás. Például a víz hőmérséklet 10 °C-os emelkedése az optimális hőmérséklet eléréséig a halak anyagcseréjének közel kétszeresére növelheti. Emellett a testfenntartáshoz és a növekedéshez szükséges energiaszükséglet a különböző halfajok között is eltérő. Egy kilogramm felesleges halhús előállításához körülbelül 8,4-19,3 MJ energiára van szükség. Más tenyésztett állatokhoz hasonlóan a halak tápanyag- és energiaszükségletének ismerete is elengedhetetlen a hatékony és gazdaságos takarmányozási gyakorlathoz. A halak energiaszükségletének befolyásolásában olyan külső tényezők is döntő szerepet játszanak, mint a víz hőmérséklete, oxigéntartalma és sókoncentrációja. Fontos kiszámítani a metabolizálható energiaszükségletet, amely a halak által ténylegesen

hasznosítható energiát jelenti, amely az alábbi 1. táblázatban látható, figyelembe véve a testfelülettel arányos anyagcsererátát (Hancz et al., 2007).

1. táblázat: A testtömeg és a metabolikus testtömeg közötti összefüggés

Egyedi testtömeg (kg)	MTT/kg
0,01	3,162
0,05	2,115
0,10	1,778
0,25	1,414
1,00	1,000
2,00	0,841

(Forrás: *real.mtak.hu*)

A legtöbb tenyésztett halfaj fehérjeszükséglete jellemzően a 35-45 %-os nyersfehérje-tartományba esik. Ezek a követelmények a halak életkorától függően is változnak, a fiatalabb halaknak magasabb fehérjetartalomra van szükségük az étrendjükben, mint az idősebbeknek. Fontos, hogy egyensúlyt tartsunk fenn a halak étrendjének energia- és fehérjetartalma között. Az egyensúlyhiány, például a relatív energiahány a fehérjék energiafelhasználásához vezethet, míg az energiatöbblet nagyméretű zsírlerakódások kialakulásához vezethet.

A legtöbb tenyésztett halfajnál az emészthető fehérje és az emészthető energia aránya 340 és 490 mg/kJ között mozog. Ez az arány lényegesen magasabb a sertések vagy baromfik 170-250 mg/kJ- igényéhez képest. A halak fehérjefelhasználási hatékonysága azonban nem rosszabb, mint a melegvérű állatoké, mivel a fenntartási energiaarány és a kiválasztás energiaszükséglete alacsonyabb a halaknál. A fehérje hasznosulása az aminosav -összetételtől és a biológiai értéktől is függ, ami azt jelenti, hogy az állati fehérjék olcsóbb növényi fehérjékkel való helyettesítésének van egy határa, és ez a határ fajonként változik. Emellett a halfajok között jelentős különbségek vannak az esszenciális aminosavak iránti igényüket illetően (Horváth et al., 2000).

A halak által elfogyasztott és megemésztett fehérjét a halak testében a növekedéshez, a szövetek regenerálódásához és az energiatermeléshez használják fel. A költséghatékony halhústermelés elérése érdekében a célnak a fehérje, mint energiaforrás felhasználásának minimalizálásának kell lennie, és az energiaszükségletet zsírok és szénhidrátok

felhasználásával kell kielégíteni. A táplálék összeállításakor fontos figyelembe venni a ragadozó halfajok korlátozott szénhidrátemésztését, valamint a mindenevő fajok szénhidrátemésztésének fontosságát (Hancz et al., 2007).

A lipidek nemcsak energiaforrásként szolgálnak, hanem a biomembránok működésében és a zsírban oldódó vitaminok tárolásában is döntő szerepet játszanak. Az esszenciális zsírsavak, mint például az édesvízi halak esetében a linolsav és a linolénsav, szükségesek a halak normális növekedéséhez és fejlődéséhez. A halak táplálékának zsírtartalma általában 20 % alatt van, de a zsír aránya a minőségétől és a táplálék általános fehérje - és energiatartalmától függően változik. A magas zsírtartalmú táplálékokban nagyobb az avasodás kockázata, ami antioxidánsok használatával mérsékelhető. A halak ásványianyag -szükségletének meghatározása kihívást jelent, mivel a halak egyes ionokat közvetlenül a vízből képesek felvenni kopolyúikon és bőrükön keresztül. A foszfor azonban könnyen hozzáférhető a bélcsatornán keresztül. A mikrotápanyag-szükségletek általában minimálisak és nehéz olyan kísérleti körülményeket teremteni, ahol a hiánytünetek tanulmányozhatók. A legfontosabb kereskedelmi halfajok, például a lazacfélék, a pisztráng, a csatornaharcsa, az angolna és a ponty vitaminszükségletét gondosan meghatározták. Ezeket a vitaminokat az intenzív rendszerekben használt teljes értékű tápok általában a mikrotápanyagokhoz hasonló premix formájában tartalmazzák (Horváth et al., 2000).

A halgazdaságokban a pontyok kiegészítő takarmányozásával összefüggésben a takarmány tápanyagtartalma, beleértve a fehérje minőségét, az esszenciális aminosavak és zsírsavak összetételét, valamint az ásványi anyag- és vitamintartalmat, nem elsődleges szempont. Ennek oka, hogy a pontyok ezeket a tápanyagokat természetes táplálékukból nyerik, amely növényi, állati és bakteriális források változatos skálájából áll (Hancz et al., 2007).

A kiegészítő takarmányozás világszerte széles körben alkalmazott gyakorlat a halastavak termelékenységének gazdasági növelése érdekében. Az alapkoncepció azon az elképzelésen alapul, hogy a tavakban a trágyázás következtében keletkező természetes, magas fehérjetartalmú, magas biológiai értékű táplálék és a magas energiatartalmú növényi alapú takarmányok együttesen teljesítik a tenyésztett halfajok táplálkozási igényeit. A hazai halastavakban elsősorban pontyot tartanak, ezért a biztosított takarmány mennyiségét úgy alakítják ki, hogy az megfeleljen e faj speciális táplálkozási igényeinek. Az intenzíven telepített és trágyázott polikultúrás tavakban a kiegészítő takarmányozás hatékonyságát számos tényező befolyásolja, amelyek közül néhányat nem ismerünk teljesen (Horváth et al., 2000).

2.7. Szaporodása

2.7.1. Természetes szaporodás

A mérsékelt égövi régiókban, mint amilyen a miénk is, 4-5 évbe telik, amíg a pontyok elérik az ivarérettséget. A helyi környezeti feltételek mellett évente egyszer, ciklikusan szaporodhatnak. Ez jellemzően késő tavasszal vagy kora nyáron történik, amikor a víz hőmérséklet eléri vagy meghaladja a 17 °C-ot, az oxigénszint pedig 5-6 mg/l-es. A sikeres íváshoz az is szükséges, hogy az anyahalak finom szálal növényi anyaggal borított aljzatot találjanak. Az áradás, amely csökkenti az oldott sótartalmat, és a melegfrontok okozta légnyomásváltozások szintén támogatják a sikeres ívást. Ha ezek a környezeti feltételek teljesülnek, akkor ívási környezetnek nevezzük. Ilyenkor az ivarérett halak a sekély parti vizekbe vonulnak, hogy csoportosan ívjanak.

A ponty ikrája ragadós, és az ívás során a növényekhez tapad. A lárvák 60-70 napokon kelnek ki (Bokor, 2020). 20-25 °C fokon körülbelül 3-4 napig tart, amíg kikelnek. A lárvák a kikelés után nem táplálkoznak azonnal, hanem mozdulatlanul lógnak a növényzeten. A 3. vagy 4. nap után megtöltik úszóhólyagjukat levegővel, és apró, lassan mozgó planktonikus szervezeteket kezdenek fogyasztani (Hancz, 2007). Fizikai, kémiai és biológiai tényezők azonban megtizedelhetik a lárvákat. Szülői védelem hiányában az újonnan kikelt lárvák ki vannak téve a mikro- és makro-ragadozók általi ragadozásnak, valamint a mérgező anyagoknak való esetleges kitettségnek és az iszapos környezetben való megrekedésnek (Bokor, 2020). Körülbelül 28 napos korukra az összes szerv fejlődése befejeződik, ami a pontyivadék kialakulását eredményezi, ami a szaporodási folyamat lezárását jelzi (Hancz, 2007).

2.7.2. Természetszerű szaporítás

A pontyok általában fészkekben, valamint a medencékben és tavakban található vízi gyomokban és elárasztott fűben ívnak. India trópusi régióiban a pontyok egész évben ívnak, a csúcsidőszak január- márciusban és július- augusztusban van. Az ívási folyamat műanyag medencékben, cementmedencékben vagy kis tavakban zajlik, ahol az ikrák lerakásához szubsztrátumként víz alá merült vízinövények szolgálnak. Amint az ivadékok elérik a 4-5 napos kort, kiengedik őket a nevelőtavakba. Indonéziában a pontyok ívására a "szundanai módszert" alkalmazzák, amelynek során az ivadékokat nemenként elkülönített tavakban tartják, és az ivarérett ivadékokat az *Arenga* fajok rostjaiból készült kakabanos fészkekkel felszerelt ívótavakba helyezik át. Az ívás után a fészkeket keltet ő- vagy nevelőtavakba szállítják.

Kínában a pontyok ívására kis tavakat használnak, amelyekben vízi gyomnövények vagy úszó pálmalevelek szolgálnak ívóaljzatként. Európában korábban kis "Dubits-tavakat" használtak pontyok ívására és nevelésére, de ma már nagyobb, néhány száz négyzetmétertől 10-30 hektárig terjedő tavakat használnak. Két-négy héttel az ívás után az ivadékokat ki lehet venni ezekből a nagy tavakból, vagy hagyni lehet őket tovább növekedni, amíg el nem érik az ujjméretet (FAO, 2009).

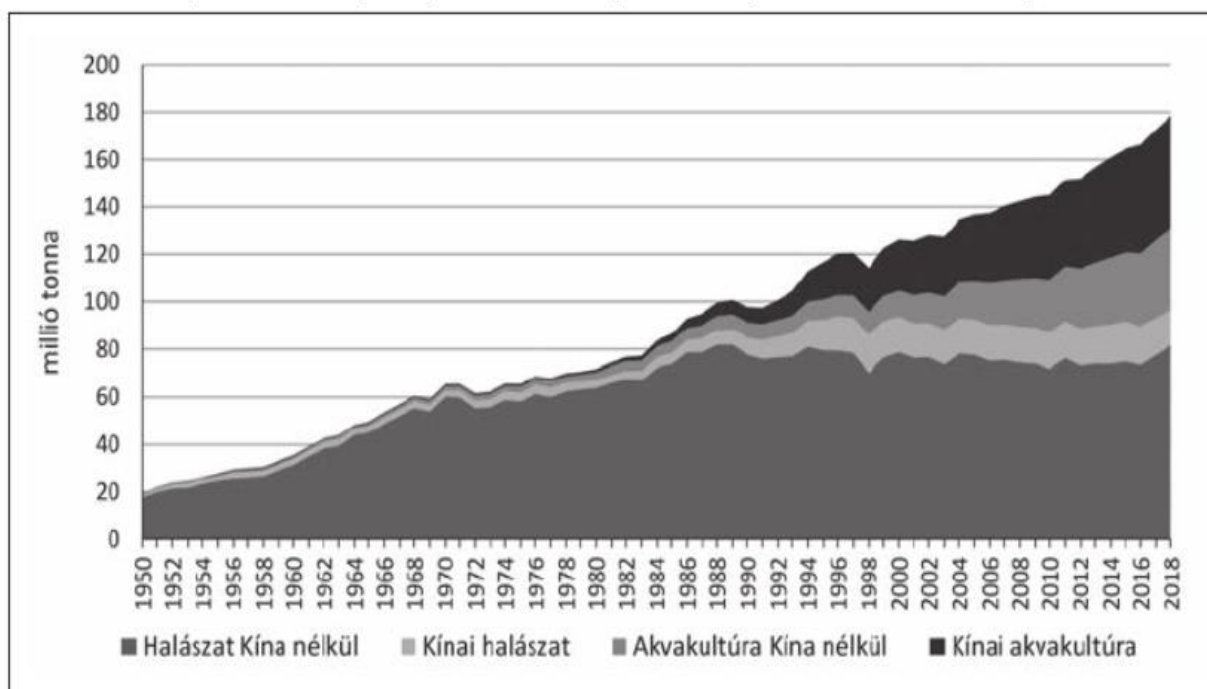
2.7.3. Keltetőházi szaporítás

Ez a leghatékonyabb és legmegbízhatóbb módszer az indukált szaporítás. Az ivadékhalkat oxigénnel telített vízben, 20-24 °C közötti hőmérséklet-tartományban tartják. Két adag hipofízis injekciót vagy GnRH/dopamin antagonistá keveréket kapnak az ovuláció és a spermiumképződés kiváltására. A petesejteket megtermékenyítik (a „száraz módszer” alkalmazásával), majd a petesejtek tapadóerejét só/ karbamid kezeléssel, majd tanninsavas fürdővel (Woynarovich-módszer) megszüntetik. A keltetés Zuger-üvegekben történik. A kikelt ivadékokat nagy kúpos tartályokban tartják 1-3 napig, és általában a táplálkozó lárva stádiumban telepítik a megfelelően előkészített tavakba. Egyetlen nőténytől körülbelül 300 000-800 000 újonnan kikelt ivadékra lehet számítani (Hancz et al., 2007).

