



INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2024. november 20.

A szaporítás időpontjának, valamint a takarmány hatásának vizsgálata a ponty ikrások szaporítási mutatóira és az ikra kémiai összetételére

The effects of time of propagation and feed on the reproductive performance of broodfish and chemical composition of eggs in common carp

Készítette: **Berecz Gergely Gábor**
NAEH9L
Agrármérnöki Osztatlan képzés
Nappali tagozat
Szent István Campus

Témavezető: **Dr. Szabó Tamás**, egyetemi docens, MATE
SZIC AKI, Halgazdálkodási Tanszék
Dr. Bokor Zoltán, tudományos főmunkatárs,
MATE SZIC AKI, Halgazdálkodási Tanszék

Lehetséges OTDK szekció: Agrártudományi Szekció

**Gödöllő
2024.**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	4
1.1. Célkitűzés	5
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. A ponty bemutatása	6
2.2. A ponty tenyésztése Magyarországon	9
2.2.1. Általános bemutatás	9
2.2.2. Ponty takarmányozása	11
2.3. A ponty szaporítása	12
2.3.1. Anyanevelés	12
2.3.2. Keltetőházi szaporítás	13
2.4. Az algák, mint táplálékkiegészítők szerepe a takarmányozásban	17
2.4.1. Élettani szempontok	17
2.4.2. Hatás az ikra minőségére és a szaporítási mutatókra	20
3. Anyagok és módszerek	23
3.1. A Szegedfish Kft. bemutatása	23
3.2. Az anyahalak felkészítése a szaporításra	26
3.2.1. Az ikrások felkészítésének hatása a szaporítási mutatókra	27
3.2.2. A hagyományos és az algás táppal etetett pontyoktól lefejt ikra zsírsavösszetételének meghatározása	27
3.2.3. A hagyományos és az algás táppal etetett pontyoktól lefejt ikra glükóz és fruktóz tartalmának meghatározása	28
3.2.4. Adatok elemzése	29
4. Eredmények és értékelések	29
4.1. Az ikrások beérési százalékának alakulása	29
4.2. A lefajtható ikramennyiségre vonatkozó adatok (PGSI) összehasonlítása	31
4.3. A termékenyülési százalékok összehasonlítása	32
4.4. A 2023. évi szaporítás ikraösszetétel eredményei	34

4.4.1.	Zsírsavösszetételre vonatkozó vizsgálatok	34
4.4.2.	Monoszacharidokra vonatkozó vizsgálatok.....	35
4.5.	A 2024. évi szaporítás ikraösszetétel eredményei.....	37
4.5.1.	Zsírsavösszetételre vonatkozó vizsgálatok	38
4.5.2.	Monoszacharidokra vonatkozó vizsgálatok.....	40
5.	Összefoglalás	42
6.	Irodalomjegyzék	44
7.	Köszönetnyilvánítás	48

1. Bevezetés és célkitűzés

A mai világban egyre nagyobb figyelmet kap a helyes táplálkozás és a megfelelő beltartalmú ételek fogyasztása. Miközben a különböző élelmiszeripari ágazatok egymással versenyeznek a fenntartható és egészséges táplálék előállításában, az akvakultúra és a haltenyésztés szerepe mindinkább hangsúlyosabbá válik. A halhús, mint táplálékforrás az emberi faj kialakulásának korai szakaszában is meghatározó szerepet kapott. Számos kultúrában a mai napig központi szerepet kap, és a rendszeres halfogyasztás a mindennapok része. A világ hal és tengeri termék fogyasztása az elmúlt években stabilan növekszik (FAO 2022). Ezt a növekedést a népesség gyarapodása mellett az emberek minőségi halhús iránti igénye is okozza. Jelenleg a legnagyobb halfogyasztók továbbra is az ázsiai országok, ami cseppet sem lehet meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy népességarányban mekkora részt tesznek ki a teljes bolygó emberi lakosságából. Ugyanakkor észre kell vennünk, hogy nem csak a népesség teszi lehetővé ezeknek az országoknak a halfogyasztásbeli ilyen számottevő fejlődését, de a gazdasági fejlődés és technológia kifinomulása is, mind a halászat, mind az akvakultúra terén (FAO 2022).

A halhús magas fehérjetartalmú, esszenciális többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó és könnyen emészthető táplálékforrás, amely transzzsír-tartalma alacsony. Magyarországon az elmúlt években láthattuk, ahogy a különböző halfogyasztást népszerűsítő és az ágazatot erősítő kampányok komoly előrehaladást biztosítottak a tekintetben, hogy az országos halfogyasztás, noha közel sem olyan arányban, de a növekvő tendenciát tudja tartani a világ többi részével. A MAHOP (2013-2021) program keretében az éves átlag halfogyasztás az éppen csak 5 kg/fő felettiről a kampány nyolc éves lefutása alatt 6,5kg/főre emelkedett, mely 20 százalékos növekedést jelentett ([http1](http://1)). A hazai halfogyasztás azonban nem tekinthető kiemelkedőnek sem az EU-n belül, sem világpiaci tekintetben (FAO 2022). Noha a halszaporítás és a tartástechnológiai fejlesztések terén hazánk mindig is meghatározó volt, a belföldi halfogyasztásunk továbbra is a régi, az év bizonyos időszakaira korlátozott igényt mutatja. Hazánkban a legnagyobb számban termelésbe vont halfaj a ponty (*Cyprinus carpio*). A világ halfajai közül a ponty tekinthető a szó valódi értelmében domesztikált fajnak, mivel mesterséges körülmények közti tartása egészen az ókorig, szelekciója pedig a középkorig nyúlik vissza (Urbányi 2018).

Azonban amíg hazánk és a világ halfogyasztása növekszik, addig a tengeri halászatból származó fogásmennyiség stagnálni látszik (FAO GLOBFISH 2022). A növekvő igényeket pedig a halszaporítás és tógazdasági termelésnek kell kielégítenie. A problémát bonyolítja, hogy a tengeri halászatból származó termékek, mint a halliszt az akvakultúra is igényli. Azzal, hogy csökken a halliszt ellátás a piacon, az ennek a terméknek az árát is megnöveli. Az így emelkedett árú alapanyag hiányában az akvakultúrában szükséges más, hasonló beltartalmú takarmány alapanyag után kutatni. A megoldás, egyes kutatók szerint, az algakészítményekben kereshető (Ansari et al. 2021). Ugyanakkor valóban a takarmányozás volna az az értékbefolyásoló tényező, mely meghatározza a szaporítás sikerességét? A modern takarmányozás és tartástechnikai eljárások, valamint a hozam és értéknövelésre irányuló kutatások tehát elengedhetetlenek, hogy a növekvő igényt az akvakultúra ágazata továbbra is stabilan képes legyen ellátni.

1.1. Célkitűzés

A kutatás célja a szaporítás időpontjának az ikrások beérésére, a lefejlhető ikra mennyiségére, termékenyülési százaléka, valamint kémiai összetételére gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Összefüggést kerestünk továbbá a fenti mutatók és a feletetett takarmány összetétele között is.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A ponty bemutatása

A ponty a világ egyik legrégebben tenyésztésbe vont halfaja (Balon 2004). Egyes kutatások szerint már a harmadkorban szétterjedt és eljutott Eurázsia vizeibe még a jégkorszak ideje előtt, de a pleisztocén klimatikus változásai folytán nyugati és keleti csoportokra szakadt (Kirpicsnikov 1967). Ezt a korai elterjedést vitatják és a fosszilis bizonyítékok hiánya mellett az is ellene szól, hogy más valóban ebből az időből származó fajjal ellentétben nem jutott el se Skandináviába, se a Britt- szigetekre. Jelen tudásunk szerint a faj eredetét tekintve Közép- és Kelet-Ázsiából, a Fekete-tenger, Kaszpi-tenger és Aral-tó környéki területekről származik (Balon 1974). Ezekről a területekről terjedt el a ma is ismert formáira. Kelet-Ázsiában megtalálható *Cyprinus carpio haematopterus*, a japán koi díszponty és az európai domesztikált nemes ponty a, *Cyprinus carpio carpio* (Svetovidov 1933). Látható, hogy a világ két eltérő részén a nemesítési célok is jócskán eltértek. Ezt többek közt az is okozta, hogy amíg Európa szerte a ponty előnyös tartási igényei és jó minőségű bőséges húsa miatt a tenyésztett halak között kiemelkedő, központi szerepet kapott, addig Ázsiában a többi pontyféle között csak egy volt a tartott és tenyésztett fajok sorában.

Európában már az ókori görög és római kultúrák is nagy figyelmet szenteltek ennek a halnak. A cyprinus név is erre utal, mivel azt a hellászi kultúra Ciprus-szigeti Aphrodité istennőnek szentelve tartották számon a termékenysége folytán (Till 2003). A rómaiak kultúrájában is szintén közismertek voltak ennek a halfajnak az előnyös tulajdonságai. Azt tartották, hogy nincs olyan hal, melyről a rómaiaknak ne lenne valamilyen tudomásuk. Lévén birodalmuk változatos vízrajzi területekre terjedt ki és tengeri jelenlétük is jelentős volt (Pintér 2015).

Valódi halastavi tartásról és tudatos szaporításáról azonban a római korban még nem beszélhetünk, noha halászták és fogyasztották a halat. Az első tartási kísérletek a kereszténység elterjedésével kezdődtek. Az egész Európában történő terjesztése erre a korra datálható, mely tudatos volt. A böjti időszakban a hús elhagyása mellett a szerzeteseknek nem volt tiltott a halfogyasztás. Valószínűsíthető, hogy először csak az áruforgalomban megvásárolt példányokat tettek kis kolostori tavacsákba (piscina). Itt a strapabíróbb példányok életben maradtak és még ívásuk is lehetséges volt adott éghajlati és környezeti körülmények közt. A XVI. században Dubravius (1559) cseh püspök hagyta az első pontytenyésztéssel kapcsolatos

írássos emlékeket. Ezekben az írássokban is említést tesz a hal ellenálló képességéről, valamint megfigyeléseket tesz élettani tulajdonságairól és szokásiról.

A ponty rendszertanilag az állatok országába (*Animalia*), a gerinchúrosok törzsébe (*Chordata*), a koponyás gerinchúrosok altörzsébe (*Craniata*), a gerincesek kládjába (*Vertabrata*), az álkapcsos gerincesek főosztályába (*Gnathostomata*), a sugárúszójú halak osztályába (*Actinopterygii*), ezen belül az újúszejú halak alosztályába (*Neopterygii*), a valódi csontoshalak altagozatába (*Teleostei*), a pontyalakúak rendjébe (*Cypriniformes*) és a pontyfélék családjába (*Cyprinidae*) tartozik.

Az Eurázsiai vadpontyok alfajokra osztását először biometriailag Mišik (1958) kísérte meg. Az általa végzett kutatások szerint három csoportra, az európai vadpontyra (*C. carpio carpio*) a Duna vízrendszerében, kelet-ázsiai vadpontyra (*C. carpio haemipterus*) és az Aral-tó vizeiben található köztes formákra bontja. Ezt később öt különálló csoportra bontották (Kirpicznikov 1967). Így az európai-transzkaukázusi ponty (*C. carpio carpio*), kiterjesztve az alfaj elterjedését az Ural folyóig. A közép-ázsiai ponty (*C. aralensis*), a távol-keleti ponty (*C. carpio haemipterus*), az észak-vietnámi ponty (*C. carpio viridiviolaceus*) és az indonéziai ponty, mely a legkevésbé ismert alfaj (Pintér 2015).

Ezt a besorolást ma már nem tartják helytállónak. A részletes genetikai vizsgálatoknak köszönhetően (Mabuchi et al. 2006) már tudjuk, hogy a faj őshazája Észak-Ázsiában található és onnan terjedt szét a ma ismert formákra. Ezen vizsgálatoknak köszönhetően három pontyformát tudunk megbízhatóan megkülönböztetni: az európai-transzkaukázusi pontyot (*Cyprinus carpio carpio*), a távol-keleti (amuri) pontyot (*Cyprinus carpio haemipterus*) és a délkelet ázsiai (észak-vietnámi) pontyot (*Cyprinus carpio viridiviolaceus* /*C. c. rubrofusus*)(Kovács et al. 2018).

A ponty igen könnyen felismerhető halfaj. Népszerűsége révén bárki, aki találkozik vele, fel tudja ismerni jellegzetességeiről. Teste oldalról lapított, háta magas, de ez a jelleg változó életkor, nem, tájfajta, de egyedek közt is. Mivel vizeinkben együtt megtalálható vadpontyok populációinak maradványa és a telepített halastavi nemesített forma is, így célszerű a testhosszúság és testmagasság hányadosa alapján kiszámolt profilindex szerint csoportokra osztani ezeket. Megkülönböztetünk nyurga ponty változatot (profilindex: 3,5-4,5) tőponty változatot (profilindex: 2,8-3,5) és magas hátú ponty változatot (profilindex: 2,0-2,8) (Lehoczky és Urbányi 2023). A tőponty változat jellegzetesen magas hátú, oldalról jobban lapított, míg a nyurga változat inkább hengeres, szivar-szerű testalkattal rendelkezik. Fejük közepes méretű. Szája csúcsba nyíló, harmonika-szerűen kiölthető, testméretéhez viszonyítva

kicsi, szegleteiben egy pár rövidebb, felső ajkán hosszabb jellegzetes bajuszt visel (Lehoczky és Urbányi 2023).

A vad fajoknál a test és fej találkozásánál hiányzik a jellegzetes törés és tarkóvonal, mely a nemesített egyedeken és a visszavadult példányokon szembeűnő. A nemesített változatokban találhatunk pikkely nélküli bőrponty változatot, kevés, hátoldali pikkellyel rendelkező tükörpontyváltozatot, valamint oldalpikkelysoros és teljesen pikkelyes pontyváltozatot is. Azokon a változatokon, melyek rendelkeznek velük, a pikkelyek nagyméretűek, cikloid-alakúak és a hátsó élükön erősebben színezettek. A pigmentáltság egy hálószerű mintát hoz létre az állat testén, melynek színe a világos szürkés-barnától az egészen sötét olajzöldig változhat. A farokalatti úszó sárgás- narancssárgás színezetű, mely az ivarnyílás területére is terjed, többi úszója barna, vagy szürke színű. Ivarérett és ívásra kész állapotban a hímeket és nőstényeket a hátuk magassága, hasuk szélessége és puhasága, valamint az ivarnyílás alakja és színe alapján különböztethetjük meg (Lehoczky és Urbányi 2023).

Élőhely igényét tekintve a hazai vizek ideálisak számára. Eredetileg az alföldi jellegű, nyáron felmelegedő sekély tavak és holtágak vizeihez alkalmazkodott, de megtalálható folyók alsó és középső folyásának mellékágaiban, kiöntéseikben, elmocsarasodó területeken, de jól bírja a viszonylag magas sótartalmat és az oxigénhiányt is bizonyos ideig. A leginkább érzékeny és fejlődést befolyásoló tényező a víz hőmérséklet. Fejlődési hőoptimuma a 23 °C körüli víz hőmérséklet, de életképes még 35 °C-on, sőt egyes megfigyelések szerint rövid ideig a 40°C-os hőmérsékletet is elviseli. Ennek köszönhetően maradhatott fent a Hévízi-tóban a Hévízi törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) változata. A ponty pH optimuma 6,0- és 9,0 értékek közt van. Ezekből is nyilvánvaló lehet, hogy a faj sikerének egyik titka a széles alkalmazkodó-képesség (Pintér 2015).

