

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

PONTYIVADÉK NEVELÉSE ÍZELTLÁBÚ TÁPLÁLÉKFORRÁSON

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:
TURUCZKI SZABOLCS MÁRK

Konzulensek:
Dr. Monostori Tamás
főiskolai tanár, intézetvezető

Mikics Péter
mentor, Csányi Alapítvány

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2022

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	3
1.1. Célkitűzés	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A haltakarmányozás alapelvei	5
2.2. A pontyivadék takarmányozása	6
2.2.1. A zsenge ivadék táplálása	6
2.2.2. Az előnevelés alatti takarmányozás	7
2.2.3. Egynyaras ivadék nevelése előnevelés nélkül (egyfázisú ivadéknevelés)	8
2.2.4. Az egynyaras ponty takarmányozása	8
2.3. Élő táplálékszervezetek a haltenyésztésben	9
2.3.1. Zooplankton szervezetek	9
2.3.2. Ízeltlábúak	11
2.4. Fitoplankton szervezetek, mint a zooplankton tápláléka	13
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	14
3.1. <i>Chlorella</i> sp., mint zooplankton táplálék előállítása és felhasználása	14
3.2. A nagy vízibolha (<i>Daphnia magna</i> Straus), mint eleségállat előállítása és felhasználása	16
3.2.1. <i>Daphnia magna</i> szaporodási kísérlet	17
3.3. A lisztkukac, mint eleségállat előállítása és felhasználása	18
3.4. Ponttyal (<i>Cyprinus carpio</i> L.) végzett beltéri és tavi kísérletek	20
3.4.1. Ponty ivadéknevelési előkísérlet	20
3.4.2. Ponty ivadéknevelési kísérlet beltéri rendszerekben	21
3.4.3. Tavi kísérletek	22
3.4.4. Statisztikai módszerek és a számított növekedési és tápanyag-hasznosítási paraméterek	23
4. EREDMÉNYEK	25
4.1. A vízibolha szaporítási kísérlet eredménye	25
4.2. A beltéri ivadéknevelési kísérlet eredményei	26
4.2.1. A halállományok növekedésének dinamikája	26
4.2.2. A halak testtömege és testhossza közötti korreláció	29
4.2.3. A takarmányadag és a halak testtömege, illetve testhossza közötti korreláció	30
4.2.4. Regresszió-elemzés	31
4.3. A tavi ivadéknevelési kísérlet eredményei	32

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	34
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	37
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	38
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	43
9. MELLÉKLETEK	44

1. BEVEZETÉS

Hazánkban a nagyüzemi haltermelés jelenlegi gyakorlatában a hazai haltermelésben és -fogyasztásban is legjelentősebb ponty (*Cyprinus carpio* L.) táplálékának biztosítása főként abraktakarmányokkal történik az év legnagyobb részében. A tavaszi időszakban, illetve az elérhetőségtől függően később is, azonban, a halállomány a tóban található planktonikus élőlényeket (elsősorban ízeltlábú fajokat) is fogyaszt. A zárt, intenzív akvakultúra rendszerek, beleértve az akvapóniás rendszereket is, ugyanakkor, elsősorban minden fontos tápanyagot tartalmazó komplex, mesterséges tápokat alkalmaznak a halak etetésére. A folyóvizeinkben és természetes vizes élőhelyeinken nevelkedő pontyfélék (Cyprinidae) a természetből szerzik táplálékukat, ami – a növényi táplálék mellett – ízeltlábúakból, gyűrűsférgekből, puhatestűekből tevődik össze.

A zooplankton fajok, köztük a *Daphniá*-k szaporítása a halivadék takarmányozásának céljára a FAO által is számontartott technológia (Delbare és Dhert, 1996). Ennek helyspecifikus adaptálása, a vízibolhák természetes táplálékát jelentő zöldalgákkal való táplálás fontos lehet az intenzív pontynevelésben a természetközeli takarmányozás bevezetése felé. A rovarfehérjék felhasználása a haltakarmányozásban - elsősorban a halliszt kiváltására - viszonylag új, de rendkívül perspektivikus technológiai megoldás (Riddick, 2014). A liszt kukaccal elsősorban ragadozó halakban folytató takarmányozási kísérletek (ld. Irodalmi áttekintés 2.3.2.), a ponty-takarmányozásában kapott biztató eredmények (Li et al., 2022), azonban, feltétlen indokolják az adaptálását a hazai rendszerekbe.

Már a középiskolás éveim óta foglalkozom halak, egyéb vízi és ízeltlábú élőlények kutatásával, nevelésével. Kezdetben egy nagyobb tóban foglalkoztam a halak nevelésével, a jelenleg is működő nagy vízibolhával és liszt kukaccal történő takarmányozási rendszer alkalmazásával. Később beltéri halnevelő egységek és fajspecifikus nevelő berendezések kialakítására került sor, melyek a dolgozatomban ismertetett kísérletek helyszínéül szolgáltak.

1.1. Célkitűzés

Kutatási programunk célja a ponty ivadékainak táplálása nagy vízibolhával (*Daphnia magna*) és közönséges lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvákkal beltéri intenzív, illetve tavi körülmények között, vizsgálva egy mesterséges táp kiváltásának lehetőségét. A megfigyelések elsősorban a pontyivadékok fejlődésének dinamikájára irányultak, értékelve a növekedési és takarmányhasznosítási paramétereket a természetes és a mesterséges eleséggel való táplálás esetén. A fő kutatási irány mellett, kiegészítő vizsgálatokat végeztem a vízibolhák nevelési körülményeink és takarmányozásának optimalizálása kapcsán.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A haltakarmányozás alapelvei

A halastavi és az intenzív medencés haltermelés különböző takarmányminőséget és takarmányozási technikát használ. Míg a medencés tartásnál a halak biológiailag teljesértékű takarmányon nevelkednek és a víz számukra csak az oxigén forrása és anyagcseretermékeik befogadója, a halastóban a halak a táplálékszervezeteikkel együtt élnek és növekednek, a víz sokkal többet jelent a medencés tartásnál említettekkel. Az intenzív technológiák számos, akár más éghajlatról származó halfaj termelésére is alkalmasak, a kérdés csak az, hogy alkalmazásuk gazdaságos-e. A tavi haltermelés bonyolultabb rendszer, ahol esetleg a jelenleg szokásosnál keresettebb és értékesebb halak termelésének lehetősége is kérdéses (Woynárovich et al., 2019).

A halak életfolyamataik normális működéséhez – fajonként, fajon belül életkor, nemek és szaporodásbiológiai állapot szerint változó mennyiségben és arányban – fehérjéket, zsírokat, vitaminokat, ásványi anyagokat és energiát igényelnek táplálékukban. A tápanyagok származhatnak a vízi ökoszisztéma szervezetei által alkotott természetes táplálékból (plankton, rovarok és lárváik stb.), illetve a haltermelő által a rendszerbe juttatott takarmányból. Félintenzív tavi rendszerekben kiegészítő takarmányozás is történik gabonamagvakkal, különböző (élelmiszer)ipari melléktermékekkel, illetve keverékekkel. A kiegészítő takarmányozás célja a tó természetes hozamánál nagyobb haltermelés elérése. Ahol természetes táplálék hiányzik vagy mennyisége nem megfelelő (pl. intenzív rendszerek), teljes értékű tápok alkalmazása szükséges (Hancz, 2011).

A haltakarmányozás főbb alapanyagai (Hancz, 2011; Gregosits, 2016):

- gabonák (kukorica, búza, árpa, tritikále, rozs)
- hüvelyes magvak (növényi fehérje - pl. szója, takarmányborsó, édes csillagfűrt)
- olajos magvak (közvetlenül nem, általában csak extrahált daráik)
- állati fehérjék (halliszt, húsliszt, hidrolizált fehérje)
- élelmiszeripari melléktermékek (pl. zöldborsó, paradicsomtörköly)
- vitamin- és mikroelem-kiegészítések
- egyéb takarmány-kiegészítők (pl. élesztő, karotin, antioxidánsok)

A keveréktakarmányos táplálás szempontjai közül kiemelendő, hogy a korszerű tápok, takarmánykeverékek beilleszthetők legyenek a nagy tavas tógazdasági technológiába. Egy- és kétnyaras, illetve kétnyaras és piaci pontyállományok keveréktakarmánnyal történő

táplálásával csökkent a tenyésztidőszak (170-180 helyett 90-110 nap), és szervestrágyázás nélkül is megfelelő mennyiségű természetes táplálék állt rendelkezésre. A technológia további előnye a lényegesen jobb vízminőség, a kedvezőbb oldott oxigén háztartás, egyöntetű haltétel, nagyobb hozamok, jobb kihasználtság. A tápellátás folyamatos, a tápok egyszerűen beszerezhetők, a takarmányköltségek jól tervezhetők. A tápok tárolási és kijuttatási költsége, ugyanakkor, alacsonyabb (Radóczy et al., 2015).

A tápetetés a haltermelés intenzifikálásának egyik módja lehet. Tápetetéssel a kétéves üzemforma magas népesítés mellett is megoldható lehet, növelve ezzel a költséghatékonyságot (Hancz és Gál, 2015).

Előnevelt ivadék, egy- és kétnyaras ponty teljesértékű táppal végzett takarmányozása gazdaságos, biztonságos piaci halnevelési technológiának bizonyult, jobb halhúsminőséget eredményezett, mint a hagyományos tógazdasági termelés, és környezetterhelés szempontjából sem kockázatos (Egyed et al., 2011).

Polikultúras termelésben a növényi eredetű takarmánykiegészítők eredményesen helyettesítették a hallisztet és a halolajat, lényeges különbség volt a tápokkal is takarmányozott és a csak búzán, illetve tritikálén nevelt pontyok termelési mutatói között, különösen a takarmány-együttható esetében (Feledi et al., 2011). A gomborka (*Camelina sativa*) olaját és hallisztet tartalmazó, teljesértékű táppal (SKR, fehérje: 35%) és a halliszt és halolaj nélküli, fehérvirágú édes csillagfürtöt (*Lupinus albus*) és lenolajat tartalmazó pelletált táppal (AL, CS-1, fehérje: 26%) végzett kiegészítő takarmányozás jobb termelési mutatókat eredményezett a kizárólag búzán nevelt pontyokhoz képest. Az FGR takarmány-együttható az SKR táp alkalmazása esetén volt a legkedvezőbb (Csengeri et al., 2011).

2.2. A pontyivadék takarmányozása

2.2.1. A zsenge ivadék táplálása

A frissen kikelt, lárvatartó edénybe áthelyezett pontylárvák még alig tudnak úszni, nem táplálkoznak, gondozásuk a vízátfolyás szabályozásából és a szűrőfelület óvatos tisztításából áll. Vízszintes úszásra 3-4 nap múlva (20-24 °C-on), úszóhólyagjuk levegővel való feltöltése után lesznek képesek. Egyidejűleg emésztőcsatornájuk alkalmassá válik a külső eredetű táplálék befogadására és emésztésére. A keltetőházi nevelés eddig tart, a zsenge ivadék (más néven táplálkozó lárv) tovább nevelése - a nagyüzemi technológia szerint - már tóban történik. Kihelyezés előtt a táplálkozásra képes zsenge ivadékot néhány alkalommal finomra

turmixolt keményre főtt tojással kell táplálni. A halastavak telepítéséhez szükséges egynyaras ivadék előneveléssel vagy előnevelés nélkül, egyfázisú ivadékneveléssel biztosítható (Horváth és Urbányi, 2000).

A tojástarturmix mellett, megfelelő méretű (100-300 µm) gyűjtött zooplankton (kerekeshéreg nauplius) is alkalmas a táplálkozó lárva etetésére. Amennyiben a keltetőházi nevelés ideje a szokásosnál 1-2 nappal hosszabb, feltétlen szükséges az élő táplálék biztosítása (Hancz és Horváth, 2007).

2.2.2. Az előnevelés alatti takarmányozás

Az előnevelés a táplálkozás kezdetétől 3-4 (max. 6) hétig tart. Ennek során a néhány milligramm tömegű, 5-6 mm-es táplálkozó hallárvából fontos tulajdonságaiban a szülőkre hasonlító, 20-30 mm-es, néhány tized grammos halivadék fejlődik ki. A pontyfélék zsenge ivadékait csak tavi környezetben lehet nagyüzemi méretben eredményesen és gazdaságosan nevelni (Horváth és Urbányi, 2000; Hancz és Horváth, 2007).

Az ivadék számára kezdetben a kerekeshéreg a legmegfelelőbb élőlények. Az előnevelő tó vizét úgy kell kezelni, hogy a kerekeshéreg szaporodását akadályozó élőlénycsoportok ne legyenek jelen, ami azok peszticidekkel való szelektív irtásával oldható meg. Az algák trágyázás és műtrágyázás hatására történő felszaporodása magával vonja a kerekeshéreg elszaporodását is.

A kerekeshéreg, azonban, csak néhány napig elégíti ki a gyorsan növekvő ivadék tápanyagigényét. A nyári melegben leggyorsabban szaporodó közép méretű planktonszervezet a *Moina* sp., amivel az előnevelő tavat az ivadék kihelyezésével egy időben be kell oltani és az elszaporodva (a kishalak kezdetben még nem tudják fogyasztani) a 10-12 napos ivadék számára nyújt ideális táplálékot.

Az előnevelés végéig a közép méretű plankton sem képes kielégíteni az ivadék növekvő fehérjeigényét. Egy harmadik planktonlépcsőben, a kihelyezést követő 10-12. napon a tavakba kihelyezett *Daphnia*, 8-10 nap alatt elszaporodva az előnevelés utolsó harmadára ad bőséges természetes táplálékot.