2.8. A globális, az Európai Unió és Magyarországi haltermelés

A világ népességének növekedése miatt a halfogyasztás jelentősége az emberi táplálkozásban megnőtt. A halászat és az akvakultúra jelenleg a világ fehérjeszükségletének negyedét fedezi. 2014-ben a globális halászati termelés - beleértve a halászatot és az akvakultúrát is - elérte a 167,2 millió tonnát, ami folyamatos emelkedő tendenciát mutat, mely a 2. ábrán látható. Ez 2013- hoz képest 3%-os, 2010- hez képest pedig 13%-os növekedést jelentett, kivéve egy jelentős visszaesést 1998- ban, amikor a világ teljes haltermelése 117,8 millió tonnára csökkent. Mind a belvízi, mind a tengeri halfogások csökkenése szembeűnő, ha összehasonlítjuk az akvakultúra-termelés növekedésével. Az akvakultúra -termelés ugrásszerű növekedése az ágazat fejlődésének tulajdonítható, míg a halászat csökkenése a túlhalászásnak és az Európai Bizottság által bevezetett szakpolitikai kvótáknak köszönhető. A fejlett és gyorsan fejlődő halászati technikák kimerítik a szaporodásra rendelkezésre álló ivarérett halak számát, következésképpen korlátozzák a halállományok szaporodási kapacitását. Ennek eredményeként

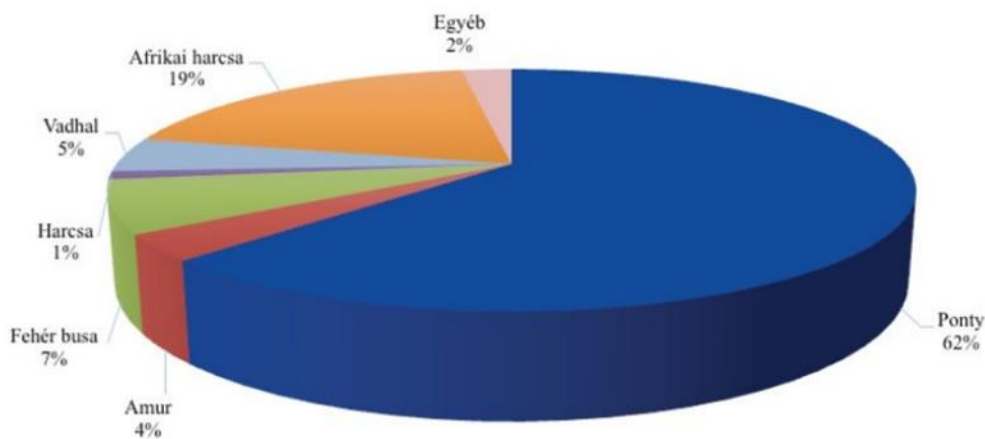
a közös halászati politika egyik célja a túlhalászás felszámolása, a halállományok túlélésének támogatása és a biológiai sokféleség megőrzése (MAHAL 2016).



2. ábra A világ víziállat-termelése 1950-2018 között *(Forrás: researchgate.net)*

2014-ben a globális akvakultúra - termelés 79,8 millió tonnás rekordot ért el (MAHAL 2016). Az Európai Akvakultúra Technológiai és Innovációs Központ az akvakultúra -termelés növekedését várja az Európai Unión belül, beleértve Magyarországot is. A világ haltermelésének 63%-át Kína uralja, ezt követi Ázsia 26 %-kal, majd a világ többi része 11%-kal (http1). Magyarország tógazdasági ágazata az 1970-es években virágzott fel, és a kedvező vízrajzi viszonyoknak és az erős termelési hagyományoknak köszönhetően az ország a FAO-tól az Európán belüli "halászati nagyhatalom" címet érdemelte ki. Magyarország 2015- ben 23,9 ezer tonna ehető halat termelt, ami 6%- os növekedést jelent 2014 -hez képest. Az egy főre jutó halfogyasztás becsült értéke Magyarországon 2015-ben 5,9 kg/fő volt az EU jelentése szerint. A ponty a globális haliparban kiemelkedő jelentőségű faj, amelynek termelésében Magyarország elsődleges szerepet játszik. Magyarországon 2016- ban az étkezési haltermelés megoszlása a következőképpen alakult: Afrikai harcsa 19%, amur 4%, fehér keszeg 7%, harcsa 1%, vadhal 5%, míg az egyéb fajok, köztük a keszeg, a kárász, a sügér és a csuka 2%-ot tettek ki, ahogy a 3. ábrán látható (Agrárpiaci információk, 2017). A ponty abban az évben a piaci halak 62,4%-át tette ki, így a magyarországi tavi haltermelés fő fájává vált (Pintér, 2003). A FAO 2014 -es adatai szerint Magyarország az Európai Unió harmadik legnagyobb

pontytermelője Csehország (20,8 ezer tonna) és Lengyelország (20,3 ezer tonna) után, 15 ezer tonnás termeléssel (MAHAL, 2016). Az emberi fogyasztásra szánt ponty termelése 2015 -ben 4,2%-kal nőtt 2014- hez képest (Agrárpiaci információk, 2017).



3. ábra: Étkezési haltermelés faji megoszlásban Magyarországon 2016-ban (*Forrás: Agrárpiaci információk (2017)*)

2.9. Fermentációs koncepció

Az erjesztés a mikroorganizmusok optimális tápanyagkörülmények között történő tenyésztése különböző értékes anyagcseretermékek előállítása érdekében. Egy szervezet fermentációs képességét az anyagcsere útjai határozzák meg. A 19. században Louis Pasteur bemutatta és elmagyarázta a borképződésben és savasodásban szerepet játszó folyamatokat, amelyek az élesztőgombák vagy a káros baktériumok tevékenységének eredménye. Az "erjedés" kifejezést kezdetben az anaerob folyamatok leírására használták, amelyet ma anaerob erjedésnek neveznek, de azóta kiterjesztették az aerob folyamatokra is, amelyeket ma aerob erjedésnek neveznek. Egy szervezet anyagcsere- mintázatát az erjedési folyamat során lejátszódó reakciók sokfélesége jellemzi, amelyeket elsősorban a szervezet energiaellátása befolyásol. A mikrobák a növekedéshez szükséges energiát különböző módszerekkel szerzik be, többek között:

Az autotróf mikroorganizmusok külső energiaforrást használnak, például napenergiát vagy szervetlen anyagok oxidációját kemoszintézis útján. Másrészt a heterotróf

mikroorganizmusok oxidációs-redukciós reakciók révén redukált szerves szubsztrátokból nyerik energiájukat (Soccol C. R. et al., 2013).

2.9.1. Fermentációs folyamat

Az élelmiszeriparban és a biotechnológiai folyamatokban használt mikroorganizmusok jellemzően heterotrófok. Ennek eredményeképpen bizonyos általánosításokat lehet tenni az aerob fermentációs folyamatokról: Kezdetben a folyamatban szerves szubsztrátok vannak jelen, amelyek az oxigén rendelkezésre állásától függően oxidációval energiát biztosítanak a növekedéshez.

A metabolikus útvonal jelenti azt a folyamatot, amely a folyamat kezdetén jelenlévő anyagoknál oxidáltabb anyagokat termel.

Az oxidatív folyamat levegő jelenlétében energetikailag lényegesen hatékonyabb, mint az anaerob folyamat (Doran Pauline M. et al., 1995).

Az aerob fermentáció esetében a végtermékek szén-dioxid, víz, biomassza és extracelluláris metabolitok, amelyek a rendszerben nem oxidálódhatnak tovább. Ezzel szemben az anaerob fermentáció során a végtermékek szén-dioxid, víz, biomassza és extracelluláris metabolitok viszonylag magas koncentrációban. Ezek a metabolitok magasabb redukciós fokúak (pl. etanol), mint az aerob fermentációból visszamaradó termékek. A lent látható egyenlet egy redoxireakciót és egy égési reakciót ábrázol. Minden aerob fermentációra alkalmazható, függetlenül attól, hogy szubmerz vagy szilárd fázisú, mivel az anyagcsere útját nem a fermentációs technológia határozza meg. A reakció sztöchiometriája azt jelzi, hogy a glükóz vagy más szerves anyag fogyasztásának sebessége a biomassza szintéziséhez, az oxigénfogyasztáshoz és a szén-dioxid képződéséhez kapcsolódik (Soccol C.R. et al., 2013).

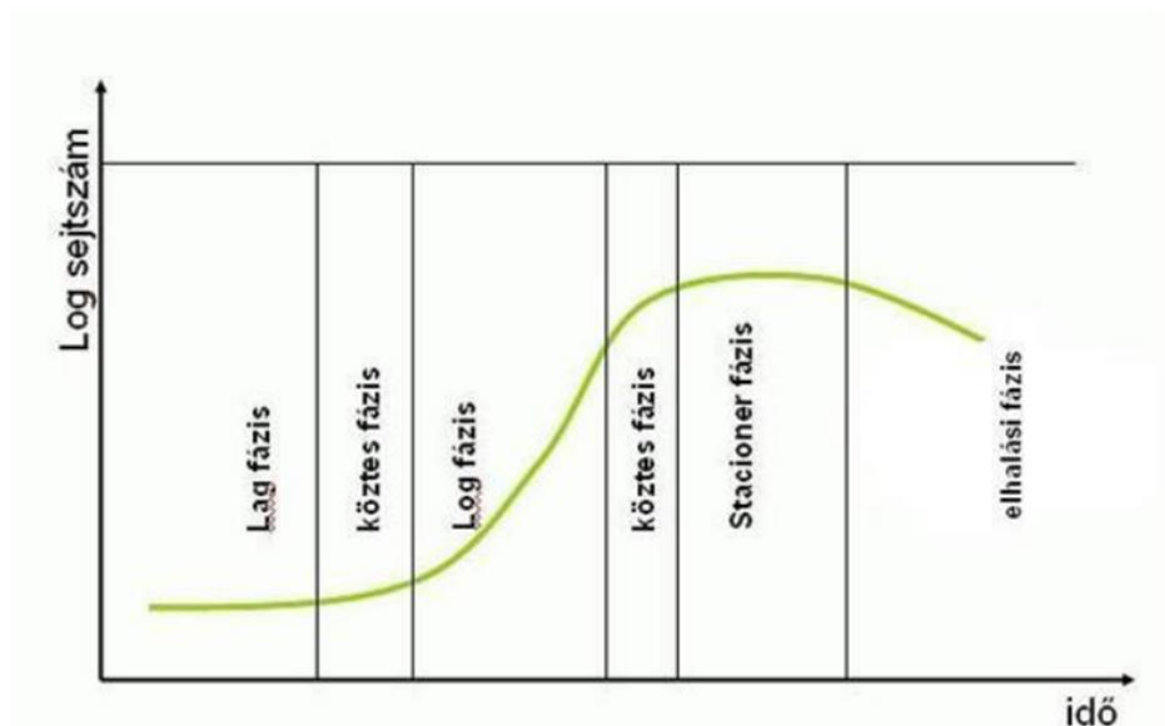
Az aerob folyamatok reakcióit általánosítva, és figyelmen kívül hagyva minden lehetséges másodlagos anyagcsere-utat, leírhatjuk:



Az egyszerű cukrok, mint például a glükóz és a szacharóz, a leggyakoribb energiát szolgáltató szerves anyagok, amelyek részt vesznek az ilyen folyamatokban (Doran Pauline M. et al., 1995).