Eltérő éghajlatokon a ponty ivarérése különböző időt vesz igénybe. Hazánkban az ivaréérés a tejesek esetében 2-3 év, az ikrásoknál 3-4 év. Hidegebb éghajlatokon, ahol az átlag víz hőmérséklet csak ritkán éri el az optimumot, ez akár duplája is lehet, ugyanakkor trópusi környezetben ez az idő egy év. Magyarországon a természetes ívóhelyek nagy részét elvesztették, mivel a folyószabályozások idején a természetes dús növénytakaróval rendelkező kiöntéseket felszámolták. Azokon a területeken, ahol még a természetes adottságok fennállnak, sem lehet rendszeres szaporodást tapasztalni, ugyanis itt a változó vízállás és az árvizek kedvezőtlen hatásai károsítják a már lerakott ikrákat. A balatoni pontyállomány szaporodásának lehetőségei sem sokkal jobbak, mivel itt a hullámozás és a víz magas kolloidtartalma gátolja a természetes szaporulat kialakulását. Ezek kapcsán érthető, ha a hazai pontyállomány

fennmaradása szinte kizárólag a mesterséges telepítéseken és halastavi szaporításon nyugszik (Pintér 2015).

A természetes szaporodás során a vadponty szakaszosan, körülbelül két héten keresztül ívik. Ennek az előfeltétele a víz 18-20 °C körüli átlaghőmérséklete, valamint a napi megvilágítás és a víz megfelelő oldott oxigén mennyisége (5-6 mg/l). Ezek a feltételek legkorábban április végén, de inkább május-június környékén adóttak és hagyományosan egybeesnek az akácfa virágzásával. A vadpontyok fokozatosan érlelik az ikráikat és néhány napos közökben ívnak a hajnali órákban. Csoportosan ívó halfaj. Az ívás kezdetén a tejesek megkeresik azokat az ikrásokat, melyek leginkább érettnak tűnnek, majd mellettük úszva követik őket és igyekeznek fél oldalasan testük alsó élét az ikráséhoz lehető legközelebb szorítani. Ezt a jelenséget nevezik a tejes által az ikrások hajtásának, szakmai körökben. Mivel az ikrás a finom szálú fűvel, vagy vízínövényekkel benőtt sekély vizű területeket keresi fel az ikrák lerakására, így ez a jelenség még természetes körülmények közt is igen látványosan zajlik. A csapkodás egyúttal időzíti és összehangolja az anyahalakban az ikra és tej kibocsátásának pillanatát, amik helyben megtermékenyülnek, majd a növények szálaira tapadnak, ahol a kikelésig fejlődnek. A sekély területek kiszáradásával, a vízszint csökkenésével vagy túl sok ikra egymásra rakódásával az alsó, megtermékenyített ikrák oxigénhiányban elpusztulnak, rajtuk és a meg nem termékenyített petéken a vízi penészgombák nagy pusztítást tudnak véghezvinni. A frissen kikelt lárva még nem tud úszni és továbbra is feltapadva fejlődik, és a szikzacskóból táplálkozik, míg el nem éri az úszó lárva kort, 3-4 nap elteltével. Ebben az időszakban még igen sebezhető és potenciális zsákmányt jelent a ragadozó halaknak, rákoknak és rovarlárváknak is. Később ez utóbbiak a pontyivadék zsákmányát képezik. A ponty mindenevő békés hal. Elfogyaszt magvakat, növényi részeket, de kisebb puhatestűeket és ízeltlábúakat is. Első táplálékai a fiatal lárváknak a kerekesszék (Rotatoria) és evezőlábú rákok (Copepoda) (Horváth és Tamás 2011).

2.2. A ponty tenyésztése Magyarországon

2.2.1. Általános bemutatás

Magyarországon a pontytenyésztéssel kapcsolatos fejlesztőmunka nagy múltra tekint vissza. Bár már a honfoglalás idejéből is vannak halászattal kapcsolatos adataink, tudatos tenyésztés nem kezdődött meg a XIX. század derekáig. A szerzetesek kolostorbeli halastavai után

külföldön Sziléziában, Krakkó és Lublin környékén már nagy halastavakban tartottak intenzív állományokat. Ezek a mai halastavakhoz képest mélyebbek voltak és az állományt 3-4 évente halászták le. A 19. században áttörést ért el a tógazdaságok reformálásával Dubics Tamás. Dubics a Duna Pozsony környéki ártereiben természetesen ívó pontyokat figyelte meg és az ott uralkodó környezeti hatásokat igyekezett mesterséges körülmények közt kialakítani. Az általa képzett tavakban füves aljzatot és sekély vizet biztosított a kihelyezett állománynak, melyek ott ugyanúgy leívtak, mint a természetes ívóhelyeken (Horváth és Tamás 2011). A módszert kistavas ívatásnak nevezzük és Európa-szerte elterjedt. Ebben az időben beszélhetünk a hazai pontyalapú tógazdaságok kialakulásáról, melyek létrejöttében Herman Ottó (1888) központi szerepet játszott. Tanulmányában kijelentette, hogy éghajlati adottságaink leginkább a ponty tenyésztésének kedveznek, így ezt a halfajt leggazdaságosabb tenyészteni, 1894-ben pedig meg is alakult első igazi nagyméretű hazai tógazdaságunk Simontornyán. A korábbi európai nemesítési trendeket folytatván idehaza is a legjobb formákat hozó, betegségekkel szemben ellenálló és nagy hozamú fajtákat kezdték preferálni, minek következtében a hagyományos pontyfajták eltűntek (Lehoczky és Urbányi 2023). Annak köszönhetően, hogy hazánkban már az akkori legkorszerűbb technológia terjedt el a tógazdasági fejlődés igen nagy léptékben volt képes megindulni. A kistavas ívatás azonban a kockázatosabb, de nagyobb termelőerejű, a nagytavas ívatás mellett sosem kapott akkora teret hazánkban. Ennek a módszernek a lényege, hogy az anyahalakat nagy, több hektáros tavakba helyezték ívásra, ahol azok a finomszálú fűvel bevont aljzatra rakták ikráikat és itt nevelkedtek. Ezekből a tavakból nagy mennyiségű egynyaras pontyot lehetett kitermelni, ami kielégítette a piaci igényeket, azonban a szaporítás biztonságossági kérdése továbbra is fenn állt, mely problémát a folyamatos kutatásokkal igyekeztek megoldani (Pintér 2015). Az igazi áttörést Woynárovich Elek (1961) eljárásának leírása jelentette. Az általa kidolgozott eljárás során az ikrásokból lefejt ikrát és a tejesek tejét mesterséges körülmények közt, tálakban olyan oldatban keverik össze, mely 10 l tóvízben 40 g konyhasót és 30 g karbamidot tartalmaz. Az eljárás eredménye, hogy a megtermékenyített ikra elveszti a ragadóságát és elkerülhető a csomósodás és az oxigénhiányból származó elhullás. A módszer lehetővé tette, hogy kialakuljon a ma is használt keltetőházi szaporítás (Horváth 2018).

2.2.2. Ponty takarmányozása

A ponty mindenevő hal. Egyaránt képes felvenni a tavak állati, planktoni és magasabb rendű növényi anyagait. Ez a tulajdonság a takarmányozásnál fontos szempont, mert lehetővé teszi a tógazdaságban az állati és növényi eredetű táplálékkiegészítők alkalmazását. Ezeket egyforma hatékonysággal hasznosítja a szervezete (Mézes 2023).

A halak energiaszükségletét különböző külső és belső tényezők befolyásolják. Ezek a víz hőmérséklete és kémhatása, a takarmány összetétele, a hal testtömege és kora, valamint az élettani aktivitása. Beszélünk standard környezeti hőmérsékletről (SET), ami a ponty esetében 20 °C- os vízhőmérséklet. A víz optimális kémhatása pH 6,5-8,5. Ezeken az értékeken mérték a ponty normál energiaigényét. Ezekről eltérve a halak igényei is változni fognak (Pintér 2015). A halak testméreténél lényeges a testtömeg és a testfelület aránya, melyet a metabolikus testtömeggel (MTT) határoznak meg. A metabolikus testtömeget a következő egyenlettel határozzák meg: $MTT = W^{0,75}$ (ahol a „W” testtömeg). Ezek alapján is látható, amit a gyakorlatban is tapasztalunk, hogy a kisebb szervezet nagyobb élettani testtömeget képvisel, ugyanis a tápanyag hasznosulása az életkor és testtömeg növekedésével javul (Hancz 2007). Ezt a jelenséget az jól mutatja az 1. táblázat, melyben a halak egyedi testtömege látható viszonyítva az MTT értékekkel.

1. **táblázat:** A testtömeg és MTT összefüggése (Hancz 2007).

Testtömeg (kg)	Metabolikus testtömeg (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

A pontyok legfontosabb energiaforrása a táplálékban található zsírok, másodsorban pedig a szénhidrátok. Mivel a nagy zsír- és fehérjetartalmú takarmányok állati eredetűek, melyek emészthetősége 80%, míg a növényi takarmányok főképp szénhidrátokat tartalmaznak és hasznosulásuk 70% (Mézes 2023).

A takarmányozás sikerességét a takarmány várható hozamával számíthatjuk ki. A természetes hozam a takarmányhozam a kihelyezett állomány tömegén felüli növekedés, ezek együtteséből lehet bruttó-, elvárható- és nettó hozamot kiszámolni. A bruttó hozam az összes

lehalászott összes testtömeg. Elvárható hozam bruttó hozamból levont kihelyezési testtömeg, a nettó pedig ellentétesen a bruttó hozam és a kihelyezési testtömeg együttes összege (Szűcs 2000).

2.3. A ponty szaporítása

2.3.1. Anyanevelés

A szaporítás sikerességét kritikusán meghatározó tényező az anyahalak felkészítésének minősége. Ezen belül is az egyik legfontosabb tényező a megfelelő tápanyag ellátás. Ez a szaporításra szánt halak esetében meghatározza, nemcsak az életképes ikra mennyiségét, de az ikra kémiai összetételét és az anyahalak mesterséges körülmények közt történő, a szaporítással járó stressz faktorokkal szembeni ellenállását is. A szaporításon túlesett, ivartermékeitől lefejt halakat nyári tartó tavakba helyezik, ahol az alapvető táplálékot a tó trágyázásával felszaporított plankton szervezetekből, növényi részekből és puhatestűekből fedeznek. Ezeket a folyamatokat a keltetőházi szaporítás fejezetben (lásd. 2.3.2.) részletesebben is kifejtjük. Ebben a nyári szakaszban beszélünk az anyahalak takarmányozásáról. A lefejt anyahalak ikrásai a fejsnél a testtömegük akár 10-20%-át is elvesztik, melyek az ikra mennyiségével távoznak a hal testéből (Horváth 2000). A halak ezt igyekeznek pótolni, továbbá a következő évi petesejteket is ebben az időben kezdik érlelni, így a jó minőségű és nagy tápanyagtartalmú táplálék elengedhetetlen.

Az anyahalak felkészítését célszerű a szaporítást megelőző évben megkezdeni. A peteépítéshez szükséges tápanyagokat a természetes táplálék már nem tudja biztosítani. A megfelelő tápanyag ellátást lehet a tó trágyázásával, a planktoni szervezetek feldúsításával, vagy kiegészítő takarmányozással pótolni. Az ekkor etetett nagy energiájú és fehérjetartalmú takarmány az ivartermékek képzésénél hasznosul, szemben a tavaszi időszakkal, mikor már kész ivartermékekkel rendelkeznek a halak. A tavaszi időszakban célszerű alacsony energiájú, magas fehérjetartalmú takarmányokat etetni, hogy elkerüljük a halak elzsírosodását (Bokor et al 2020).

A tavak fenntartó trágyázása csak egy ideig tudja biztosítani a megfelelő természetes táplálékot, integrált, vegyes haltartásban pedig fenn áll a lehetőség, hogy a ponty táplálékszervezeteit a velük tartott egyéb gazdasági és bekerült gyomhalak is fogyasztják. A takarmányozás csíráztatott, áztatott gabonafélékből, hüvelyesekből és malomipari melléktermékekből is állhat és a halállomány testsúlyának 2-3 %-át teheti ki. Itt lehet

megemlíteni a halak algával kiegészített takarmánnyal történő etetését, melyet a későbbiekben bővebben kifejtünk. A takarmány hasznosulása egy fontos kérdés, ugyanis a takarmányozás a teljes költségek 50-70%-át kiteheti. Figyelembe kell venni a halak emésztési sebességét. Ez a folyamat 12°C-on 40-60 óra is lehet, a nyári melegben a 26°C-os tóban 4-5 óra alatt lezajlik. Ha az emésztés ilyen gyorsan végbemegy, célszerű nem túl nagy mennyiségben etetni, ugyanis a gyors áthaladással a táplálék kevésbé hasznosul, és ezzel takarmányt pazarolhatunk. A takarmányozást végezhetjük kihelyezett etetőpontoknál és önürítő csónakokkal sávosan is (Horváth és Urbányi 2000).

A takarmány felvételét ellenőrizzük a kihelyezés helyén felnézéssel, 3- 4 órával a kihelyezés után. Ha a takarmány elfogyott, növeljük a mennyiséget, ha viszont 8-10 óra múlva is találunk takarmányt, a kihelyezett adagot csökkentjük (Horváth 2018).

A harmadik szezon végére érik el az étkezési méretet és az őszi lehalászások során az állomány egy részét értékesítik. A tenyésztésre tartott egyedeket a telelőkben tartják a szaporításig, eközben megkezdődik a nyári tároló tavak előkészítése. A megfelelő télőlkészítést követően a halakat kihelyezik (Horváth és Tamás 2011).

Az árasztást követően az anyahalakat kihelyezzük. A nyári időszakban a halak igénylik a nagy mennyiségű, nagy energiatartalmú takarmányt a következő szezonra termelődő ivartermékek előállítására. A halak testében az ivartermékek az előző szezon őszeig kifejlődnek. Tavasszal a tápanyagpótlás szükség esetén magas fehérjetartalmú, energiaszegény táplálékkal történik (Horváth et al. 2018).

