

SZAKDOLGOZAT

Bajári Zsolt

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Növénytermesztési-tudományok Intézet

Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak

**Alga takarmánykiegészítés hatásának vizsgálata pontyanyák
hímivartermék minőségére vonatkozóan**

Belső konzulens: Nagy Borbála, tudományos segédmunkatárs
Dr. Bokor Zoltán, tudományos főmunkatárs
Dr. Bernáth Gergely, tudományos főmunkatárs

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** MATE, AKI, Halgazdálkodási Tanszék

Készítette: Bajári Zsolt

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	6
1.1. Célkitűzés	7
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
2.1. A ponty jelentősége	8
2.2. A ponty biológiája és ökológiai igényei	8
2.2.1. A ponty rendszertani besorolása	8
2.2.2. A ponty elterjedés	9
2.2.3. A ponty környezeti igényei, szaporodása, táplálkozása a természetben	9
2.3. A ponty indukált szaporítása	10
2.3.1. Anyahalak felkészítése	10
2.3.2. Ponty hímivarsejtek érése.....	11
2.3.3. Ponty hímivarsejtek minősítése.....	12
2.3.4. A szaporítás folyamata	13
2.4. Algával történő takarmányozás hatása a halak szaporodásbiológiájára.....	15
3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	17
3.1. A Szegedfish Kft. bemutatása.....	17
3.1.1. Anyahalak tartása	17
3.2. Mintavétel.....	18
3.3. Sperma minőséget meghatározó paraméterek vizsgálata.....	19
3.3.1. A motilitás mérése	19
3.3.2. A sejtkoncentráció, valamint az ebből származtatható egyéb spermatológiai paraméterek meghatározása	20
3.3.3. A szeminális plazma ozmolalitás és pH mérése	21
3.3.4. A sperma ion és cukor tartalmának meghatározása.....	22
3.3.5. A sperma zsírsav összetételének meghatározása	22

3.4. Adatok elemzése.....	22
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESÜK.....	24
4.1. Eredmények.....	24
4.1.1. Az első kísérlet (1% algaadásítás)	24
4.1.2. A második kísérlet (3% algaadásítás)	26
4.2. Értékelés	29
5. KÖVETKEZTETÉS ÉS JAVASLATOK.....	32
6. ÖSSZEFOGLALÁS	33
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	34
8. TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	38
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	39
10. NYILATKOZAT	40

Rövidítések jegyzéke

Szövegben használt rövidítés	Teljes név
CASA	Computer-assisted Sperm Analysis (számítógépes spermavizsgáló rendszer)
TVM	Total volume of milt (teljes sperma mennyiség)
VOM	Volume of milt per kg of body weight (a sperma testtömeghez viszonyított mennyisége)
TSP	Total sperm production (teljes spermatermelés)
SPZ	Spermatozoa (sperma koncentráció)
TNS	Total number of sperm (teljes sperma szám)
RCF	Relative centrifugal force (relatív centrifugális erő)
ICP-OES	Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometria)

1. Bevezetés és célkitűzés

Az akvakultúra Földünk leggyorsabban növekvő élelmiszertermelő ágazata, mely szinte minden régióban fejlődik, terjeszkedik és intenzívebbé válik. A világ népessége növekszik, ennek következménye, hogy az élelmiszer iránti igény is egyre magasabb, beleértve a halhúst. A legtöbb fő halászati terület kimerítette maximális kapacitását, az ebből származó termékek nem tudják kielégíteni a globálisan egyre nagyobb élelmiszer, valamint takarmány igényeket. A fejlődő akvakultúra takarmánnyal való ellátására leginkább a véges készletű halászatból származó halliszt és halolaj szolgál (Subasinghe et al., 2009). Ezért fontos lenne egy olyan alternatív fehérjeforrás megtalálása, aminek nincs kedvezőtlen hatása a halak növekedésére, szaporodási képességére, valamint a halhús minőségére (Oliva-Teles et al., 2015). Ezek mellett figyelembe kell venni az ökológiai lábnyom és a halászott halfajokra nehezedő nyomás csökkentését is (European Commission, DG MARE, 2021). Emiatt az utóbbi években egyre nagyobb szerepet kapnak az alternatív takarmányokkal foglalkozó kísérletek, amelyek arra keresik a választ, hogy mivel lehet helyettesíteni, vagy valamilyen mértékben kiváltani az állati eredetű fehérjeforrásokat. Ilyen megoldások lehetnek a rovarok, különböző élesztők, gombák, baktériumok, egysejt-fehérjék, valamint az algák (Szabó & Takács, 2021). A legtöbb növényfajjal ellentétben az alga termesztése még egy kiaknázatlan terület. Ígéretes fehérjeforrásnak tekinthető, mivel talajigénye rendkívül alacsony, 1 kg fehérje előállításához kevesebb, mint 2,5 m² terület szükséges (De Vries & de Boer, 2010). Kiváló alkalmazkodóképességgel bíró organizmusok, a Föld szinte bármely pontján, vízben és szárazföldön egyaránt termesztethők (Barsanti et al., 2008). Mára az algák takarmányozásra történő alkalmazása egyre inkább előtérbe kerül, mind a szárazföldi, mind a vízi állatok számára (Shields & Lupatsch, 2012). Dolgozatom vizsgálatainak középpontjában állt, hogy hazánk gazdaságilag legjelentősebb halfaja, a ponty (*Cyprinus carpio*) hímivar-sejtjeinek minőségére hogyan hat az algával dúsított takarmánnyal történő etetés.

1.1. Célkitűzés

A kutatás során az alábbi célt tűztük ki:

1. A kontroll és az 1% algával kiegészített takarmány összehasonlítása a pontyanyák hímvartermékének alap spermatológiai paramétereire, ion és cukor tartalmára, valamint zsírsav összetételére gyakorolt hatásuk szempontjából.
2. A kontroll és a 3% algával kiegészített takarmány összehasonlítása a pontyanyák hímvartermékének alap spermatológiai paramétereire, ion és cukor tartalmára, valamint zsírsav összetételére gyakorolt hatásuk szempontjából.
3. A szaporítási időszak során mért különböző vízhőmérsékletek sperma minőségre gyakorolt hatásának vizsgálata.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A ponty jelentősége

A tógazdasági haltermelés fontos szerepet játszik a lakosság halellátásában, emellett biztosítja a természetes vizek és horgásztavak állományának egészséges és megfelelő korosztályú halakkal történő mesterséges utánpótlását. Magyarországon a tógazdasági haltermelést továbbra is a pontycentrikus, az étkezési célú termelés 82%-át ez a faj adja. A hektáronkénti összes halszaporulat 490 kilogramm volt 2023-ban, melyből a ponty 404 kilogrammot tett ki (Kiss, 2023). Szerepe nem csak hazánkban jelentős, a faj az édesvízi haltermelés 8,6%-át teszi ki világszinten (FAO, 2022).