2.9.2. Fermentációs kinetika

A "kinetika" kifejezés arra a megfigyelésre vonatkozik, hogy bizonyos változók idővel változásokon vagy módosulásokon mennek keresztül. Ebben az összefüggésben bármilyen mérhető változót választhatunk a kinetika jellemzésére. Ezen változók és más tényezőkkel való lehetséges kapcsolataik azonosítása lehetővé teszi a különböző folyamatokat vagy részfolyamatokat leíró modellek kidolgozását. Ezek a modellek felhasználhatók optimalizálási vizsgálatok elvégzéséhez és szabályozási kritériumok megállapításához. A fermentációban a leggyakrabban használt változó a biomassa szintézise (Shetty K. et al., 2006).



4. ábra A baktérium tenyészet görbéje a fermentáció folyamata során (Forrás: *eta.bibl.u-szeged.hu*)

Az alábbi fermentációs fázisok, illetve a baktérium tenyészet növekedési görbéje a fenti 4. ábrán láthatók. Késleltetési fázis: A lag-fázist minimális növekedés jellemzi ($\mu \approx 0$), mivel a mikrobák osztódása még nem kezdődött meg. Ennek a fázisnak az időtartama különböző tényezőktől függ, mint például a mikroba fiziológiai állapota, a környezet, az inokulum típusa és egyéb kapcsolódó tényezők.

Gyorsított növekedési fázis: Ebben a fázisban megkezdődik a növekedés, sejtosztódás és új sejtek szintézise formájában ($\mu > 0$).

Logaritmikus (vagy exponenciális) növekedési fázis: A logfázisra jellemző, hogy a sejtek elérik a maximális szaporodási sebességüket, és ebben a fázisban a növekedési sebességük állandó marad.

Lassú növekedési fázis: Ebben a fázisban a biomassza szintézisének sebessége csökken, de továbbra is nagyobb, mint nulla, $\mu_{\max} > \mu > 0$.

Állandó fázis: A stacionárius fázisban mennyiségi egyensúly jön létre a szaporodásra képes és a már nem életképes vagy szaporodni nem képes sejtek között. A növekedési sebességet ebben a fázisban $\mu = 0$ jellemzi.

Regressziós (vagy végső) fázis: A regressziós fázisban az egyensúly a szaporodási képességüket elvesztett vagy már nem életképes sejtek irányába tolódik el, és azok kerülnek túlsúlyba. Ebben a fázisban a növekedést negatív növekedési ráta jellemzi ($\mu < 0$) (Soccol C.R. et al., 2013).

2.10. Fermentációs technológiák

A folyadékkultúrák fermentáció, más néven merülő fermentáció, széles körben alkalmazott módszer különböző termékek előállítására mikroorganizmusok széles választékának felhasználásával. Egy fermentorban a mikroorganizmusokat tápanyagban gazdag vizes oldatba merítik, amely általában gondosan feldolgozott összetevőket tartalmaz. A táptalaj szennyeződésre való érzékenysége miatt a szigorú sterilizálási eljárások elengedhetetlenek. E folyamat során a gáz- és folyadékfázis közötti tömegátvitel korlátokat jelenthet, különösen magas szubsztrátkoncentráció esetén. Ezek a kihívások azonban mérsékelhetők a tápanyagok megfelelő eloszlását biztosító hatékony keveréssel. A fermentációs folyamatot a jobb vezérlés és felügyelet érdekében online érzékelők alkalmazásával lehet javítani (Soccol C.R. et al., 2013).

A szilárd fázisú fermentáció olyan folyamat, amelyben a mikroorganizmusokat szilárd, nedves felületen tenyésztik, szabad vizes fázis jelenlétében. A szilárd közeg szubsztrátként szolgál, például rizs, búzakorpa vagy gabonafélék, és nem igényel különleges feldolgozást. Ez a módszer kevesebb vizet is igényel, ami csökkenti a fertőzés kockázatát és az energiaszükségletet. A szilárd fázisú fermentáció azonban a nem megfelelő keverés, a korlátozott tápanyagdiffúzió, a metabolikus hőfelhalmozódás és a nem hatékony folyamatszabályozás miatt alacsony termelékenységűvel járhat. Ezenfelül e rendszerek nyomon

követése és ellenőrzése nagyobb kihívást jelenthet. A hozam javítására tápoldatokkal impregnált inert felületek használhatók (Doran Pauline M. et al., 1995).

2.10.1. Szilárdtest fermentáció

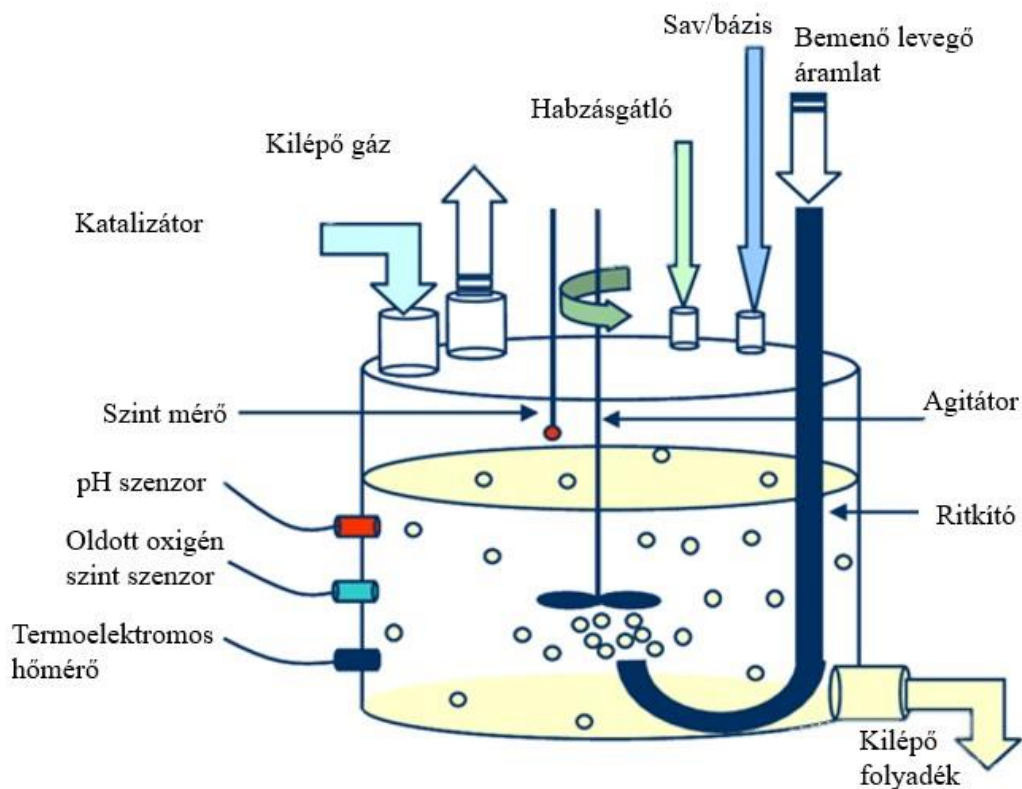
A szilárd fázisú-fermentáció (SSF solid-state fermentation) egy költséghatékony és megbízható technika, amely bizonyítottan javítja a szubmerz (SM) fermentációs termékek minőségét a tápanyagok elérhetőségének javítása és a táplálkozásellenes tényezők, antinutritív anyagok (ANF) csökkentése vagy kiküszöbölése révén (Yang et al., 2020; Zhang et al., 2019). A nagy hatékonyságú fermentációs törzsek kiválasztása kulcsfontosságú a kiváló minőségű, SM fermentációs termékek előállításához. A tejsavbaktériumokat (LAB) gyakran használják az SSF-ben, mivel kivételes képességükkel csökkentik az ANF-eket, és növelik az íz- és bioaktív vegyületek szintjét (Biscola et al., 2017; Rodriguez de Olmos et al., 2020). Továbbá a LAB-ok képesek kolonizálni a bélnyálkahártyát, olyan biológiai gátat létrehozva, amely ellenáll a kórokozók inváziójának, és növeli a gazdaszervezet betegségekkel szembeni ellenálló képességét (Victor et al., 2019; Yang et al., 2021). Korábbi tanulmányok vizsgálták a LAB - fermentált SM fermentációs termékek hatását a haltáplálékokban. Egy tanulmány például kimutatta, hogy a *Lactobacillus brevis* erjesztése csökkentheti az emészthetetlen szénhidrátokat és a tripszin gátló aktivitást az SM erjesztési termékekben, ezáltal fokozza a lipidek és az energia emészthetőségét az atlanti lazacban (Refstie et al., 2005)

A *Lactobacillus plantarum* P8 fermentált SM felhasználása a nagy rombuszhal takarmányában hatékonyan helyettesítheti a halliszt fehérjéjének akár 45%-át anélkül, hogy a növekedés, az immunfunkció és a bél mikrohisztológia sérülne (Wang et al., 2016). A *Lactobacillus paracasei* egy olyan mikroorganizmus, amely oxigéndús és oxigénszegény környezetben egyaránt képes fejlődni, és gyakran megtalálható az erjesztett tejtermékekben és az emberi bélrendszerben. Úgy gondolják, hogy különböző hatással van a bélmikrobiótára, például csökkenti a gyulladást a vastagbélben, erősíti a szervezet oxidatív stresszel szembeni védekezőképességét és erősíti az immunrendszert (Bengoa et al., 2018; Kim et al., 2019). A fermentáció során a *L. paracasei* számos bioaktív vegyületet, például szerves savakat, gamma-aminovajsavat, bakteriocint és poliszacharidokat képes előállítani. Egy korábbi tanulmány a szilárdtest-fermentáció (SSF) ideális körülményeit vizsgálta *Lactobacillus paracasei* felhasználásával, ami az izoflavonok, szerves savak és szabad aminosavak magas koncentrációját eredményezte az erjesztett termékben. Bár a *L. paracasei* és a fermentált szilárd

táptalajok probiotikumként potenciálisnak mutatkoznak, az aquafeedekben történő értékelésüket még nem vizsgálták. (Rodríguez de Olmos et al., 2020).

2.11. Fermentor

A fermentor enzimkatalizált vagy mikrobiális fermentációkhoz használt berendezés, amit az 5. ábrán láthatunk. Ez a legköltséghatékonyabb módszer különböző termékek előállítására, emellett növényi sejtek tenyésztésére is használható. A fermentor ideális és ellenőrzött környezetet biztosít a különböző termékek biokatalizátorok segítségével történő előállításához, a szennyeződés veszélye nélkül. A fermentor teljesítménye annak kialakításától és működtetésétől függ. A mikrobiológiai iparban a fermentorokat biológiai folyamatokhoz használják, ezért bioreaktoroknak is nevezik őket. A bioreaktorok mikroorganizmusok vagy más sejtek tenyésztésére használt eszközök. Méretük és összetettségük széles skálája létezik, a csövekben lévő kis kultúráktól a nagy, szigorúan ellenőrzött kultúrákig. A bioreaktorok kapacitása a laboratóriumi léptéktől a termelési léptékig terjedhet, és alapvető funkciójuk a hatékony termeléshez szükséges optimális feltételek megteremtése (Shetty K. et al., 2006).



5. ábra: A fermentor felépítése (Forrás: researchgate.net)

2.12. Fermentáció az élelmiszeripari biotechnológiában

Az erjesztésen alapuló termelés jelentős szerepet játszik az élelmiszeriparban, az élelmiszerek tartósításának egyik legrégebbi módszerét alkalmazva. Számos élelmiszeripari termékünk, mint például a kenyér, a sör, a bor, a joghurt és a sajt, ősi erjesztési eljárásokból ered. A biotechnológia lehetővé tette e hagyományos technikák továbbfejlesztését olyan módszerekkel, mint a rekombináns DNS - technológia, a magvak és starterkultúrák minőségének javítása, valamint a különböző enzimmészítmények használata. Emellett az erjesztési technológiákat is kifejlesztették és továbbfejlesztették. Az erjesztés elsődleges célja az élelmiszerek tartósítása, miközben biztosítja, hogy a keletkező termékek megfeleljenek a szigorú minőségi előírásoknak (Shetty K. et al., 2006).