Az ivadék csak később, szerveinek tökéletesedésével képes hasznosítani abrak takarmányt is. A kihelyezés napján kezdett etetéskor az ivadék még nem eszi a mesterséges tápot, azt a zooplankton-szervezetek fogyasztják el, azonban a hal is fokozatosan hozzászokik az ízanyagokhoz, rászoktatható a kiegészítő takarmányra, az előnevelési szakasz végére pedig

csaknem kizárólag a takarmányon él. Ajánlott az abraktakarmány lisztek mellett kb. fele arányban állati eredetű hal-, vér- vagy húsliszttel is etetni.

Az előnevelés 3-4. hetére a halak hatalmas arányú növekedése (tömegük kb. 0,5 g) a természetes táplálék elfogyásával jár. Ekkor a megtermelt ivadék lehalászása vagy az állomány ritkító halászata szükséges (Horváth és Urbányi, 2000).

2.2.3. Egynyaras ivadék nevelése előnevelés nélkül (egyfázisú ivadéknevelés)

Az előnevelési fázis kihagyásával zsenge ivadékból közvetlenül is nevelhető egynyaras. Ezt a nagy kockázatú, alapos és folyamatos ellenőrzést kívánó, egyfázisú nevelési módszert nagyobb, több hektáros halastavakban célszerű végezni. A kiindulás ennél a módszernél is a keltetőházban előállított zsenge ivadék, általános a vegyszeres planktonszabályozás, és az indító táplálék itt is a Rotatoria. A túlnépesedés miatt a nyár végére a tavakban fehérjehiány léphet fel, aminek enyhítésére a zooplanktonban és a bentoszban élő természetes táplálék pótlására fehérjekiegészítést célszerű adni. Az egyfázisú ivadéknevelésben legfontosabb a vízinövény-állományok szabályozásának megoldása, a további technológiai műveletek megegyeznek a kétfázisú rendszer technológiai elemeivel (Horváth és Urbányi, 2000).

2.2.4. Az egynyaras ponty takarmányozása

Előnevelt pontyivadékkal végzett tavi kísérletben, gabonatakaromány kontroll mellett, a legjobb technológiai paramétereket a halolajos takarmánnyal etetett állománynál találták, de nem volt szignifikáns különbség a növényi olajos takarmányt kapó csoporthoz képest a növekedés, túlélés és takarmányhasznosítás esetében. A halolaj és halliszt helyettesítése növényi alapanyagokkal és olajokkal lényegesen nem rontotta a pontyivadék növekedési paramétereit tavi környezetben, de hosszú távon az esszenciális zsírsavak hiánya valószínűleg növekedési visszaesést okozhat (J. Szabó et al., 2014).

Előnevelt pontyivadékkal végzett 8 hetes intenzív nevelési kísérletben bioaktív takarmánykiegészítők etetésével javult a takarmányhasznosulás. A két alkalmazott takarmánykiegészítő közül a probiotikus készítménnyel való kiegészítés minden alkalmazott mennyiségben felülmúlta a huminsavas kiegészítéssel elért átlagsúly és biomassa értékeket (Csorvási et al., 2015).

2.3. Élő táplálékszervezetek a haltenyésztésben

2.3.1. Zooplankton szervezetek

A tavi zooplankton fő képviselői a kerekesszék (Rotatoria) és az alsóbbrendű rákok (Crustacea) két csoportja, a Cladocera-k és a Copepoda-k. Mindhárom csoportban vannak szűrő, illetve ragadozó szervezetek. A Rotatoria-k többsége mikroalgákkal (1-4 μm) és szerves részecskékkel táplálkozik, ritka közöttük a nagytestű ragadozó. A Cladocera-k halastavakban előforduló fajtái szűrő szervezetek, a Copepoda-k közül viszont inkább csak a Calanoida-k. A Copepoda-kon belül a Cyclopida-k egy része, ugyanakkor, ragadozó, de a kistestű zooplankton szervezetek mellett fogyasztanak nagyobb méretű (pl. fonalas) algákat is. A planktonikus rákok nedves tömege 70 mg/l is lehet, ami literenként 700 állatot is jelenthet. Egy Rotatoria példány naponta 0,003 - 0,05 cm^3 vizet is képes átszűrni, míg a legnagyobb testű szűrő szervezeteknél ez elérheti az 5 cm^3 -t.

A Cladocera-k a téli időszakot tartóspeték alakjában vészelik át, télen gyakran teljesen hiányoznak a vizekből, az új generáció tavasszal kelnek ki. A Copepoda-k naupliusz lárváiknak köszönhetően a téli planktonban is általában nagy számban előfordulnak. Télen legerőteljesebben, ugyanakkor, a Rotatoria-k fejlődnek. A Copepoda-k és Rotatoria-k nagy része, tehát egész évben megtalálható a planktonban, a Cladocera-k, viszont, csak nyáron és ősszel (Ördög, 2011).

A tavakban rendelkezésre álló táplálékszervezetek mennyisége és minősége az egyik legalapvetőbb, populációdinamikát szabályozó tényező. A pontyféléknél a megfelelő méretű, zsákmányolható táplálék meghatározó jelentőségű, mert az apró testméretű (5–8 mm) ivadék a szikanyagból csak néhány napi túléléshez elegendő energiát nyerhet. A kishal túlélése szempontjából akkor kedvezőek a táplálkozási feltételek, ha sok és könnyen megszerezhető, megfelelő méretű, egészben elfogyasztható táplálék áll rendelkezésre. Az evolúció során a halivadékok testméretükkel is alkalmazkodtak szaporodási helyeik táplálkozási feltételeihez. A pontyféléknél ez az 5–8 mm-es testméret, melyhez tartozó szájnyílás alkalmas az 50–120 μm méretű táplálékszervezetek elfogyasztására. A pontyivadéknak elsősorban az aljzaton élő Rotatoria fajok, kistermetű Cladocera rákok, később pedig a növényzeten megtelepedő árvaszúnyoglárva szolgálnak táplálékkul. A pontyivadék számára az ideális kezdeti táplálékot az állóvizekre jellemző kerekesszék (Rotatoria), kiemelt jelentőséggel a *Brachionus* és *Keratella* nembe tartozó szabadon úszó, planktonot alkotó állóvízi fajok jelentik. A kerekesszék után a kishalak a fiatal, frissen kikelt

Cladocera-kat, majd az adult, de kisebb méretű Cladocera fajokat (*Alona* sp., *Chidorus* sp., *Bosmina* sp.) zsákmányolják. Növekedésük előrehaladtával válnak képessé a nagyobb termetű *Daphnia* fajok fogyasztására (összefoglaló: Horváth et al., 2009).

Intenzív ponty monokultúrák rendszerben, piaci hal előállításuk során a zooplankton, mint kiegészítő fehérjebázis a tenyésztési időszak elején játszik jelentős szerepet. A hasznosítható zooplankton mennyiségét jelentősen befolyásolhatja a zooplankton fogyasztó halak mennyisége, ezért ezekbe a tavakba ragadozó halak telepítése szükséges. A tókezelési eljárások (pl. klórmész adagolása) a zooplankton minőségi összetételét nem befolyásolja és a tömegét is csak néhány napra csökkentheti (Körmendi et al., 2014),

A baktériumok nagy részét alkotják a szesztonnák a vízi ökoszisztémákban, így jelentősen hozzájárulnak a szűrővel táplálkozó zooplankton étrendjéhez. Három heterotróf baktérium (*Flavobacterium* sp., *Pseudomonas* sp., *Escherichia coli*) baktérium önálló táplálékként negatív hatással volt a *Daphnia magna*-ra. Azok a táplálék-kombinációk, azonban, melyek akár csak kis arányban is tartalmazták ezeket a baktériumokat (*Flavobacterium* ≤50%, *E. coli* 20%) már jelentősen megnövelték a *Daphnia*-k növekedési ütemét, a tiszta alga (*Scenedesmus obliquus*) étrenden tartáshoz viszonyítva (Freese és Martin-Creuzburg, 2013).

A zooplankton azon képessége, hogy a gyenge minőségű táplálékot hasznosítson függ a kiváló minőségű táplálék egyidejű elérhetőségétől. Azok a potenciális táplálékforrások, amelyek nem felelnek meg a fogyasztó szervezetek étrendi igényeinek (pl. baktériumok), további táplálkozási előnyöket biztosítanak mindaddig, amíg az egyéb kiegészítő táplálék-összetevők elegendő mennyiségben állnak rendelkezésre a biokémiai hiányosságok kompenzálására (Wenzel et al., 2021).

A takarmányösszetevők hatással vannak a halastavak természetes zooplankton-összetételére. Növényi összetevőkből álló, halolaj- és halliszt tartalmú és hagyományos gabona alapú takarmánnyal etetett tavakból gyűjtött minták alapján, a zooplankton alkotó 3 fő csoport közül a kerekeshéjú állomány összetétele volt a legváltozatosabb, a legnagyobb diverzitást a legkevesebb planktonot tartalmazó, egyik gabona alapú takarmánnyal etetett tóban mutatva. Ugyanakkor - kiemelkedően nagy planktontömeg mellett - a növényi összetételű takarmánnyal etetett tóban volt a legkevesebb változatos a fajösszetétel. A Cladocera állományokra hasonló diverzitási viszonyok voltak jellemzőek. A Copepoda csoport összetétele kevésbé volt diverz, alacsony fajszám volt jellemző a mintaterületre. A telepített egynyaras pontymennyiség számára a zooplankton mennyisége (0,24-42,02 g/m³) megfelelő volt a vizsgálati időszak alatt (Tóth et al., 2016).

Különböző takarmányokkal való etetés nem feltétlen jelent olyan speciális körülményeket a zooplankton populációk számára, ami az összetételükben változást okozna. Egy halolaj és halliszt tartalmú halastavi takarmányt kiváltó növényi alapú táp etetése mellett is a ponty monokultúrára jellemző mennyiségű és minőségű (*Bosmina-Cyclopidae* dominancia) zooplankton állomány alakult ki, ami a halak természetes táplálékának megfelelt. A populációk struktúráját inkább a szezonális jelleg, mintsem a takarmány összetétel határozta meg (Tóth et al., 2020).

Artemia naupliusok és kerekesszékerek hatékonyan dúsíthatók C-vitaminnal zselatinos emulzió alkalmazása mellett (Jakabné et al., 2012).

2.3.2. Ízeltlábúak

Rovarok vagy rovarlárvák takarmány-alapanyagként való felhasználása az EU-ban jelenleg csak társállatok és halak esetében engedélyezett (2017/893/EU rendelet), de a rovar eredetű fehérje mennyisége nem haladhatja meg a takarmány teljes nyersfehérje tartalmának 50%-át. A rovarlárvákból kivont és hidrolizált fehérje, azonban, már jelenleg is használható minden gazdasági állatfaj takarmányozásában, amennyiben az adott rovarfaj tartása és takarmányozása (2069/2009/EU rendelet 24(1)(a) pont), valamint a fehérjekivonás és a feldolgozás technológiája (142/2011/EU rendelet X. melléklet 2. fejezet 1. szakasz) megfelel az előírásoknak (Mézes, 2018).

A liszt vagy pellet formájában feldolgozott rovarok megfelelő minőségű és mennyiségű fehérjét biztosítanak ahhoz, hogy részben helyettesítsék a szokásos hallisztet elsősorban a mindenevő (harcsa, ponty), illetve a ragadozó (pisztráng, lazac) halak takarmányozásában. A hagyományos takarmányok rovarliszttel történő kiegészítése javíthatja a kereskedelmi célra nevelt mindenevő halak általános tápanyag-ellátottságát. A költséghatékony, nagyüzemi tenyésztés szükségessé teszi a rovarok mesterséges takarmánnyal való táplálását (Riddick, 2014).

Egynyaras kárászok intenzív nevelése során a kizárólag komplex haltáppal (FIX3) etetett csoportok csaknem megnégyszerezték testtömegüket. A fagyasztott szúnyoglárvával takarmányozott csoportok, ugyanakkor jobb növekedést és kedvezőbb növekedési sebességet (SGR) mutattak, viszont a takarmányértékesítés és a gazdaságosság terén elmaradtak a tápot fogyasztóktól. A fagyasztott szúnyoglárvával való etetés intenzív nevelőrendszerben nehezen megoldható, ezért javasolt a döntően tápra alapozott takarmányozást, alkalmanként kiegészítve természetes eleséggel. Heti 6 napon táppal, 1

napon szúnyoglárvával történt takarmányozás esetén – kedvező takarmányértékesítés mellett – jó növekedés realizálható. A természetes takarmány egyúttal segítheti a kihelyezést követő alkalmazkodást (Sudár et al., 2009).

A hallisztnek a haltakarmányokban való lehetséges helyettesítőjeként 16 különböző rovarfajt vizsgáltak a Coleoptera (4), a Diptera (7) és az Orthoptera (5) rendből. A rovarok zsírtartalma magasabb, fehérjetartalma alacsonyabb volt, mint a halliszté. A hisztidin, a treonin és a lizin kivételével a rovarok a halliszthez hasonló aminosavprofilt mutattak, de leginkább a Dipterá-ké hasonlított a hallisztéhez. A rovarok zsírsavtartalma azonban nagyon különbözik a n-3-ban, különösen 14% EPA-ban, 16% DHA-ban gazdag hallisztétől, ami gyakorlatilag hiányzik a rovaroknál. A rovarok, ugyanakkor, magasabb arányban tartalmaznak omega-6-ot és egyszeresen telítetlen zsírokat (Barroso et al., 2014).

Összehasonlítva más rovarolaj-forrással (liszt kukacolaj és selyemhernyóbáb-olaj), a fekete katonalégy-olaj vagy a három olaj kombinációjának hozzáadása a takarmányadagokhoz pozitívan befolyásolja a fiatal tükörpontyok növekedési teljesítményét, az intra-peritoneális zsír anyagcseréjét, a máj antioxidáns kapacitását és gyulladásos válaszát (Xu et al., 2020).