2.2. A ponty biológiája és ökológiai igényei

2.2.1. A ponty rendszertani besorolása

Ország:	Állatok (<i>Animalia</i>)
Törzs:	Gerinchúrosok (<i>Chordata</i>)
Főosztály:	Csontos halak (<i>Osteichthyes</i>)
Osztály:	Sugarasúszójú halak (<i>Actinopterygii</i>)
Rend:	Pontyalakúak (<i>Cypriniformes</i>)
Család:	Pontyfélék (<i>Cyprinidae</i>)
Alcsalád:	Valódi pontyok (<i>Cyprininae</i>)
Nem:	<i>Cyprinus</i> (Linnaeus 1758)
Faj:	Ponty (<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758)

(Pintér, 2015 nyomán; Várkonyi, 2021)

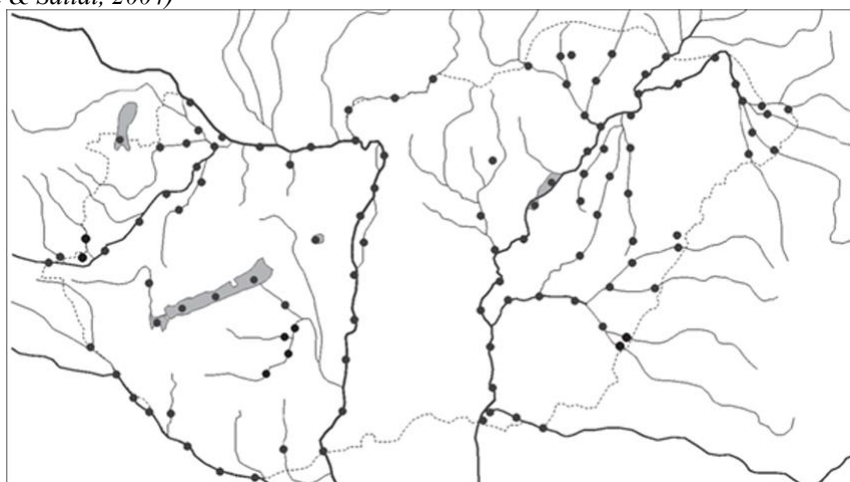
A testalak örökletes alapon, illetve a környezeti hatásokhoz alkalmazkodva alakul ki, emiatt különösen nagy eltéréseket mutathat. A hazai vizekben élő vadpontynak két típusa különböztethető meg, a nyújtott, hengeres formájú nyurga ponty és a rövid testű, magas hátú tőponty. A tenyésztésben alkalmazott tájfajtákra még inkább jellemző a lapított alak. Orra tompa, szája harmonikaszerűen nyíló. A ponty négy bajuszszála közül kettő rövidebb a felső ajkon, 1-1 hosszabb pedig a száj két szegleténél található. Szeme a testhez képest kicsi. Hosszú hátúszójában 3-4 kemény és 16-22 elágazó sugár van (Pintér, 2015). Az úszó széle egyenesen vagy enyhén homorú és az elején elhelyezkedő csonttüske hátsó oldala erősen fogazott (Harka & Sallai, 2004). Farok alatti úszójában 3 kemény és 5-6 elágazó sugár van, az előttük található

csonttüske szintén fogazott. A fejlett farokúszó mélyen kivágott. Pikkelyes pontyoknál 33-40 pikkely számolható az oldalvonalon, alatta és felette egyaránt 5-6 sor található (Pintér, 2015).

2.2.2. A ponty elterjedés

Napjainkban a ponty bolygónk legelterjedtebb édesvízi halfaja. Tudatos telepítő tevékenységnek révén a világon szinte mindenhol megtalálható. Őshazája Közép-Ázsia lehet, ahonnan Balon (1995) szerint természetes úton terjedt el keleti irányba Kínáig, nyugati irányba pedig a Duna vízrendszeréig. Nem valószínű, hogy az ember tudatos terjeszkedése előtt megjelent volna Európa más vizeiben is (Pintér, 2015). A ponty domesztikációját a rómaiaknak köszönhetjük, mivel gasztronómiájuk miatt gyakori halfaj volt a haltároló tavaikban. Része az emberiség korai történelmének, mivel elterjedési területe megegyezik a különböző fejlődő civilizációkéval, az ókori Római Birodalomban és Kínában szinte egyszerre lett ismert. Egyetlen házasított halfajunk, hazánkban számos tájfajtáját tartják számon (1. ábra). Magyarország legfontosabb haszonhala, a hazai halfogyasztás 20%-át teszi ki. A halászlé készítés a kultúránk része, a bajai és a tiszai halászlé hungarikum (Urbányi, 2018).

1. ábra: A ponty magyarországi elterjedése
(Forrás: Harkai & Sallai, 2004)



2.2.3. A ponty környezeti igényei, szaporodása, táplálkozása a természetben

A ponty eredeti élőhelyei az alföldi jellegű, sekély vizű tavak, holtágak, valamint a folyók alsó és középső szakaszainak mellékágai és kiöntései voltak, amelyek nyáron könnyen felmelegedtek. Kiváló alkalmazkodóképességgel rendelkeznek, jól tűri a viszonylag magas sótartalmú vizeket is, és mind a víz hőmérséklete, mind annak kémiai tulajdonságai tekintetében rövid ideig rendkívül ellenálló. Azonban fejlődésének optimális hőmérséklete körülbelül 23 °C és 6,0-9,0 számára az ideális pH érték (Pintér, 2015). A tűrőképessége magas a víz oldott oxigénjére, lehetővé téve jelenlétét a mocsaras élőhelyeken is (Harka & Sallai,

2004). Különböző éghajlati viszonyok mellett különböző idő alatt éri el az ivarérettséget, trópusi vizekben akár egy év alatt is ivaréretté válhat, míg mérsékelt éghajlaton a tejes egyedek 2–3, az ikrások pedig 3–4 év után válnak ivaréretté (Pintér, 2015).

A ponty természetes ívóhelyei a dús növényzettel borított kiöntések voltak, de a folyók szabályozása nagyrészt megszüntette a természetes szaporodás lehetőségét. A vízállási viszonyok és az árvizek gyors visszavonulása miatt a még meglévő ívasra alkalmas területek sem segítik elő minden évben az állomány növekedését. A természetben az ívási időszak április végétől június végéig is tarthat (Pintér, 2015). Ennek megkezdéséhez 18-20 °C-os vízre, 5-6 mg/l oldott oxigénre és olyan aljzatra van szükség, melyre a ragadós ikra fel tud tapadni. A lárvák kikeléséhez 3-5 nap (60-70 napfok) szükséges. A zsenge ivadék fő tápláléka a különböző kerekeshéreg és alsóbb rendű rák fajok (Horváth, 2018). A ponty egy mindenevő halfaj, de természetes környezetben túlnyomó részt állati szervezetek fogyaszt. Fő táplálékai a bentosz és plankton szervezetek, kisebb részt növényi hajtások, magvak is szerepet játszanak az étrendjében (Lajkó & Tasnádi, 2001). Ritkán ragadozó viselkedése is megfigyelhető (Harka & Sallai, 2004).