2.13. Fermentáció jelentősége az akvakultúrában

A vadon élő halászati erőforrások csökkenése miatt az akvakultúra vált a vízi termékek beszerzésének elsődleges módszerévé (Gong et al., 2021). A FAO által összeállított legfrissebb világméretű akvakultúra- statisztikák szerint a globális akvakultúra -termelés elérte a 82,1 millió tonnát, a tenyésztett víziállat - termelés pedig 2011 és 2018 között évente átlagosan 5,3%-kal nőtt (FAO, 2020). Miközben az akvakultúra jelentős mennyiségű kiváló minőségű fehérjét biztosít az emberi fogyasztás számára, az állati fehérjetakarmányok, például a halliszt iránti megnövekedett piaci kereslet az akvakultúra, a takarmányfeldolgozás és más iparágak fejlődése miatt súlyos élelmiszerhiányhoz vezetett. Bár a növényi fehérjék fontos helyettesítői az állati fehérjéknek (Ji et al., 2009; El-Saidy et al., 2003; Gaylord et al., 2007). A legtöbb növényi fehérjetakarmány magasabb koncentrációban tartalmaz táplálkozásellenes tényezőket és kiegyensúlyozatlan arányban aminosavakat és vitaminokat, ami korlátozza az akvakultúrában való felhasználásukat (Ji et al., 2009). A növényi fehérjetakarmányok mikrobiális fermentációja képes az azokat alkotó biológiai makromolekulákat, mint például a poliszacharidokat és fehérjéket könnyen felszívódó kismolekulákra lebontani, csökkentve ezzel a tápanyagellenes tényezőket és javítva az ízletességet. Ezen túlmenően a fermentált takarmányok szabályozhatják a tenyésztett víziállatok bélrendszerének mikrobiális egyensúlyát, ezáltal fokozva a termelésüket (Sakarika et al., 2020).

A takarmány a haltenyésztés szerves részét képezi, mivel döntő szerepet játszik a halak túlélésének és növekedésének támogatásában. A takarmány előállításának egyik módszere a

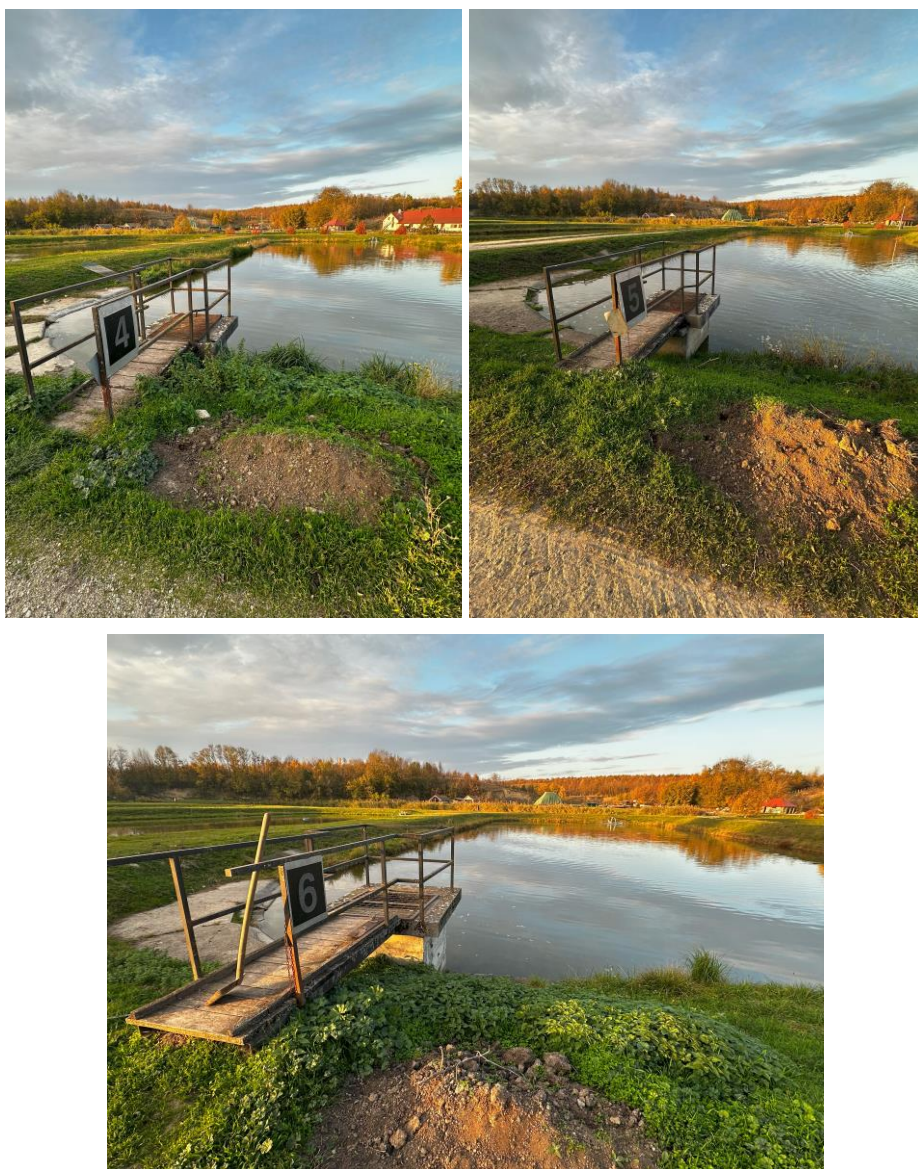
szerves hulladékok újrahasznosítása. A takarmány-alapanyagok táplálkozási minőségének javítását a probiotikus baktériumokkal történő fermentációs technológia alkalmazásával lehet elérni. Ez az erjesztési folyamat javíthatja a pontyok egészségét és növekedését. Az erjesztett takarmány előállítása során a természetes mikroorganizmusok lebontják a szénhidrátokat és más tápanyagokat, és könnyebben felszívódó formába alakítják át őket. Az erjesztett takarmány jellemzően gabonaféléket, például búzát, kukoricát, árpát, növényi maradványokat és egyéb növényi anyagokat tartalmaz. A fermentált takarmány lehetővé teszi a pontyok számára a tápanyagok, különösen a rostok és a növényi fehérjék jobb hasznosulását. Továbbá az erjesztett takarmányok javíthatják a bélflóra egészségét, mivel az erjesztési folyamat során hasznos mikroorganizmusok és bioaktív anyagok keletkeznek. A jobb emészthetőség és a takarmány minőségének javulása hozzájárul a tápanyagok jobb felszívódásához, a halak gyorsabb növekedéséhez és a kiváló minőségű halhús előállításához. Kutatások szerint az élesztőalapú takarmányok etetése csökkentheti a halak fertőzésveszélyét, mivel a probiotikus élesztők erősítik az állatok immunrendszerét és csökkentik a stressz -szintet, hozzájárulva a halak általános egészségéhez. Emellett az erjesztett takarmányok csökkentik a vízterhelést azáltal, hogy kevesebb hulladék keletkezik, amely szennyezné a vizet, ami végső soron a vízi ökoszisztémák és a halállomány fenntarthatóságának javára válik (Hassan et al., 2019; Davies et al., 2019; El-Husseiny., 2018; Goda et al., 2018).

A halak egészsége kulcsfontosságú a halászati és akvakultúra -ipar hosszú távú sikere szempontjából. Kutatások kimutatták, hogy a probiotikumok megváltoztathatják a tenyésztett víziállatok bélmikrobiótáját, és védelmet nyújthatnak a kórokozókkal szemben (Pérez et al., 2010). Ez az antibiotikumok ígéretes alternatívájává teszi őket az akvakultúrában, és fontos tényezővé a haltermelés egészségének előmozdításában. A *Saccharomyces cerevisiae*, az akvakultúrában gyakran használt probiotikum, bizonyítottan fokozza a növekedést, a bélrendszer egészségét és a kórokozókkal szembeni ellenálló képességet mind a halak, mind a rákfélék esetében (Del Valle et al., 2023). Emellett tanulmányok megállapították, hogy az élesztőből származó mannán oligoszacharidok és béta-glükán gátolhatják a pontyvírus tavaszi virémiáját a zebrahalakban, ami a túlélési arány növekedéséhez vezet. Ezek az eredmények rávilágítanak a probiotikumokban rejlő lehetőségekre az akvakultúrában élő víziállatok egészségének és betegségekkel szembeni ellenálló képességének javításában (Medina-Gali et al., 2018)

3. Anyag és módszertan

3.1. Kísérleti helyszín

Az elvégzett vizsgálatokat a Czikkhalas Halastavai Kft. területén található teletető kis tavakban végezték. A kísérletet a telepen található 4., 5. és 6., 18000 m² területű barátságosilippel ellátott telető tavakban végezték. 1000 darabos telepítési sűrűséggel számoltak, ennek okán 180 darab ponty került a teletőkbe, amelyek az alábbi ábrákon láthatók (6. ábra).



6. ábra: Kísérleti telető tavak (Forrás: Benedek B. 2024)

3.2. Kísérleti beállítása

A pontytakarmányozási kísérletet a Czikkhalas Halastavai Kft. telephelyén végezték. A halakat 2024. július 25-én halászták le a délelőtti órákban és rakodták fel a halszállító terepgépjármű kádjaira, majd vitték be a gazdaság telephelyére. A pontyokat leengedték az egymás mellett található teleltető kis tavakba.

3 db csoportba osztották fel és így lettek elhelyezve egymás mellett lévő, a 4., 5. és a 6-os számú telelőkbe. A csoportok 180 darab egyedet tartalmaztak, a 4.-be 180 darab hálnak áthelyezés során 250 kilogramm volt az összes súlya, vizsgálatok kezdésekor az átlagos súlyuk 1,29 kilogramm volt. Az 5.-ben 180 darab ponty összes súlya 257 kilogramm volt, 1,42 kilogrammos átlagsúllyal. A 6-os számú teleltetőben az utolsó 180 darab pontyból álló csoport összes súlya 253 kilogramm volt, melynek átlagsúlya 1,41 kilogramm. A kísérleti pontyok lehalászása során a pontos eredmények érdekében felrakodás előtt harminc darabonként végezték a tömegmérést.

A csoportok az alábbi módon lettek elosztva. A 4. számú csoport volt a kontroll, ez csak darált, takarmány búzát kapott. Az 5. csoport darált, akarmány búzát és a takarmányhoz kevert darált takarmány borsót kapott. A 6-os számú teleltetőben elhelyezett csoport volt az, amelyik erjesztett takarmányt kapott darált, takarmány búzával keverve.

3.3. Fermentálás folyamata

Az erjesztési folyamat a megfelelő borsó fajta kiválasztásával kezdődött. A borsó fajtát, a vizsgált nyersfehérje-tartalom és fermentálás során elért beltartalmi- és pH értékek alapján választották ki. A fermentum ipari körülmények között egy 100 literes fermentálóban készült. A fermentumot 28% szárazanyag tartalomra kellett beállítani, amely 75% borsót és 25% búzát jelentett a kísérlet esetében. A folyamat vizes közegű fermentáció volt, mert a búza és borsó keverékhez vizet kellett adni. A fermentáló stabilan tartja a folyamatnak kedvező hőmérsékletet, mely 34-35 C° volt. 24 órán keresztül a szerkezet óránként megkeveri a fermentumot. Minden esetben mértek kiindulási és a befejezési pH szintet, mert abból lehetett következtetni a fermentáció minőségére.

A fermentum 100 kilogrammra vetített összetétele 28% szárazanyag tartalomra beállítva 7,87 kilogramm darált búza, 23,6 kilogramm darált borsóból állt. A darálás azonos rostaméreten, 3mm-es rostán történt. Összesen 31,46 kilogramm darált száraz keveréket és 68,54 liter vizet tartalmazott a 100 kilogramm fermentum. Ehhez az adaghoz 4,67 ml oldott

baktériumkultúrát adtak hozzá, aszerint, ahogy azt a Dr. Ferm javasolja. Dr Ferm DF Pigcare, piacon elérhető baktérium kultúrát használtak, mely *Lactobacillus plantarum* és *Enterococcus faecium* baktériumot tartalmaz. A folyamat egy napig tartott, melynek végeredményeképp a 9. ábrán látható, joghurt szerű, sűrű masszát kapták.