Itt fontos megemlíteni, hogy a tavakban folyamatosan figyelni kell a takarmány mennyisége és felvétele mellett az oxigénszintet és a plankton mennyiséget. A halak béltartalmát vizsgálják, arra való figyelemmel, hogy milyen arányban fogyasztják a takarmányt a planktonhoz képest. A planktont mintavétellel ellenőrzik, 100 l tóvízben 0,5-2 ml planktoni jelenlét megfelelő (Horváth és Urbányi 2000). Oxigént a nyári tartó tavakban a nagy meleg és a népes és növekvő állományra való tekintettel pótolni kell, melyet lehet vízbefolyó és víztörő tálcás berendezések telepítésével, injektorokkal, vagy lapátos szellőztetőkkel biztosítani. Nagyobb tavaknál azonban az egyszerűbb megoldás lehet motorcsónakkal körbejárni a tavat és így serkenteni az oxigén beoldódását (Horváth et al. 2018)

2.3.2. Keltetőházi szaporítás

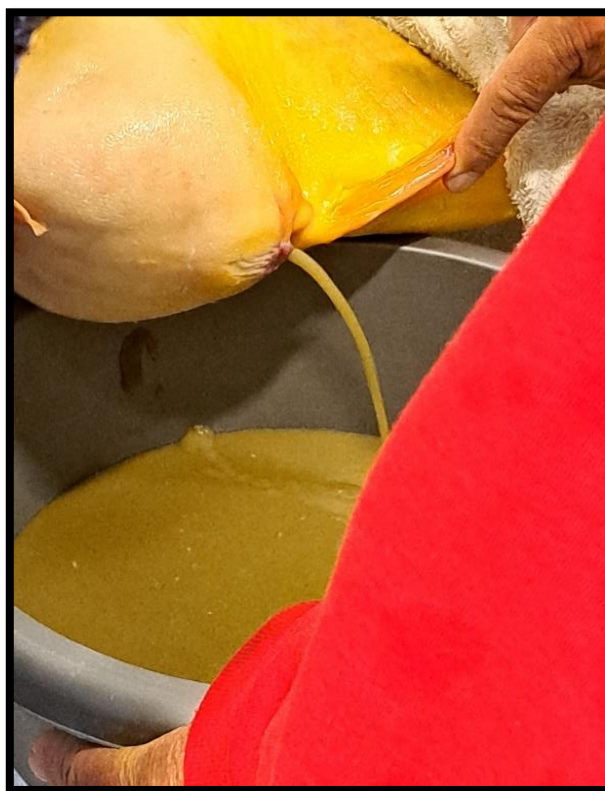
A szaporítás után, az anyahalakat anyahal tartó tavakba helyezik ki. A nyári időszakban felvett táplálékból építi fel a hal a következő évre az ivartermékeket. A nyári tartás végén a

halakat ősszel lehalásszák és a jövő évben szaporításra szánt egyedeket teletetőkbe teszik. Itt a halak a tavaszi szezon kezdetéig maradnak. Március végén, április elején, ha a víz hőmérséklete tartósan 10 °C fölé emelkedik, a halakat ivar szerint elkülönítik. Az ikrásokat a magas hátukról, telt hasukról és puha, csillagszerű ivarnyílásukról lehet megismerni. A tejesek teste viszonylag zömök, lapított teste, ezek ivarnyílása szögbe nyíló, továbbá ekkor a tejük elkezd folyni. A kérdéses egyedeket mindig a tejesekkel együtt tárolják (H. Tamás et al. 1982).

Az ivarválasztás után egy puha hasú, kisméretű ikrást egy tejessel egy tartályba tesznek. Ha ezek ívni kezdenek, az jelzi, hogy az állomány készen áll a szaporításra és felkészülhetünk a szállításukra a keltető házakba, ahol a folyamat le fog zajlani. Szállítást mindig oxigénnel dúsított vízzel teli tartályokban lehet végezni (H. Tamás et al. 1982)

A keltető házakban a halakat általában nagyobb méretű beton medencékbe helyezik, és itt megkapják a peteváláshoz, illetve a spermiációhoz szükséges hormondózt. A hormonkezeléshez használható már korábban kinyert, feldolgozott halak hipofízise (Jaczó 1953), melyet liofilizálnak és porítva hígítanak a nemnek és adagnak megfelelően. Ikrásoknál ez 3,4- 4,5 mg/ testtömeg kilogramm, melyet egy 0,5-1 ml-es elő adag (10%) és az azt követő 12 órában egy 0,2 ml-es második kezelés (90%) formájában kapják (Aliev 1961; Antalfi 1969; Antalfi és Tölg 1967; 1971). A tejeseket 2 mg hipofizissel kezelik egy adagban testtömeg kilogrammonként (Urbányi és Horváth 2004). Hipofízis helyett elterjedt eljárás GnRH hormonkészítmények használata, melyek előnye, hogy a hipofízises kezeléssel ellentétben esetleges sikertelen fejés után a halak nem pusztulnak el. Hormonkezelés után az ikrások ivarnyílását bevarrják (Antalfi és Tölg 1966), hogy ne hullajtson ikrát és ne tudjon ideje korán leívni a medencék aljára.

Sikeres hormonkezelést követő 12 órás pihentetés után az ikrások közé jelölő tejest engednek, melyek ívni próbálnak a legérettebb ikrásokkal. Ezeket az érett ikrásokat vesszük ki először fejésre. A halakat altatva kezeljük, melynek sikerességét ellenőrizhetjük az altatókádákban a hal oldalára fordításával. Ha a hal altatása sikeres, nem fordul vissza azonnal. Az altatott halakat kiveszik és szárazra törlik, majd az ivartermékeket száraz tálakba fejik (**1. ábra**) (H. Tamás et al. 1982).



1. ábra: Ikratermék lefejtése tálba (Fotó: Berecz Gergely Gábor).

Az így kinyert ikrát és tejet összekeverik termékenyítő oldattal (10 l víz, 40 g só, 30 g karbamid) és kevergetni kezdik, míg az ikra a termékenyítő oldatban megduzzad. A duzzadás a termékenyülést követő 10-20 percben szabad szemmel is láthatóan duzzadni kezd, mely egy óra elteltével akár hatszoros növekedést is jelenthet (Hancz 2007). Ezt követi egy csersavas kezelés (Woynárovich 1963; 1965), mely a ragadósságot irreverzibilisen szünteti meg (0,5 g/l). A kezelés során 10 liter ikrához 1 liter csersavas oldatot adnak, majd felkeverik és hagyják ülepedni, utána pedig leöntik és átmoszák tiszta vízzel. Az átöblítést legalább háromszor megismétlik.

A termékenyítési eljárás hatására az ikraszemek akár 90%-a is megtermékenyül, ami a természetben tapasztalt 50-60%-al szemben igen nagy javulás. A termékenyült és megduzzadt szemeket Zuger-edényekbe helyezik (**2. ábra**), ahol állandó vízfolyást biztosítanak és szabályozni tudják annak mértékét. Itt történik az ikraszemek érlelése. A három napos embriogenezis alatt az ikratételeket többször kezelik, a vízi penészgombák kártétele ellen. A vízáramlást úgy állítják be, hogy először az érzékeny szederesírára való tekintettel alacsony, később a több oxigént igénylő és bomlástermékeket hatékonyabban kijuttató nagyobb vízfolyást biztosítanak a Zuger-üvegekben. Kikelés előtt a lárva az ikrában mocorog, koptatja az ikra falát (H. Tamás et al. 1982).



2. ábra: Zuger-üvegek keltetőházban (Fotó: Berecz Gergely Gábor).

Az első lárvák kikelését követően a vízátfolyást megszüntetik, hogy az ún. „kelési enzim” feldúsulása és a keletkező oxigénhiány szinkronizálja a kelést. A kikelt lárvákat nagyobb edényekbe helyezik, mint amilyen a **3. ábrán** látható, ügyelve a sérülékeny lárvák épségére. Az edényekben újra szabályozható vízátfolyást és olyan felületet biztosítanak, melyekre a lárvák fel tud tapadni.



3. ábra: Ponty lárvák tároló edény falára tapadva és vízben lebegő ki nem kelt ikrák (Fotó: Berecz Gergely Gábor).

A lárvák az első 3-4 napban még nem képesek az edény falára tapadva fejlődni tartalékaiból. A 3-4. napra elkezdnek úszni a zsenge lárvák és úgynevezett gyertyázó mozgást végeznek a tartályban, melynek során megtöltik úszóhólyagjukat gázzal és képesek lesznek a rendes úszásra. Ezen a ponton már felérték a szikzacskójuk tápanyagraktárát és elkezdnek táplálkozni. A lárvák érésének összehangolása érdekében egy-két alkalommal etethető főtt tojásból készült turmix. A tojásturmix-szal késleltethetjük a kihelyezését az ivadéknevelő tavakba, míg az összes úszni nem kezd. A kihelyezéssel kikerülnek a keltető házból és ezzel a keltetőházi szaporítási szakasz lezárul (Horváth et al. 1985a; 1985b). Ezt követően a nélkülözhetetlen természetes táplálékhoz is hozzájutnak, amelyet az első időszakban kerekesszék, majd alsórendű rákok képviselnek.

2.4. Az algák, mint táplálékkiegészítők szerepe a takarmányozásban

2.4.1. Élettani szempontok

Az algák szerepe az állattenyésztésben az elmúlt 40 évben nagy fejlődésen ment keresztül. Az algák egy polifiletikus csoportosítás, tagjai nem képeznek természetes rendszertani csoportot és becslések szerint közel 10 000 fajt foglal magába (Szabó et al. 2014). Kezdetben az algát élelmiszerforrásként, humán táplálkozásra termesztették. Japánban és Koreában egyes területein már a kezdetben létesítettek algafarmokat a népesség ellátására (Benemann 2016). Manapság ez a szektor egyre kisebb területet foglal el az algák felhasználási palettáján. A következőkben részletesen kitérünk az algák állati takarmányozásának lehetőségeire, élettani hatásukra és beltartalmi tulajdonságaikra, ugyanakkor említést kell tennünk két, lényeges és jövőbe mutató kutatásról is, melyek az algák további felhasználását sejtetik. Kutatásokkal kimutatták, hogy az alga alapú étrend kiegészítők használata segítette az izomregenerálódást (Bell et al. 2017), valamint pozitív hatással volt a májgyulladás gyógyulására (Neyrinck et al. 2017).

A mikro- és makroalgák takarmány kiegészítőként való felhasználása már régóta bevett szokás az állattenyésztés különböző területein. Vincze (2012) megállapítása szerint „A mikroalgák összetétele megközelíti az állati test összetételét, ezért kezdetben a takarmányozásban olyan mértékben használták fel, hogy a fehérje szükséglet 50%-át fedezze.” Számos kísérlet kutatta, hogy különböző háziállatok termelékenységére milyen hatással van az algával dúsított takarmányozás. Az egyes algafajok tápanyagtartalmát összehasonlítva egyéb

gazdasági táplálék kiegészítőkkel látszik, hogy a vizsgált algafajok beltartalma eléri azokat, melyet a 2. táblázat szemléltet (Mészáros 2012).

2. táblázat: Egyes algafajok és más kereskedelmi forgalomban kapható táplálékkiegészítők összehasonlítása (Mészáros 2012).

	Nyers fehérje [%]	Nyers lipid [%]	Nyers szénhidrát [%]	Ásványi anyag [%]	Bruttó energia [MJ/kg]
Halliszt	63,0	11,0	-	15,8	20,1
Baromfi takarmány	58,0	11,3	-	18,9	19,1
Kukorica sikkér	62,0	5,0	18,5	4,8	21,3
Szója	44,0	2,2	39,0	6,1	18,2
Búzadara	12,2	2,9	69,0	1,6	16,8
Spirulina	58,0	11,6	10,8	13,4	20,1
Chlorella	52,0	7,5	24,3	8,2	19,3
Tetraselmis	72,2	14,0	45,4	11,5	18,0
Schizochytrium	12,5	40,2	38,9	8,4	25,6
Gracilaria sp¹	34,0	1,5	37,1	26,9	13,4
Gracilaria sp²	10,0	0,9	50,1	34,0	11,2

1- Halnevelő elfolyó szennyvizében tenyésztett, 2- Természetes élőhelyen gyűjtött (Mészáros 2012).

A tapasztalatok azt mutatják, hogy az algák természetes anyagai jobban hasznosulnak állati emésztés során, mint a mesterséges készítmények. Azon kívül, hogy vitaminokban gazdagok, képesek karotinoidokat szintetizálni, melyre rajtuk kívül csak bizonyos mikroorganizmusok, gombák és magasabb rendű növények képesek, az állatok azonban nem. Azonban az állati szervezeteknek szükségük van karotinoidokra az egészséges fejlődéshez, sőt baromfik tojásában növelheti akár 15%-al a tojássárgája pigmentáltságát (Mészáros 2012.). Az algák ezen kívül jó forrásai a többszörösen telítetlen zsírsavaknak. Az állati szervezet ilyen zsírsavakat csak linolsav és linolénsav felhasználásával tud előállítani, megfelelő enzimek hiányában. Az algák 16-18 szénatom számú telített zsírsavakból képesek ω -3 EPA-t (eikozapentaénsav) és DHA-t (dokozahexaénsav) előállítani. A **3. táblázat** néhány algafaj zsírsav tartalmát mutatja be rázott lombikos kultúrában (Szabó et al. 2014.):

3. táblázat: Mikroalgák zsírsav tartalmának bemutatása (Szabó et al. 2014).

Mikroalga	Biomassza zsírsav tartalma (%)	EPA tartalom (%)	
		Lipidben	Biomasszában
<i>Cylindrotheca fusiformis</i>	24,4	7,2	1,8
<i>Navicula pelliculosa</i>	25,4	9	2,3
<i>Nitzschia angularis</i>	7,7	24,7	2,2
<i>Porphrydium cruentum</i>	6,8	3,7	0,3
<i>Pavlova gyrans</i>	21	8,3	1,7
<i>Prymnesium parvum</i>	12	23,3	2,8

Az algák továbbá tartalmazznak aminosavakat is. Az algák közül kiemelkedő a *Spirulina platensis* faj, mivel teljes tápértékű alternatíva, tartalmazza az összes aminosavat, vitaminokat, és sejtfalai cellulóz nélküliek, minek köszönhetően jobban hasznosul az állatok szervezetében. Az algák aminosav tartalmát vizsgálták Szabó et al. (2014) 100 g fehérjében, melyet a 4. táblázat mutat be.

4. táblázat: Mikroalgák aminosav tartalma, g/100 g fehérje (Szabó et al. 2014).

Mikroalga	Alanin	Cisztein	Glutamin	Lizin	Metionin	Fenil-alanin	Tirozin
<i>Chlorella vulgaris</i>	9,4	na.	13,7	6,4	1,3	5,5	2,8
<i>Dunaliella bardawil</i>	7,3	1,2	12,7	7	2,3	5,8	3,7
<i>Spirulina platensis</i>	9,5	0,9	10,3	4,8	2,5	5,3	5,3
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	4,7	0,2	7,8	3,2	0,7	2,5	na.

Pontyok takarmányának algával történő dúsítására már korábban is voltak kísérletek. 2019-ben egy kísérlet során négy véletlenszerűen összeállított pontyanyákból álló csoportot alkottak, melyek hagyományos tápot, Chlorellával dúsított tápot, szennyvízen tenyésztett alga száraz biomasszájával dúsított tápot és toxikus cianobaktériummal dúsított takarmányt etettek. A dúsított takarmány mindhárom esetben a takarmány 10%-át tette ki. A kísérlet 29 napig tartott, minek utána a halak külső és belső minőségi mutatóit összevetették. Azt tapasztalták,

hogy a *Chlorella* algával dúsított tápon nevelt halak húsösszetétele kedvezőbben alakult a többi csoporthoz képest. Valamint mindkét algás csoport szervezetében magasabb zsírmennyiséget és nagyobb telítetlen zsírsavmennyiséget mutattak ki (Kopp et al. 2019).