2.3. A ponty indukált szaporítása

2.3.1. Anyahalak felkészítése

A szaporítás eredményességét az anyahalak felkészítésének minősége határozza meg. A szaporodás megterhelő a szervezet számára, ezért biztosítani kell azokat a feltételeket, amelyek szükségesek az ivari folyamatok zavartalan lezajlásához. A szaporítani kívánt egyedek felkészítését több szakaszra lehet osztani. Nyári anyatartás idején az alacsony egyedsűrűségű állomány természetes tavi környezetben él. Az ikrás halak szervezete a peteépítő folyamatokhoz jelentős mennyiségű tápanyagot igényel, amelyet a halak már nem tudnak csak a tó természetes élőlényeiből fedezni. A tápanyagellátást a tógazda két módon biztosíthatja: trágyázással, hogy több táplálékszervezet jelenjen meg a tóban, illetve mesterséges, kiegészítő takarmányozással. A planktontáplálék mennyisége a trágyázás mellett is elégtelen a nagy étvágyú, ivarérett halak szükségleteinek kielégítésére, így a tógazdának kiegészítő takarmányt is biztosítani kell. Különösen a szaporítás után kihelyezett halak igényelnek energiagazdag takarmányokat, például gabonadarát és csíráztatott árpát. A halak számára szükséges vitaminokat, fehérjéket és esszenciális zsírsavakat a természetes táplálék biztosítja. Kedvező táplálékviszonyok mellett az ivarérett pontyok ősze ismét szaporodóképessé válnak, petefészükben sok érett petesejt alakul ki, de a fokozatosan lehűlő víz megakadályozza az

ívást. Tavasszal a víz melegedésével nő a szaporításra kiválogatott egyedek étvágya. Bár a kisméretű telelők nem biztosítják az optimális életfeltételeket, tapasztalatok alapján a halak jól felkészíthetők a szaporításra. Ennek oka, hogy a ponty ikrája már az előző évben kifejlődik, és tavasszal az íváshoz szükséges hőmérséklet elérése elegendő ahhoz, hogy a hal ismét szaporodóképessé váljon (Horváth, 2018). Ebben az időszakban a túlzott etetés a pontyanyák elzsírosodását okozhatja, veszélyeztetve a szaporítás eredményességét, így tavasszal fehérjedús, viszont energiaszegény takarmány etetése a célszerű. Mikor a tóvíz hőmérséklete eléri a 15-18 °C-ot, fennáll a veszélye a vadívásnak (Bokor et al., 2020). A vadívás elkerülése érdekében 10-12 °C-os víz hőmérsékleten, március végén vagy április elején a vegyes ivarú állományokat szét kell választani. Az ikrások és a tejesek külön telelőbe helyezendők, az ivart a halak teltsége és az ivarnyílás alakja alapján lehet megállapítani, illetve a tejesek esetében a hasfal nyomására sűrű fehér tej jelenik meg (Horváth, 2018).

2.3.2. Ponty hímvarsejtek érése

A halak spermium képzése a herében megy végbe, mely a hasüreg háti oldalán elhelyezkedő, két lebenyből álló hosszúkas páros szerv. A here kivezető csatornája, a végbélnyílás és a húgycső között helyezkedik el. A csontoshalak heréjének két fő típusa ismert: a csöves (tubuláris) here, és a lebenyes (lobuláris) here. A lebenyes herében a hímvarsejtek egy szerteágazó csőrendszerben fejlődnek, amely lobulusokat (lebenyeket) alkot. Az érett spermiumok a lobulusok belső üregébe ürülnek, majd innen jutnak a spermavezetéken át a külvilágba. A hímvarsejt két fő része a fej, mely az örökítőanyagot tartalmazza és a mozgásért felelős farok. Már a kelő pontylárzában is könnyen kivehető a hasüreg hátsó falán lévő gyöngysor szerű elsődleges (primordiális) ősvarsejtek. Ezek további két gonádsejt típust hoznak létre. Közülük legalább az egyik megtalálható a hímváru felnőtt egyedekben. Ezek az „A” típusú spermiogóniumok. A pontyban az egyedfejlődés 10. hetében végbemegy az ivarsejtek differenciálódása herévé és petefészekké. Az „A” típusú spermiogóniumok a spermiogenezis állandó szereplői. Ezekből a sejtekből kifejlődő spermiogóniumok, tisztákká rendeződve alkotják a „B” típust. Az elsőrendű spermiciták alkotják az ivarsejtfejlődés következő állomását, mellyel elkezdődik a meiózis folyamata. A másodrendű spermiciták osztódása befejezi a meiózis folyamatát, haploid spermidákat alkotva. Ezek a sejtek hozzák létre a termékenyítésre érett spermiumokat. A ciklikusság jellege szerint a spermiogenezis két fajtáját lehet megkülönböztetni: pisztrángtípus, pontytípus. A ponty típusnál a spermiumok, valamint az „A” és „B” típusú spermiogóniumok végig jelen vannak a herében. Ha a pontyokat 10 °C feletti hőmérsékleten tartjuk, akkor bármelyik évszakban képesek termékenyítőképes

spermiumok termelésére, de csak abban az esetben, ha a hímeket gonadotrop stimulus éri (Horváth, 2018).

2.3.3. Ponty hímvarsejtek minősítése

A szaporodási szervek (ivarszervek) és a belső elválasztású mirigyek működése mellett az egész szervezet egészsége, valamint az optimális külső környezet (oldott oxigén, hőmérséklet) is feltétele az eredményes ivarsejt képzésnek. Ha a külső vagy belső tényezők nem ideálisak, a szaporodási funkció sérülhet, ezt a funkciót állítja le először a szervezet (Horváth, 2018). A természetes populáció fenntartása, valamint gazdasági körülmények közt történő szaporítás szempontjából egyaránt fontos a sikeres termékenyülés (Fauvel et al., 2010). A spermium minősége azon képességén alapul, hogy mennyire képes eredményesen megtermékenyíteni a petesejtet, és biztosítani egy egészséges embrió kialakulását (Cabrita et al., 2009).

Több kutatás is alátámasztja, hogy a spermiumok legtöbb paramétere hozzájárul az általános minőséghez, de ezek egyike sem eléggé integratív ahhoz, hogy teljes mértékben leírja a spermiumok petesejt termékenyítő képességét (Alavi et al., 2008; Cabrita et al., 2009; Bobe & Labbe, 2010). A sperma vizsgálatának fontos szerepe van, mert a hímvarsejtek minősége befolyásolja az ikra termékenyülését. A teljes sperma mennyiség (TVM, ml) a gyűjtés során mérőedénnyel mérhető. Az egyedek testtömegéből (kg) és a TVM-ből kiszámítható az egy testtömeg-kilogramorra jutó sperma mennyisége (VOM, ml/ttkg). Cejko et al. (2015) vizsgálatuk során átlagosan 5,1 ml/ttkg-ot számítottak ponty esetén.