Több növényi és állati fehérje komponenst tartalmazó harcsatápban a halliszt teljes mértékben kiválthatónak bizonyult liszt kukac liszttel az egynyaras harcsák termelési paramétereinek jelentős romlása nélkül (Gebremichael et al., 2020).

Afrikai harcsa ivadékkal végzett emészthetőségi kísérletben a fekete katonalégy és a kék dongólégy lárvája jól, a közönséges liszt kukac ugyanakkor kevésbé emészthetőnek bizonyult (Jakabné et al., 2020).

A kizárólag élő liszt kukaccal táplált afrikai harcsa növekedési teljesítménye enyhén csökkent, de az élő liszt kukacokat a kereskedelmi harcsatáppal kombinálva a halak ugyanolyan jól vagy jobban nőttek, mint a tisztán kereskedelmi étrenddel táplált halak (Ng et al., 2001).

A halliszt részben helyettesíthetőnek bizonyult teljes zsírtartalmú („full-fat”) liszt kukac liszttel a szivárványos pisztráng takarmányában, anélkül, hogy negatív hatással lenne a halak jellemzőire és a halhús legtöbb minőségi tulajdonságára, kivéve a zsírsavprofilt (Iaconisi et al., 2018).

A szerzők szerint az első, a liszt kukac alternatív fehérjeforrásként való alkalmazhatóságát a tükörponty takarmányozásában vizsgáló kutatás során megállapították, hogy liszt kukaccal (nem tisztázott, hogy milyen formában) teljesen helyettesíthető lehet a takarmány szójaliszt anélkül, hogy negatívan befolyásolná a tükörponty növekedési teljesítményét, antioxidáns kapacitását vagy húsminőségét. A liszt kukac-adagolás fokozta a halak bőrének sárgaságát.

A fehérjeretenciós hatékonyság (PRE) alapján a lisztkekével kiváltott szójaliszt optimális aránya 55,35% (Li et al., 2022).

2.4. Fitoplankton szervezetek, mint a zooplankton tápláléka

A zooplankton szervezetek általi szűrés hatásosságát befolyásoló tényező, többek között, a víz hőmérséklet, illetve a rendelkezésre álló algák mennyisége és összetétele. Halastavakban a fitoplankton nedves tömegre vonatkoztatott koncentrációja elérheti a 100 mg/l, a hozzáférhető táplálék mennyiségét jobban jellemző piko- és nanoplankton koncentrációja pedig a 10 mg/l értéket (Ördög, 2011).

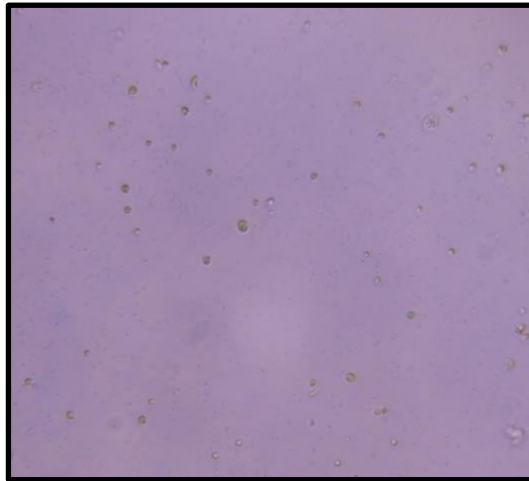
A *Chlorella vulgaris*-szal való etetés szignifikánsan magasabb reprodukciós rátát eredményezett arányt eredményezett a *Brachionus rubens* kerekeshéreg esetében, mint a *Scenedesmus acutus* táplálék. A *Moina macrocopa* ágascápú rák növekedési üteme a Bold tápoldatban tenyésztett *C. vulgaris* és a műtrágyában tenyésztett *S. acutus* táplálék esetén volt a legmagasabb. A felhasznált tápaltajtól függetlenül, az értékelt zooplankton fajok (*Brachionus rubens*, *Anuraeopsis fissa*, *Moina macrocopa*) növekedési üteme magasabb volt *Chlorella*-etetésnél, mint *Scenedesmus*-nál (Morales-Ventura et al., 2012).

Szennyvíz eredetű anaerob fermentátumon tenyésztett *Chlorella sorokiniana* zöldalgával való etetés 1,5-14-szer nagyobb *Daphnia* populációt eredményezett, mint a szokásos *Ankistrodesmus* sp. takarmány. A szennyvíz-baktériumok és az exogén koleszterin jelenléte nem gyakorolt jelentős hatást a *Daphnia*-k növekedésére. A magasabb táplálék-koncentráció (5 mg C/L), ugyanakkor háromszor nagyobb *Daphnia*-növekedést eredményezett, mint az alacsonyabb (1,5 mg C/L), kutatásokban általánosan alkalmazott koncentráció (Hyman et al., 2021).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

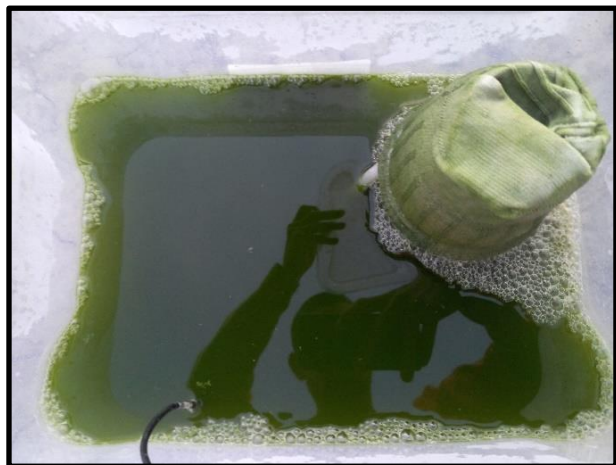
3.1. *Chlorella* sp., mint zooplankton táplálék előállítása és felhasználása

A *Chlorella* fajok zöld eukarióta mikroalgák a valódi zöldmoszatok (Chlorophyta) törzséből (1. ábra).



1. ábra. *Chlorella* sp. mikroszkópos képe.

A mikroalgás rendszerek kialakításának első fázisa az algás forgatórendszerek kialakítása volt. A mikroalgákat esővízből szaporítottam fel. A legnagyobb százalékban a *Chlorella* sp. fordult elő. Emellett, természetesen, sok más egyéb alga faj is bekerült a rendszerbe, mivel nem zárt körülmények között folytattam az algatenyésztést.



2. ábra. Az első algás rendszer kialakítása és működése.

Az első egy kis volumenű rendszer volt, melynek alapja egy 10 literes átlátszó falú doboz volt, annak a tetején egy kisebb, 5 literes, átlátszó falú edény. Az alsó edényből egy kis

vízszivattyúval, amit egy 6 V-os napelem működtetett, a két edény között lassú átfolyást alakítottam ki. A felső edénybe egy áteresztő szövetzacskóban lisztkekac ürüléket helyeztem, és a rendszert beoltottam a mikroalgás vízzel (2. ábra).

Ez az algatenyésztési kísérleti rendszer – a nagyon kicsi térfogat miatt - nem sokáig maradt használható, mert szinte hetente újra kellett indítani, hogy az alga fennmaradhasson. Mivel ez a rendszer kevés algát termelt és nehezen volt fenntartható, így egy nagyobb rendszert kellett kialakítanom az algaszaporítás céljára.

Az új rendszert egy MTZ80-as hátsó traktorgumi alapozta meg, melynek a közepét geotextíliával és tófoliával béleltem ki. A gumi elé egy 200 literes esővízgyűjtőt helyeztem ki. Átfolyást biztosítva lyukakat fúrtam, melybe átlátszó gumicsöveket helyeztem úgy, hogy a víz folyamatosan átjuthasson a vízgyűjtőből a gumiba. A nagyobb térfogatú közegbe, az elektromos áram biztonságos elvezetése után, egy közepes teljesítményű vízszűrőt helyeztem ki, és egy csövet belehelyezve a magasabban lévő esővízgyűjtőbe veztettem az általa felszívott vizet. A vízgyűjtőbe 3 liter tiszta lisztkekac ürüléket raktam és beoltottam algával a rendszert. A víz csak napközben forgott, mivel az algának este nincs szüksége a rétegek rendszeres elkeverésére. A víz folyamatos mozgása és a tápanyag fenntartotta a számomra szükséges mennyiségű és minőségű algát. Ez a rendszer hetente 800 liter algás vizet volt képes létrehozni, mely a rendszer következő fontos elemét, a víziolha-tenyésztet látta el táplálékkal (3. ábra).



3. ábra. A második algás rendszer működése és kialakítása.

3.2. A nagy vízibolha (*Daphnia magna* Straus), mint eleségállat előállítása és felhasználása

A *Daphniá*-k a Cladocera alrendhez tartozó ágascápú rákfélék, amelyek szinte kizárólag édesvízben élnek, és gyakran használt táplálékforrást jelentenek az édesvízi akvakultúrában (pl. különböző pontyfajoknál).

Egysejtű algákkal, általában *Scenedesmus subspicatus* vagy *Chlorella vulgaris* fajokkal táplálkoznak, de szűrőrendszerük hatékonysága lehetővé teszi baktériumok felvételét is (kb. 1 μm), illetve élesztőt is fogyasztanak. A detritusz és a bentikus táplálék is fontos táplálékforrást jelenthet, különösen akkor, ha a táplálék-koncentráció egy bizonyos küszöb alá esik (Delbare és Dhert, 1996).

A *Daphnia magna*-nál kétféle szaporodási mód ismert: egyivaros (parthenogenetikus), illetve kétivaros szaporodás. A parthenogenetikus szaporodás során kialakult peték az állat hátán levő költőüregben fejlődnek kész vízibolhákka. A kétivaros szaporodáskor tartós peték képződnek, melyek a költőüregben kialakuló költőtasakokban helyezkednek el. Ezek szabadba kerülnek, a víz felszínén sodródhatnak, és át is telelnek. A fiatal nőstények négy napos koruktól már minden harmadik napon tovább szaporodnak, körülbelül 40 napos életükben akár 25 alkalommal. Egy *Daphnia magna* nőstény általában egyszerre 4–10 ivadéknak ad életet (ez időszak alatt a kikelt lárvák is nőstények) [1].

A planktonos rendszerek kialakításánál első lépés volt a plankton begyűjtése az élővizetből. A Tisza és holtágai mentén sikerült begyűjteni a most nálam is megtalálható fajok nagyrésztét. A nagy méretűre növő, és sok egyéb kísérletben megtalálható faj, a nagy vízibolha (*Daphnia magna*) (4. ábra) került nagyobb mennyiségben szaporításra nálam is, de ezen kívül kis vízibolha (*Daphnia pulex*), *Simocephalus sp.*, *Cyclops* (5. ábra) és kagylósrák fajok (6. ábra) is a rendszerbe kerültek.



4. ábra. A nagy vízibolha mikroszkópos képei.



5. ábra. *Cyclops* sp. mikroszkópos képe.



6. ábra. Kagylósrák mikroszkópos képe.

A vízibolhák megfigyelésére először kisebb akváriumok lettek beállítva, de az utóbbi időkben talajba süllyesztett 200, illetve 300 literes esővízgyűjtőkben tenyésztetem őket (7. ábra, A, B). Az edényekbe folyamatosan adagolt mikroalgák mind az oxigén-ellátást, mind a tápanyagpótlást biztosítják. Így csak arra kell odafigyelni, hogy a vízibolhák ne szaporodjanak túl, és elegendő mikroalga legyen a rendszerben, ugyanis, ha ez nem teljesül, akkor tartóspetés állapot lép fel és az állomány elpusztul.



7. ábra. A vízibolha szaporító edények kialakítása (A, B);
plankton-táplálék mérése ékszermérleggel (C).

A halivadék etetéséhez a vízibolhát egy sűrűszövésű hálóra szűrtem ki és egy ékszermérleg segítségével mértem ki az adagokat (7. ábra, C). A planktoni érendben elsősorban a fiatal ivadékok részesültek, a nagyobb halak csak táplálék-kiegészítésként kapták.

3.2.1. *Daphnia magna* szaporodási kísérlet

A kísérlet első fázisában 2 üveget 4 liter vízzel töltöttem fel, és az egyiket algával dúsítottam, a másikat élesztőgombákkal. Mind a 2 edénybe 1-1 idősebb *Daphnia magna*-t helyeztem el

úgy, hogy megvártam, hogy előtte megszülessenek az utódok, és csak ezután, „üresen” kerültek az edényekbe (8. ábra). Az edényekben lévő vízibolha egyedeket minden nap átszámoltam, kontrollálva, hogy mennyivel nőtt az állományuk (9. ábra). Ezt addig végeztem, míg az első tartóspetés állat megjelent a túlszaporodás miatt. Minden nap mind a két kísérleti edényben pótoltam az eleséget a zooplankton számára. A 17 napos kísérleti fázisban az első edény naponta, a reggeli mérés után 40 ml algás vízkeveréket kapott a kültéri forgató rendszerből, míg a második edénybe minden reggel 1 g élesztőgombát adagoltam. Az etetés után az élesztős edényben folyamat levegőztetést alkalmaztam, hogy ne pusztuljon ki az állomány idő előtt oxigénhiány miatt. Erre az algás táplálás esetén nem volt szükség.



8. ábra. Kísérleti téglék kialakítása.



9. ábra. Mérések kivitelezése.

3.3. A lisztukac, mint eleségállat előállítása és felhasználása

A kísérletben, a zooplankton-eleség kiegészítésére/leváltására szükség volt egy nagyobb méretű, nagy mennyiségben előállítható, jó beltartalmi értékekkel rendelkező élőeleségre, ami nálam a lisztukac lett.