Sobczak et al. (2020) vizsgálták az ω -3 PUFA (polyunsaturated fatty acid, többszörösen telítetlen zsírsav)-dús takarmánnyal (*Schizochytrium* sp. liszt és lazac olaj) etetett halak húsminőségét, annak összetételére és zsírsav profiljára való tekintettel. Ezen felül megfigyelték az étkezési minőségi jellegeket, mint a szín, textúra és íz. Azt tapasztalták, hogy a vizsgált halak húzában a dúsított takarmány hatására a fenti mutatók mind megváltoztak. Az ilyen táppal takarmányozott halak kevesebb fehérjét és több nyers zsírsavat és vizet tartalmaztak, ugyanakkor az érzékszervi bírálaton negatívan szerepeltek. A húsból kémiai vizsgálatok során magasabb PUFA-t, ω -3 PUFA-t, összes EPA-t (eikozapentaénsav) és DHA-t (dokozahexaénsav), ω -3/ ω -6 arányt és kisebb arányban teljes MUFA (monounsaturated fatty acid, egyszeresen telítetlen zsírsav)-t mértek, mint a kontroll csoport hagyományos táppal etetett egyedeinél. Továbbá kimutatták, hogy a kísérletben a *Schizochytrium* sp. liszttel dúsított takarmánnyal etetett halak a lazac olajos csoporttal szemben jobb eredményeket mutattak zsírsav összetétel tekintetében kisebb íz minőségi romlás mellett (Sobczak et al. 2020).

2.4.2. Hatás az ikrák minőségére és a szaporítási mutatókra

A lipidek és az őket alkotó zsírsavak a fehérjékkel együtt élettani szempontból rendkívül fontos szerves alkotóelemei a halak szervezetének. Fontos szerepet töltenek be az ivarsejtek termelésében, és az embrió-, illetve lárvafejlődésre is döntő hatást gyakorolnak. A halakkal kapcsolatban számos tanulmány kimutatta, hogy összefüggés van a szaporodás eredményessége és az ivarsejtek zsírsav-összetétele között.

A legtöbb édesvízi hal ikrája n-6 PUFA-t tartalmaz nagyobb mennyiségben, különösen tekintettel a 20:4n-6 (arachidonsav) és 18:2n-6 (linolsav) zsírsavakra (Wiegand, 1996). A ponty ikrájában található PUFA-k nagyon fontosak a megtermékenyítés sikeressége és a lárvafejlődés szempontjából (Mukhopadhyay és Ghosh 2003).

Számos egyéb tanulmány bizonyította, hogy több, az ikrák minőségét jelző mutató, köztük a termékenyülési és a kelési százalék, valamint a lárvakori túlélés pozitívan korrelált a megnövekedett n-3 HUFA-szinttel (pl. tengeri durbincs (*Sparus aurata*), tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax*) (González-Félix et al. 2019). Zebra danióban (*Danio rerio*) kimutatták, hogy az n-3 és n-6 zsírsavak kiegyensúlyozott aránya javítja az ikrák szaporodási

teljesítményét és növeli a kelési százalékot (Jaya-Ram et al., 2008). A zsírsavak jelentősen befolyásolják az ikrák és a lárvák minőségét a csapósüggerben (*Perca fluviatilis*) és a pontyban (Mukhopadhyay és Ghosh 2003).

Az ikra zsírsav-összetétele számos tényezőtől függ. A zsírsavprofilok változásának legfontosabb okai a fajok közötti különbségekre és a tenyészállomány takarmányozására vezethetők vissza. Az embriógenézis és a nem-táplálkozó lárvá fejlődése során a tápanyagok „anyai úton biztosítottak”, és a vitellogenézis során kerülnek be a petesejtbe. Azt is megállapították, hogy az ikra zsírsavprofilja különbözik a fogságban tartott és a vadon élő halak között, tehát a környezeti feltételek jelentős hatással vannak a halakra biokémiai összetételére (Krautz et al. 2010).

A halfajok ikrájának és ivadékanak minőségét befolyásoló tényező egy része endogén: a genotípus, a tenyészállomány kora és mérete, a petefészkek jellemzői, a fejlődő ikrák mérete és ivarsejtek kora (Carillo et al. 2000). A tényezők másik része exogén: az ikrák felszínének bakteriális fertőzése, ikrakezelés, tenyészállomány takarmányozása. A halak szaporodásának sikerét nagyban meghatározza a halak tápláltsági állapota, az életkor, a termékenység, az ikraméret, az ikrák kémiai összetétele és az embrionális fejlődés is (Carillo et al. 2000). Édesvízi halakban az embrionális fejlődés a szikzacskóban található tartalék tápanyagoktól függ. Kutatások bebizonyították, hogy a szikanyag összetételét a takarmányozáson keresztül befolyásolni lehet.

Az anyaállomány takarmányozása befolyásolhatja a szaporodási folyamatokat, beleértve a fekunditást, az ivási gyakoriságot, a szikanyag összetételét és az ikra minőségét (Bobe et al. 2009). Azonban a takarmányozás hatása a szaporodási folyamatokra és/vagy az ikra minőségére nem minden halfaj esetében bizonyított, elsősorban azon fajoknál, ahol a tenyésztési technológia még fejlesztés alatt áll. Meg kell jegyezni azt is, hogy a táplálkozás specifikus hatásait nehéz meghatározni és értékelni, elsősorban az eltérő kísérleti körülmények és az alkalmazott módszerek miatt.

Kimutatták, hogy a nyersfehérje százalékos aránya az anyahalak takarmányában hatással van az ivás időpontjára és az ivadékok túlélésére a nílusi tilápiában (*Oreochromis niloticus*) (Siddiqui et al. 2008). A takarmány fehérjetartalmának növelése javította a szülőállomány növekedését és a lárvák túlélését. A termékenység viszont szignifikánsan magasabb volt azoknál a halaknál, amelyek kevesebb fehérjét kaptak (25–35%, szemben a 40–45%-kal. Hasonlóképpen Watanabe et al. (1984) megállapította, hogy a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) által termelt ivarsejtek minősége jobb volt alacsony fehérjetartalmú (30%) takarmány esetében, mint a magasabb fehérjetartalmú tápnál (57%).

A lipidek összetétele a tenyészhalak takarmányozásának kritikus eleme, mivel a lipidek biológiai szerepe sokrétű: sejtmembránok alkotóelemei, energiatárolás és jelátvitel feladatokat is ellátnak. Az esszenciális zsírsavak fontosak az embrionális és a lárvafejlődés során és a megmaradás szempontjából. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA-k) beépítése az étrendbe különösen fontos, mert a halak nem képesek őket szintetizálni (Mézes 2000).

3. Anyagok és módszerek

3.1. A Szegedfish Kft. bemutatása

A Szegedtől észak-keleti irányban található Fehértó évszázadok alatt alakult ki, mint a Dél-Alföld természetes vízgyűjtő medencéje, amely jelentős mennyiségű vadvíz tárolására volt alkalmas. A belvízzel évtizedek alatt összehordott sziksó nyáron, a magasabb helyeken visszamaradt és fehér foltokban „kivirágzott”. Innen a gazdaság neve, Fehértó.

Szeged Város Közgyűlése 1930. október 27-én döntött a Szegedi Halgazdaság létrehozásáról, a terület mezőgazdasági hasznosításáról. A Fehértói halastavak építése 1960-ig tartott majd 1979-1982 között a Gyevi fertő területén egyszerű gazdasági társulás keretében – a Fehértói halastavakhoz kapcsolódóan megépült az Új halastó I-II üteme. A Szegedfish Kft. 1993. évtől kezdődően a Szegedi Állami gazdaság jogutódjaként folytatja a tógazdasági haltermelést. A gazdaság 3 üzemegységben (Fehértó, Sándorfalva, Újhalastó) területen folytat tógazdasági haltermelést (Sztanó, 2018). A gazdaság területének hasznosításáról az **5. táblázat** tájékoztat.

5. táblázat: A gazdaság területi elosztása

Művelési ág	Terület	Aranykorona érték
szántó	0,5 ha	8,41 Ak
halastó	1923,7 ha	-
nádas	47,5 ha	1488,16 Ak
gyep-legelő	17,3 ha	10,16 Ak
KIVETT	93,4 ha	-
Összesen:	2082,4 ha	1506,73 Ak

A nátrium-karbonátos halastavak sík vidéken létesültek, ezért az úgynevezett körtöltéses típusba tartoznak. A halastavakat terepszint felett mesterséges töltések veszik körül, melyeken a közlekedés csak kisvasúttal, illetve az új tavakon, üzemi úton oldható meg. A tőrendszer vízforgalma a vízügyi hatóság által kiadott üzemeltetési engedély szerint, az Algyői főcsatornán keresztül zajlik. A vízkormányzás zavartalan biztosításáról 116 db zsilip és 8 db átlagosan egyenként 750 l/s vízszállító képességű elektromos szivattyú gondoskodik. A halastavak éves lekötött vízmennyisége összesen 32 millió m³. A téli belvíz tárolási kötelezettség miatt az őszi

lehalászást követően 11 millió m³ víz befogadását kell biztosítaniuk. A nevelő tavak feltöltése március hónaptól a Tisza-folyó vizével kezdődik. A nagyobb halhozam elérése érdekében – június elejétől- az elpárolgott vízmennyiséget szintén a Tisza – folyó vizéből pótolják. A tavak feltöltésénél minden esetben különböző méretű halrácsokat használnak (Mucsi 2014). Az elmúlt évtizedekben történt fejlesztések eredményeként közel 2100 hektáros halastórendszerben, köszönhetően a különleges földrajzi adottságoknak (mikroklíma, talajadottságok, kedvező vízellátás, stb.), valamint az itt dolgozó mérnökök kutatómunkájának, a tavakban előállított halak élvezeti,- és tenyésztési tulajdonságai kiválóak. A társaság több évtizedes kutatómunkája eredményeként a helyi adottságokhoz jól alkalmazkodó, genetikailag ellenálló, zsírszegény és tiszta ízű, államilag elismert önálló tájfajtát tenyésztett ki: a Szegedi Tükrös Pontyot, mely a **4. ábrán** látható ([http2](#)).



4. ábra: Szegedi tükrös ponty (Fotó: Solymosi Enikő)

A körtöltéses halastavakban a következő halfajokat termelik, fehér busa, amur, csuka, szürke harcsa a HACCP Élelmiszerbiztonsági rendszer alapján, szigorúan ellenőrzött technológia szerint ([http2](#)).

A halak szaporítását tenyész szelekcióval kialakított törzsállományból származó ikrás és teljes egyedek segítségével, mesterséges termékenyítés módszerével végzik. A gazdaság az

ágazati minisztérium által elismert, tenyésztő szervezetként akkreditált keltető állomást üzemeltet ([http2](#)).

A tavak szaporítóanyaggal történő folyamatos ellátása érdekében évente 2,5-3 millió db ivadékot kell biztosítani, ezért a keltetőházban egy-egy idényben 40-50 millió ikrát kell fejni és termékenyíteni. A tórendszerbe kikerülő valamennyi halat mesterségesen szaporítják.

A szakállatorvos folyamatos jelenléte, a rendszeres víz vizsgálatok – biológiai, kémiai- és az ellenőrzött minőségű takarmány felhasználás, garancia a kiváló minőségű halhús előállítására ([http2](#)).

A hosszú, közel 3 éves termelési ciklus miatt elengedhetetlen, hogy a termelés minden fázisában szakszerű, fegyelmezett munka folyjon. Az éves haltermelés 1800 tonna. Előállítanak bel- és külpiaci értékesítésre ivadékot, tenyész-, sport-(horgász) és étkezési halat. Az értékesített halak mintegy 30-40 %-a évtizedek óta az EU országaiban talál gazdára. A többi halat hazai horgászegyesületeknek, kereskedelmi és vendéglátó egységeknek, valamint társ gazdagságoknak értékesítik. Köszönhetően a technikai, technológiai fejlesztéseknek, igény szerint folyamatos ellátást tudnak biztosítani a különböző fajú és korosztályú halakból vevőik számára (Mucsi 2014).

A cég részt vesz a dél-alföldi régió halellátásában (pl. Baja és térsége, Szeged és környéke stb.) továbbá jelen van a különböző halászléfőző versenyeken és halfesztiválokon (pl.: Bajai Halászléfőző Népünnepély, Nemzetközi Szegedi Tiszai Halfesztivál, Budapesti halfesztivál, stb.). A halgazdaság vezetése kezdettől fogva kiemelt figyelmet fordít a hazai és nemzetközi kutatási eredmények megismerésére és azok hasznosítására. Részt vesznek a magyar szakmai szervezetek munkájában és azok külföldi kapcsolatainak ápolásában (Mucsi 2014).

A társaság az ország halellátásában betöltött szerepe mellett fontos feladatot lát el a természetvédelem, a vízgazdálkodás és az intenzív agrárgazdálkodás összekapcsolásában. A tórendszer a Pusztaszeri Tájvédelmi körzet részeként a NATURA 2000 hatálya alá tartozik, ezen belül a tavak nagy részére a vizes élőhelyeket szabályozó Ramsari Szerződés előírásai is vonatkoznak. A természetvédelmi területként is funkcionáló halastavakat bel- és külföldi természetbarátok, hivatásos és amatőr ornitológusok, valamint természetfotósok rendszeresen felkeresik, akik szívesen látott vendégek ([http2](#)).

A SZEGEDFISH Kft. az ország halellátásában betöltött szerepe mellett fontos feladatának tartja a vizes élőhely megőrzését, az eredményes természetvédelem, vízgazdálkodás és haltermelés érdekében. A nagy kiterjedésű nádas, mocsaras, vizenyős és bő táplálékot biztosító terület szinte mágnesként vonzza a védett madarakat. Egy ornitológiai statisztika a Fehértón fészkelő, átvonuló téli vendég és ritkán előforduló fajok együttes számát

211 fajban rögzíti. A halastó rendszer természetvédelmi kezelője a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága (Mucsi 2014).

A Szegedfish Kft. telephelyén 2007 decembere óta megújult formában működik a Halárusító és Halfeldolgozó üzemegység. Ennek keretein belül minden ügyfél kiszolgálása megoldott, akik saját maguk, otthon kis tételben szeretnének finom, friss, ízletes halat készíteni. A Kft. csak garantáltan egészséges, friss, saját halat hoz forgalomba, illetve dolgoz fel. Minden feldolgozott tétel 24 órán belül értékesítésre kerül. Az igényeknek megfelelően árusítanak tisztított és filézett halat. Ponty egész évben, a többi halfaj pedig időszakosan áll a vásárlók rendelkezésére (<http2>).