A sperma minőség egyik meghatározó tulajdonsága, annak mozgási képessége aktiválódást követően. Ennek a vizsgálatára számítógép vezérelt spermavizsgáló rendszert, CASA-t alkalmazunk, mely a sejtek fejét érzékelve videófelvételt készít és számos mozgási paraméter meghatározására képes. Többek között rögzíti a sejtek sebességét, mozgásuk irányát, a fej oldalirányú kitérését, valamint a mozgó és nem mozgó spermiumok arányát (Fauvel et al., 2010). Bokor et al. (2023) a ponty motilitási vizsgálata során pMOT (92%), MOT (90%), VCL (106 $\mu\text{m/s}$), ALH (1,87 μm), LIN (75%), Cejko et al. (2014) VSL (133,5 $\pm$ 41,6 $\mu\text{m/s}$), BCF (10,9 $\pm$ 1,8 Hz) paramétereket mérték.

A sejtkoncentráció mérés során ismert hígítási arány mellett meghatározható az 1 ml mintában lévő spermiumok mennyisége. A sejtek számolása immobilizált állapotban, specifikus sejtvizsgáló kamrában zajlik. Mikroszkópos nagyítás után a meghatározás történhet szabad szemmel vagy számítógépes program segítségével. A legpontosabb adat viszont áramlási citometriával nyerhető, mely vizsgálat során a sejttérfogat és a spermiumok fiziológiai

állapota is mérhető (Fauvel et al., 2010). Cejko et al (2014) sejtkoncentráció vizsgálat során $1,881 \cdot 10^9 \pm 3,50 \cdot 10^{10}/\text{ml}$, Kaspar et al. (2007) $1,79\text{-}3,45 \cdot 10^{10}$ értékeket mértek ponty esetében.

Centrifugálás során a felülúszó szeminális plazma szétválasztható a spermiumsejtektől. Ezt követően a szeminális plazma ozmolalitása meghatározható egy ozmométer segítségével, pH értéke pedig, egy pH szenzorral mérhető (Alavi et al., 2009; Viveiros et al., 2019; Siddique et al., 2016; Cejko et al., 2014). Kruger et al. (1984) 298 ± 14 mmol/kg, Morisawa et al. (1983) $302 \pm 5,4$ mmol/kg értékeket mértek a ponty szeminális plazma ozmolalitás vizsgálata során. A ponty esetében a magasabb pH a spermiumok koncentrációjának csökkenésével függ össze. Emiatt feltételezhető, hogy a plazma pH-ja is befolyásolja a spermiumok érését követő mozgékonyságot (Kowalski et al., 2019).

A szeminális plazma vizsgálatával meghatározható a sperma ion és cukor koncentrációja. A szervesanyag, valamint ion tartalom egy automata analizátor segítségével mérhető (Arami et al., 2013;). Az ion koncentráció méréséhez számos kutatás lángfotométert és ionszelektív elektródokat alkalmaz (Viveiros et al., 2019; Vlok & Van Vuren, 2018; Alavi et al., 2009; Arami et al., 2013). Bár az általunk használt mértékegységtől eltérőt alkalmaztak, Morisawa et al. (1983) Na ($75 \pm 3,2$ mM/kg), K ($82,4 \pm 3,33$ mM/kg), Ca ($20 \pm 0,18$ mM/kg), Mg ($0,8 \pm 0,04$ mM/kg), Kruger et al. (1984) glükóz (9-100 mg/l) és fruktóz (58-63 mg/l) paramétereket mértek ponty sperma ion és cukortartalom vizsgálata során.

Centrifugálást követően a lipidek kloroform (CHCl_3) és metanol (CH_3OH) elegyével különválaszthatóak a szeminális plazmától és spermiumoktól. A zsírsav összetétel vizsgálat megkezdéséig a mintákat fagyasztva szükséges tárolni. A mintákat metilezik, teflon záróelemes kupakkal légmentesen lezárják, inkubálják őket, majd szobahőmérsékleten való lehűlés után desztilláltvizet adnak hozzájuk. Ezt követően a zsírsavakat gázkromatográffal mérik (Dardas et al., 2017; Lahnsteiner et al., 2009). Dardas et al. (2017) SFA ($35,9 \pm 1,4\%$), PUFA ($51,2 \pm 1,3\%$), OM3 ($33,6 \pm 1,4\%$), OM6 ($18 \pm 1,4\%$) paramétereket mértek motilis ponty spermiumok zsírsavösszetételének vizsgálat során. Lahnsteiner et al. (2009) PUFA ($27,80 \pm 11,92$ g), OM3 ($14,52 \pm 11,73$ g), OM6 ($13,27 \pm 2,86$ g) paramétereket mértek szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) hímivartermékből származó 100 g lipid mintán végzett vizsgálatuk során.

2.3.4. A szaporítás folyamata

A szaporításra érett egyedeket lehalászt és válogatást követően keltetőházba szállítják. Itt az anyahalakat altatják, egyedi jelöléssel látják el és lemérik a tömegüket, ami a hormondózis

kiszámítása érdekében fontos. A megfelelően felkészített ikrások ovulációja hormonhatásra indul meg, amelyhez általában testtömeg-kilogrammonként 3,5-4,5 mg száraz hipofízist használnak, amit fiziológiás oldatban (0,2-0,5 ml 0,9%-os NaCl) oldanak fel. Sikeres szaporításhoz hipofízissel egyenértékű szintetikus hormonkészítményt is alkalmazhatnak. A hormondózis körülbelül 10%-át előadagként a hasúszó tövének injektálják a hasüregbe. A második, döntő adag beadására 10-12 órával az előadag szervezetbe juttatása után kerül sor, melyhez ismételt altatás szükséges. A hormonadag hatására bekövetkezik az ovuláció, az érett peték leválása, ezért a bódított halak ivarnyílását be kell varrni. Az ovuláció a döntő hormonkezelés után nagyjából 11-12 órával várható (kb. 240-260 órafok elérésekor). A fejéshez a halakat ismét az altató oldatba helyezik. Az ivarnyílás befogása közben az ikrás egyedeket a fejőasztalra helyezik és szárazra törlik. Ezután a varratot ollóval felvágják, majd a hasfal enyhe nyomásával az ikrát száraz tába gyűjtik. Az ikrák tömegét le kell mérni, ez alapján tudják a későbbi számításokat elvégezni. A tejes egyedeket egyszeri alkalommal kezelik, testtömeg-kilogrammonként 2 mg hipofízissel vagy ezzel egyenértékű szintetikus hormonkészítménnyel (Horváth, 2018). A szintén elaltatott hímek ivartermékét kis üvegpohárba fejtik. Egy ikrás ikrájához két hímtől származó tejet használnak (2. ábra). Az ikrához literenként 2x5 ml tej szükséges. A tejet és az ikrát összekeverik, majd termékenyítő-duzzasztó oldatot öntenek hozzá (Woynárovich, 1962), melynek az összetétele: 10 l víz 40 g konyhasó (NaCl), 30 g karbamid ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). A termékenyítő oldatban az ikrák folyadékot szív magába és növekedni kezd. Ebben a fázisban a felszínén lévő ragadós vegyületek miatt könnyen összetapadhatnak az ikraszemek, amit csak folyamatos keveréssel vagy rázatással lehet megakadályozni. Fontos odafigyelni, hogy a duzzasztás során arányosan mindig csak kevés oldatot adjanak az ikrához, mert a túl sok folyadék növeli az összezsugorodás kockázatát. A duzzasztás körülbelül 1-1,5 órát vesz igénybe, ezalatt az ikrák eredeti térfogatának 6-9-szeresére nő és tapintásra az ikrahéj rugalmassá, keménnyé válik. Ekkor kerül sor az ikrák Zuger-üvegbe helyezésére, amit a csersavas kezelés előz meg. Ehhez 10 liter vízbe 5 g por állagú csersavat kevernek. Ebből az oldatból 1 litert adunk 10-12 liter duzzadt ikrához, elkeverik, majd legfeljebb 20 másodperc után a csersavas vizet leöntik és az ikrát friss vízzel többször átöblítik. A kezelést két-három alkalommal elvégzik, majd üvegbe helyezik az ikrát. A termékenyülés után körülbelül egy órával elkezdődik a petesejt osztódása. A lárvák 22-24 °C-on nagyjából 3 nap elteltével kel ki (Horváth & Tamás, 2011).