A lisztukac a közönséges lisztbogár (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) lárvája. A lisztbogarak Európában őshonosak, a gabona-, liszt- és élelmiszerboltok kártevői, de általában kis jelentőségűek, mert populációk kicsik. A lisztukacok könnyen tenyészthetők és táplálhatók, és értékes fehérjeprofillal rendelkeznek, ezért iparilag állítják elő őket házi-, hobbi- és állatkerti állatok takarmányaként. Általában élő formában hasznosítják, de konzervként, szárítva vagy por formájában is értékesítik őket.

A lisztbogár életciklusa változó hosszúságú, 280 és 630 nap. A lárvák 10-12 nap után kikelnek, és változó számú szakasz után, jellemzően 3-4 hónap elteltével éretté válnak, de a

lárva stádium akár 18 hónapig is eltarthat. Az érett lárva világos sárga-barna színű, 20–32 mm hosszú, súlya 130–160 mg. A bábállapot, hőmérséklettől függően, 7-9, legfeljebb 20 napig tart. Az imágó 2-3 hónapig él.

A lisztukacok mindenevők, mindenféle növényi anyagot, valamint állati termékeket (pl. húst, tollat) is fogyaszthatnak. Jellemzően gabonakorpával vagy liszttel (búza, zab, kukorica) táplálják őket, friss gyümölcsökkel és zöldségekkel (sárgarépa, burgonya, saláta) kiegészítve a nedvesség érdekében, fehérjeforrásokkal, például szójaliszttel, sovány tejporral vagy élesztővel együtt (összefoglaló: [3]).

A lisztukactenyésztés kialakítása egy viszonylag egyszerű folyamat volt. A szobámban kialakítottam egy részt, ahol 12 literes vödröket helyeztem el, melyekbe búzakorpát raktam, majd ebbe kerültek az általam vett példányok (10. ábra). A bebábozódott lisztukacokat egy külön teljesen üres edénybe helyeztem át, ahonnan akkor kerülhettek egy újabb edénybe mikor az imágók kikeltek (11. ábra). A bogaraknak egy speciális helyet alakítottam ki. Az egyik vödör aljára akkora lyukakat fúrtam, amin nem fér át egyik bogár sem, így a peték a korpával együtt az alul elhelyezett vödörbe kerültek. Erre azért volt szükség mert a bogarak hajlamosak a petéket is elfogyasztani. Tapasztalatom szerint, az állomány csak frakcionáltan, azaz külön-külön pete, lárva, báb, és kifejlett bogár állapotban fenntartható és rendszerezhető. Az állatokat répával és almával tápláltam a kísérlet folyamán. A répát a magas karotintartalma miatt ettettem velük.



10. ábra. Lisztukukac, lárva állapot.



11. ábra. Lisztukukac, bogár állapot.

Jelenleg a lisztukacokat már nem a szobámban, hanem kimondottan nekik kialakított szigetelt fűtött helyiségben tenyésztetem, így ezt a folyamatot is teljesen különállóan, nagy mennyiséget előállítva tudom kivitelezni. Az eredetileg kis belterületű 2x2 m²-es helyiség mennyezetére függesztettem a vödröket, melyekben az állatokat helyeztem el, alattuk pedig

a folyamatos válogatást tudom kivitelezni. A belterületet 25-30 °C-on tartom egy esővízgyűjtő és egy vízmelegítő segítségével. A bogarak által lerakott petéket kéthetes ciklusokban szűröm le, és mivel 14 vödörben vannak a bogarak elhelyezve, minden napra készen áll egy lisztukukacos vödör, amit folyamatosan tudok a kísérletben tartott halakkal etetni.

3.4. Ponttyal (*Cyprinus carpio* L.) végzett beltéri és tavi kísérletek

A kísérletekben a „Szegedi tükörponty” oltalom alatt álló földrajzi jelzésű elismert pontyfajta előnevelt ivadékaival dolgoztunk, melyeket a Szegedfish Kft. bocsátott rendelkezésünkre.

A ponty a hazai halgazdaságok legnagyobb mennyiségben nevelt és tenyésztett hala, amelyet horgászvizekbe is rendszeresen nagy mennyiségben telepítenek. Tápláléka elsősorban iszaplakó gerinctelen állatokból, kisebb részben növényi hajtásokból és magvakból áll, de alkalmanként halivadékot is fogyaszthat (Harka és Sallai, 2007).

„A „Szegedi tükörponty” színe zöldesbarna, a hasi oldalon sárga, pikkelyzete hátsoros tükrös. Oldalvonala szabályos lefutású, magas hátú: testhossz és testmagasság hányadosa (profilindexe) 2,3-2,4. III. nyaras korban 1800-2400 g testtömeggel kerül értékesítésre.

A „Szegedi tükörponty” húsa vöröses színű, omlós, mellékíztől mentes, ízletes, friss illatú, magas fehérjetartalmú (19% feletti) és alacsony zsírtartalmú (10% alatti). A halhús alacsony zsírtartalmát, amely különlegessé teszi a terméket, az egyedileg kitenyésztett tájfajta és a tartási körülmények (takarmányozás, szikes területen kialakított halastavak) biztosítják [2].”

3.4.1. Ponty ivadéknevelési előkísérlet

A 2020-ban végzett első kísérlet előkísérlet volt annak vizsgálatára, hogy a természetes táplálékkal végzett takarmányozás teljesítheti-e az elvárásokat. Itt kisebb, 70 literes akváriumok lettek kialakítva a pontyivadékok fogadására. Az akváriumokat szobahőmérsékleten helyeztük el, és félig mesterséges, félig természetes fényt kaptak. Az akváriumokban levegőztető, vízszűrő és -forgató rendszereket működtettünk. A halak közvetlenül keltetőből származó pontyivadékok voltak és egyesével lettek elhelyezve az akváriumokban. A halak testtömegét ékszermérleggel, testhosszát vonalzóval, meghatározott időpontokban mértem.

3.4.2. Ponty ivadéknevelési kísérlet beltéri rendszerekben

Mivel az előkísérletek jó eredményekkel zárultak, így kialakítottam egy régi istállóból saját halnevelő helyiséget (12. ábra).

A dolgozatban részletesen értékelt kísérlet már ebben az épületben zajlott, ahová 300 literes esővízgyűjtőket helyeztem el. A vízgyűjtők fölé mesterséges megvilágítást állítottam be. Egy nagyteljesítményű levegőpumpa az összes edényt ellátja oxigénnel. Mindegyik vízgyűjtőben vízforgató és -szűrő berendezéseket működtetek.

A 0,5 g körüli átlagos tömegű, előnevelt tükörponty ivadékokat a Szegedfish Kft.-től kaptam. A 4 db, kísérlethez tartozó vízgyűjtőben 5-5 példány került elhelyezésre, így a kísérletet 20 darab tükörponttyal kezdettem meg. A testtömeg-növekedést ékszermérleggel, a testhossz-növekedést vonalzóval hetente mértem, majd táblázatokba vezettem fel.

A takarmány kijuttatása mind a négy edényben azonos mennyiségben történt, azzal a különbséggel, hogy kettőben élő eleségállatot, míg a másik kettőben ponty nevelőtápot kaptak naponta a halak a kísérlet végéig, azaz 50 napig.

A takarmánymennyiség az első négy napon 4 gramm volt, mind a 4 edényben, élő és mesterséges táplálékból egyaránt. A továbbiakban a halak növekedésétől függően emeltem a táplálék mennyiségét. Az 5-8. napon 4,5 g, a 9-12. napon 5,1 g, a 13-14. napon 6 g, a 15-18. napon 6,6 g, a 19. napon 7,5 g, a 20-23. napon 9,5 g, a 24-26. napon 10 g, a 27-33. napon 12 g, a 34-49. napon 16 g volt az edényenként kijuttatott takarmánymennyiség napi szinten. Az 1-es és a 2-es nevelőben az első 8 napon a méretük miatt csak planktoni élőlényeket kaptak, a kísérlet további részében vegyesen került a vizükbe a lisztkekaccal egyaránt. Az összes kijuttatott takarmány edényenként 513,8 gramm volt, ez halanként 102,76 gramm bevitt eleséget jelent.

Az élő eleségállatos etetést a tápos etetéshez kellett igazítani, mert a takarmány túlzott mennyiségű felhasználása a vízminőség romlásához vezetett volna és – korábbi tapasztalataink szerint – a halak nem is veszik fel a fölös mennyiségű takarmányt.

Az ivadéknevelő haltápot a Szegedfish Kft. bocsátotta rendelkezésünkre, mint a hasonló korosztályú halivadéknál eleséget. Ennek beltartalmi összetétele (a táppal kapott leírás alapján): búzaliszt, szójadara, extrudált szója, halliszt, húsliszt, kukorica glutén, vérliszt, takarmány élesztő, Cargill halpremix; szárazanyag 89%, nyersfehérje 40%, nyerszsír 6,80%, nyersrost 2,30%, Ca 2,30%, P 1,20%, Na 0,05%, A vitamin 15000 NE, D3 vitamin 1200 NE, E vitamin 150 mg/kg.

A saját nevelésű lisztkukacok beltartalma (Mariod, 2020): nedvességtartalom 62%, fehérjetartalom 20%, zsírtartalom 13%, rosttartalom 2%.



12. ábra. Beltéri kísérleti hely kialakítása.

3.4.3. Tavi kísérletek

A tavi kísérlet elvégzése előtt fontos volt a tó kialakítása, amire a 2022. évi tenyésztidőszak előtt került sor. Ennek során hasonló környezetet kellett kialakítanom és élő táplálékmenyiséget biztosítanom, mint ami egy halgazdaság kezelésében lévő tónál van. Így tavasszal nagy mennyiségű algával dúsítottam a vizet, és a számunkra fontos nagy vízibolhát (*Daphnia magna*) helyeztem ki kedvező környezeti körülmények közé. A maximális mennyiségű plankton szaporulat elérésekor kerültek kihelyezésre a kísérleti pontyivadékok (13. ábra).

A kísérlet 100 darab előnevelt 'Szegedi tükörponttyal' kezdődött meg, melyeket a Szegedfish Kft.-től sikerült beszerezni. A kísérlethez felhasznált ivadékok az előző évekhez képest kisebbek voltak, kezdeti testtömegük 0,3-0,4 gramm volt. A 2022. évi kísérlet, a 2021. évi kísérlethez hasonlóan, 49 napot ölelt fel úgy, hogy a halaknak nagyobb élettartama lett, de az etetési mód nem változott. A kísérlet első 2 hetében a tóban található „természetes” táplálék elegendő volt a halivadékok számára, kiegészítő takarmányozásra nem volt szükség. A 3. és 4. héten összesen 87, illetve 127 g nagy vízibolhát kaptak takarmányként. A kísérlet további 3 hetében a nagy vízibolha mellett lisztkukacot is adagoltunk, a következő vízibolha – lisztkukac heti dózisokban: 5. hét: 146 g – 700 g; 6. hét: 120 g – 3150 g; 7. hét: 85 g – 5600 g.



13. ábra. Tavi körülmények kialakítása a kísérleti pontyok számára.

3.4.4. Statisztikai módszerek és a számított növekedési és tápanyag-hasznosítási paraméterek

A kísérleti adatok statisztikai értékelését az IBM® SPSS® Statistics Version 23 programmal végeztük. A kezelések átlagának összehasonlításához kétmintás t-próbát, valamint egytényezős varianciaanalízist használtunk. A varianciaanalízis kiegészítéseként a post-hoc analízist Tukey-tesztel végeztük, 5%-os szignifikancia szinten. A takarmányadagok és a halivadék növekedése közötti összefüggésekre vonatkozóan korrelációs együtthatót számoltunk, és lineáris regressziót vizsgáltunk.

A felvételezett testtömeg és testhossz adatok alapján a következő növekedési és tápanyag-hasznosítási paramétereket számítottuk ki:

- Kondíció faktor (a kísérlet kezdetén, illetve annak zárásakor, 49 nap után meghatározva): a halak soványságának/elhízottságának mutatója, amit általában a halak egészségi állapotának mutatójaként tartanak számon. Ha $K < 1$ kisebb, a halak vékonyak vagy rosszul táplálóknak minősülnek, ha $K > 1$, a K elhízottsághoz való viszonya általában fajfüggő.

$$K = W \times L^{-3} \times 100$$
, ahol W a testtömeg (g), L a testhossz (cm)

- Átlagos napi tömeggyarapodás (g/nap)

$$\text{ADG (Average Daily Gain)} = (W_t - W_i) / t$$

W_t a befejező, W_i az induló testtömeg (g), t a vizsgálat időtartama (nap)

- Átlagos hossznövekedés (mm/nap)

$$(L_t - L_i) / t$$

L_t a befejező, L_i az induló testhossz (mm)