3.4. A takarmányozás

3.4.1. A 4. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése

A kísérlet első etetése előtti napon a takarmányokat előkészítették az alábbi módon. A takarmányokat külön kezelték, három darab vödröt címkéztek fel, amikre feljegyezték a kísérleti tavak sorszámát, hogy elkerüljék az esetleges felcserélődést, keveredést.

A takarmány adagokat pontosan kimérték egy konyhai mérlegen, amelynek mennyiségét a pontyok fehérje szükséglete szerint számolták ki.

A négyes sorszámú kísérleti telelőhöz tartozó vödörbe kimérték 4 kilogramm darált búzát, majd hozzáadtak 2 liter vizet, hogy megfelelően megpuhuljon a takarmány a jobb emészthetőség érdekében. Végezetül összekeverték a vízzel a darált búzát, majd lefedték légmentesen a vödröt, hogy a következő napi etetés időpontjáig ne száradjon ki. Az alábbi 7. ábrán látható darált takarmány búza volt a kísérlet alatt a négyes számú teleltető állandó takarmánya. Ez a csoport funkcionált kontroll csoportként.



7. ábra: Darált takarmánybúza

(Forrás: Benedek B. 2024)

3.4.2. Az 5. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése

Az ötös sorszámmal ellátott kísérleti telelőhöz tartozó vödörbe kimérték 3,3 kilogramm roppantott szemű búzát, illetve 0,7 kilogramm roppantott szemű borsót, majd ezek után szárazon összekeverték a vödör tartalmát. Csak ezek után mérték ki és adták hozzá a 2,6 liter vizet. Végezetül összekeverték a takarmány keveréket és lefedték ezt is légmentesen. A 8. ábrán látható külön a darált borsó és összekeverve is a darált búzával.



8. ábra: Darált takarmánybúza és borsó keveréke és a darált borsó

(Forrás: Benedek B. 2024)

3.4.3. A 6. számú kísérleti telelő takarmánya és előkészítése

A hatos számú kísérleti telelőhöz tartozó vödörbe mértek ki 3 kilogramm roppantott szemű búzát. A fermentált takarmány kimérése előtt felkeverték azt a saját légmentesen zárható műanyag hordójában, hogy biztosítsam az egyenletes fermentlé és a fermentum arányát. A felkeverést követően mérték ki a fermentált takarmányt és adták hozzá a vödör tartalmához, mely 3,5 kilogramm volt. Végezetül lezárták légmentesen a vödröt. A 9. ábrán látható a hatos számú kísérleti telelőhöz tartozó fermentált borsó és búza keveréke. Az erjesztési folyamat a 3.4. fejezetben látható, amely eljárással, a kísérletben alkalmazott takarmány készült.



9. ábra: Erjesztett takarmány borsó és búza keveréke

(Forrás: Benedek B. 2024)

3.4.4. A kietetett takarmányok mennyisége

A kísérlet folyamán az alábbi, 2. táblázatban található takarmány adagokat juttatták ki a megfelelő telelőbe. A táblázatban megfigyelhető, hogy az első próba halászat mérései után megemelték a takarmány adagokat, melynek fogyasztát figyelemmel kísérték minden nap a délutáni órákban. A megemelt takarmány adagot nem változtatták meg a kísérlet végéig.

2. táblázat: Takarmány adagok a kísérlet ideje alatt

	4. Telelő		5. Telelő			6. Telelő	
Takarmány összetétel	Búza	Víz	Búza	Borsó	Víz	Fermentum	Búza
Dátum	Mennyiség (kg)	Mennyiség (l)	Mennyiség (kg)	Mennyiség (kg)	Mennyiség (l)	Mennyiség (kg)	Mennyiség (kg)
2024.07.16- 08.05.	4	2,6	3,3	0,7	2,6	3,5	3
2024.08.06	Próba halászat						
2024.08.07.- 08.21.	8	5,2	6,6	1,4	5,2	7	6
2024.08.22	Próba halászat						
2024.08.23.- 09.11.	8	5,2	6,6	1,4	5,2	7	6
2024.09.12	Kísérlet vége						

(Forrás: saját szerkesztés)

3.4.5. Takarmányozás menete

A pontyokat naponta egyszer etették a kora reggeli órákban. Elsőként a négyes számú teleltetővel kezdték a takarmány kijuttatást, majd ezt követte az ötös, majd a hatos számú telelő. A takarmányt úgy juttatták ki, hogy körbe sétálás közben egyenletesen szórták be a telelő tavakba.



10. ábra: Takarmány kereső tálca (*Forrás: Benedek B. 2024*)

A kísérleti telelő tavakba kihelyeztek kereső tálcákat, amelyek állandó jelleggel voltak kirakva. A tálca a 10. ábrán látható. A kereső tálcák egy vas keretre rögzített vékony szűnyogháló szerű anyagból álltak, melyekkel vizsgálták a napi takarmány fogyasztást. Az etetés során szórtak mindegyik telelő kereső tálcájára a hozzájuk tartozó takarmányból és ennek fogyását vizsgálták minden nap délutáni időpontban.

3.5. Mérési és számolási eljárások

3.5.1. Vízparaméterek mérése

Minden etetés előtt az optimális környezeti tényezők ellenőrzése elengedhetetlen volt, mert alacsony oxigénszint esetében nem szabad takarmányt kijuttatni a halaknak. Az optimum alatt lévő kísérleti teleltetők oxigénszintjén nagyobb átfolyással, illetve levegőztető berendezéssel lehet javítani és az optimális tartomány irányába mozdítani.



11. ábra: Hach HQ30 típusú oldott oxigénszint mérő berendezés *(Forrás: si.vwr.com)*

Hach HQ30 típusú digitális oxigén szint mérő eszközt használtak, amilyen a fenti 11. ábrán látható, a vizek oldott oxigén szintjének mérésére. Az eszköz képes az oxigén szint mérése mellett az oxigén telítettségi szint, légnyomás, víz és léghőmérséklet mérésére is.

Az oxigén szintet napi rendszerességgel mérték, minden etetés előtt, reggel 7 órakor biztosítva, hogy a kísérleti telelőkben az oxigénszint a halak számára optimális tartományban maradjon. A mérések során az eszközt gyártói előírásoknak megfelelően kalibrálták, ellenőrizték a szonda pontosságát a megbízható eredmények érdekében. Az eszköz mg/l egységben mérte az oxigén szintet. Minden mérés után rögzítették az adatokat egy naplóban, illetve az eszköz automata módon tárolta az adatokat.

A vízhőmérséklet mérése is fontos volt a kísérlet során. Hatással van a víz hőmérséklete a halak anyagcseréjére és táplálkozására, illetve az oxigén szintre és a víz oxigén telítettségére. A víz hőmérséklete meghatározza annak oxigén szintjét, mert a melegebb víz kevesebb oldott oxigént képes megtartani, ennek következménye, hogy a pontyok a víz felszínére jönnek és pipálnak, nem fognak táplálkozni.

Vízparaméterek elemzésére használt módszerek:

Maximum, minimum függvény és szórás.

3.5.2. Pontyok mérésre és számolására alkalmazott módszerek

A testsúly méréseket minden kísérleti telelő esetében úgy végezték, hogy teljesen random módon kivettek 60-60 darab pontyot, majd azokat mérlegelték le. A kapott eredményeket feljegyezték, majd átlagoltam a súlyokat minden telelő esetében.

A számolásokhoz és a statisztikához használt módszerek:

$$\text{Tömeggyarapodás} - \text{WG} = \frac{(\text{záró tömeg} - \text{induló tömeg}) \times 100}{\text{induló tömeg}}$$

$$\text{Takarmányozási együttható} - \text{FCR} = \frac{\text{kiadott takarmány (g)}}{\text{záró testtömeg (g)} - \text{induló testtömeg (g)}}$$

$$\text{Specifikus növekedési ráta} - \text{SGR} = \left(\frac{\ln \text{induló testtömeg} - \ln \text{induló testtömeg}}{\text{a kísérlet napjainak száma}} \right) \times 100$$

Átlag számítás

T-próba

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Az etetett takarmányok beltartalmi értékei

4.1.1 Takarmánybúza beltartalmi értékei

Az általuk felhasznált és kietetett darált takarmány búza beltartalmi értékei az alábbi 3. táblázatban látható, melynek főként a keményítő tartalma miatt az egyik legjobb megoldás az energia szükséglet fedezésére. Emellett a rost tartalma és a fehérje tartalma miatt is etetjük.

3. táblázat: Darált takarmánybúza beltartalmi értékei

		Roppantott búza	
Szárazanyag	g/kg	881	1000
Nedvesség	g/kg	119	0
Nyersfehérje	g/kg	99	112
Nyerszsír	g/kg	15	17
Nyersrost	g/kg	25	28
Nyershamu	g/kg	15	17
Keményítő	g/kg	624	708

(Forrás: Mezőlabor Kft.)

3.3.2 Darált takarmányborsó beltartalmi értékei

A 4. táblázatban megfigyelhető, hogy az kísérletben használt takarmányborsó nyersfehérje- tartalma jelentős, kiváló fehérje forrás a pontyok számára 264 g/kg-os értékkel. Alacsony tripszin-inhibitor tartalma miatt előnyt élvez a többi fehérjenövénnel szemben. Keményítő tartalma kevesebb, mint a búzának, míg a nyersrost tartalma magasabb, mely kedvez a fermentációs folyamatoknak. Több takarmányborsó fajtát vizsgáltak, melyek közül az alábbi táblázaton látható Orchestra fajta volt a legmegfelelőbb. Fő szempont volt a vizsgálatok végzésekor a nyersfehérje tartalom volt.

4. táblázat: Darált takarmányborsó beltartalmi értékei

		Orchestra	
Szárazanyag	g/kg	889	1000
Nedvesség	g/kg	111	0
Nyersfehérje	g/kg	235	264
Nyerszsír	g/kg	7	8
Nyersrost	g/kg	149	168
Nyershamu	g/kg	28	31
Keményítő	g/kg	468	527

(Forrás: Mezőlabor Kft.)

3.3.3 A fermentált borsó és búza beltartalmi értékei

A fermentáció során is az Orchestra fajta borsót használták, mint etetéskor. Az 5. táblázatban látható a fermentumból vett minta. Négy borsó fajta tesztelése után ez a borsó fajta bizonyult legjobbnak a fermentálás során is, ezért ezt keverték bele a takarmányba. A fermentum 75% borsó és 25% búza keveréke, melyet irányított tejsavas fermentációval 24 órán keresztül temperált hőmérsékleten erjesztettek. A kész fermentum a 9. ábrán látható. A fermentum sűrű, joghurtoszerű alapanyag, mely célzottan 28% szárazanyagtartalommal rendelkezik, az ehhez szükséges vízmennyiséget recept alapján kalkulálták. A baktériumkultúrát a kereskedelmi forgalomban lévő kultúrák közül lett kiválasztva, esetünkben a Dr. Ferm cég *Lactobacillus plantarum* és *Enterococcus faecium* keverékével dolgoztak, melynek széleskörű referenciái vannak mind a szarvasmarha, mind a monogasztrikusok fermentált takarmányának előállítása területén.

5. táblázat: A fermentum (borsó-búza keverék) beltartalmi értékei

		Orchestra			
Minta					
Szárazanyag	g/kg	279	1000	283	1000
Nedvesség	g/kg	721	0	717	0
Nyersfehérje	g/kg	63	227	65	231
Nyerszsír	g/kg	3	11	3	10
Nyersrost	g/kg	16	56	15	53
Nyershamu	g/kg	9	31	9	31
Keményítő	g/kg	147	527	149	528

(Forrás:Mezőlabor Kft.)

4.2. Kihelyezés

6. táblázat: Kihelyezéskori adatok

Kihelyezés 07.26.			
Telelő száma	Darabszám	Össz. Súly (kg)	Átlag súly (kg)
4.	180	250	1,39
5.	180	257	1,43
6.	180	253	1,41

A 6. táblázat adatai alapján elmondható, hogy kihelyezéskor mindegyik kísérleti telelőbe 180 darab ponty került. Az összes súly, illetve az átlag súlyokat tekintve közel azonos súlyú pontyok kerültek a kísérleti telelőbe. A mérések eredményeképp kapott adatok alapján tudták meghatározni a kietetendő takarmányok mennyiségét.