3.2. Az anyahalak felkészítése a szaporításra

A pontyanyákat a 2022-es és 2023-as őszi lehalászást követően egy 10 hektáros tóba helyezték, ahol a téli időszakot töltötték. A tóba az ikrásokat és a tejeseket együtt helyezték ki. A tó lehalászására következő év április hónapban került sor, amikor a víz hőmérséklet 15 °C-körül alakult. A lehalászást és az ivar szerinti szétválogatást követően az ikrásokat és a tejeseket külön tavakba rakták. A tavak mérete 800 m², egy-egy kis telelőbe 80-90 hal került. A víz hőmérséklet emelkedése már lehetővé tette a takarmányozás megkezdését. A szülőhalak egyik felét hagyományos, a másik felét „algás” táppal etették. Az alga koncentrációja a tápban 2023-ban 1,0 %, 2024-ben 3,0 % volt. A kezelt anyaállomány felkészítéséhez hozzávetőlegesen 1,0 tonna tápra volt szükség. A dúsításhoz szükséges alga mennyisége 30 kg volt. Az alga tápba történő bekeverést a szarvasi takarmányüzem végezte el. Az algás táppal (és kontroll táppal) történő etetés időtartama a szaporítás időpontjától függően 4-6 hét volt. Az anyákat a szarvasi Haltáp Kft. ponty anyatápjával etették, melynek összetétele a következőképpen alakult: szárazanya: 88,0 %, nyersfehérje: 27,0 %, nyerszsír: 3,8 %, nyersrost: 2,3 %, nyershamu: 4,7 %. Az algás csoport alga kiegészítést (*Chlorella* spp., *Scenedesmus* spp., *Coelastrella* spp., *Acutodesmus* spp.) kapott, a korábban részletezett koncentrációban. Az alga kiegészítéshez az algakészítményt a Zöldségcentrum Kft. biztosította.

3.2.1. Az ikrások felkészítésének hatása a szaporítási mutatókra

A pontyok keltetőházi szaporítására a 2023 és 2024 évek májusának második felében került sor. A pontyok szaporítása az évtizedek óta alkalmazott, hagyományos eljárással történt.

A vizsgálatok során a termékenyülési %, a beérési %, valamint a pszeudo-gonadoszomatikus index (PGSI) voltak a vizsgált szaporítási mutatók. A termékenyülési % fontos szaporodásbiológiai és szaporítási mutató, melynek alakulása nagyban meghatározza a szaporodás / szaporítás hatékonyságát. Elsősorban az ivarsejtek minőségétől függ, de a mesterséges termékenyítés technológiája, valamint a szaktudás is meghatározó. A hormonkezelés eredményességét jellemezhetjük a beérési százalékkal. Ezzel kifejezzük, hogy a hipofizált halak hány százaléka reagált a kezelésre. A beérési % mutatja meg az ovulált halak arányát az összes kezelt alany egyedszámahoz viszonyítva. A PGSI százaléérték, amely egyedszinten fejezi ki az egy testtömeg-kilogrammmra jutó lefejt ikra mennyiségét. Az ikraproduktum egyik hiteles mérőszáma, melynek meghatározása nem követeli meg az anyahalak feláldozását, az ikra ovulációját, majd lefejtését követően.

- beérési %: $\text{ovulált halak száma} / \text{kezelt halak száma}$
- pszeudo-gonado-szomatikus index (PGSI)
 - $(\text{lefejt ikra tömege} / \text{hal tömege fejés előtt}) \times 100$
- termékenyülési %:
 - $(\text{megtermékenyült ikrák száma} / \text{termékenyített ikrák száma}) \times 100$

3.2.2. A hagyományos és az algás táppal etetett pontyoktól lefejt ikra zsírsavösszetételének meghatározása

A lefejt ikra zsírsavösszetételének meghatározása során, a többszörösen telítetlen zsírsavakra, az omega-3 és omega-6 zsírsavakra fókuszáltunk, különös tekintettel az eikozapentaénsavra és a dokozahexaénsavra. Ezek azok a zsírsavak ugyanis, melyek leginkább hatással vannak az ovulált ikra minőségére.

Az n-3 zsírsavak vagy omega-3 zsírsavak olyan telítetlen zsírsavak, melyekben az utolsó telítetlen szén-szén kettős kötés az n-3 pozícióban található; azaz a zsírsav láncvégi metilcsoportjától 3 kötésnyire. Az esszenciális n-3 zsírsavak közé tartoznak a többszörösen telítetlen alfa-linolénsav (ALA), eikozapentaénsav (EPA), és dokozahexaénsav (DHA). A

halak szervezete nem képes az $n-3$ zsírsavak de novo szintézisére, de a 18-as szénatomszámú $n-3$ zsírsav alfa-linolénsavból elő tud állítani 20 és 22 szénatomos telítetlen $n-3$ zsírsavakat (például EPA-t illetve DHA-t) (Mukhopadhyay és Ghosh 2003).

A zsírsav tartalmat a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai végezték az intézet saját laboratóriumában. A zsírsav tartalmat metil-észter képzéssel (FAME) mérik, amellyel a minta zsírsavösszetétele és az egyes zsírsavak koncentrációja adható meg. A vizsgálat során a mintát antioxidáns jelenlétében metanol-kloroform-sósav három komponensű rendszerben 90 °C-on feltárják, melynek hatására a mintában található karboxil csoportokat tartalmazó vegyületek metilészterekké alakulnak. A három komponensű (turner) rendszer egyensúlyát víz hozzáadásával megbontjuk, ennek hatására a kloroform fázisból a zsírsavak gázkromatográfiás módszerrel elválaszthatóvá válnak. A metilésztereket tömegspektrofotométer segítségével detektáljuk. A kapott eredményeket mg / g mértékegységben adjuk meg.

A zsírsavanalízis során a következő vegyszereket és eszközöket használtuk; -20 °C-os fagyasztó, 20 ml-es HS fiola+teflon záróelem, Mettler Toledo , ER 120-A típusú analitikai mérleg, automata pipetták, Hamilton-tűk, Pasteur-pipetták, üveggyöngy, laboratóriumi vortex, Memmert szárítószelekrény, Heraeus Biofuge Pico centrifuga, HPLC fiolák, Aglient 6890N gázkromatográfval kapcsolt Aglient 5975 tömegszelektív detektor (DB- 23 (60mx0,25mmx0,25µm) állófázis, 6.0-ás tisztaságú hélium mozgófázis), AOC-5000 CTC PAL automata mintaváltó, Enhanced ChemStation E.02.02.1431 verziójú szoftver.

A méréshez 50 mg mintát headspace üvegekbe (HS, Chromacol 20-HSV T717) töltünk, majd a mintához 4 ml kloroform (50 v/v%) -metanol (45 v/v%) -sósav (5 v/v%) elegyet adunk hozzá. A gázteret 5.0 tisztaságú nitrogén gázzal kiöblítjük, ezután a lezárt üveget 90 percig 90°C-on észterezzük. A minták szobahőmérsékletre hűlését követően 4 ml desztillált vizet adunk hozzájuk, majd 5 percig rázatjuk és 2000 rpm-en centrifugáljuk. Az alsó fázisból ~2 ml-t víztelenítünk, vízmentes nátrium szulfátra pipettázzuk. A víztelenítést követően 1 ml mintához kloroformot adunk majd ebből a 2 µl-es mintákat gázkromatográfval analizáljuk.

3.2.3. A hagyományos és az algás táppal etetett pontyoktól lefejt ikra glükóz és fruktóz tartalmának meghatározása

A nedves mintát liofilizáltuk, majd az így kapott mintából 1:10 arányú desztillált vizes kivonatot készítettünk és 60 percre 50 °C-os szárítószekrénybe helyeztük. Lehűlést követően minden mintából kivettünk 1 ml-t 1,5 ml-es eppendorf csőbe. A mintákat 10000 rpm-en 13 percig centrifugáltuk és a felülúszóból dolgoztunk tovább. Az ikráminták esetén azok 10-szeres hígításaiból (900 ml H₂O + 100 ml mintafelülúszó) 10 ml-t mikrobetétes HPLC fiolába pipettáztunk és hozzáadtuk a cukor jelzett ISTD 10 ml-ét. Szárazra párlást követően 50 ml diklórmétánt adtunk a mikrobetétekbe és 560 mbar-on ismét szárazra pároltuk a mintákat. A bepárlási maradékhoz 20 ml frissen készített metoxiamin oldatot adtunk és 45 percre 40 °C-os szárítószekrénybe helyeztük. Lehűlést követően 50 ml BSTFA-t adtunk hozzá és 70 °C-on 90 percig inkubáltuk. A mintákat szobahőre hűtöttük, vortexeltük és legalább 1 órát állni hagytuk, majd mértük. A méréseket egy Agilent gázkromatográf-fal kapcsolt tömegspektrométerrel (GC-MS) végeztük.

3.2.4. Adatok elemzése

A statisztikai értékeléshez a MINITAB statisztikai programcsomagot használtuk. Az adatokat kétmintás t-próbával és varianciaanalízissel értékeltük $p < 0,05\%$ -os valószínűségi szinten. Az adatokat továbbá Microsoft Excel segítségével elemeztük és Microsoft Word 2013 és Excel 2013 segítségével szemléltettük. A beérési adatokat Chi-négyzet próbával hasonlítottuk össze.

4. Eredmények és értékelések

4.1. Az ikrások beérési százalékanak alakulása

Az ikrások beérésére vonatkozó adatokat a **6-7.- táblázatok** foglalják össze.

A 2023. évi szaporítási időszakban a második szaporításkor (*május 31.*) az algás csoportban szignifikánsan magasabb volt a beérési százalék. A Chi-négyzet próba szerint 2024-ben az első szaporítás alkalmával (*május 13.*) a hagyományos táppal etetett csoport, a harmadik szaporításkor (*május 27.*) az algás táppal etetett csoport teljesített jobban szignifikáns mértékben. A második szaporításkor (*május 21.*) és az adatok összevonása után a statisztikai próba nem mutatott különbséget a két csoport beérési százaléka között. Feltételezésünk szerint a különbségek az ikrások közötti egyedi különbségekre vezethetők vissza és nem a feletetett takarmány minőségére.

Egy korábbi elemzés a Szegedfish Kft keltetőházában végzett pontyszaporítás hatékonyságát vizsgálta 18 szaporítási időszak adatainak feldolgozását követően. A 18 évre vonatkozó átlagos beérés 59,7 % volt (Jancsika, 2016). Ettől az értéktől a 2023. és 2024. évek beérési adatai valamivel elmaradtak.

6. táblázat: a hagyományos és az algás táppal etetett ikrások beérési százaléka hipofizálás után 2023-ban. A csillaggal jelölt csoportban a beérési százalék szignifikánsan magasabb (Chi-négyzet próba, $p < 0,05\%$)

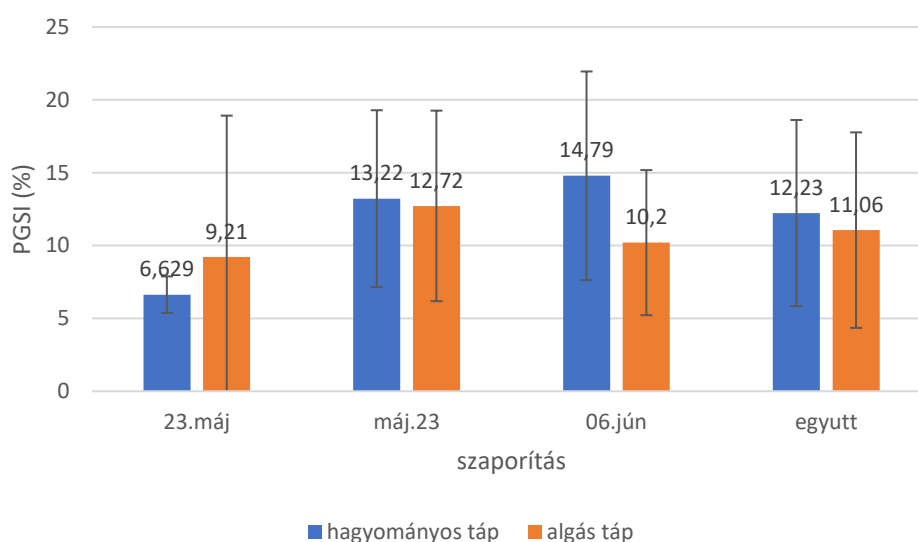
szaporítás időpontja	2023. május 23.		2023. május 31.		2023. június 6.		2023 együttesen:	
takarmány	normál	algás	normál	algás*	normál	algás	normál	algás
kezelt / ovulált	12/3	12/4	12/4	12/7	12/5	12/5	36/12	36/16
beérési százalék	25 %	33 %	33 %	58,3 %	41,7 %	41,7 %	33,3 %	44,4 %

7. táblázat: a hagyományos és az algás táppal etetett ikrások beérési százaléka a hipofizálás után 2024-ben. A csillaggal jelölt csoportban a beérési százalék szignifikánsan magasabb (Chi-négyzet próba, $p < 0,05\%$)

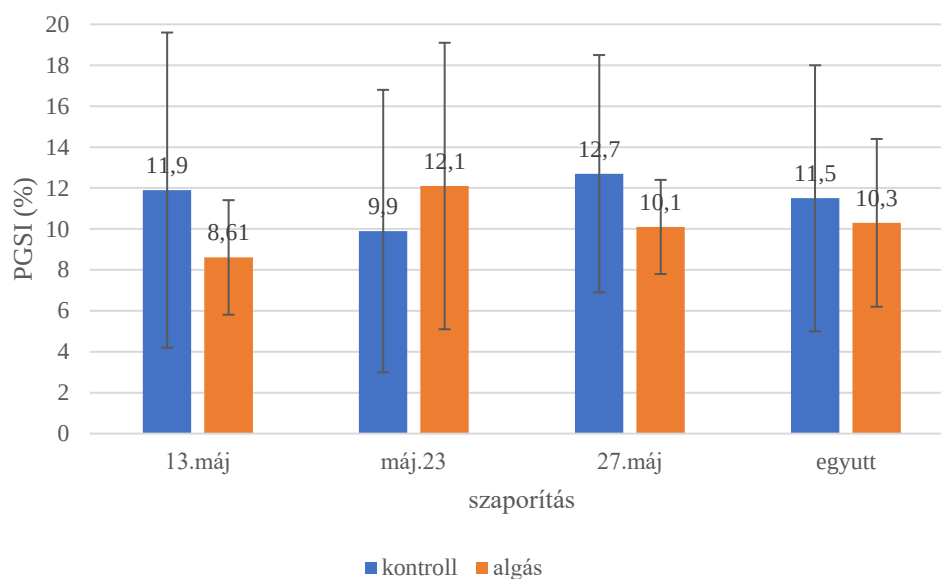
szaporítás időpontja	2024. május 13.		2024. május 21.		2024. május 27.		2024 együttesen:	
takarmány	normál*	algás	normál	algás	normál	algás*	normál	algás
kezelt ikrás/ ovulált ikrás	12/7	12/4	12/6	12/4	18/8	6/6	42/21	30/14
beérési százalék	58,3 %	33 %	50 %	33 %	41,7 %	100 %	50,0 %	46,7 %

4.2. A lefejhető ikramennyiségre vonatkozó adatok (PGSI) összehasonlítása

A kontroll és az algás csoportokban mért PGSI értékeket (átlag $\pm$ szórás) az **5. és 6. ábrák** foglalja össze. A két csoportra jellemző értékek mindkét szaporítási időszakban hasonlóan bizonyultak statisztikai szempontból. A kétmintás t-próba az adatok összevonása után sem mutatott ki szignifikáns különbséget a két csoport között. Jancsika (2016) a Szegedfish Kft. pontyszaporítási adatait vizsgálva 18 pontyszaporítási időszak PGSI adatainak az átlagát $10,5 \pm 5,16$ %-ban állapította meg. A 2023. és 2024. évek szaporítási időszakainak PGSI adatai ezzel az értékkel jól összevethetőek, ettől sem pozitív, sem negatív irányba nem térnek el számottevően.