- Specifikus növekedési hányados, növekedési sebesség (SGR, %/nap): a halak tömegének napi százalékos növekedését mutató együttható

$$\text{SGR (Specific Growth Rate)} = (\ln W_t - \ln W_i) / t \times 100$$

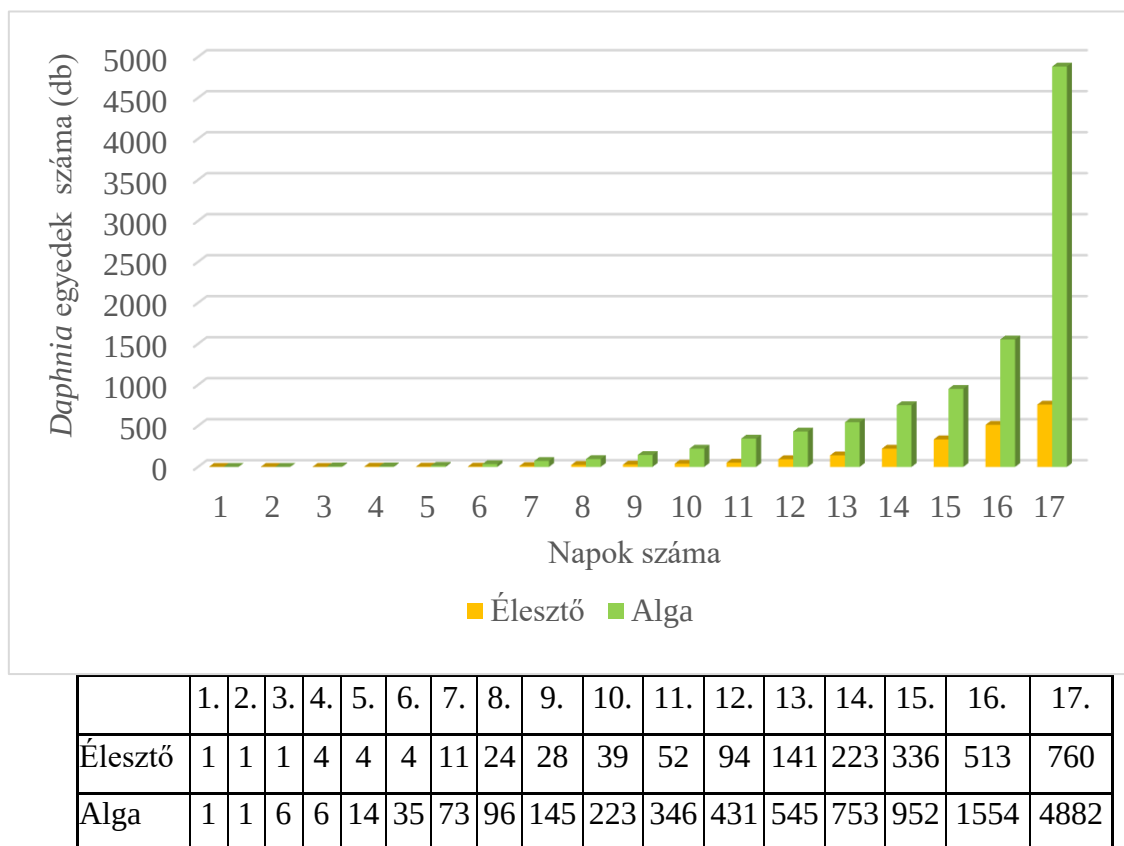
- Takarmányértékesítés (FCR, g/g):

$$\text{FCR (Food Conversion Rate)} = F / (W_t - W_i)$$

F az elfogyasztott takarmány (g)

4. EREDMÉNYEK

4.1. A vízibolha szaporítási kísérlet eredménye



14. ábra. Nagy vízibolha szaporodási kísérlet eredménye.

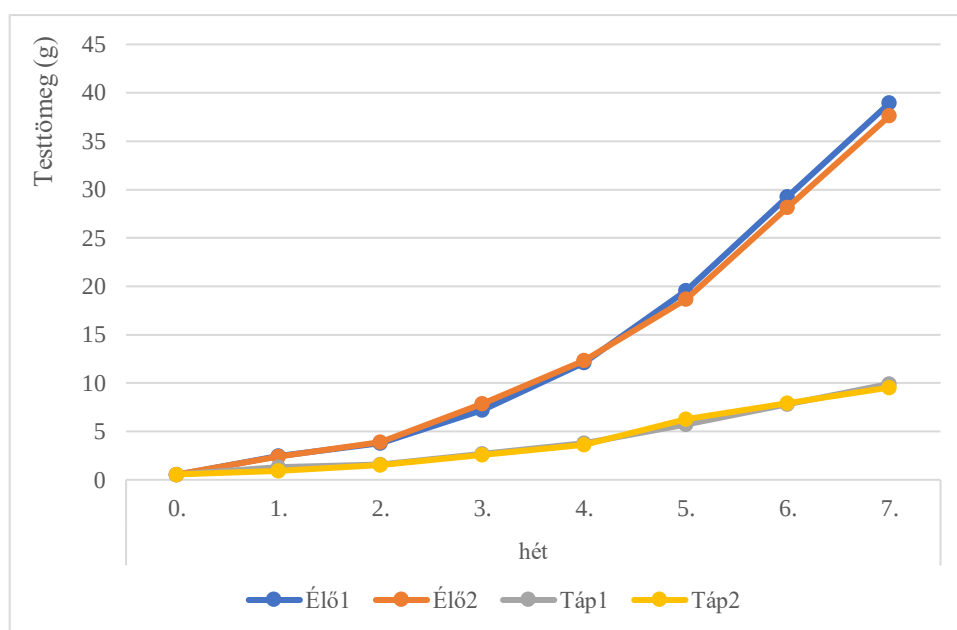
Az algás rendszerben a vízibolhák gyarapodása 2-3 naponta következett be, míg az élesztős rendszerben 4-5 naponta történt a gyarapodás. Az utódok száma is szemmel látható különbséget mutatott. Míg az algás rendszerben egyedenként átlagosan 5-10 utód is lehetett, addig az élesztősben 2-6 utód volt a jellemző. Így lehetséges az, hogy a 17. napra az algás rendszerben, tartós petét hordozó egyedek jelentek meg, ami a víz eltartóképességének határát mutatta meg az egyedsűrűség szempontjából.

Ahogy a 14. ábrán is látható, a kezdeti egyedszámok gyors növekedése elsősorban az algás rendszerben volt megfigyelhető, az utolsó napra a számok az élesztős rendszerénél mérték többszörösével voltak egyenlők.

4.2. A beltéri ivadéknevelési kísérlet eredményei

A beltéri ivadéknevelési kísérlet során hetente felvételeztük a halivadék növekedésének paramétereit (testtömeg és testhossz) meghatározott mennyiségű táplálék felvétele mellett. Ezek értékelésén túl meghatároztuk a legfontosabb növekedési és takarmányhasznosítási mutatókat, illetve elvégeztük az egyes paraméterek közötti korreláció és regresszió elemzését.

4.2.1. A halállományok növekedésének dinamikája



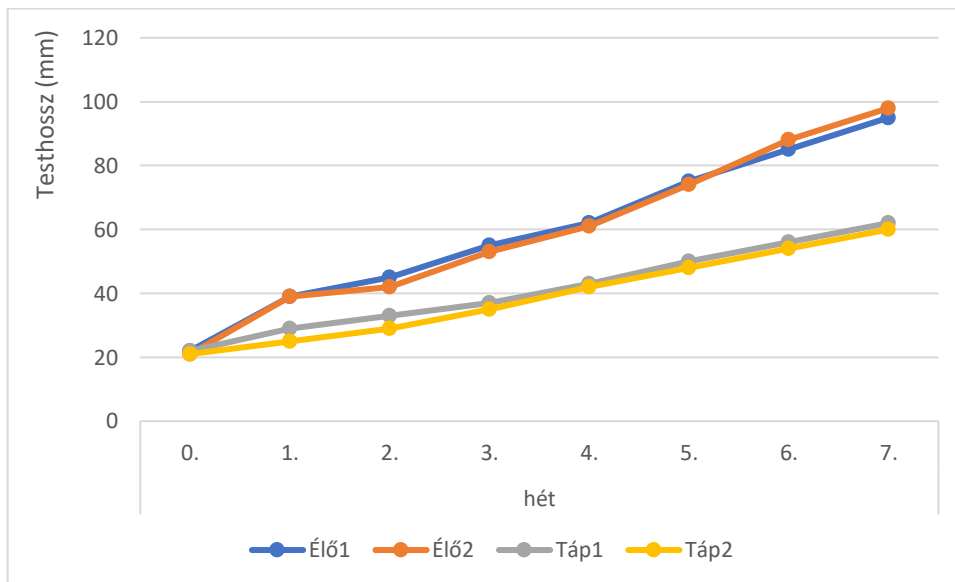
15. ábra. A halivadék testtömegének alakulása élő és nevelőtápos takarmányozás esetén

A kísérlet folyamán, ahogyan az a 15. ábrán is látható, az élő eleségen nevelt halak sokkal intenzívebb növekedést mutattak és nagyobb testtömeget értek el 7 hét alatt, mint az ugyanakkora mennyiségben ponty nevelőtápot kapott ivadékok. A kezdeti, a két tenyészedényben átlagosan 0,52, illetve 0,56 g átlagos tömegű ivadékok az élő táplálékkal etetve a kísérlet végére 39, illetve 38 gramm átlagtömeget értek el (16. ábra, B). Hasonló (0,56-0,56 g) (16. ábra, A) kezdeti testtömeg mellett, a táppal etetett kísérleti példányok mindössze 9,5, illetve 10 gramm átlagos tömegűek voltak a kísérlet befejezésekor (16. ábra, C).

Az egyes értékelési időpontokban mért összesített adatokkal végzett egytényezős varianciaanalízis már az első héttől szignifikáns különbséget mutatott ($p < 0,05$) az élő eleségen, illetve a tápon nevelt ivadék testtömege között.



16. ábra. A pontyok kiinduló testtömege a kísérlet megkezdésekor (A); Egy átlagos ponty testtömegének mérése az élő eleségen nevelt egyedek közül a kísérlet befejezésekor (B); Egy átlagos ponty testtömegének mérése a tápos eleségen nevelt egyedek közül a kísérlet befejezésekor (C).



17. ábra. A halivadék testhosszának alakulása élő és nevelőtápos takarmányozás esetén.

A kísérlet folyamán, ahogyan a 17. ábrán is látható, a 21-22 mm átlagos kezdő testhosszúságú, élő eleségen nevelkedett halak jóval nagyobb testhosszt értek el (95-98 mm) (18. ábra), mint az azonos testhosszal induló, tápon nevelt halak (60-62 mm) (19. ábra). A két kezelés közötti különbség szignifikancia-viszonyai a testtömeghez hasonlóan alakultak.



18. ábra. Élő eleségen nevelt ponty hosszmérése. 19. ábra. Tápon nevelt ponty hosszmérése.

A kétféle takarmányozási móddal elért növekedési mutatók közül a befejező testtömeg és testhossz, mint alapvető, mért paraméterek szignifikáns különbséget mutattak az élő takarmány javára. A kondíciókat illetően sem a kezdő, sem a befejező értékek esetében nem volt szignifikáns különbség az élő eleséggel, illetve táppal etetett állományok között. A napi tömeggyarapodásban és hossznövekedésben, ugyanakkor, igen jelentős, szignifikáns különbség mutatkozott, ismét az élő takarmánnyal kapott eredmények javára. Ennek megfelelően, a specifikus növekedési hányados is szignifikánsan jobbnak mutatta az élő takarmányon nevelt halak növekedésének sebességét (1. táblázat).

1. táblázat. A növekedési paraméterek alakulása beltéri rendszerekben (2x5 egyed/kezelés; 49 nap).

Növekedési paraméter	Takarmány típusa	
	Élő	Táp
Befejező testtömeg (g)	38,28±8,96a	9,73±3,59b
Befejező testhossz (mm)	98,2±8,52a	61±2,11b
Kezdő kondíció faktor	5,47±0,82a	5,65±0,56a
Befejező kondíció faktor	4,27±0,39a	4,29±0,18a
Napi tömeggyarapodás (g/nap)	0,77±0,019a	0,19±0,006b
Napi növekedés (mm/nap)	1,4±0,029a	0,8±0,00b
Specifikus növekedési hányados (%/nap)	8,83±0,021a	6,06±0,114b

Az átlagok és a szórás feltüntetve.

Soronként a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek (ANOVA, $p < 0,05$).

Azonos egyedenkénti átlagos takarmányfogyasztás mellett, az élő eleség hasznosítása szignifikánsan jobb volt a tápénál, egységnyi testtömeg előállításához abból sokkal kisebb mennyiségre volt szükségük a halaknak, mint a mesterséges tápból (2. táblázat).

2. táblázat. A takarmányértékesítési paraméterek alakulása (2x5 egyed/kezelés; 49 nap).

Takarmányértékesítési paraméter	Takarmány típusa	
	Élő	Táp
Takarmány-fogyasztás (g/egyed)	102,76	102,76
Takarmány-értékesítés (g/g)	2,72±0,067a	11,14±0,341b

Az átlagok és a szórás feltüntetve.

Soronként a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek (ANOVA, $p < 0,05$).

4.2.2. A halak testtömege és testhossza közötti korreláció

Az SPSS szoftverrel végzett korreláció-számítás alapján a halivadék testtömegének és testhosszának alakulása között erős pozitív korreláció mutatkozott mind az élő eleséggel ($r=0,961$; $p < 0,01$), mind a táppal ($r=0,983$; $p < 0,01$) történő takarmányozás esetén (3. és 4. táblázat). A két testparaméter értékei közötti összefüggés, tehát a táppal etetett halak esetében kis mértékben erősebb volt, mint az élő takarmánnyal táplált állomány egyedeinél.

3. táblázat. A testtömeg és testhossz közötti korreláció élő takarmány esetén.

		Testtömeg	Testhossz
Testtömeg	Pearson korreláció	1	,961**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	8	8
Testhossz	Pearson korreláció	,961**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

4. táblázat. A testtömeg és testhossz közötti korreláció nevelőtápos takarmányozás esetén.

		Testtömeg	Testhossz
Testtömeg	Pearson korreláció	1	,983**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	8	8
Testhossz	Pearson korreláció	,983**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

4.2.3. A takarmányadag és a halak testtömege, illetve testhossza közötti korreláció

A növekvő takarmányadagok és a halak test-paramétereinek alakulása közötti összefüggés szignifikáns volt. A takarmányadag és a testtömeg közötti pozitív korreláció táppal történő etetés esetén ($r=0,949$; $p<0,01$) kicsit erősebb volt, mint az élő eleséggel való táplálásnál ($r=0,927$; $p<0,01$) (5. és 6. táblázat).

5. táblázat. A takarmányadag és a halak testtömege közötti korreláció élő takarmány esetén.