4.3. Első takarmányozási ciklus

7. Táblázat: Első mérések

Próba 08.06.				
Telelő száma	Darabszám	Össz. Súly (kg)	Átlag súly (kg)	Átlag gyarapodás (kg)
4.	60	83,478	1,391	0,002
5.	60	80	1,333	-0,094
6.	60	81,818	1,364	-0,042

A fenti, 7. táblázaton található az adatok, amelyeket az első mérés alapján kaptak és jegyeztek fel. A tömeggyarapodásokat tekintve a kísérlet első tíz napján nem történt szignifikáns változás a négyes számú telelőben elhelyezett kontroll csoportnál. Elmondható, hogy a kontroll csoport megtartotta a súlyát, míg az ötös számú telelőben elhelyezett csoportnál, amelyik roppantott búzát és borsót kapott, a súlyuk csökkent 0,1 kilogrammot átlagosan. Az utolsó kísérleti csoport a hatos számú telelőben volt, amely a fermentált borsó és búza, illetve darált búza keveréket kapott takarmánynak, e csoport esetében testsúly csökkenést tapasztaltak. 0,05 kilogrammal volt kevesebb a testsúlyuk átlagosan, mint a kihelyezéskor.

4.4. Második takarmányozási ciklus

8. táblázat: Második mérések

Próba 08.22.				
Telelő száma	Darabszám	Össz. Súly (kg)	Átlag súly (kg)	Átlag gyarapodás (kg)
4.	60	93,529	1,559	0,170
5.	60	94,500	1,575	0,15
6.	60	94,118	1,569	0,16

2024 augusztus 22-én következett a második mérés, melynek az adatait a nyolcadik táblázat tartalmazza. A takarmányozásban történtek változások az első mérések után. Az adagokat a folyamatos takarmányfogyást figyelve és a területre jellemző tógazdasági haltermelés tapasztalatai alapján 10-14 naponkénti megnövelését figyelembe véve korrigálták. Az átlag testsúlyok az alábbi módon alakultak. A négyes számú kísérleti telelő tóban lévő pontyok, melyek a kontroll csoportba tartoztak, átlagsúlya a második mérést követően 1,559 kilogramm. Átlagos testsúly gyarapodása ennek a csoportnak 0,17 kilogramm volt. Az ötös számú kísérleti csoportnak, amely roppantott borsót, illetve roppantott búzát kapott, 1,575 kilogrammos átlagsúlyuk volt. Átlagos testsúly gyarapodása a csoportnak 0,15 kilogramm volt. A hatos számú telelőben lévő kísérleti csoportnak, amely kapta a fermentált takarmányt, annak átlag súlya a második mérést követően 1,569 kilogramm volt. Az átlagos testsúly gyarapodásuk 0,16 kilogramm volt. Ezeket az adatokat a kihelyezéskori adatokkal vetettem össze és úgy számoltam ki.

4.5. A kísérlet végén mért adatok

9. táblázat: A kísérlet végén mért adatok

Kísérlet végén mért adatok (09.12.)				
Telelő száma	Darabszám	Össz. Súly (kg)	Átlag súly (kg)	Össz. gyarapodás (kg)
4.	178	313,280	1,760	63,280
5.	179	320,41	1,790	63,410
6.	179	318,621	1,780	65,621

2024.09.12-én fejezték be az etetési kísérletet, melynek eredményei a 9. táblázatban láthatóak. A lehalászáskor az elhullások miatt a kezdeti állományokból hiányzott 1, illetve 2 darab ponty az egyes telelőkben, így a négyes csoportnál 178 darab ponty összes súlya 313,280 kilogramm volt, amely 63,28 kilogramm súlygyarapodást jelentett a kihelyezéshez képest. Átlagos testsúlyuk a kísérlet végén 1,76 kilogramm volt, amely 0,37 kilogrammal lett több, mint kihelyezéskor. Az ötös telelőben elhelyezett csoportnál 179 darab pontyot halásztak le és mértek meg, melynek összes súlya 320,41 kilogramm volt, mely a kezdeti súlyhoz képest 63,41 kilogrammos gyarapodást jelentett. Átlagsúlya ennek a csoportnak egy darab pontyra vetítve 1,79 kilogramm volt, amely 0,36 kilogrammal gyarapodott a kihelyezéshez képest. A fermentált takarmánnyal etetett hatos csoportból szintén 179 pontyot halásztak be a kísérlet végeztével, 318,621 kilogramm súlyt mértek az állománynál összesen, mely azt jelenteti, hogy a kezdeti testtömeghez képest 65,621 kilogrammal gyarapodott ez a csoport. 1,78 kilogramm átlag testtömeggel rendelkeztek egy darab pontyot tekintve, amely 0,37 kilogrammal lett több a kísérlet végeztével.

A fenti eredmények alapján elmondható, hogy a fermentált takarmánnyal etetett csoport növekedett 2024.07.26. és 2024.09.12. között a legjobban, ez a csoport 65.621 kilogrammot

gyarapodott, míg a roppantott búzával etetett négyes számú telelőben elhelyezett csoport, illetve az ötös számú csoport, mely roppantott búzát és borsót kapott, nagyjából ugyanakkora testtömeg gyarapodást értek el, ami az előbbi csoportnál 63,28 kilogramm, az utóbbinál 63,41 kilogramm volt.

10. táblázat: Takarmányhasznosítási együttható és specifikus növekedési ráta

Telelő száma	Össz. Takarmány (kg)	FCR	SGR
4.	338	5,341	0,460
5.	338	5,330	0,450
6.	316	4,816	0,471

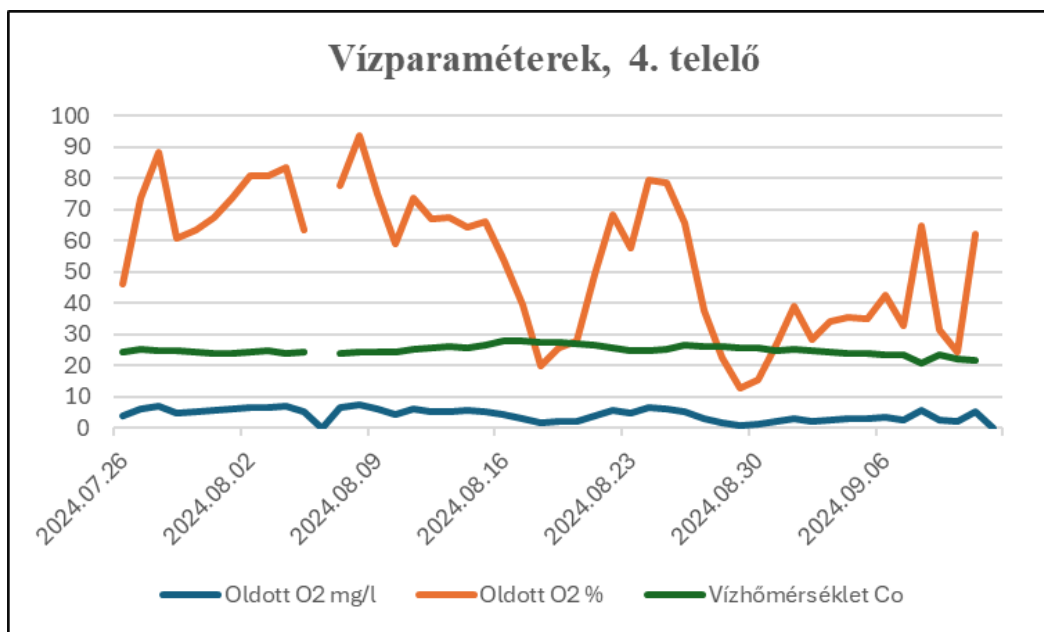
A 10. táblázat adatai alapján megfigyelhető, hogy a takarmányozási együttható (FCR) a négyes, illetve az ötös számú telelőben elhelyezett kísérleti csoportok között nagyon hasonló, nem tér el jelentős mértékben. A csak roppantott búzával etetett csoport 5,341-es értéket ért el, míg az ötös csoport, mely roppantott búzát és roppantott borsót is kapott, annál ez az érték minimálisan tér jobb irányba, 5,33-as értéket számoltam ki. A fermentált takarmánnyal etetett hatos csoport érte el a legjobb eredményt. A többi csoporthoz képest jelentősebb különbség mutatkozott. Az FCR érték 4,816 volt. Takarmányozási szempontból minél alacsonyabb a takarmányhasznosítási együttható annál hatékonyabb a takarmányozás, jelen esetben ezt a fermentált takarmánnyal etetett csoportnál érték el.

A specifikus növekedési ráta (SGR) a három kísérleti csoportnál nem volt drasztikusan eltérő, viszont a legjobb eredményt a fermentált takarmánnyal etetett hatos számú csoport produkálta 0,471-es értékkel, míg a roppantott búzával és borsóval etetett csoport produkálta a három vizsgált csoport közül a legrosszabb eredményt 0,45-ös értékkel. 0,46-os értéket számoltam ki a kontroll csoportként funkcionáló négyes csoportnál.

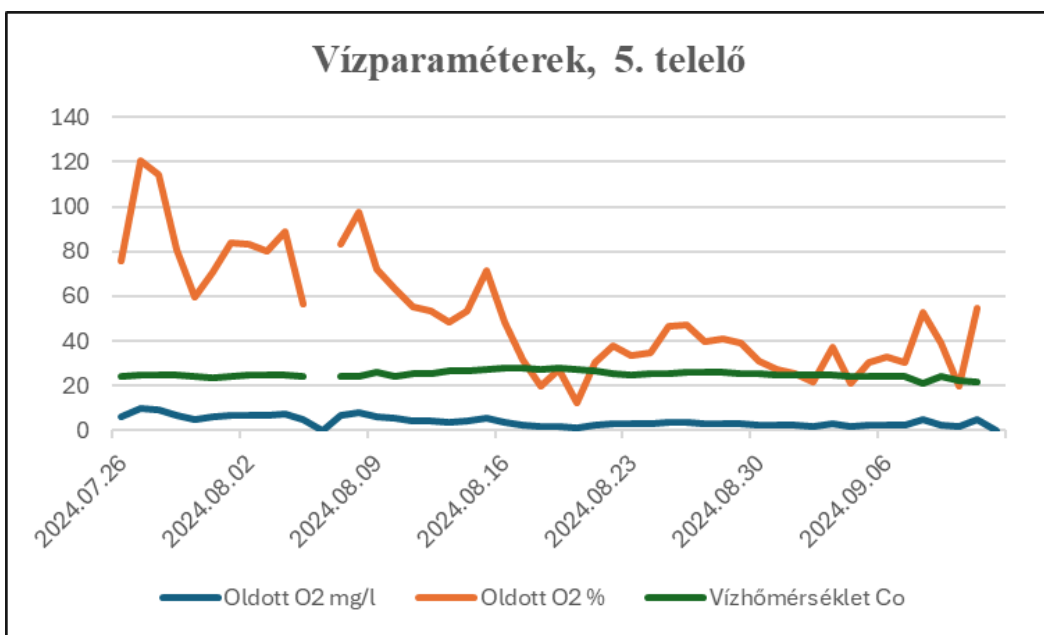
4.6. Kísérlet ideje alatt mért vízparaméterek a vizsgált telelőkben

Az alábbi ábrákon, 12., 13. és a 14. ábrán feltüntetett vízparaméterek jellemezték a kísérlet ideje alatt a vizsgált telelők vizét. A takarmányozási kísérlet a vezetett takarmányozási naplóban lévő takarmány adagok, melyek az egyszerűsített 2. táblázatban láthatók, illetve folyamatos víz paraméterek monitoringozás mellett zajlott le.