5. ábra: a hagyományos és az algás táppal etetett halaktól lefejt arányosított ikramennyiség (PGSI) 2023-ban. A kétmintás t-próba nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok között sem az egyes szaporítások során, sem az adatok összevonását követően ($p > 0,05\%$)

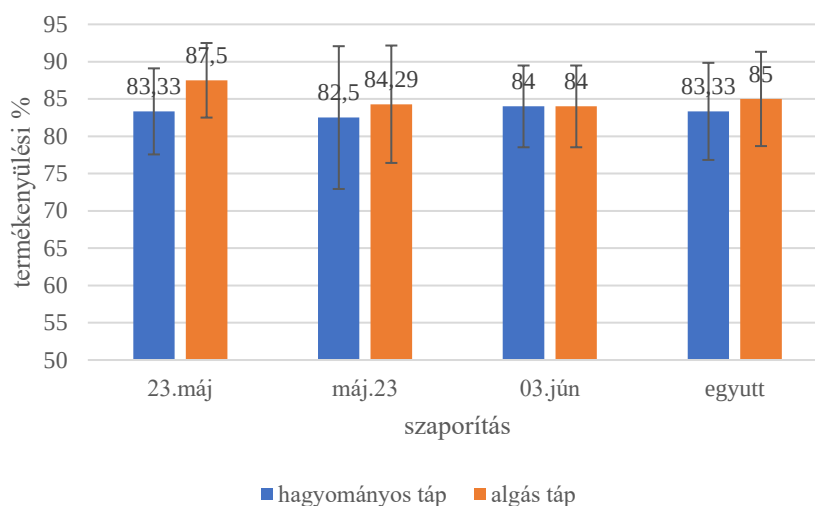


6. ábra: a hagyományos és az algás táppal etetett halaktól lefejt arányosított ikramennyiség (PGSI) 2024-ben. A kétmintás t-próba nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok között sem az egyes szaporítások során, sem az adatok összevonását követően ($p > 0,05\%$)

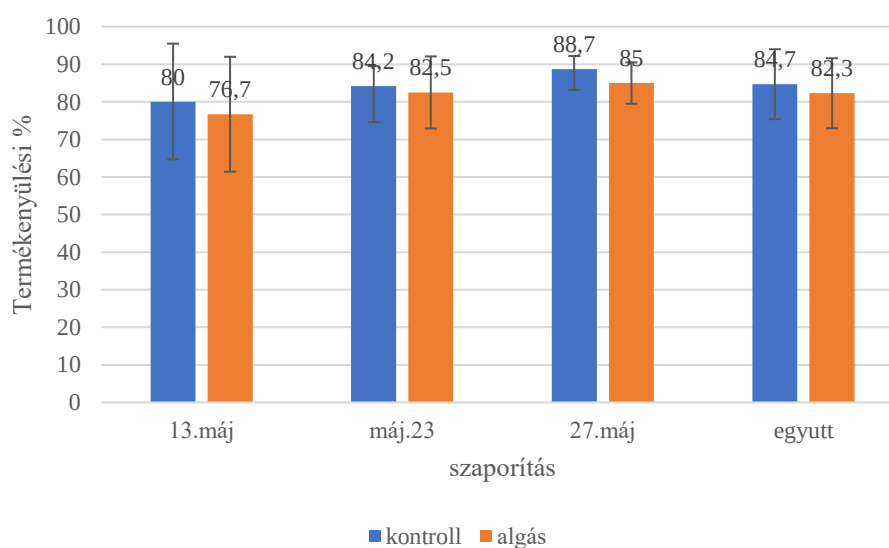
4.3. A termékenyülési százalékok összehasonlítása

A termékenyülési % alakulását szemlélteti a **7. és 8. ábra**. A kontroll és az algás csoportokra jellemző értékek mindkét szaporítási időszakban hasonlóan bizonyultak statisztikai szempontból. A kétmintás t-próba az adatok összevonása után sem mutatott ki szignifikáns különbséget a két csoport között.

Egy korábbi vizsgálat szerint 18 pontyszaporítási időszak átlagában a termékenyülés 70 % körül alakult a Szegedfish Kft. keltetőházában (Jancsika, 2016). A 2024 évben ennél 10-15 % magasabb értékeket kaptunk.



7. ábra: a hagyományos és az algás táppal etetett halaktól lefejt ikra termékenyülési %-a 2023-ban. A kétmintás t-próba nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok között sem az egyes szaporítások során, sem az adatok összevonását követően ($p > 0,05\%$)



8. ábra: a hagyományos és az algás táppal etetett halaktól lefejt ikra termékenyülési %-a 2024-ben. A kétmintás t-próba nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok között sem az egyes szaporítások során, sem az adatok összevonását követően ($p > 0,05\%$)

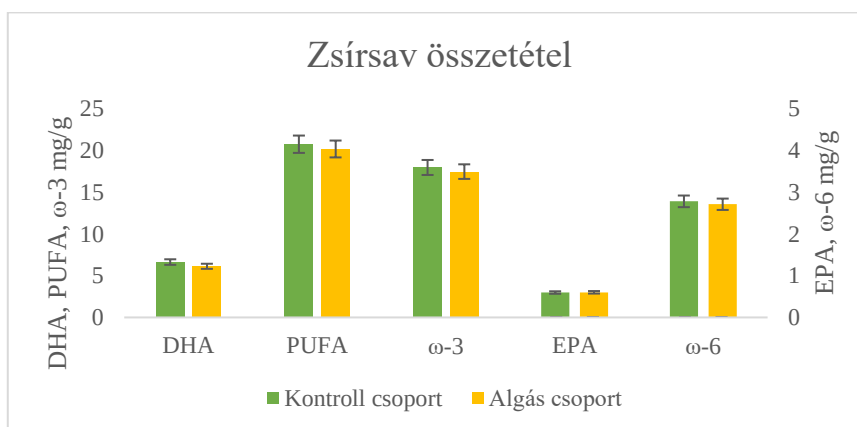
4.4. A 2023. évi szaporítás ikráösszetétel eredményei

Szaporítás időpontja:

1. 2023. május 23.
2. 2023. május 31.

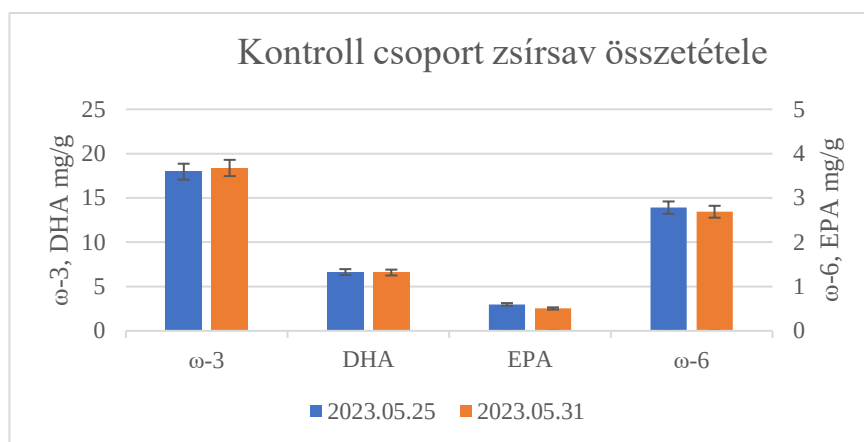
4.4.1. Zsírsavösszetételre vonatkozó vizsgálatok

A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai meghatározták az ikrák kémiai összetételét a fontosabb zsírsavak tekintetében. A kapott értékekről a **9. ábra** tájékoztat. Elvégeztük az összehasonlítást *egy konkrét szaporításon belül* (2024. május 23). A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.

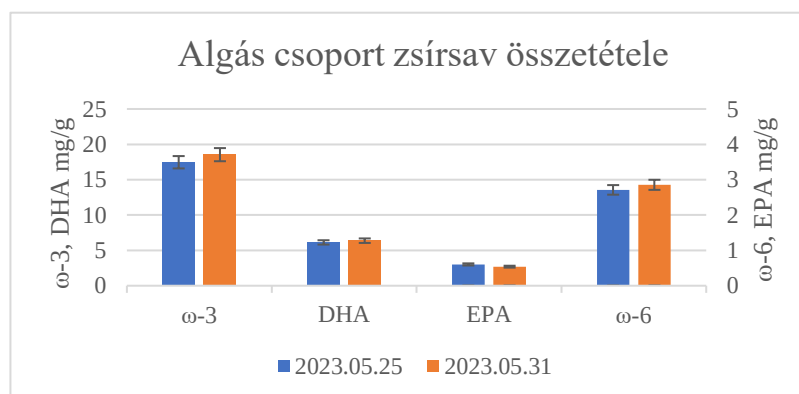


9. ábra: Indukált szaporításból (május 23.) származó ikratételek zsírsavtartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) a kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között. (DHA: dokozahexaénsav; EPA: eikozapentaénsav, PUFA: többszörösen telítetlen zsírsavak; ω-3: omega-3 zsírsavak; ω-6: zsírsavak)

Vizsgáltuk továbbá *a szaporítás időpontjának* hatását az ikrák zsírsavtartalmára (**10-11. ábra**). Ebben az esetben a kontroll és az algás csoportot külön-külön vizsgáltuk. A statisztikai vizsgálat szerint a szaporítás időpontja egyik csoportban sem volt hatással az ikrák zsírsavtartalmára.



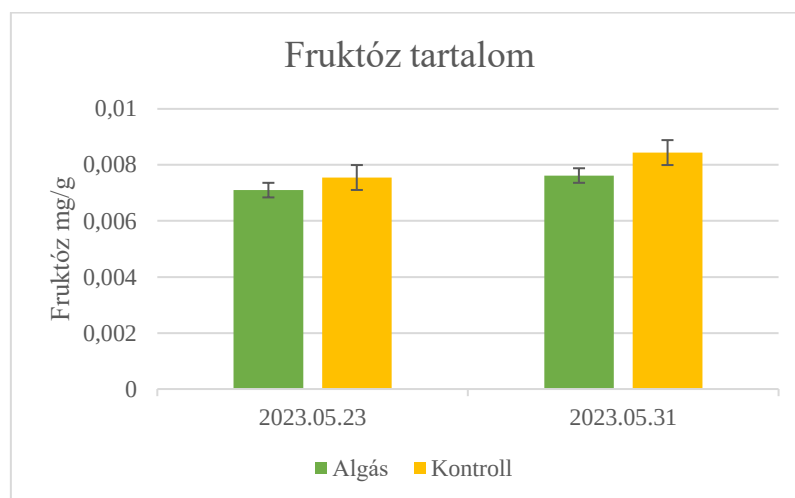
10. ábra: A szaporítás időpontjának a hatása az ikrák zsírsavtartalmára a kontroll csoportban. A kétmintás t-próba szerint a szaporítás időpontja nem volt hatással az ikrák zsírsavtartalmára ($P > 0,05$). (DHA: dokozahexaénsav; EPA: eikozapentaénsav, PUFA: többszörösen telítetlen zsírsavak; ω-3: omega-3 zsírsavak; ω-6: zsírsavak)



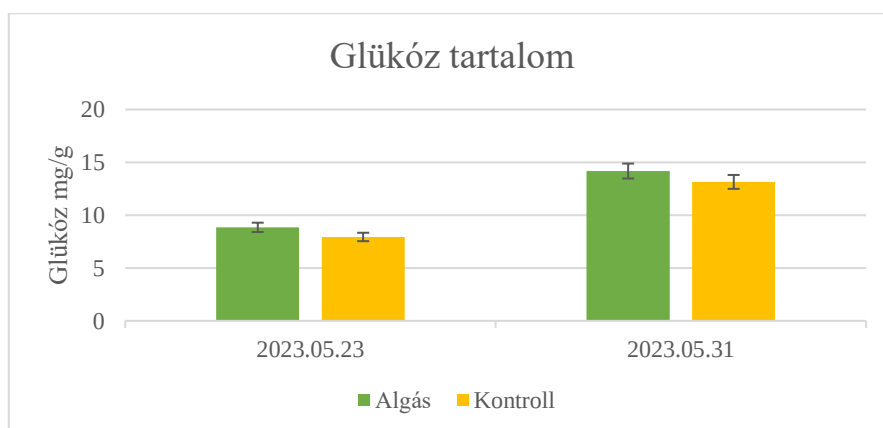
11. ábra: A szaporítás időpontjának a hatása az ikrák zsírsavtartalmára az algás csoportban. A kétmintás t-próba szerint a szaporítás időpontja nem volt hatással az ikrák zsírsavtartalmára ($P > 0,05$). (DHA: dokozahexaénsav; EPA: eikozapentaénsav, PUFA: többszörösen telítetlen zsírsavak; ω-3: omega-3 zsírsavak; ω-6: zsírsavak)

4.4.2. Monoszacharidokra vonatkozó vizsgálatok

A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai meghatározták az ikrák kémiai összetételét a fruktóz és a glukóz tekintetében is mindkét szaporítási időpontban. A kapott értékekről a **12-13. ábra** tájékoztat. A kontroll és az algás csoportok között nem volt statisztikai különbség egyik szaporítási időpontban sem.

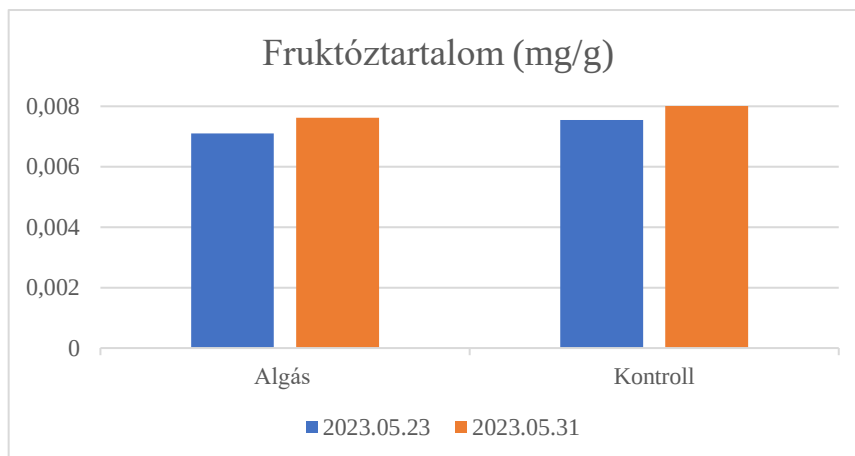


12. ábra: Az első (2023. május 23.) és második (2023.05.31.) szaporításból származó ikratételek fruktóztartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.