2. ábra: Két hímétől származó tej hozzáadása az ikrához
(Forrás: Bajári Zsolt, 2023)



2.4. Algával történő takarmányozás hatása a halak szaporodásbiológiájára

Az iráni Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University munkatársai a spirulina (*Spirulina platensis*) alga liszttel kiegészített halliszt hatását vizsgálták a kék gurámi (*Trichopodus trichopterus*) szaporodási teljesítményére az első ívásig. A halakat naponta négyszer, 2,5, 5, 10 és 20%-os algaliszttel etették, szemben a kontrollként csak halliszttel takarmányozott halakkal. Azok a halak, amelyek *S. platensis* liszt kiegészítést is kaptak, mindegyike rövidebb idő alatt érte el az ívás első szakaszát, valamint több ikrát termelt, mint a kontroll csoport egyedei. A legjobb értékeket azonban a 2,5, 5 és 10%-os algalisztet kapott csoportok esetén érték el, amelyek szignifikáns különbséget mutattak a 20%-os és a kontrollkezelésben részesülőkhöz képest. A kelési arányok a 20%-os csere kivételével sokkal magasabbak voltak (78-86%), mint a kontroll esetében (49,5%) (Khanzadeh et al., 2016). Egyiptomi kutatók nílusi tilápián (*Oreochromis niloticus*) végzett kísérlethez négy, algát tartalmazó receptúrát állítottak össze. A takarmányt a vizsgálat során 0 (kontroll), 0,5 g/100 g (T1), 1 g/100 g (T2) és 1,5 g/100 g (T3) szárított *Cyclotella* spp porral egészítették ki. A legmagasabb gonado-szomatikus-indexet a T3-as, 1,5% *Cyclotella* spp-vel kiegészített takarmánnyal etetett tejesek esetén mérték. A T3 és T2 csoportokban kezelt hímeknél mutatták

ki a legmagasabb pH, sperma motilitási és koncentráció értékeket, míg a legalacsonyabb eredményeket minden esetben a kontroll csoportnál figyelték meg (Abdel-Moez et al., 2022).

Abdulrahman és Hamad (2013) pontyon végzett kísérletük során öt különböző receptúrát állítottak össze. Laboratóriumi körülmények között tartott pontyokat 105 napon keresztül 0% (T1), 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) és 20% (T5) szárított algával (*Spirulina spp.*) kiegészített halliszttel takarmányozták. Ugyan nem mértek szignifikáns különbséget a csoportok gonadoszomatikus indexe között, azonban a 10%-os algakiegészítésig növekvő tendencia figyelhető meg.

Güroy et al. (2012) vizsgálatuk során recirkulációs rendszerben tartott jégsügérekre (*Pseudotropheus acei*) gyakorolt hatását vizsgálták 12 héten keresztül. A négy csoportot 0%, 2,5%, 5%, 10% algával kiegészített halliszttel takarmányozták. 2,5%-os *Spirulina* kiegészítés mellett rögzítettek szignifikánsan magasabb értékeket a vizsgált reprodukciós paraméterekben (kelési arány, teljes ikra termelés), mint a kontroll vagy a magasabb arányú algakiegészítés (5 és 10%) esetén.

Hafsa (2022) vizsgálata során 2,5%, 5%, 7,5%, és 10% algakiegészítést alkalmazott ponty fajon, laboratóriumi körülmények között. A csoportok között bár nem mért szignifikáns különbséget, az alga arányának emelésével a gonado-szomatikus index értéke is nőtt.

3. Alkalmazott módszerek

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Munkahelyi Állatjóléti Bizottsága kijelenti, hogy a kísérletek nem esnek a 2010/63/EU irányelv hatálya alá, azonban a Bizottság tudomásával és engedélyével kerültek végrehajtásra (Iktatószám: MATE-SZIC/1742-1/2022 és MATE-SZIC/1745-1/2022).

3.1. A Szegedfish Kft. bemutatása

A kísérletek végrehajtásának helyszíne, a Szegedfish Mezőgazdasági Termelő és Szolgáltató Kft. volt, melynek a fő tevékenységi köre a tógazdasági haltermelés. Az elmúlt évtizedekben történt fejlesztéseknek köszönhetően közel 2100 hektáros halastórendszerre fejlődött (3. ábra). A gazdaság haltermelésének legnagyobb részét a társaság saját tájfajtája, a Szegedi tükörponty (Udvari, 2017) teszi ki. Ez a kiváló ízű, zsírszegény húsú hal a jó alkalmazkodó- és ellenállóképességének köszönheti széleskörű elterjedését. A ponty mellett továbbá termelnek amurt, busát, valamint ragadozó halakat. Az éves haltermelés átlagosan 1800 tonna körül mozog. Az ivadékokat, tenyész-, sport- és étkezési célra szánt halat külföldön és belföldön egyaránt értékesítik. Fontos megemlíteni, hogy a társaság saját keltetővel és anyaállománnyal is rendelkezik, így a termelési folyamat összes lépésének kivitelezésére alkalmas a gazdaság. A Szegedfish Kft. számára fontos a szaporítás hatékonyságának növelése, melynek egyik módja lehet az anyahalak eredményes felkészítése ([http1](#)).

3. ábra: A Szegedfish Kft. telelőtő rendszere
(Forrás: Bajári Zsolt, 2023)



3.1.1. Anyahalak tartása

Munkánk során két vizsgálatot végeztünk (2023 és 2024 években), melyek az anyahalak takarmányozásában tértek el egymástól a felkészítés alatt. Az anyahalak tavaszi felkészítése

mindkét esetben szaporítási időszakban történt, két, körülbelül azonos méretű (800 m²-es) telelőtóban. A halak a szaporítást megelőzően körülbelül egy hónapon keresztül, naponta egyszer, egy helyre kijuttatva a szarvasi Haltáp Kft. ponty anyatápját kapták, melynek összetétele: szárazanyag: 88,0%, nyersfehérje: 27,0%, nyerszsír: 3,8%, nyersrost: 2,3%, nyershamu: 4,7%. Az algás csoport ezen felül algakiegészítést (*Chlorella spp.*, *Scenedesmus spp.*, *Coelastrella spp.*, *Acutodesmus spp.*) kapott. Az első évben 1%, a második évben 3% algatartalommal történt a takarmánykeverék dúsítása.