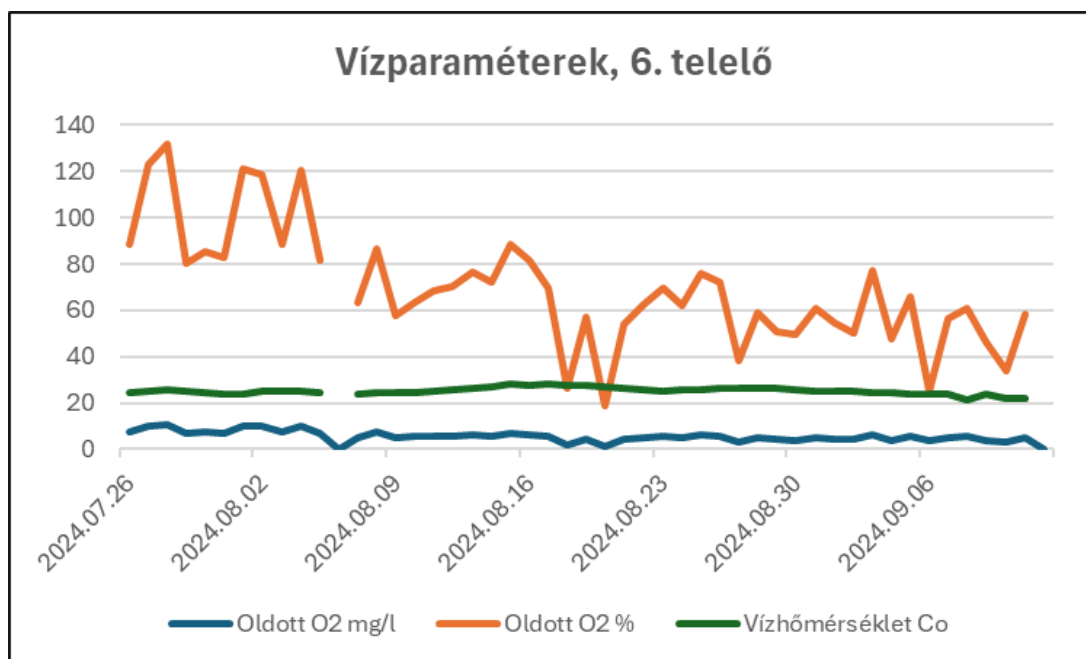
12. ábra: Mért vízparaméterek a négyes kísérleti telelőben



13. ábra: Mért vízparaméterek az ötös kísérleti telelőben



14. ábra: Mért vízparaméterek a hatos kísérleti telelőben



A 13., 14., 15. ábrán látható vízparaméterek alapján elmondható, hogy a víz hőmérséklete 21 C° és 28,3 C° között mozgott. A négyes telelő víz hőmérséklete magasabb volt. A maximum hőmérséklet 28,1 C°, a legalacsonyabb 21 C° volt. Az ötös telelő esetében a legmagasabb víz hőmérséklet 28,2 C°, a legalacsonyabb mért víz hőmérséklet 21,2 C° volt. A hatos teleltetőben a víz hőmérséklet 28,3 C° és 21,4 C° között mozgott.

Az oxigén szint eltérő volt a telelők között. A 4. és 5. telelő oxigén szintje augusztus közepén lecsökkent és maradt egy alacsonyabb szinten, míg a hatos telelő a beesést követően jobb értékeket mutatott, mint a negyedik és ötödik telelő. A 4. telelőben a legmagasabb oxigén szint 7,72 mg/l, a legalacsonyabb 1,04 mg/l volt. A szórása 1,826 mg/l. Az 5. telelőben a legmagasabb oxigén szint 9,85 mg/l, míg a legalacsonyabb 0,96 mg/l volt. Szórása az ötös telelő oxigén szintjének 2,148 mg/l volt. A hatodik telelőben mért oxigén szint legmagasabb értéke 10,71 mg/l és a legalacsonyabb 1,48 mg/l volt. A szórás ennél a telelőnél 2,014 mg/l volt.

A fenti ábrák adatai alapján jól látható, hogy az oxigén telítettség szintje akkor növekedett, amikor a hőmérséklet lecsökkent. Magasabb víz hőmérsékletnél az oxigén telítettség alacsony volt, míg az alacsonyabb víz hőmérsékletnél az oxigén telítettség szintje magasabb volt. De a különböző paraméterek jellemezték a kísérlet ideje alatt a telelőket.

5. Következtetések és javaslatok

A kísérletet telelő tavakban végezték, melyeknek nem voltak teljesen egyformák a környezeti adottságai, annak ellenére sem, hogy teljesen egymás mellett helyezkedtek el. A vízparaméterek mindhárom telelő esetében eltérő adatokat voltak. Ha teljesen egyforma környezeti feltételek mellett, illetve kisebb szórással rendelkező csoportokat vizsgáltak volna, akkor pontosabbak lettek volna az eredmények. A kísérletben résztvevő csoportok közül a fermentált takarmánnyal etetett csoport növekedett a legjobban, ami köszönhető a baktérium kultúráknak, illetve a takarmány jobb emészthetőségének is. A kísérletet nehezítette, hogy a kísérleti telelő tavakban razbóra fertőzöttség állt fent. Ezzel a tényezővel nagyon nehéz számolni, hiszen a razbóra mennyiséget nem lehet teljesen felmérni, ezáltal a takarmány adagokat sem lehet korrigálni. A fertőzöttség miatt a pontyok táplálkozása és a növekedése sem volt optimális, a várt növekedést nem érték el a kísérleti csoportok. A fermentált takarmánnyal etetett csoport az elvárt növekedésen alul teljesített. Ennél a csoportnál lényegesebb növekedést vártak, mint a többi kísérleti csoportnál. A fermentált takarmány tárolását nehezítette a nyári folyamatosan kitartó hőség. A fermentált takarmány tárolására alkalmasabb helyen lenne optimális tárolni, akár egy hűthető helységben. Akár egy olyan adalékanyag is szükségszerűvé válhat, amely az eltarthatóságot javítja. Másik megoldás lehet, egy mikrobiológiailag stabil vagy akár stabilabb szilárd fázisú fermentummal való helyettesítése, melynek eltarthatósága egyszerűbben megoldható, mint egy folyadék fázisú fermentum.

Véleményem szerint érdemes lenne a fermentált takarmány etetését kipróbálni nagy halastavi körülmények között az egész éves etetési periódus alatt. Ott a fermentált takarmány jótékony hatásai jobban kijönnének. A betegségek elleni védekezés is jobban látszódná egy teljes évben halastavi körülmények között, ahol a betegségek elleni védekezésnek lehetne alternatív megoldása a fermentált takarmány etetés. Szorgalmazom a fermentált takarmány etetésének hatását vizsgálni pontyok esetében akár halastavi körülmények között is.

6. Összefoglalás

Az erjesztett takarmányok pontyok étrendjébe való beépítésének hatása egyre nagyobb érdeklődésre tart számot a haltenyésztés és az akvakultúra területén. Az erjesztés a takarmány tápanyagainak mikrobiális lebontását és átalakítását jelenti, ami számos előnnyel járhat az egészséges táplálkozási szokások és a halak általános jólétének előmozdítása szempontjából.

A dolgozat a fermentált takarmány etetésének hatásait vizsgálta pontyokon. A kísérlet során három különböző takarmány hatásait vizsgálták. A dolgozat hipotézise az volt, hogy a fermentált takarmánnyal etetett csoport jelentősen jobban fog várhatóan nőni a többi csoporthoz képest. A fermentációs folyamat eredményeképp kapott jobb emészthetőségű takarmány alkalmazásával a pontyoknak a többi csoporthoz képest jobban kellett volna gyarapodni. A lehalászáskor az elhullások miatt a kezdeti állományokból, ami kísérleti telelőnként 180 darab pontyot jelentett, hiányzott 1, illetve 2 darab ponty az egyes telelőkben, így a négyes csoportnál 178 darab ponty összes súlya 313,280 kilogramm volt, amely 63,28 kilogramm súlygyarapodást jelentett a kihelyezéshez képest. Átlagos testsúlyuk a kísérlet végén 1,76 kilogramm volt, amely 0,37 kilogrammal lett több, mint kihelyezéskor. Az ötös telelőben elhelyezett csoportnál 179 darab pontyot halásztak le és mértek meg, melynek összes súlya 320,41 kilogramm volt, mely a kezdeti súlyhoz képest 63,41 kilogrammos gyarapodást jelentett. Átlagsúlya ennek a csoportnak egy darab pontyra vetítve 1,79 kilogramm volt, amely 0,36 kilogrammal gyarapodott a kihelyezéshez képest. A fermentált takarmánnyal etetett hatos csoportból szintén 179 pontyot halásztak be a kísérlet végeztével, 318,621 kilogramm súlyt mértek az állománynál összesen, mely azt jelenteti, hogy a kezdeti testtömeghez képest 65,621 kilogrammal gyarapodott ez a csoport. 1,78 kilogramm átlag testtömeggel rendelkeztek egy darab pontyot tekintve, amely 0,37 kilogrammal lett több a kísérlet végeztével.

A kapott eredményekből látszik, hogy némi súlygyarapodás változás van és a takarmány értékesítése is jobb volt a fermentált takarmánnyal etetett csoportnak a takarmány emészthetősége miatt, viszont nagyon nehéz megítélni azt, hogy milyen eredményeket kaptunk volna, ha a razbóra fertőzőtettség nem áll fenn.

Általánosságban elmondható, hogy a fermentált takarmányok beépítése a pontyok étrendjébe életképes módszert kínál a fenntartható haltermelés fokozására, és ígéretes a halak egészségének előmozdítására és a növekedés maximalizálására. A meglévő kutatások és gyakorlati ismeretek alapján az erjesztett takarmányok alkalmazása nemcsak előnyös, hanem elengedhetetlen a pontytenyésztés sikerének és fenntarthatóságának jövőbeli biztosításához. Az

ilyen célzott stratégiák elfogadása a jövőbe mutató táplálkozási megoldások keresése során lehetővé teheti a gazdálkodók számára, hogy növeljék versenyképességüket a nemzetközi piacon.

7.Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Hegyi Árpádnak a hatalmas szakmai segítségükért, a rám áldozott idejükért, türelmükért és a dolgozatom elkészítésében való segítségükért.

Köszönettel tartozok Katics Máténak a kísérletben nyújtott segítségéért, valamint a hatalmas szakmai segítségéért.

Köszönettel tartozok Berczi Editnek a szakdolgozatomhoz nyújtott segítségéért, illetve az Agrofeed Kft. -nek, hogy rendelkezésemre bocsátották a szükséges takarmányokat.

Továbbá köszönöm a Czikkhalas Halastavai Kft. -nek, hogy helyszínt, illetve az infrastruktúrát biztosította a kísérlet lebonyolításához. Emellett köszönettel tartozok azért, mert a kísérletben résztvevő pontyokat biztosította számomra.

Köszönettel tartozok a Czikkhalas Halastavi Kft. dolgozóinak a takarmányozásban és a mérésekben, illetve a próba halászatokban nyújtott segítségükért.

8.Irodalom jegyzék

1. Agrárpiaci információk (2017): Haltermelés. Agrárgazdasági Kutatóintézet. 6, pp. 15-16.
2. Amira, F. S., Rahman, M. M., Kamaruzzaman, Y., Jalal, K. C. A., Hossain, M. Y., & Khan, N. S. (2016): Relative abundance and growth of male and female *Nemipterus furcosus* population. *Sains Malaysiana*, 45(1), pp. 79-86.
3. Bakos J. (1968): A ponty pikkelyzetének értékelése és bírálata a tenyészkiválasztás során. *Halászat*. 67, pp. 84-85.
4. Bakos, J., Gorda, S. (2001): Genetic resources of common carp at the Fish Culture Research Institute, Szarvas, Hungary. FAO Fisheries Technical Paper No. 417, Rome, FAO, pp. 106. Forrás: www.fao.org/DOCREP/005/Y2406E/y2406e00.htm
5. Bengoa, A. A., Llamas, M. G., Iraporda, C., Dueñas, M. T., Abraham, A. G., Garrote, G. L. (2018). Impact of growth temperature on exopolysaccharide production and probiotic properties of *Lactobacillus paracasei* strains isolated from kefir grains. *Food microbiology*, 69, pp. 212-218.
6. Biscola, V., de Olmos, A. R., Choiset, Y., Rabesona, H., Garro, M. S., Mozzi, F., Franco, B. D. G. D. M. (2017): Soymilk fermentation by *Enterococcus faecalis* VB43 leads to reduction in the immunoreactivity of allergenic proteins β -conglycinin (7S) and glycinin (11S). *Beneficial microbes*, 8(4), pp. 635-643.
7. Bokor, Z. (2020): Édesvízi haltenyésztés. in Bank Cs. (szerk). *Halászat, Haltenyésztés*. Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. Budapest. pp. 47-55, 75-120.
8. Davies, S. J., Laporte, J., Gouveia, A., Salim, H. S., Woodgate, S. M., Hassaan, M. S., El-Haroun, E. R. (2019): Validation of processed animal proteins (mono-PAPS) in experimental diets for juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) as primary fish meal replacers within a European perspective. *Aquaculture Nutrition*, 25(1), pp. 225-238.
9. de Olmos, A. R., Garro, M. S. (2020): Metabolic profile of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* CRL 207 in solid state fermentation using commercial soybean meal. *Food Bioscience*, 35. DOI:[10.1016/j.fbio.2020.100584](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100584)
10. Del Valle JC, Bonadero MC, Fernández-Gimenez AV (2023): *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic, prebiotic, synbiotic, postbiotics and parabiotics in aquaculture:

11. Doran Pauline M. (1995): Bioprocess Engineering Principles, második kiadás, Academic Press. Letöltés dátuma: 2024. 06.15. Forrás: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/917762/mod_resource/content/1/1.%20Bioprocess%20Engineering%20Principles_second%20edition_koko%20kirja.pdf
12. Dr. Hancz Csaba (2007): Haltenyésztés Egyetemi jegyzet, Kaposvár. pp. 7, 1-52, 82-83, 74-142, 126-128, 170.
13. El-Husseiny, O. M., Hassan, M. I., El-Haroun, E. R., Suloma, A. (2018): Utilization of poultry by-product meal supplemented with L-lysine as fish meal replacer in the diet of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Journal of Applied Aquaculture*, 30(1), pp. 63-75.
14. El-Saidy, DMSD; Gaber, (2003): MMA Halliszt helyettesítése különböző növényi fehérjeforrások keverékével fiatal nílusi tilápia, *Oreochromis niloticus* (L.) étrendben. *Aquacul. Res.*, 34, pp. 1119–1127.
15. FAO (2009): *Cyprinus carpio*. In Cultured aquatic species fact sheets. Forrás: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/en/en_commoncarp.htm
16. FAO (2020): A világ halászati és akvakultúrájának helyzete 2020. Fenntarthatóság cselekvésben; FAO: Róma, Olaszország. Ji, H.; Zhu, T.; Shan, S. A nem húsevő halfajok diétás halliszt-helyettesítő kutatásának jelenlegi állása. *J. Dalian Fish. Univ*, 24, pp. 343–349.
17. Froese, R. Pauly, D. (eds.). (2011): FishBase. World Wide Web electronic publication, version (02/2011) Letöltés dátuma: 2024.05.11. forrás: www.fishbase.org/summary/speciessummary.php;
18. Gaylord, TG; Barrows, FT; Teague, AM; Johansen, KA; Overturf, KE; Shepherd, B. (2007): Taurin és metionin kiegészítése a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) növényi fehérjét tartalmazó étrendjéhez. *Akvakultúra*, 269, pp. 514–524.
19. Goda, A. M., Omar, E. A., Srour, T. M., Kotiet, A. M., El-Haroun, E., Davies, S. J. (2018). Effect of diets supplemented with feed additives on growth, feed utilization, survival, body composition and intestinal bacterial load of early weaning European seabass, *Dicentrarchus labrax* post-larvae. *Aquaculture international*, 26, pp. 169-183.
20. Gong, W., Gao, S., Zhu, Y., Wang, G., Zhang, K., Li, Z., Yu, E., Tian, J., Xie, Y., Xie, J., (2021): Effect of the Aerobic Denitrifying Bacterium *Pseudomonas furukawaii* ZS1 on

Microbiota Compositions in Grass Carp Culture Water, *Water* 13.
DOI:[10.3390/w13101329](https://doi.org/10.3390/w13101329)

21. Hassaan, M. S., El-Sayed, A. I. M., Soltan, M. A., Iraqi, M. M., Goda, A. M., Davies, S. J., Ramadan, H. A. (2019): Partial dietary fish meal replacement with cotton seed meal and supplementation with exogenous protease alters growth, feed performance, hematological indices and associated gene expression markers (GH, IGF-I) for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 503, pp. 282-292.
22. Horváth, L., Urbányi, B., (2000): Tenyésztési alapok. In: Halbiológia és haltenyésztés szek. Horváth L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 217-218.
23. Horváth, L., Urbányi, B., (2000): Tenyésztési alapok. In: Halbiológia és haltenyésztés szek. Horváth L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 262.
24. Horváth, L., Urbányi, B., (2000): Tenyésztési alapok. In: Halbiológia és haltenyésztés szek. Horváth L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 289.
25. [http1: Élő génbank és ponty adatbázis](http://www.fishworld.eu/hu/hirek/elo-genbank-es-ponty-adatbazis) (2011). Forrás: <https://www.fishworld.eu/hu/hirek/elo-genbank-es-ponty-adatbazis>
26. Ji, H., Zhu, T., Shan, S. (2009): Current status of dietary fish meal replacement research for non-carnivorous fish species. *J. Dalian Fish. Univ.*, 24, pp. 343–349.
27. Magyar haltermelők és halászati vízterület-hasznosítók szövetsége (MAHAL) (2016): Jelentés a szövetség működésének 2015. évi eredményeiről. A kiadvány a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával készült. PTKF/785/2/2016. Letöltés dátuma: 2024.06.21. Forrás: <http://new.magyarhal.hu/UserFiles/files/jelentesek/Feherkonyv2016.pdf>
28. Medina-Gali, RM., Ortega-Villaizan, MDM., Mercado, L., Novoa, B., Coll J., Perez, L. (2018): Beta-glucan enhances the response to SVCV infection in zebrafish. *Dev Comp Immunol*, 84, pp. 307–314. DOI: [10.1016/j.dci.2018.02.019](https://doi.org/10.1016/j.dci.2018.02.019)
29. Mézes, M. (2000): Halélettan. In: Halbiológia és haltenyésztés szek. Horváth L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 79.
30. Pérez, T., Balcázar, JL, Ruiz-Zarzuela, I., Halaihel, N., Vendrell, D., De Blas, I., Múzquiz, JL. (2010) Host–microbiota Interactions within the fish intestinal ecosystem. *Mucosal Immunol*, 3, pp. 355–360.
31. Pintér, K. (1989): Magyarország halai, biológiájuk és hasznosításuk. Budapest, Akadémia Kiadó, pp. 202.
32. Pintér K. (2002): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 119-126.

33. Pintér K. (2003): A magyar halászat helye az Európai Unióban. *Halászat*, 96, pp. 47-50.
34. Pintér, K. (2015): Magyarország Halai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 166-169.
35. Rahman, M. M. (2015). Effects of co-cultured common carp on nutrients and food web dynamics in rohu aquaculture ponds. *Aquaculture Environment Interactions*, 6(3), pp. 223-232.
36. Rahman, M. M., Kadowaki, S., Linn, S. M., és Yamada, Y. (2012). Effects of protein skimming on water quality, bacterial abundance and abalone growth in land based recirculating aquaculture systems. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7(2), p. 150.
37. Rahman, M. M., Verdegem, M. C. J., Nagelkerke, L. A. J., Wahab, M. A., Milstein, A., & Verreth, J. A. J. (2006). Growth, production and food preference of rohu *Labeo rohita* (H.) in monoculture and in polyculture with common carp *Cyprinus carpio* (L.) under fed and non-fed ponds. *Aquaculture*, 257(1-4), pp. 359-372.
38. Rahman, M. M., Verdegem, M., Nagelkerke, L., Wahab, M. A., Milstein, A., & Verreth, J. (2008): Effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. *Aquaculture Research*, 39(1), pp. 85-95.
39. Refstie, S., Sahlström, S., Bråthen, E., Bæverfjord, G., & Krogedal, P. (2005): Lactic acid fermentation eliminates indigestible carbohydrates and antinutritional factors in soybean meal for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 246(1-4), pp. 331-345.
40. Sakarika, M., Delmoitié, B., Ntagia, E., Chatzigiannidou, I., Gabet, X., Ganigué, R., Rabaey, K. (2020): Production of microbial protein from fermented grass. *Chem. Eng. J.*, 433, DOI:[10.1016/j.cej.2021.133631](https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.133631)
41. Shetty, K., Paliyath, G., Pometto, A., Levin, R.E. (2006): Food Biotechnology, második kiadás, CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420027976>
42. SoccoL, C.R., Pandey, A. Larroche, C. (2013): Fermentation processes engineering in the food industry, CRC Press. pp. 1-21
43. Soundarapandian, P., Kannan, A. (2008): South Indian technology of nursery farming for better survival and production of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). 3(2), pp. 137-144. DOI:[10.3923/jfas.2008.137.144](https://doi.org/10.3923/jfas.2008.137.144)
44. Victor, H., Zhao, B., Mu, Y., Dai, X., Wen, Z., Gao, Y., Chu, Z. (2019): Effects of Se-chitosan on the growth performance and intestinal health of the loach *Paramisgurnus dabryanus* (Sauvage). *Aquaculture*, 498, pp. 263-270.

45. Wang, L., Zhou, H., He, R., Xu, W., Mai, K., He, G. (2016): Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 464, pp. 87-94.
46. Yang, G., Cui, X., Liu, S., Lu, J., Hou, X., Meng, W., Fang, Y. (2021): Effects of dietary *Lactobacillus helveticus* on the growth rate, disease resistance and intestinal health of pond loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Aquaculture*, 544. DOI:[10.1016/j.aquaculture.2021.737038](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737038)
47. Yang, H., Qu, Y., Li, J., Liu, X., Wu, R., & Wu, J. (2020): Improvement of the protein quality and degradation of allergens in soybean meal by combination fermentation and enzymatic hydrolysis. *Lwt*, 128. DOI:[10.1016/j.lwt.2020.109442](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109442)
48. Zhang, P., Zhang, P., Wu, J., Tao, D., Wu, R. (2019): Effects of *Leuconostoc mesenteroides* on physicochemical and microbial succession characterization of soybean paste, Da-jiang. *LWT*, 115, 108028. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.029>

9.Ábrák jegyzéke

Sorszám	Cím	Oldal
1.	ábra: A ponty	9.
2.	ábra: A világ víziállat-termelése 1950-2018 között	16.
3.	ábra: Étkezési haltermelés faji megoszlásban Magyarországon 2016-ban	17.
4.	ábra: A baktérium tenyészet görbéje a fermentáció folyamata során	19.
5.	ábra: A fermentor felépítése	22.
6.	ábra: Kísérleti telelő tavak	25.
7.	ábra: Darált takarmánybúza	28.
8.	ábra: Darált takarmánybúza és borsó keveréke és a darált borsó	30.
9.	ábra: Erjesztett takarmány borsó és búza keveréke	31.
10.	ábra: Takarmány kereső tálca	32.
11.	ábra: Hach HQ30 típusú oldott oxigénszint mérő berendezés	33
12.	ábra: Mért vízparaméterek a négyes kísérleti telelőben	42.
13.	ábra: Mért vízparaméterek az ötös kísérleti telelőben	42.
14.	ábra: Mért vízparaméterek a hatos kísérleti telelőben	43.

10. Táblázatok jegyzéke

Sorszám	Cím	Oldal
1.	táblázat: A testtömeg és a metabolikus testtömeg közötti összefüggés	12.
2.	táblázat: Takarmány adagok a kísérlet ideje alatt	31.
3.	táblázat: Darált takarmánybúza beltartalmi értékei	35.
4.	táblázat: Darált takarmányborsó beltartalmi értékei	36.
5.	táblázat: A fermentum (borsó-búza keverék) beltartalmi értékei	37.
6.	táblázat: Kihelyezéskori adatok	37.
7.	táblázat: Első mérések	38.
8.	táblázat: Második mérések	39.
9.	táblázat: A kísérlet végén mért adatok	40.
10.	táblázat: Takarmányhasznosítási együttható és specifikus növekedési ráta	41.

11. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Benedek Boldizsár
A Hallgató Neptun kódja: E6JGNZ
A dolgozat címe: Fermentált takarmány hatásai a ponty növekedésére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Halgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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 állítotam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

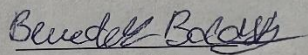
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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: Gödöllő, 2024.10.31.


Hallgató aláírása

12. Konzulensi nyilatkozat

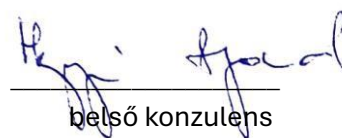
NYILATKOZAT

Benedek Boldizsár (a hallgató neptun azonosítója E6JGNZ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024. november 04.



belső konzulens