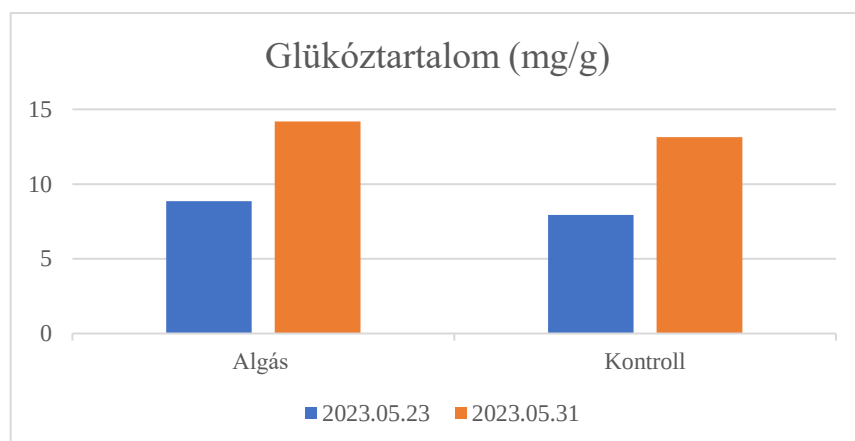


13. ábra: Az első (2023. május 23.) és második (2023.05.31.) szaporításból származó ikratételek glükóztartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.

Vizsgáltuk továbbá *a szaporítás időpontjának* a hatását az ikrák fruktóz és glükóztartalmára (**14-15. ábra**). Ebben az esetben a kontroll és az algás csoportot külön-külön vizsgáltuk. A glükóz mennyisége a második szaporításkor látványosan magasabb a kontroll és az algás csoportban egyaránt. Az ikrák fruktóztartalmában nem találtunk különbséget.



14. ábra: A szaporítás időpontjának a hatása az ikrák fruktóztartalmára. Az ikrák fruktóztartalmában a kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget a két szaporítási időpont között ($P > 0,05$).



15. ábra: A szaporítás időpontjának a hatása az ikrák glükóztartalmára. A glükóz mennyisége a második szaporításkor szignifikánsan magasabb a kontroll és az algás csoportban egyaránt ($P = 0,000$).

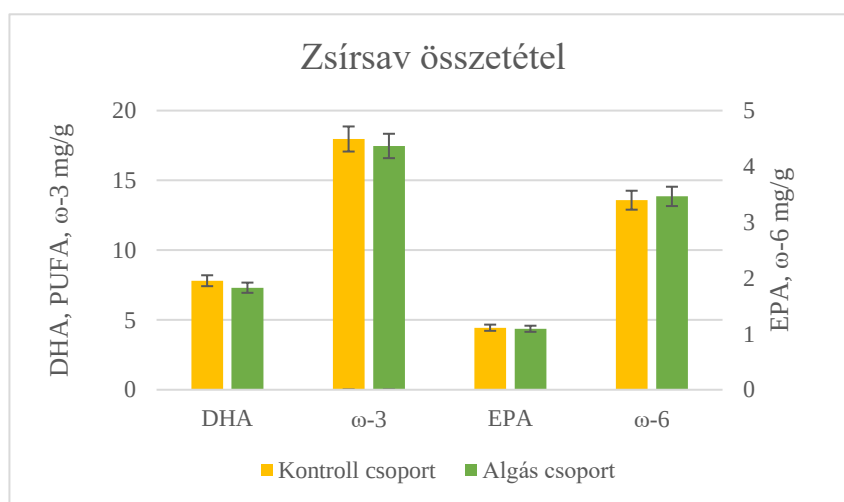
4.5. A 2024. évi szaporítás ikrösszetétel eredményei

Szaporítás időpontja:

1. 2024. május 14.
2. 2024. május 22.
3. 2024. május 28.

4.5.1. Zsírsavösszetételre vonatkozó vizsgálatok

Egy konkrét szaporításon belül (2024. május 14.). meghatározták az ikrák kémiai összetételét a fontosabb zsírsavak tekintetében. A kapott értékekről a **16. ábra** tájékoztat. Elvégeztük az összehasonlítást. A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.

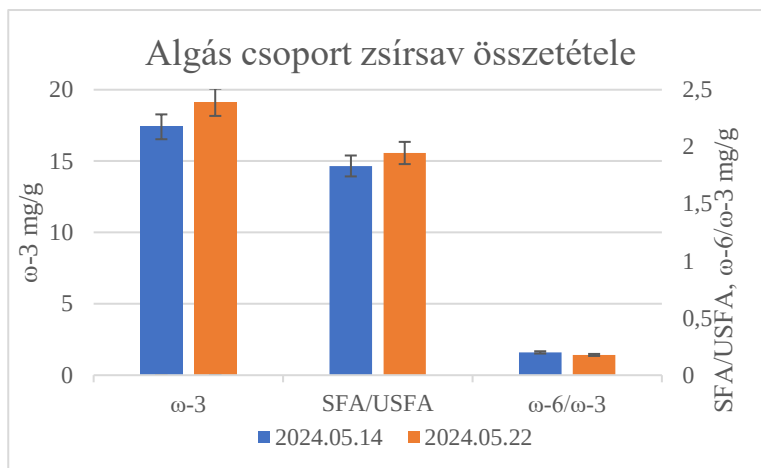


16. ábra: Indukált szaporításból (2024. május 14.) származó ikratételek zsírsavtartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A kétmintás t-próba nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) a kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között. (DHA: dokozahexaénsav; EPA: eikozapentaénsav, ω -3: omega-3 zsírsavak; ω -6: zsírsavak)

Vizsgáltuk továbbá **a szaporítás időpontjának** hatását az ikrák zsírsavtartalmára (**17. ábra**). Az ábrán csak azokat az összetevőket tüntettük fel, ahol szignifikáns különbséget találtunk. A kontroll és az algás csoportot külön-külön vizsgáltuk. Először két egymást követő szaporítási időpontot hasonlítottunk össze (2024. május 14. és 22.). Megállapítottuk, hogy a második szaporítási időszakban **szignifikánsan nőtt** a:

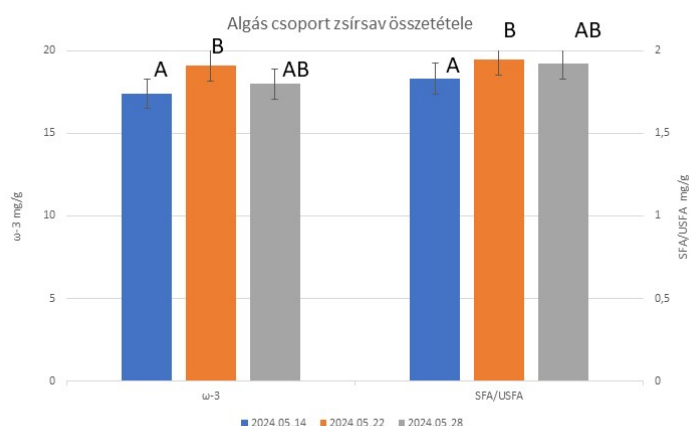
- az omega-3 zsírsavak mennyisége;
- az omega-3 zsírsavak aránya az omega-6 zsírsavakéhoz képest
- a telített zsírsavak aránya a telítetlenekhez képest.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a fenti különbségeket **csak az algás táppal etetett csoportban** figyeltük meg, a kontroll csoportban nem. A kontroll csoportra vonatkozó adatokat jelen dolgozat nem tartalmazza.



17. ábra: A szaporítás időpontjának hatása az ikrák zsírsavtartalmára az algás csoportban. A kétmintás t-próba szerint a szaporítás időpontja az ábrán feltüntetett paraméterekre szignifikáns hatást gyakorolt ($P < 0,05$). (SFA: telített zsírsavak; USFA: telítetlen zsírsavak; ω -3: omega-3 zsírsavak; ω -6: zsírsavak)

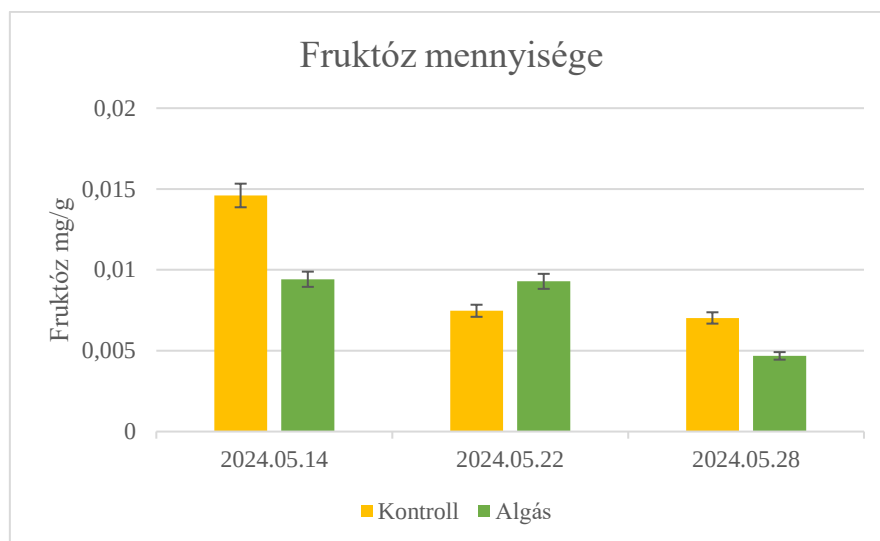
Ezt követően megvizsgáltuk, hogy **a szaporítás időpontja** milyen hatás gyakorol az ikrák zsírsavtartalmára akkor, ha a harmadik szaporítás (2024. május 28.) adatait is bevonjuk az elemzésbe. Ebben az esetben az értékeléshez varianciaanalízist (F-próba) alkalmaztunk. A kontroll és az algás csoportokat külön-külön vizsgáltuk (**18. ábra**). Az ábrán csak azokat az összetevőket tüntettük fel, ahol szignifikáns különbséget találtunk. A kontroll csoportban nem figyeltünk meg szignifikáns különbséget, ezért a kontroll csoportra vonatkozó adatokat jelen dolgozat nem tartalmazza.



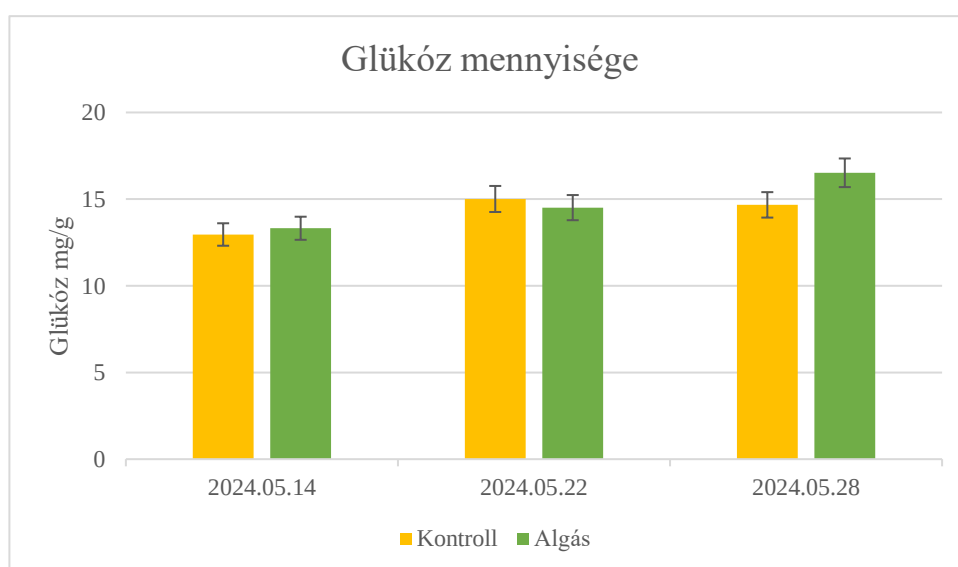
18. ábra: A szaporítás időpontjának hatása az ikrák zsírsavtartalmára az algás csoportban. A kétmintás t-próba szerint a szaporítás időpontja az ábrán feltüntetett paraméterekre szignifikáns hatást gyakorolt. A különböző betűvel jelölt oszlopok értékei szignifikánsan eltérnek egymástól ($P < 0,05$). (SFA: telített zsírsavak; USFA: telítetlen zsírsavak; ω -3: omega-3 zsírsavak)

4.5.2. Monoszacharidokra vonatkozó vizsgálatok

A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai meghatározták az ikrák kémiai összetételét a fruktóz és a glukóz tekintetében is mindkét szaporítási időpontban. A kapott értékekről a **19-20. ábra** tájékoztat. A kontroll és az algás csoportok között nem volt statisztikai különbség egyik szaporítási időpontban sem.

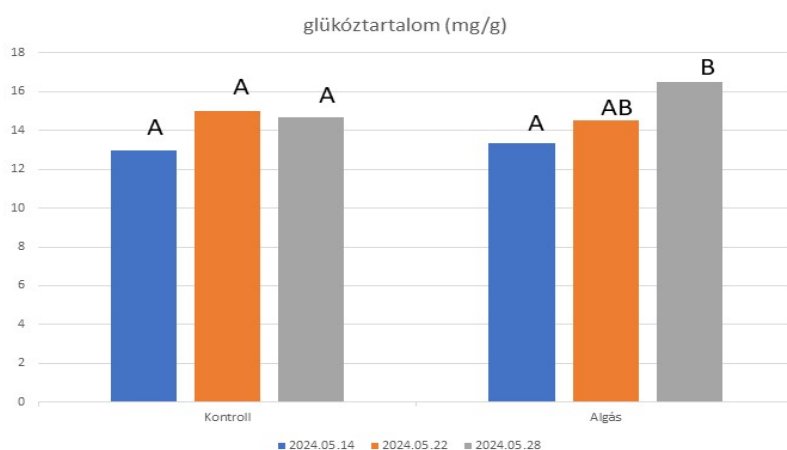


19. ábra: A három szaporításból származó ikratételek fruktóztartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A varianciaanalízis nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.



20. ábra: A három szaporításból származó ikratétel glükóztartalmának összehasonlítása a kontroll és az algás csoport között. A varianciaanalízis nem mutatott ki szignifikáns különbséget ($P > 0,05$) kontroll és az algás csoporttól származó ikratételek között.

Vizsgáltuk továbbá *a szaporítás időpontjának* a hatását az ikrák fruktóz és glükóztartalmára (**21. ábra**). Ebben az esetben a kontroll és az algás csoportot külön-külön vizsgáltuk. A glükóz mennyiségét a szaporítás időpontja szignifikánsan befolyásolta a kontroll és az algás csoportban egyaránt ($p = 0,000$). Az ikrák fruktóztartalmában nem találtunk különbséget.



21. ábra: A szaporítás időpontjának a hatása az ikrák glükóztartalmára. A különböző szaporításokból származó ikratételek glükóztartalma között csak az algás csoportban figyeltünk meg különbséget. A különböző betűvel jelölt oszlopok értékei szignifikánsan eltérnek egymástól (ANOVA, F-próba; $P < 0,05$).

A vizsgálataink alapján kijelenthető, hogy az ikrák zsírsavösszetételét és monoszacharid tartalmát a kísérletben feletetett takarmány jellege közvetlenül nem befolyásolta. A takarmány algakoncentrációjának 3,0 %-ra történő növelése sem okozott szignifikáns eltérést az általunk vizsgált mutatókban. Feltehetően a takarmány kiegészítéshez felhasznált alga összetétele, legalább is az alkalmazott koncentrációban, nem tudott érdemben hozzájárulni az ikra kémiai összetételének megváltoztatásához. A *Clorella* és *Scenedezmus* fajok által dominált alga PUFA és omega-3 tartalma elmarad a tengeri algákétól. Az algák zsírsavösszetételét számos környezeti tényező, valamint betakarításuk időpontja és feldolgozásuk módja is befolyásolja.