		Takarmányadag	Testtömeg
Takarmányadag	Pearson korreláció	1	,927**
	Sig. (2-tailed)		0,001
	N	8	8
Testtömeg	Pearson korreláció	,927**	1
	Sig. (2-tailed)	0,001	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

6. táblázat. A takarmányadag és a halak testtömege közötti korreláció nevelőtápos takarmányozás esetén.

		Takarmányadag	Testtömeg
Takarmányadag	Pearson korreláció	1	,949**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	8	8
Testtömeg	Pearson korreláció	,949**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

A takarmányadag és a testhossz közötti pozitív korreláció, ugyanakkor, élő eleséggel történő etetés esetén ($r=0,990$; $p<0,01$) volt minimális mértékben erősebb, mint a táppal való takarmányozásnál ($r=0,984$; $p<0,01$) (7. és 8. táblázat).

7. táblázat. A takarmányadag és a halak testhossza közötti korreláció élő takarmány esetén.

		Takarmányadag	Testhossz
Takarmányadag	Pearson korreláció	1	,990**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	8	8
Testhossz	Pearson korreláció	,990**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

8. táblázat. A takarmányadag és a halak testhossza közötti korreláció nevelőtápos takarmányozás esetén.

		Takarmányadag	Testhossz
Takarmányadag	Pearson korreláció	1	,984**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	8	8
Testhossz	Pearson korreláció	,984**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	8	8
**. A korreláció szignifikáns 0.01 szinten (2-tailed).			

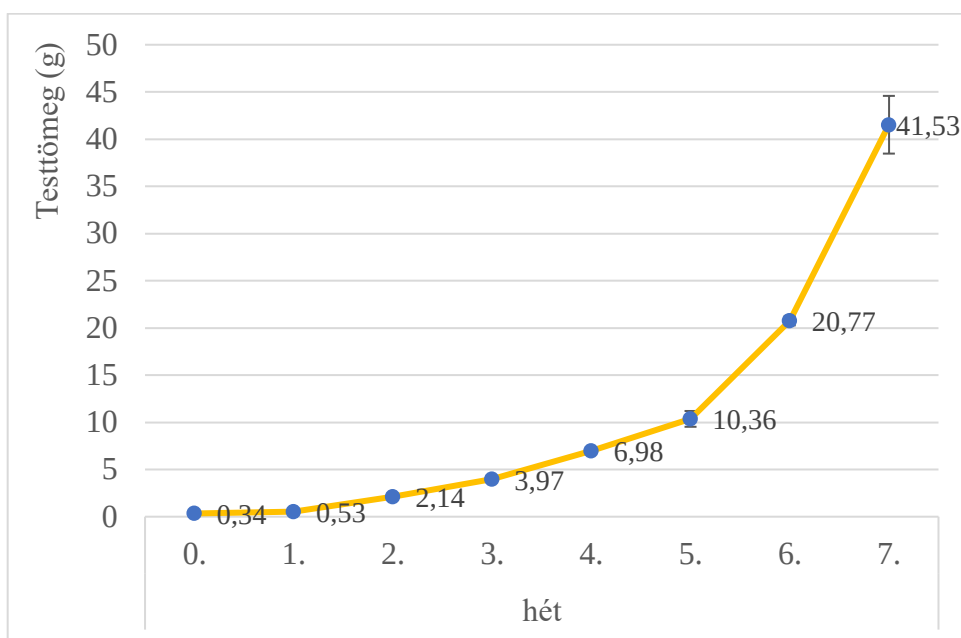
4.2.4. Regresszió-elemzés

Az SPSS szoftverrel végzett regresszió-analízis alapján a tápanyagdózis és a halivadék testtömegének alakulása között pozitív lineáris összefüggés mutatkozott. Az élő eleséggel etetett állományok esetében a lineáris regresszió becsülő egyenlete $\text{'testtömeg(g)} = -13,232 + 1,79 \times \text{élő eleség(g)}$, a takarmány (az R^2 alapján) 73,7%-ban határozta meg a testtömeget. A táppal takarmányozott állományoknál az összefüggés $\text{'testtömeg(g)} = -2,895 + 0,443 \times \text{táp(g)}$, a takarmány 80,7%-ban határozta meg a testtömeget (1-2. melléklet).

A tápanyagdózis és a halivadék testhosszának alakulása között szintén pozitív lineáris összefüggés mutatkozott. Az élő eleséggel etetett állományok esetében a lineáris regresszió becsülő egyenlete $\text{'testhossz(mm)} = 0,074 + 0,369 \times \text{élő eleség(g)}$, a takarmány 86,2%-ban határozta meg a testhosszt. A táppal takarmányozott állományoknál az összefüggés $\text{'testhossz(mm)} = 0,571 + 0,216 \times \text{táp(g)}$, a takarmány 88,9%-ban határozta meg a testhosszt (3-4. melléklet).

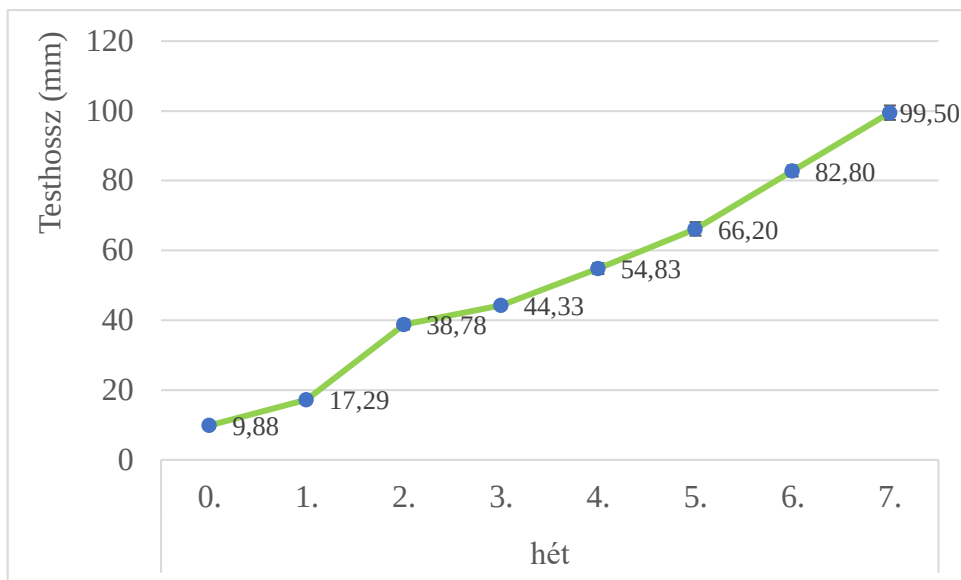
4.3. A tavi ivadéknevelési kísérlet eredményei

A tavi ivadéknevelési kísérlet folyamán, amikor a bevitt élő eleség mellett a tóban szaporodó – alapvetően planktoni, nem vizsgált mennyiségű és összetételű – táplálékszervezeteket is fogyasztottak a halak, a beltéri kísérletnél kisebb átlagos kezdeti testtömeg (0,34 gramm) ellenére, azonos időtartam (49 nap) alatt a beltéri élő eleséges eredményeket elérő, sőt azt meghaladó (41,53 gramm) lett a kifogott mintahalak átlagos testtömege (20. ábra).



20. ábra. A halivadék testtömegének alakulása tavi körülmények között.

Hasonló tendencia figyelhető meg a testhosszra vonatkozóan. A beltérinél kisebb induló méret (9,88 mm vs. 21-22 mm) ellenére, azonos idő alatt sikerült az élő eleséggel etetett beltéri példányok testhosszát elérni, illetve meghaladni (99,5 mm). A beltéri, élő eleséggel történő kísérletnél, nagyobb testhosszokat sikerült elérni a 21. ábrán is látható tavi kísérletnek a végére. A tóban nagyobb helyen, jobb körülmények között a halak kisebb testhosszal történő kihelyezése után, a kísérlet lezárására átlagoson 9,95 cm-t értek el a vizsgálat folyamán kifogott egyedek.



21. ábra. A halivadék testhosszának alakulása tavi körülmények között.

Ebben a kísérletben a cél az élő eleséggel való etetés hatékonyságának bizonyítása volt tavi körülmények között, ezért tápos takarmányozást nem végeztünk, így statisztikai értékelésre nem volt lehetőségünk. Az eltérő évjárat és halállomány miatt a beltéri eredményekkel való statisztikai összehasonlítástól is eltekintettünk.

9. táblázat. A növekedési paraméterek alakulása élő eleségen történt tavi nevelésnél (100 egyed; 49 nap).

Befejező testtömeg (g)	41,53±3,06
Befejező testhossz (mm)	99,50±2,06
Kezdő kondíció faktor	35,27
Befejező kondíció faktor	4,21
Napi tömeggyarapodás (g/nap)	0,84
Napi növekedés (mm/nap)	1,83
Specifikus növekedési hányados (%/nap)	9,81

Az átlagos növekedési paramétereket a 9. táblázat mutatja. Tekintettel arra, hogy a bevitt élő eleség mellett a halak a tóban fellelhető egyéb táplálékot is fogyasztottak, a takarmányhasznosítási együttható kiszámításának nem láttuk értelmét.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Kísérleteinkben eredményesen alkalmaztuk a nagy vízibolhát és a lisztkukacot a pontyivadékok takarmányozására beltéri, intenzív nevelésben és tavi körülmények között egyaránt.

A beltéri nevelés során, kizárólag élő eleséggel táplálva, az előnevelt pontyivadék 7 hét alatt elérte, és meg is haladta ($38,28 \pm 8,96$ g) az egynyaras pontyoktól elvárt átlagos méretet (15-30 g; Horváth és Urbányi, 2000). Ez tavi körülmények között még fokozottabb mértékben megvalósult, a korábbi kísérletinél kisebb kezdő testtömegű előnevelt ivadék 7 hét alatt nagyobb testtömeget ($41,53 \pm 3,06$ g) ért el. A tavi körülmények között elért előnyt a magasabb napi tömeggyarapodási és növekedési értékek is mutatják (1. és 9. táblázat). A napi százalékos növekedést mutató specifikus növekedési hányados (SGR) értéke a tavi kísérletben (9,81%/nap) jelentősen meghaladta a beltéri élő eleséggel kapott értéket (8,83%/nap). Ezekről jelentősen elmaradt a beltéri tápos rendszerekben kapott eredmény (6,06%/nap). Kuzu és munkatársai (2008) intenzív ponty utónevelő táppal végzett 28 napos kísérleteiben az SGR értékek 3,62-4,66 között alakultak, egy, a kísérletünkben alkalmazott 'Szegedi tükrös pontynál' kevésbé intenzív fajta, a 'Dunai vad ponty' ivadékainál.

A tavi állomány intenzív növekedéséhez hozzájárulhatott a kihelyezett előnevelt ivadék extrém magas (35,27) kezdő kondíció faktora, ami a 7. hétre lecsökkent 4,21-re. Utóbbi érték szinte megegyezik a beltéri rendszerekben élő eleséggel és táppal elértékekkel (4,27, illetve 4,29). A halivadék kondíciós faktorát, tehát, sem a tartási, sem a takarmányozási körülmények nem befolyásolták érdemben, csak a testméret paraméterek tényleges értéke különbözött jelentős mértékben. Demeterné Pédery és munkatársai (2007) egynyaras pontyokkal intenzív rendszerben végzett 3 hónapos kísérletben mind a négy vizsgált pontyfajta esetében a kondíció faktor javulását tapasztalták 1,99-3,30-ról 2,67-5,16-ra, a 'Szegedi tükrös' fajtánál tapasztalva a legmagasabb értékeket.

Az általunk alkalmazott takarmányozási rendszer előnyére utaló egyik fontos mutató a takarmányértékesítési hányados (FCR), melynek értéke az élő eleséggel való etetés esetén szignifikánsan jobb volt, mint a tápos takarmányozás esetén (2,72 vs. 11,14 g/g). Ezek szerint, a vízibolhát és lisztkukacot a pontyivadék kb. 4x hatékonyabban hasznosította, mint a mesterséges takarmányt. Kuzu és munkatársai (2008) fent említett kísérletében az FCR értéke (1,31-1,78) a kísérletünkben tapasztaltnál jobb volt, ami az ott alkalmazott tápok igen jó hasznosítását mutatja.

Egynyaras méretű tükörpontyokkal végzett 60 napos kísérletben a szójaliszt eredményesen helyettesíthetőnek bizonyult liszt kukac-liszttel, kismértékben igaz, de javítva, illetve nem rontva a takarmányhasznosítási és növekedési paramétereket. A specifikus növekedési hányados (0,96-1,08) és a kondíció faktor (2,64-2,74) a kísérletünkben tapasztaltnál kisebb volt, ugyanakkor a takarmányhasznosítás kedvezőbbnek (1,58-1,78) bizonyult (Li et al., 2022).

Feledi és munkatársai (2011) Szegedi tükrös pontyok intenzív nevelése során, az alkalmazott táp minőségétől függően 0,91-1,75, illetve 1,28-1,95 közötti takarmányhasznosítást tapasztaltak a kísérlet két szakaszában, mely értékek jobbak az általunk elértéknél. Érdemes megjegyezni, azonban, hogy az idézett kísérletben a halak kiinduló testtömege jelentősen meghaladta (160-166 g, illetve 258-348 g szakaszonként) a nálunk mértet. A növekedési hányados (SGR) értéke (1,0-1,8, illetve 0,86-1,22) jelentősen kisebb volt mint a kísérleteinkben számított értékek, ami betudható a nagyobb méret miatt már lassult növekedési ütemnek.

Egynyaras aranykárászokkal végzett kísérletben a táppal elért érték a mienkéhez hasonló (2,5-2,6) volt. Ugyanakkor, az élő eleséghez hasonló fagyasztott szúnyoglárvával a takarmányértékesítés a kísérleteinkben tapasztalt tartományban (11-12) volt (Sudár et al., 2009).