3.2. Mintavétel

A mintavételt mindkét vizsgálat során háromszor ismételtük meg, egy-egy alkalommal 12 tejes anyától (6 kontroll és 6 kezelt) gyűjtve a mintákat. A lehalászást megelőzően megmértük a telelőtavak vízhőmérsékletét, ahol az anyahalak felkészítése történt. Az első kísérlet során 16, 20,5 és 22 °C, míg a második kísérlet folyamán 18,5, 20,5 és 21,8 °C-ot mértünk az egyes mintavételekkor. Fejés előtt az egyedeket etilén-glikol-monofeniléter oldattal (60 ml/100 l keltetőházi rendszervíz) bódítottuk, majd lemértük a testhosszukat (cm) és a testtömegüket (kg). Az ivarnyílás környékének szárazra törölését követően hasfal egyenletes masszírozásával történt az ivartermék kinyerése, ügyelve arra, hogy a sperma ne érintkezzen vízzel, vizelettel vagy bélsárral (4. ábra). A minták gyűjtése 50 ml-es centrifugacsövekbe történt, majd meghatározásra került a lefejt sperma mennyisége (TVM, ml), mely alapján kiszámításra került a sperma testtömeg-kilogrammonkénti mennyisége (VOM, ml/ttkg) is (Cejko et. al., 2011).

4. ábra: Ponty tejes fejése a keltetőházban
(Forrás: Bajári Zsolt, 2023)

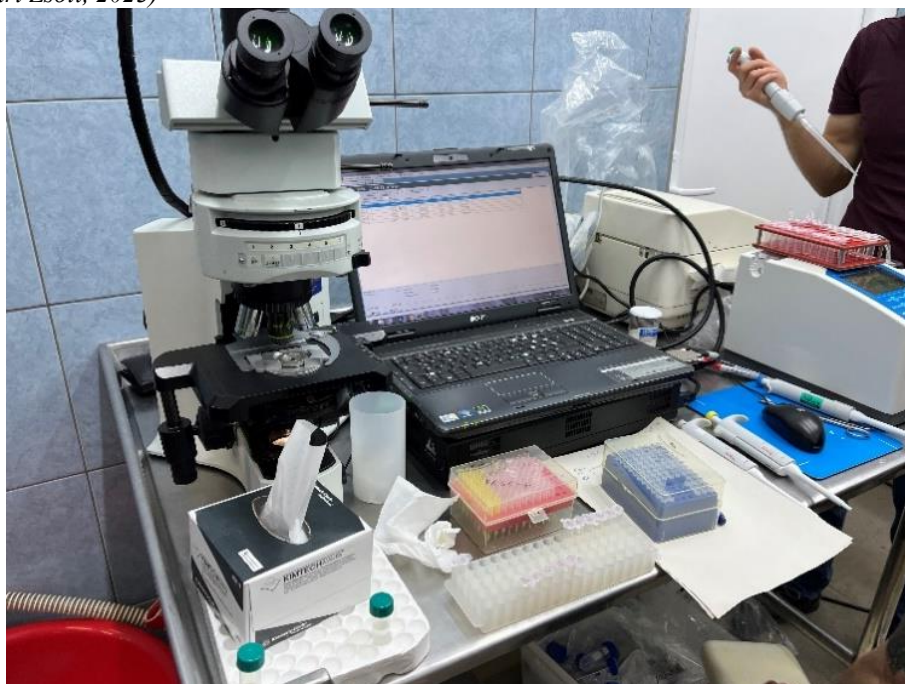


3.3. Sperma minőséget meghatározó paraméterek vizsgálata

3.3.1. A motilitás mérése

Fejést követően a spermaminták mozgási paramétereinek rögzítésére egy CASA, rendszert (Sperm Vision™ v. 3.7.4., Minitube of America, Venture Court Verona, USA) használtunk (5. ábra). A sperma aktiválása egy ponty fajra kidolgozott, 45 mM NaCl-t, 5 mM KCl-t és 30 mM Tris-t (pH 8,0) tartalmazó, oldattal történt (Saad et al., 1988). A vizsgálat során 8 különböző mozgási paraméter került meghatározásra (1. táblázat).

5. ábra: A spermamotilitás vizsgálata CASA berendezés felhasználásával
(Forrás: Bajári Zsolt, 2023)



1. táblázat: A kísérlet során vizsgált motilitási és kinetikai paraméterek
(Forrás: Bernáth 2016)

Vizsgált paraméter	Paraméter leírása	Mértékegység
Motilitás (MOT)	A sejtek mozgása	%
Progresszív motilitás (pMOT)	Tényleges mozgást végző sejtek	%
Distance average path (DAP)	A hímivarsejt ténylegesen megtett útvonalának és a mozgásának kiindulási és végpontja között mért távolságnak az átlagolt hossza	μm
Curvilinear velocity (VCL)	A hímivarsejt sebessége a ténylegesen megtett, teljes mozgási útvonalra számolva	μm/s
Straight line velocity (VSL)	A hímivarsejt mozgásának a kiindulásától a végpontjáig megtett távolság sebessége	μm/s
Linearity (LIN)	A hímivarsejt ténylegesen megtett mozgási útvonalának az egyenestől számított eltérése	%
Amplitude lateral Head Displacement (ALH)	A fej oldalirányú kitérésének átlagos nagysága	μm
Beat Cross Frequency (BCF)	A fej kilengésének frekvenciája	Hz

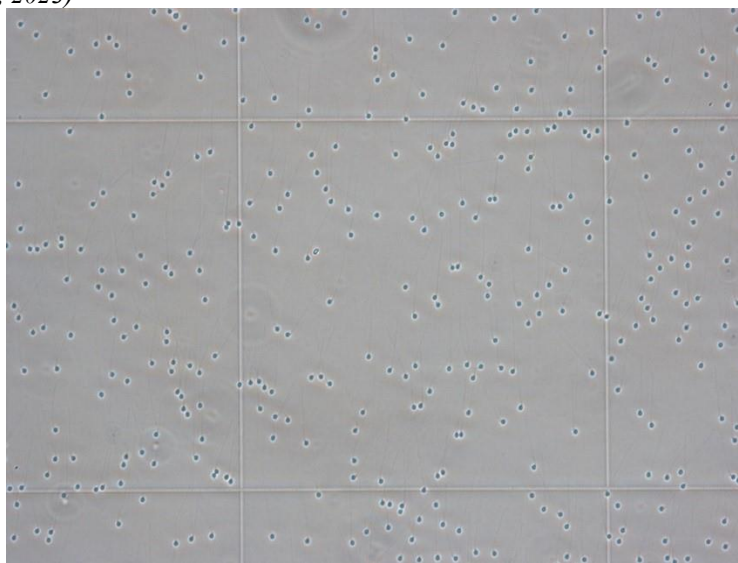
3.3.2. A sejtkoncentráció, valamint az ebből származtatható egyéb spermatológiai paraméterek meghatározása