Érdekes felfedezés volt azonban, hogy a szaporítás időpontja néhány ikrösszetevő alakulására szignifikáns hatást gyakorolt. Kimutattuk, hogy a szaporítási időszak második felére az ikrák glükóztartalma határozottan megemelkedett. Igazoltuk, hogy az omega-3 zsírsavak mennyisége, az omega-3 zsírsavak aránya az omega-6 zsírsavakéhoz képest és a telített zsírsavak aránya a telítetlenekhez képest magasabb volt a szaporítási időszak második felében. Azonban ezt a növekedést csak az algás csoportban figyeltük meg, és csak a második kísérlet évben (2024.), amikor takarmány algakonzentrációját 1,0 %-ról 3,0 %-ra emeltük. Ezen eredmények szerint nem kizárt az algakiegészítés ikrösszetételre gyakorolt áttételes hatása.

5. Összefoglalás

A kutatás során arra kerestünk választ, hogy a pontyok takarmányának összetétele és a szaporítás időpontja milyen befolyással van a szaporítási mutatóikra és a lefejt ikrák beltartalmi összetételére. Arra kerestük a választ, hogy a pontyok algával dúsított takarmányozása milyen következményekkel jár ezekre a tényezőkre, illetve, hogy a szaporítás időpontjának megválasztása okoz-e különbséget az ikrák zsírsav és monoszacharid értékeiben. A vizsgálatainkat az ikratermékek PUFA, DHA, EPA, ω -3 és ω -6 zsírsav tartalmára, az ikrák ω -3 és ω -6 arányára valamint fruktóz és glükóztartalmára koncentráltuk a szaporítási időpontok tekintetében. A kísérletben egy-egy hagyományos táppal etetett kontroll és egy algával dúsított takarmánnyal etetett algás csoport szerepelt. Az algás csoport takarmányában az alga dózist emeltük a második évben az elsőhöz képest.

A kutatást a Szegedfish Kft. területén végeztük. A kísérleteket két két tenyésztési időszakban hajtottuk végre, 2023-ban és 2024-ben. Az ikratermékek zsírsav és monoszacharid összetételét Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Biotechnológiai Divízió munkatársai határozták meg és a kapott adatokat a MINTAB statisztikai programcsomag, valamint Microsoft Excel segítségével elemeztük.

Az első 2023-as évben két szaporítás eredményei hasonlítottak össze az ikrösszetétel vonatkozásában. Az anyahalak 1,0%-os algával dúsított takarmányt kaptak, melynek hatására sem az ikratermékek zsírsav összetételében, sem pedig a monoszacharid tartalmában nem mutattunk ki szignifikáns változást, mely a takarmány minőségéhez lehetne köthető.

A következő évben 2024-ben vizsgált eredmények arra mutatnak, hogy a szaporítás időpontjának lehet fontos szerepe a minőségi tényezőkre. A 2024-es évben végzett vizsgálatok nem mutattak a kontroll és algával dúsított takarmánnyal etetett ikrások ikratermékei közt

szignifikáns eltérést a zsírsav összetételre, 3,0%-os algamennyiség mellett sem. Ugyanakkor megfigyeltük, hogy az algás táppal takarmányozott csoportban szignifikáns eltérés mutatkozott arra vonatkozóan, hogy a monoszacharidok mennyisége fokozatosan emelkedett a vizsgált ikratermékekben.

A vizsgálatok arra engednek következtetni, hogy van összefüggés a szaporítás időpontja és a pontyok ivartermékének beltartalmi mutatói között. A kísérlet során a pontyok közül a második év (2024) ikrásainak ikratermékeiben a glükóz és fruktóz mennyisége fokozatosan nőtt az algás csoport egyedei közt. Ugyanakkor a kontroll csoportban ez nem szignifikánsan mutatható ki. Így kijelenthetjük, hogy a takarmány összetétele mellett elsősorban a szaporítás időpontja meghatározó tényező az ikra kémiai összetételének szempontjából. Erre vonatkozóan fontos volna további kísérleteket tenni, hogy pontosabb képet kaphassunk a lezajló folyamatok változásairól a különböző tényezők megváltoztatásával.

6. Irodalomjegyzék

Aliev, D. C., 1961. Experiments of breeding from Far Eastern vegetarian fish in the conditions of Türkmenia, Voprosi Ichtiologii, Abstract from Voprosi Ichtiologii Vol. 1.

Ansari, F., Guldhe, A., Gupta, S., Rawat, I., Bux, F., 2021. Improving the feasibility of aquaculture feed by using microalgae. Environ Sci Pollut Res, 28. p. 43234–43257.

Antalfi, A., 1969. Növényevő anyahalak. Halászat. 15/62. 186-187.

Antalfi, A., Tölg, I., 1966. Pontyszaporítás 1966-ban. Halászat. 12/59. 112-113.

Antalfi, A., Tölg, I., 1967. A növényevő halak első hazai szaporítása. Halászat. 13/60. 116.

Balon, K. E., 1974. Domestication of the carp. *Cyprinus carpio* L. Royal Ontario Museum Publ. 37 pp.

Balon, K. E., 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. Aquaculture, 129(1), pp. 3-48.

Balon, K. E., 2004. About the oldest domesticates among fishes. J. Fish Biol., 65(Supplement A):1-27.

Bell, K. E., Snijder, T., Zulyniak, M., Kumbhare, D., Parise, G., Chabowski, A., 2017. A whey protein-based multi-ingredient nutritional supplement stimulates gains in strength in healthy older men: A randomized controlled trial. PloS ONE 12, 7.

Benemann, J. 2016. The solar Microalgae Industry: Then, Now and Coming. AlgaEurope 2016 Conference, 2016. December 13-15. Madrid

Bobe, J., Labbé C. 2009. Egg and sperm quality in fish. General and Comparative Endocrinology 165 (2010) 535–548

Bokor, Z., Urbányi, B., Csorbai, B., 2020.: Édesvízi haltenyésztés. In: Bank, Cs., 2020. Halászat, haltenyésztés. Budapest: Hermann Ottó Intézet Nonprofit Kft., p. 78.

Carrillo, M., Zanuy, S. Oyen, F., Cerdá, J., Navas, J.M., Ramos, J. 2000. Recent advances in mediterranean aquaculture finfish species diversification.

FAO, 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation, Rome: FAO.

FAO, 2022. GLOBEFISH Highlights Issue 2/2022 Summary. International markets for fisheries and aquaculture products

Gonzalez-Félix, M. L., Perez-Velazquez, M., Cañedo-Orihuela, H., 2019. Seasonal changes in gonad maturity, proximate and fatty acid composition of Limbaugh's damselfish,

Chromis limbaughi Greenfield & Woods, 1980 (Pisces: Pomacentridae) Department of Scientific and Technological Research, University of Sonora, Edificio 7-G

Hancz, Cs., 2007.: A halak biológiai sajátossága. In: Haltenyésztés Egyetemi jegyzet, Kaposvár pp. 40-52.

Herman, O., 1888. A halgazdaság rövid foglalatja. K. M. Természettudományi Társulat, Budapest, 198 pp.

Horváth, L., Tamás G., Coche A. G., 1985a Common carp, part 1: mass production of eggs and early fry. FAO training series No. 8, 87. Rome.

Horváth, L., Tamás G., Coche A. G. 1985b Common carp, part 2: Mass production of fry and fingerlings in ponds. FAO training series No. 9. Rome.

Horváth L., Urbányi B., 2000.: Haltenyésztés földmedrű tavakban. In: Horváth L., 2000. Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazdasági kiadó Budapest. pp. 225-231.

Horváth L., Tamás G. 2011. Halivadék-nevelés, Haszonhalaink szaporítása és ivadékevelése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 963-231-062-4

Horváth L., 2018.: A ponty szaporodásbiológiája és szaporítása. In: Csorbai B., Urbányi B. 2018 A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 978-963-269-709-3. pp. 35-65.

Horváth L., Bokor Z., Csorbai B., 2018.: Tenyésztéstechnológia. In: Csorbai B., Urbányi B. 2018 A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 978-963-269-709-3. pp. 65-95.

H. Tamás, G., Horváth L., Tölg I., 1982. Tógazdasági tenyészanyag-termelés. Mezőgazdasági kiadó Budapest ISBN 231-000-6111-66-1

Jancsika Á., 2016. A Szegedfish Kft. pontyszaporítási eredményeinek bemutatása hosszú távú adatsorok elemzése alapján. Szakdolgozat. SzIE, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő. 39 p.

Jaczó, I., 1955. A pontyok hipofizálása. Halászat, 2., 126-127.

Kirpichnikov, V. Sz., 1967 Gomoloicseszkaja nasledstvennaja izmencsivoszt i evolucija szazana (*Cyprinus carpio* L.). *Genetika* (2): 34-47

Kopp, R. Brabec, T., Mareš, J., Maršálková, E., & Maršálek, B., 2019. The utilization of algae with the aim to increase the fatty acid content in muscle of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1), pp. 91-99

Kovács, B., Lehoczky, I., Kovács, Gy., Gorda, S., Péteri, A., Bakos, J., 2018.: A ponty genetikája és erőforrásai. In: Csorbai B., Urbányi B., 2018. A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 978-963-269-709-3. pp. 9-35.

Krautz, M. C., Vásquez, S., Castro, L. R., González, M., Llanos-Rivera A., Pantoja, S. 2009. Changes in metabolic substrates during early development in anchoveta *Engraulis ringens* (Jenyns 1842) in the Humboldt Current.

Lehoczky I., Urbányi B., 2023.: Ponty (*Cyprinus carpio*). In: Ferincz, Á., Staszny, Á., Dérer I., Urbányi, B., 2023. Magyar halkönyv. Magyar Országos Horgász Szövetség. ISBN 978-615-6211-02-6 pp. 108-115. pp. 108-115.

Mabuchi, K., Miya, M., Senou, H., Suzuki, T., Nishida, M., 2006. Complete mitochondrial DNA sequence of the Lake Biwa wild strain of common carp (*Cyprinus carpio* L.): further evidence of an ancient origin. *Aquaculture*, 257 pp. 68-77.

Mézes M., 2000.: Halélettan. In: Horváth L., 2000 Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazdasági kiadó Budapest. pp. 73-101.

Mézes M., 2018.: A pontytakarmányozás alapjai. In: Csorbai B., Urbányi B., 2018. A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 978-963-269-709-3. pp. 95-127.

Mišik, V., 1958. Biometrika dunajského kapra (*Cyprinus carpio* L.) z dunajského systemu na Slovensku. *Biol. Práce* 4. No. 6.

Mucsi, I., 2014. Akvakultúra Szegeden; A Szegedfish Kft. tevékenységének tükrében. Tudás alapítvány. ISBN 978-963-89188-4-0. pp. 36-155.

Mukhopadhyay, T., Ghosh, S., 2003. Lipid profile and fatty acid composition in eggs of common carp. *J. Oleo Sci.*, Vol. 52, No. 8, 439-442.

Neyrnick, A. M., Taminiau, B., Walgrave, H. Daube, G., Cani, P. D., Bindels, L. B., Delzenne, N. M., 2017. Spirulina protects against Hepatic inflammation in aging: An effect related to the Modulation of the gut microbiota? *Nutrients* 9, 633.

Pintér, K., 2015. Magyarország halai biológiájuk és hasznosításuk. Negyedik átdolgozott és bővített kiadás. Mezőgazda kiadó ISBN 978-963-286-708-3 pp. 170-178.

Siddiqui, A. Q., Al-Hafedh, Y. S., Ali, S. A., 2008. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) *Aquaculture Research*

Sobczak, M., Panicz, R., Eljasik, P., Sadowski, J., Tórz, A., Żochowska-Kujawska, J., Dias, J., 2020. Quality improvement of common carp (*Cyprinus carpio* L.) meat fortified with n-3 PUFA. Food and Chemical Toxicology, 139. 111261

Svetovidov, A. N., 1993. Über den europäischen und ostasiatischen Karpfen (*Cyprinus carpio*) Zool. Anzeiger, 104 pp. 269-292.

Szabó, R. T., Bodnár, Á., Pajor, F., Póti, P., Weber, M. 2014. Mikroalga alapú takarmánykiegészítők alkalmazási lehetőségeinek feltérképezése. SzIE. Mezőgazdaság- és környezettudományi kar, Állattenyésztés tudományi intézet. AWETH Vol 10.2.

Sztanó J., 2018. A Fehértó halgazdálkodása. Dorozsmai füzetek 20. Kiskundorozsma. p. 28.

Szűcs I., 2000: A tógazdasági haltermelés közgazdasági alapjai. In: Horváth L., 2000. Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazdasági kiadó Budapest. pp. 409-439.

Till, J., 2003. Magyarország halainak rendszertani leírása. (A „Magyarország halai” című album melléklete). Dorog Város Barátainak Egyesülete. ISSN: 1215-7872 pp. 52-55.

Urbányi B., 2018.: Előszó. In: Csorbai B., Urbányi B. 2018 A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék ISBN 978-963-269-709-3. pp. 7-8.

Watanabe, T., Takuchi, T., Saito, M., 1984. Effects of low protein high calorie os essential Fatty acids deficiency diet on reproduction of rainbow trout, Bull. Jpn. Fish. Vol. 50., 1207-1215.

Wiegand, M.D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. Rev Fish Biol Fisheries 6, 259–286 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF00122583>

Woynárovich, E., 1961. Hatching of carp eggs in Zuger-Glasses and breeding of carp larva until an age of 10 days. Bamidgeh 4: 38-46.

Woynárovich, E. 1963. Végre fellendült a csuka mesterséges szaporítása. Halászat, 9/56. 58-59.

Woynárovich, E., 1965. A ponty mesterséges szaporításának továbbfejlesztése. Halászat 11/58. 51.

Internetes hivatkozások:

http1: <https://kormany.hu/hirek/a-kormany-elkotelezett-a-halfogyasztas-nepszerusitese-es-a-halagazat-tamogatasa-mellett> legutolsó megtekintés: 2024.10.20.

http2: <http://szegedfish.hu/rolunk/> legutolsó megtekintés: 2024.10.18.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék hatalmas köszönetet mondani konzulenseimnek Dr. Szabó Tamásnak és Dr. Bokor Zoltánnak, akik befektetett idejük és segítségük nélkül nem jöhetett volna létre ez a munka.

Köszönet jár Dr. Koós Ákosnak a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Biotechnológiai Divízió Osztályvezetőjének és munkatársainak az ikratermékek zsírsav és monoszacharid összetételének elemzéséért és meghatározásáért.

A Szegedfish Kft. minden dolgozójának szintén köszönettel tartozom, a munkájukért és, hogy lehetőséget biztosítottak, hogy ez a projekt teret és gyakorlati háttérrel kapjon.

A munkát a 202-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00161 azonosítószámú, az „Egészségvédő pontyhús gazdaságos előállítása algával dúsított takarmánnyal” elnevezésű projekt támogatta.