Demény és munkatársai (2010) széles kárász ivadékanak intenzív nevelésére végzett kísérlet eredményei alapján nem javasolják a kizárólag táppal indítást a lárvanevelésben, kedvező megmaradást és növekedést értek el, ugyanakkor, a 10 nap után tápra szoktatott, valamint a napi kétszer élőeleséggel (*Artemia*) is etetett csoportok esetén.

Fentiek alapján, tehát, az általunk alkalmazott, élő eleséggel történő takarmányozás kellő hatékonysággal alkalmazható – főként intenzív rendszerekben – a mesterséges takarmány leváltására. További kísérletek kellene annak vizsgálatára, hogy a halak milyen életkoráig érdemes e takarmányozási módszer alkalmazása, illetve a táplálékszervezetek takarmányukon keresztüli dúsítása milyen mértékben javíthatja az eredményeket. Szintén figyelmet érdemelnek a tavi kísérletben elért eredmények, ahol a növekedési paraméterek a beltéri rendszernél is kedvezőbben alakultak. Ennek alapján a tavi intenzív, komplex takarmányra alapozott rendszerek természetes táplálékkal való leválthatósága, illetve azzal való fúziója is lehetségesnek tűnik. A módszer további finomítása érdekében mindenképp vizsgálni kell, azonban, a tó természetes táplálék-összetételét, és a fent említett dúsítás lehetőségét. A kísérleti rendszerekben elért eredmények gazdasági körülmények közé

történő extrapolálhatóságának érdekében elengedhetetlen, azonban, a táplálékszervezetek nagy volumenben történő előállításának megoldása.

Kísérletünkben – tulajdonképpen a haltakarmányozási kísérleteket előkészítve – a nagy vízibolha tömeges tenyésztésében eredményesen használtuk a *Chlorella* zöldalgát takarmányozásra. Bár nem követtünk publikált technológiát, a zöldalgák alkalmazása zooplankton takarmányozására több szerző által előnyben részesített megoldás. Ebert (2005) a *Scenedesmus*-okat és *Chlamydomonas*-okat említi, mint monoklonális kemosztátokban könnyen tenyészthető táplálékfajokat. A hazai hatóságok által végzett környezettoxikológiai tesztekhez a *Daphnia magna* táplálékaként a *Scenedesmus subspicatus* és *Chlorella vulgaris* fajokat adják meg [1]. A FAO kiadványa elsősorban a kerekessérgek –, illetve mellettük egyéb táplálékszervezetek – takarmányaként tárgyalja a *Chlorellá*-kat (Dhert, 1996). A *Daphniá*-k takarmányaként a *Chlorellá*-kat elsősorban monokultúrában vagy egy másik algafajjal együtt szaporítva ajánlják. Több *Daphnia* generáció fenntartásához az algák vitaminokkal való dúsítása bizonyult szükségesnek (Delbare és Dhert, 1996).

Fentiek alapján, a gyakorlat és a további kísérletek számára az alábbi javaslatok tehetők:

- Előnevelt pontyivadék beltéri nevelésében a természetközeli, vízibolhára és lisztukacra alapozott takarmányozás alkalmazása javasolható.
- Kísérletek szükségesek a pontyivadék természetszerű takarmányozásának kiterjesztésére az egynyaras-nevelés későbbi szakaszára.
- Tavi körülmények között feltétlen szükséges a tóban rendelkezésre álló természetes táplálék mennyiségének és összetételének rendszeres ellenőrzése.
- A nevelt halivadék mennyiségének és/vagy életkorának növelésének függvényében célszerű a vízibolha- és lisztukactenyészetek volumenének, kihozatalának fokozása.
- A vízibolha-tenyészetekben a tartóspeték megjelenésének ellenőrzésén keresztül kontrollálandók a nevelés környezeti körülményei.
- Algakultúrákban javasolt a tápközeg foszfor és vitamintartalmának célzott növelése a zooplankton beltartalmának fokozása céljából.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleteim a pontyivadékok saját előállítású táplálékszervezeteken történő nevelésére, és az így létrejött tápláléklánc fenntartására irányultak. A több éven át tartó folyamatos fejlesztések és kísérletek, egy jól működő és fenntartható rendszert hoztak létre.

A beltéri kísérletben felhasznált mesterséges táppal kapott eredményekhez képest, az élő élességgel nevelt halak növekedési és takarmányhasznosítási paraméterei szignifikánsan jobbnak bizonyultak. Így megállapítható, hogy a mesterséges körülmények között, nagy mennyiségben előállított természetes táplálékforrás előállítása is kifizetődő lehet a táplálékhasznosítás szempontjából, ponty ivadéknevelés esetén.

A rendszer alapját képező jó vízminőséget és a megfelelő kezdeti táplálékot szolgáló mikroalga és zooplankton szervezetek elengedhetetlenek a természetszerű pontyivadék nevelése során. A *Chlorella sp.* és az ezt fogyasztó *Daphnia magna* nagy mennyiségben könnyen felszaporítható az általam kidolgozott rendszerekben. A *Daphnia magna* algán történő szaporításával jóval nagyobb mennyiségű hasznos táplálékot tudunk előállítani az ivadékok számára, mint az élesztős táplálékra alapozott vízibolha tenyésztési rendszerben.

A nagyobb méretű ivadékok etetésére ugyancsak ízeltlábú táplálék, a lisztkukac (*Tenebrio molitor*) alkalmazhatónak bizonyult. A számukra kialakított beltéri tenyésztő rendszer megfelelő kivitelezésével és fenntartásával nagy mennyiségű fehérjeforrást biztosítanak a halak számára.

A kísérletek eredményei alapján elmondható, hogy ez a fajta táplálékösszetétel pontyivadék nevelésére alkalmazható, és jó növekedési rátát eredményezhet.

A kutatás eddigi eredményei alapján a gyakorlat és a további kísérletek számára az alábbi javasolható, tehát, többek között

- előnevelt pontyivadék beltéri nevelésében a természetközeli, vízibolhára és lisztkukacra alapozott takarmányozás,
- további kísérletek a természetszerű takarmányozás kiterjesztésére az egynyaras pontynevelés későbbi szakaszára,
- a tóban rendelkezésre álló természetes táplálék mennyiségének és összetételének rendszeres ellenőrzése,
- a vízibolha-tenyészetekben a tartóspeték megjelenésének ellenőrzésén keresztül a nevelés környezeti körülményeinek kontrollálása,
- algakultúrákban a tápközeg foszfor és vitamintartalmának célzott növelése a zooplankton beltartalmának fokozása céljából.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Barroso, F.G., de Haro, C., Sánchez-Muros, M.-J., Venegas, E., Martínez-Sánchez, A., Pérez-Bañón, C. (2014): The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture* 422–423: 193–201.
2. Csengeri I., Gál D., Kosáros T., Pékár F., Bakos J., Pótra F., Kovács Gy., Feledi T., Fazekas J., Biró J., J. Sándor Zs., Gy. Papp Zs., Jeney Zs., Rónyai A. (2011): A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül? *Állattenyésztés és Takarmányozás* 60(3): 281-294.
3. Csorvási É., Saboura Z., Fehér M., Juhász P., Stündl L., Bársony P. (2015): Bioaktív takarmány-kiegészítők hatása intenzíven nevelt pontyivadék (*Cyprinus carpio*) termelési paramétereire. *Agrártudományi Közlemények* 65: 35-41.
4. Delbare, D., Dhert, P. (1996): Cladocerans, Nematodes and Trochophora larvae. In: Lavens, P., Sorgeloos, P. (szerk.): *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper 361. FAO, Rome, 1996. Pp. 283-295.
5. Demeterné Pédery T., Herke Zs., Hancz Cs., Gorda S. (2007): Ponty teljesítményvizsgálat eredményei 2005-2006. *Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal*, Budapest. 66 p.
6. Demény F., Sokoray-Varga S.F., Müllerné Trenovszki M., Hegyi Á., Urbányi B., Müller T. (2010): Különböző takarmányok és takarmányváltások hatása a széles kárász (*Carassius carassius*) lárvák megmaradására és növekedésére. *HAKI napok 2010. május 12.-13., Szarvas*. 15 p. https://haki.naik.hu/sites/default/files/uploads/2019-02/haki-0602_demeny2010.pdf
7. Dhert, P. (1996): Rotifers. In: Lavens, P., Sorgeloos, P. (szerk.): *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper 361. FAO, Rome, 1996. Pp. 49-78.
8. Ebert, D. (2005): *Ecology, epidemiology, and evolution of parasitism in Daphnia*. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US). Chapter 2, Introduction to *Daphnia* biology. 21 p. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2042/>
9. Egyed I., Körmendi S., Urbányi B., Fodor F., Mészáros E., Hegyi Á., Katics M. (2011): A ponty tápos etetése a Czikkhalas Kft. telephelyén. *HAKI napok 2011. május 25-26., Szarvas*. 19 p. https://haki.naik.hu/sites/default/files/uploads/2019-03/haki-0104_katicsm2011.pdf
10. Feledi Tibor, Rónyai András, Gál Dénes, Kosáros Tünde, Pékár Ferenc, Pótra Ferenc, Csengeri István (2011): *Növényi takarmány-kiegészítők alkalmazása az intenzív*

- tavi pontynevelésben. XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás 2010. május 12-13., Szarvas. 15 p. http://hakinapok.haki.hu/images/stories/0105_Feledi.pdf
11. Freese, H.M., Martin-Creuzburg, D. (2013): Food quality of mixed bacteria–algae diets for *Daphnia magna*. *Hydrobiologia* 715: 63–76.
 12. Gebremichael, A., Stettner G., Varga D., Kucska B. (2020): Alternatív fehérjeforrás – lisztkukac (*Tenebrio molitor*) alkalmazása harcsa (*Silurus glanis*) takarmányokban. HAKI Napok, Szarvas. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2020/haki-alternativ-feherjeforras-lisztukac-tenebrio-molitor-alkalmazasa-harcsa-silurus>
 13. Gregosits B. (2016): A haltakarmányozás jelenlegi és jövőbeni helyzete. VI. Gödöllői Halászati- Horgászati Szakember találkozó, 2016.02.04., Gödöllő. 28 p. http://halt.mkk.szie.hu/UserFiles/File/szakmai_nap_2016/05_GregositsB_opt.pdf
 14. Hancz Cs. (2011): Haltakarmányozás. Kaposvári Egyetem, Kaposvár. 14 p.
 15. Hancz Cs., Gál D. (2015): Paradigmaváltás előtt a tavi haltakarmányozás. XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2015. május 20-21. NAIK Halászati Kutatóintézet, Szarvas. 11 p. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2015/haki-paradigmavaltas-elott-a-tavi-haltakarmanyozas>
 16. Hancz Cs., Horváth L. (2007): A tógazdasági haltenyésztés gyakorlata. In: Hancz Cs. (szerk.): Haltenyésztés. Kaposvári Egyetem, Kaposvár. Pp. 114-122.
 17. Harka Á, Sallai Z. (2007): Magyarország halfaunája. Digitális Tankönyvtár. 223 p. <https://dtk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/13419?show=full>
 18. Horváth L., Csorbai B., Urbányi B., Tamás G. (2009): Néhány halfaj ivadékanak táplálkozási adaptációja a zooplankton-kínálathoz. *Állattani Közlemények* 94(2): 131-145.
 19. Horváth L., Urbányi B. (2000): Tógazdasági haltenyésztés. In: Horváth L. (szerk.): Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 214-276.
 20. Hyman, M., Wang, Q., Wilson, A.E., Adhikari, S., Higgins, B.T. (2021): Production of *Daphnia* zooplankton on wastewater-grown algae for sustainable conversion of waste nutrients to fish feed. *Journal of Cleaner Production* 310: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127501>
 21. Iaconisia, V., Bonellia, A., Pupinoa, R., Gaib, F., Parisi G. (2018): Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. *Aquaculture* 484: 197–204.
 22. J. Sándor Zs., Adorján Á., Feledi T., Percze V., Dankó I., Rónyai A., Csengeri I. (2014): Különböző takarmányon nevelt pontyivadékok növekedésének és

- testösszetételének vizsgálata. XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2014. május 28-29., Szarvas. 16 p. https://haki.naik.hu/sites/default/files/uploads/2019-02/haki_3_szekcio_2_sandorzs_hakinapok2014.pdf
23. Jakabné Sándor Zs., Csengeri I., Gyöngyösiné Papp Zs., Biró J., Feledi T., Rónyai A., Borbély Gy. (2012): Élő táplálékszervezetek dúsítási technológiájának fejlesztése. HAKI Napok, Szarvas. 17 p. http://hakinapok.haki.hu/tartalom/2012/0201_SandorZs.pdf
 24. Jakabné Sándor Zs., Vojislav B., Kugyela N., Nagyné Biró J., Káldy J., Adányiné Kisbocskói N. (2020): Különböző rovarfélék emészthetőségi együtthatói afrikai harcsa esetében. HAKI Napok, Szarvas. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2020/haki-kulonbozo-rovarfelek-emeszthetosegi-egyutthatoi-afrikai-harcsa-eseteben>
 25. Körmendi S., Máté Z., Máté I., Varga L. (2014): Ponty monokultúrás tógazdálkodás hatása a zooplankton kvalitatív és kvantitatív összetételére. XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2014. május 28-29., Szarvas. 34 p. http://hakinapok.haki.hu/tartalom/2014/3.%20szekcio/4_HAKI%20Napok-2014-ppt.pdf
 26. Kuzu, E., Jakabné Sándor Zs., Fazekas J., Potra F., Rónyai A., Csengeri I. (2008): Intenzív ponty utónevelő táp tesztelése dunai vad pontyfajta ivadékkal. HAKI Napok, Szarvas <https://haki.naik.hu/hakinapok/2008/haki-intenziv-ponty-utonevelo-tap-tesztelese-dunai-vad-pontyfajta-ivadekkel>
 27. Li, H., Hu, Z., Liu, S., Sun, J., Ji, H. (2022): Influence of dietary soybean meal replacement with yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) on growth performance, antioxidant capacity, skin color, and flesh quality of mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*). *Aquaculture* 561: 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738686>
 28. Mariod, A.A. (2020): Nutrient composition of mealworm (*Tenebrio molitor*). In: Mariod, A.A. (ed.): African edible insects as alternative source of food, oil, protein and bioactive components. Springer Nature Switzerland AG. Pp. 275-280.
 29. Mézes M. (2018): Rovarfehérjék a takarmányozásban. Agrárágazat, 2018.05.16. <https://agraragazat.hu/hir/rovarfeherjek-a-takarmanyozasban/>
 30. Morales-Ventura, J., Nandini, S., Sarma, S.S.S., Castellanos-Páez, M.E. (2012): Demography of zooplankton (*Anuraeopsis fissa*, *Brachionus rubens* and *Moina macrocopa*) fed *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* cultured on different media. *Revista de Biología Tropical / International Journal of Tropical Biology and Conservation* 60(3): 955-965.

31. Ng, W.K., Liew, F.L., Ang, L.P., Wong, K.W. (2001): Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Research* 32(Supplement 1): 273-280.
32. Ördög V. (2011): A tavi halhústermelés hidrobiológiai alapjai. In: Bercsényi M., Hancz, Cs., Havasi M., Ördög V., Szathmári L.: Haltenyésztés. Nyugat-Magyarországi Egyetem - Kaposvári Egyetem – Pannon Egyetem. Pp. 4-18.
33. Radóczy J. ifj., Radóczy J., Hegyi Á., Urbányi B. (2015): A teljes értékű tápra alapozott üzemi, tavi pontynevelés eredményei. XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2015. május 20-21. NAIK Halászati Kutatóintézet, Szarvas. 11 p. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2015/haki-a-teljes-erteku-tapra-alapozott-uzemi-tavi-pontynevel-es-eredmenyei>
34. Riddick, E.W. (2014): Insect protein as a partial replacement for fishmeal in the diets of juvenile fish and Crustaceans. In: Morales-Ramos, J.A., Guadalupe Rojas, M., Shapiro-Ilan, D.I. (eds.): Mass production of beneficial organisms. Pp. 565-582.
35. Sudár G., Molnár T., Demény F., Müller T., Szabó G. (2009): Az aranykárász (*Carassius carassius* L.) intenzív nevelésének lehetőségei. Halászati Tudományos Tanácskozás, Halászati és Öntözési Kutató Intézet, Szarvas. 21 p. http://hakinapok.haki.hu/tartalom/2009/090105_Sudar_Gergo.pdf
36. Tóth F., Zsuga K., Berzi-Nagy L., Gál D., Kerepeczki É. (2016): Halastavak zooplankton állományának kvalitatív és kvantitatív vizsgálata különböző összetételű takarmányok alkalmazása mellett. HAKI Napok, Szarvas. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2016/haki-halastavak-zooplankton-allomanyanak-kvalitativ-es-kvantitativ-vizsgalata>
37. Tóth F., Zsuga K., Kerepeczki É., Berzi-Nagy L., Jakabné Sándor Zs., Körmöczy L. (2020): Halastavi zooplankton közösségi összetételben rejlő különbségek eltérő takarmányösszetevők használata mellett. HAKI Napok, Szarvas. <https://haki.naik.hu/hakinapok/2020/haki-halastavi-zooplankton-kozossegi-osszetetelben-rejlo-kulonbsegek-eltero>
38. Wenzel, A., Vrede, T., Jansson, M., Bergström, A.-K. (2021): *Daphnia* performance on diets containing different combinations of high-quality algae, heterotrophic bacteria, and allochthonous particulate organic matter. *Freshwater Biology* 66: 157–168.
39. Woynárovich A., Kovács É., Péteri A. (2019): A takarmányozás gyakorlati szempontjai a tógazdasági haltermelésben. Agrárminisztérium, Budapest. 85 p.

40. Xua, X., Jia, H., Belghitb, I., Sun, J. (2020): Black soldier fly larvae as a better lipid source than yellow mealworm or silkworm oils for juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*). *Aquaculture* 527: 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735453>
41. [1]: <https://enfo.hu/node/12455>
42. [2]: <https://gi.kormany.hu/download/e/7f/c2000/Szegedi%20t%C3%BCk%C3%B6r%20term%C3%A9k%C3%AD%C3%A1s%20OFJ%20v%C3%A9gleges.pdf>
43. [3]: <https://www.feedipedia.org/node/16401>

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Már általános iskolás korom óta segített, mint a tanulmányokban, mint a kutatás terén a Csányi Alapítvány és ezen belül külsős konzulensem. A legtöbb kísérlet hosszabbtávú kiépítését, és az alapvető kísérleti irányt megalapozásában köszönöm a segítséget.

Szeretném megköszönni a Szegedfish Kft. által felajánlott ponty ivadékokat, melyeket a kutatásom során neveltem és a megfigyeléseim után sikeres következtetéseket vontam le.

Az ÚNKP által megnyert pályázatok segítségével sikerült a rendszert megfelelő állapotúra kiépítenem, és a későbbiekben is folytatom ezt az irányvonalat a rendszer fejlesztése kapcsán.



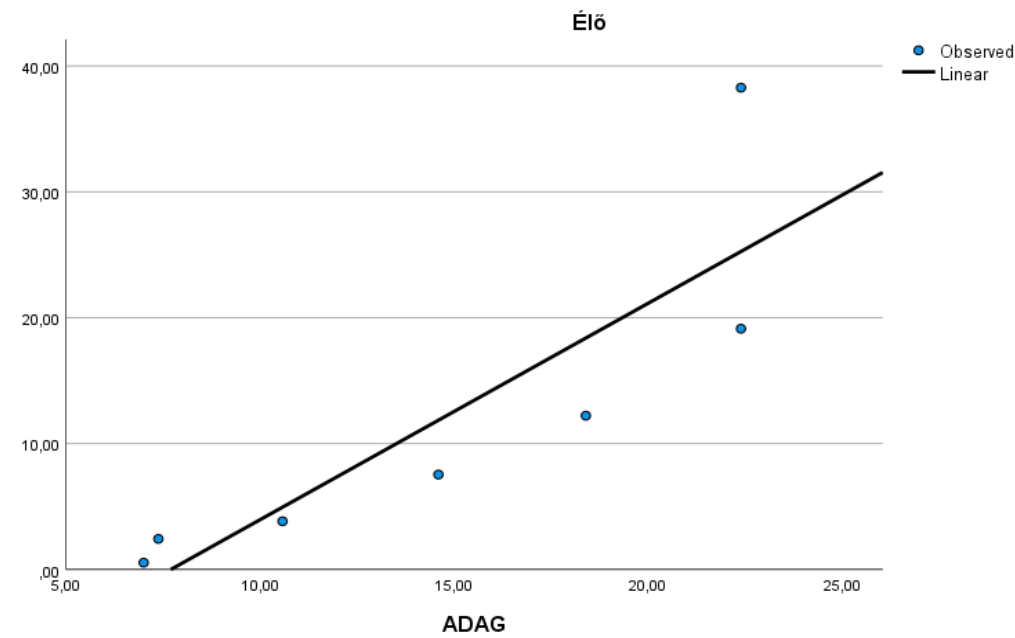
AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL

9. MELLÉKLETEK

1. melléklet. Az élő táplálék dózisa és a halivadék testtömege közötti lineáris regresszió elemzése

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,858 ^a	0,737	0,684	7,44213
a. Predictors: (Constant), ADAG				
b. Dependent Variable: Élő				

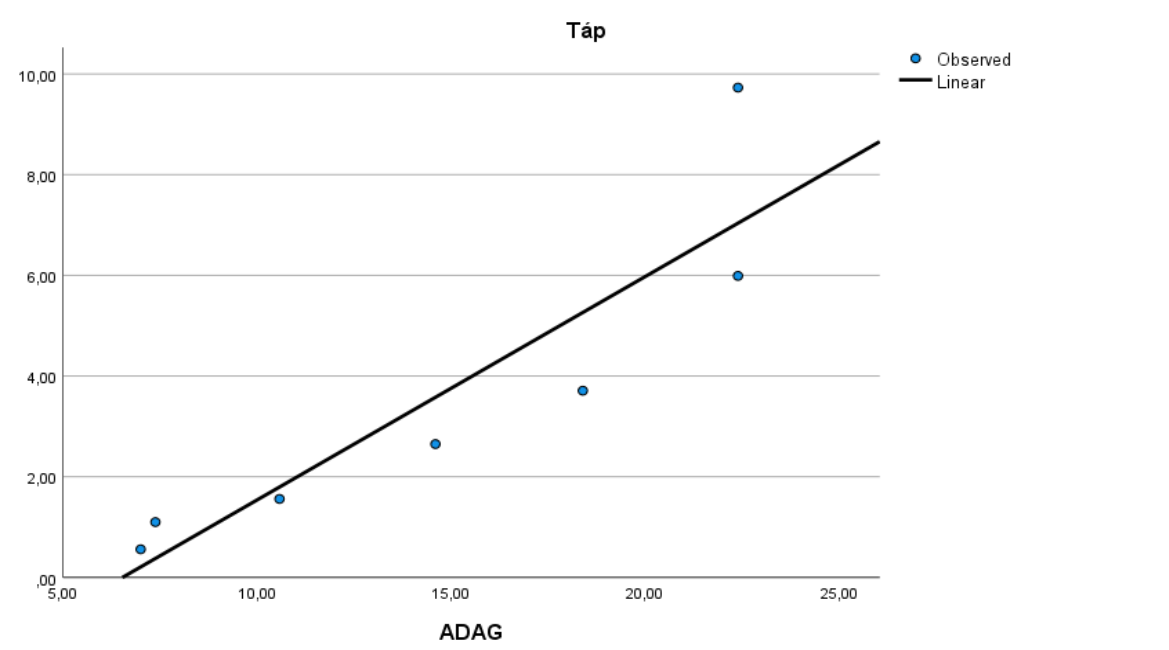
Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	-13,232	7,311		0,130
	ADAG	1,719	0,460	0,858	0,013
a. Dependent Variable: Élő					



2. melléklet. Az ivadéknevelő táp dózisa és a halivadék testtömege közötti lineáris regresszió elemzése

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,898 ^a	0,807	0,768	1,57005
a. Predictors: (Constant), ADAG				
b. Dependent Variable: Táp				

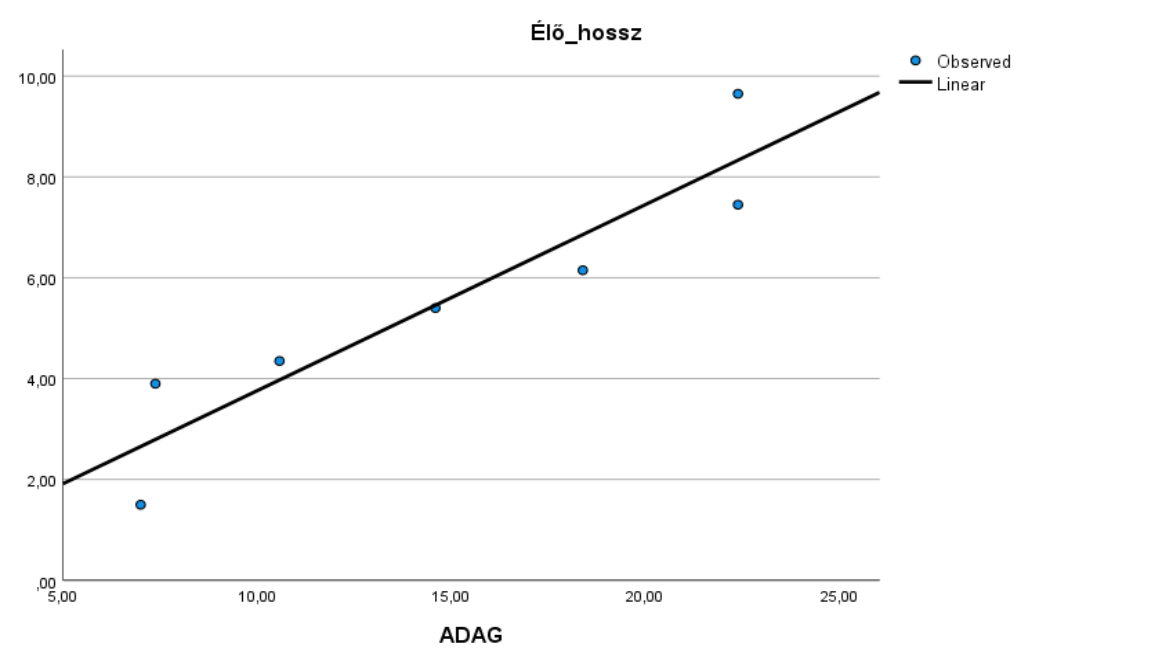
Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	-2,895	1,542		-1,877
	ADAG	0,443	0,097	0,898	4,572
a. Dependent Variable: Táp					



3. melléklet. Az élő táplálék dózisa és a halivadék testhossza közötti lineáris regresszió elemzése

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,928 ^a	0,862	0,834	1,06906
a. Predictors: (Constant), ADAG				
b. Dependent Variable: Élő_hossz				

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	0,074	1,050		0,070
	ADAG	0,369	0,066	0,928	5,583
a. Dependent Variable: Élő_hossz					



4. melléklet. Az ivadéknevelő táp dózisa és a halivadék testhossza közötti lineáris regresszió elemzése

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,943 ^a	0,889	0,867	0,55214
a. Predictors: (Constant), ADAG				
b. Dependent Variable: Táp_hossz				

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	0,571	0,542		1,053
	ADAG	0,216	0,034	0,943	6,321
a. Dependent Variable: Táp_hossz					