A sperma koncentráció (SPZ, sejt/ml) meghatározása során a minták egy, a csuka fajra (*Esox lucius*) kidolgozott, majd ponty fajra optimalizált oldattal (205 mM glükóz, 20 mM NaCl, 25 mM KCl, 1 mM Na₂HPO₄ * 12H₂O, 1 mM MgCl₂ * 6H₂O, 1 mM CaCl₂ * 2H₂O, 20 mM Tris and 0,5% BSA, pH: 8,0 ± 0,02) (Bokor et al., 2023) kerültek 1:999 arányban hígítva. A minták vizsgálata egy Bürker típusú sejtszámláló kamrában (Marienfield Superior, Paul Marienfield GmbH & Co. KG, Németország) történt (6. ábra), amelyben mintánként 20 db kép készült. A sejtszám egy Image J 1.48v program (Image J for Windows, National Institutes of Health, Egyesült Államok) alkalmazásával került meghatározásra (7. ábra). A minták sejtsűrűségét a következő képlet segítségével számoltuk ki. A ml-enkénti sejtszám = Bürker-kamrában számolt sejtek átlaga * 25 * 10 * 1000 * hígítási arány. A Bürker-kamra egy négyzetének területe 1/25 mm², magassága 1/10 mm, így határoztuk meg az 1 μl-ben lévő sejtszámot, ezt 1000-rel szorozva kaptuk meg a ml-enkénti sejtszámot (Bokor, 2009). A teljes sperma termelés (TSP) a sejtsűrűség (SPZ) és a lefejt teljes sperma mennyiség (TVM) szorzatából (TSP = SPZ * TVM) került meghatározásra. A teljes sperma szám (TNS) pedig a teljes sperma termelés (TSP) és az egyedek testtömegének a hányadosaként írható fel (TNS = TSP/ttkg) (Cejko et al., 2011).

6. ábra: Sperma minta betöltése Bürker típusú sejtszámláló kamrába
(Forrás: Molnár József, 2023)



7. ábra: Spermium sejtek a Bürker kamra cellájában
(Forrás: Bajári Zsolt, 2023)



3.3.3. A szeminális plazma ozmolalitás és pH mérése

A minták (4 ml) 5 percig tartó, 14 000 rcf-en történő centrifugálását (Eppendorf 5810R, Eppendorf AG, Németország) követően a szeminális folyadékot automata pipettával választottuk el spermium sejtektől. A szeminális plazma ozmolalitása (OSM, mmol/kg) egy ozmométerrel (Wescor Vapro 5600, Wescor Inc., South Logan, Egyesült Államok), a pH-ja pedig egy vezeték nélküli pH szenzorral (Halo™ HI10832, HANNA Instruments Inc., Woonsocket, Egyesült Államok) került meghatározásra.

3.3.4. A sperma ion és cukor tartalmának meghatározása

A sperma ion- és cukor tartalmát a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai vizsgálták saját laboratóriumukban, a saját protokolljaik alapján (2. táblázat). A glükóz és fruktóz mennyiségét egy gázkromatográf-fal kapcsolt tömegspektrométerrel (Agilent 6890N-5975MSD, Agilent Technologies Inc., Egyesült Államok) végezték. A minták ion koncentrációjának meghatározása induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometria (ICP-OES, inductively coupled plasma optical emission spectrometry) módszerével (PerkinElmer AVIO 200 ICP-OES, S10 Autosampler, PerkinElmer Inc., Egyesült államok) történt.

2. táblázat: A sperma cukor és ion tartalmának analitikai vizsgálat során mért paramétere
(Forrás: saját munka)

Vizsgált paraméter	Rövidítés	Mértékegység
Glükóz	Glu	mg/g
Fruktóz	Fru	mg/g
Nátrium	Na	mg/g
Kálium	K	mg/g
Kalcium	Ca	mg/g
Magnézium	Mg	mg/g

3.3.5. A sperma zsírsav összetételének meghatározása

A minták zsírsavösszetételét a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. vizsgálta. A meghatározás gázkromatográfiás-tömegspektrometriás méréssel (Agilent 6890N-5975MSD, Agilent Technologies Inc., Egyesült Államok) történt (3. táblázat).

3. táblázat: A sperma zsírsavösszetételének vizsgálatok során mért paraméterek
(Forrás: saját munka)

Vizsgált paraméter	Rövidítés	Mértékegység
Összes zsírsav	TFA	mg/g
Telített zsírsav	SFA	mg/g
Telítetlen zsírsav	UFA	mg/g
Többszörösen telítetlen zsírsav	PUFA	mg/g
Omega-3 zsírsav	OM3	mg/g
Omega-6 zsírsav	OM6	mg/g

3.4. Adatok elemzése

Az adatok feldolgozásához, átlagszámításhoz, táblázatok szerkesztéshez, valamint az eredmények szöveges értékeléséhez a Microsoft Excel és Microsoft Word (Microsoft Corporation, Redmond, WA 98052, Egyesült Államok) programokat segítségével dolgoztuk fel. Az adatok elemzéséhez GraphPad Prism 8.0.1 for Windows (GraphPad Software version 8.0.1, La Jolla, California, Egyesült Államok) és IBM SPSS Statistics 27 (SPSS Inc., Chicago,

Egyesült Államok) statisztikai szoftvereket alkalmaztuk. Az adatsorok normalitás vizsgálatát Shapiro-Wilk teszttel végeztük. A nem normál eloszlást mutató értékeket arkusz-színusz négyzetgyök (MOT, pMOT) és logaritmikus (TVM, VOM, VCL, VSL, TSP, SPZ, Osm, pH, GLU, FRU, Na, K, Ca, Mg, TFA, SFA, UFA, PUFA, OM3, OM6) függvénnyel transzformáltuk. A csoportok közötti különbségeket kétszemponos varianciaanalízissel (two-way ANOVA, kiegészítve: Tukey, és Sidak féle „post-hoc” teszt) vizsgáltuk. Az alkalmazott szignifikancia szint minden esetben $P < 0,05$ volt.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Eredmények

4.1.1. Az első kísérlet (1% algadúsítás)

Alap spermaminőségi paraméterek

A kontroll csoport alap spermológiai paraméterei közül szignifikánsan magasabb értéket mértünk a pH, MOT, pMOT, DAP, VCL, ALH és SPZ esetén a legmagasabb, 22 °C, vízhőmérsékleten, a 16 °C-on mért adatoknál. Az algatakarmany kiegészítést kapott csoport hasonló mintázatot mutatott a MOT, pMOT, VCL, ALH értékeinél. Az alga csoportban továbbá, a DAP, VSL, és SPZ paraméterek esetén 16 °C-os vízhőmérsékleten mértük a legalacsonyabb, míg 20,5 °C-on a legmagasabb értékeket. A LIN és az OSM mindkét csoport esetében 16 °C-on volt szignifikánsan magasabb a 22 °C-on mért értéknél (4. táblázat).

4. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) alap spermológiai paramétereire való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2023	Kontroll			Alga		
Tó hőmérséklet (°C)	16	20,5	22	16	20,5	22
TVM (ml)	97 ± 28 ^a	86 ± 13 ^a	56 ± 22 ^a	91 ± 27 ^a	74 ± 28 ^a	67 ± 64 ^a
VOM (ml/ttkg)	10 ± 4 ^a	9 ± 2 ^a	6 ± 2 ^a	10 ± 3 ^a	7 ± 3 ^a	7 ± 7 ^a
OSM (mmol/kg)	322 ± 14 ^a	257 ± 5 ^b	285 ± 15 ^c	313 ± 10 ^a	267 ± 16 ^b	275 ± 7 ^b
pH	7,91 ± 0,09 ^a	7,99 ± 0,04 ^{ab}	8,06 ± 0,07 ^b	7,99 ± 0,04 ^a	7,89 ± 0,06 ^b	8,03 ± 0,07 ^a
MOT (%)	96 ± 4 ^a	98 ± 1 ^{ab}	100 ± 0,2 ^b	97 ± 2 ^a	98 ± 1 ^{ab}	99 ± 1 ^b
pMOT (%)	89 ± 5 ^a	95 ± 1 ^b	96 ± 1 ^b	88 ± 4 ^a	95 ± 2 ^b	94 ± 1 ^b
DAP (µm)	41 ± 4 ^a	49 ± 2 ^b	48 ± 2 ^b	39 ± 7 ^a	51 ± 2 ^b	44 ± 5 ^a
VCL (µm/s)	107 ± 7 ^a	130 ± 6 ^b	147 ± 7 ^c	99 ± 17 ^a	137 ± 11 ^b	125 ± 13 ^b
VSL (µm/s)	76 ± 12 ^a	86 ± 10 ^a	76 ± 8 ^a	72 ± 13 ^a	90 ± 11 ^b	74 ± 11 ^{ab}
LIN (%)	71 ± 10 ^a	66 ± 10 ^a	52 ± 8 ^b	73 ± 6 ^a	66 ± 12 ^{ab}	59 ± 8 ^b
ALH (µm)	2 ± 0,3 ^a	2,6 ± 0,5 ^{ab}	3,3 ± 0,4 ^b	1,9 ± 0,3 ^a	2,7 ± 0,7 ^b	2,8 ± 0,5 ^b
BCF (Hz)	30 ± 2 ^a	31 ± 1 ^a	32 ± 1 ^a	29 ± 2 ^a	31 ± 1 ^a	31 ± 1 ^a
SPZ (spermium/ml)	1,8*10 ¹⁰ ± 6,2*10 ^{9a}	3,1*10 ¹⁰ ± 6,4*10 ^{9b}	3,3*10 ¹⁰ ± 9,5*10 ^{9b}	2,1*10 ¹⁰ ± 5,8*10 ^{9a}	2,9*10 ¹⁰ ± 2,8*10 ^{9b}	2,5*10 ¹⁰ ± 2,9*10 ^{9ab}
TSP (SPZ*TVM)	1,8*10 ¹² ± 9,8*10 ^{11a}	2,7*10 ¹² ± 6,1*10 ^{11a}	1,9*10 ¹² ± 10 ^{12a}	1,8*10 ¹² ± 2,9*10 ^{11a}	2,1*10 ¹² ± 6,6*10 ^{11a}	1,5*10 ¹² ± 1,3*10 ^{12a}
TNS (TSP/ttkg)	1,9*10 ¹¹ ± 8,9*10 ^{10a}	2,8*10 ¹¹ ± 8,9*10 ^{10a}	2,1*10 ¹¹ ± 1,2*10 ^{11a}	2*10 ¹¹ ± 3,9*10 ^{10a}	2,1*10 ¹¹ ± 6,8*10 ^{10a}	1,6*10 ¹¹ ± 1,4*10 ^{11a}

Az első kísérlet során, 20,5 °C-on szignifikánsan magasabb pH értéket rögzítettünk a kontrollban (7,99 ± 0,04), mint az alga csoport esetén (7,89 ± 0,06). A mozgási paraméterek

közül a VCL értéke szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoportban ($147 \pm 7 \mu\text{m/s}$), az alga csoportban mérténél ($125 \pm 13 \mu\text{m/s}$).

Cukor és ion tartalom

A cukor és ion tartalmának vizsgálata során, a kontroll csoportban, a K, Na és Mg, az alga csoportban pedig, a Ca és a Na ion koncentrációja szignifikánsan magasabb volt 20,5 °C-on a 16 °C-on mért értékekhez képest. Az említett ionok koncentrációi nem tértek el szignifikánsan 20,5, illetve 22 °C-on. A FRU szintje mindkét csoport esetében csökkent a hőmérséklet növekedésével (5. táblázat).

A kontroll és az alga csoport sperma mintáinak cukor és ion koncentrációi között nem találtunk szignifikáns különbséget.

5. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) sperma ion és cukor tartalmára való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2023	Kontroll			Alga		
Tó hőmérséklet (°C)	16	20,5	22	16	20,5	22
GLU (mg/g)	$0,0045 \pm 0,00245^a$	$0,0050 \pm 0,00282^a$	$0,0028 \pm 0,00072^a$	$0,0048 \pm 0,00084^a$	$0,0062 \pm 0,00146^a$	$0,00677 \pm 0,00591^a$
FRU mg/g)	$0,0018 \pm 0,0007^a$	$0,00064 \pm 0,00038^b$	$0,00032 \pm 0,0001^b$	$0,0018 \pm 0,0005^a$	$0,00075 \pm 0,00014^b$	$0,00049 \pm 0,0002^b$
Ca (mg/g)	45500 ± 6895^a	54067 ± 8256^a	52617 ± 5764^a	46950 ± 7431^a	63383 ± 10424^b	51017 ± 5713^a
K (mg/g)	3941667 ± 175547^a	4603333 ± 156929^b	4391667 ± 328415^{ab}	4348333 ± 261642^a	4521667 ± 724774^a	4660000 ± 189947^a
Na (mg/g)	985833 ± 131688^a	1221667 ± 67946^b	1125000 ± 76877^{ab}	924833 ± 48930^a	1144333 ± 166879^b	1105000 ± 119791^b
Mg (mg/g)	119833 ± 10741^a	145333 ± 6439^b	139667 ± 11466^b	129000 ± 13372^a	147667 ± 30794^a	147333 ± 8214^a

Zsírsvösszetétel

A tóhőmérséklet sem a kontroll, sem az alga csoport esetében nem befolyásolta a minták zsírsvösszetételét (6. táblázat).

A kontroll és az alga csoport összehasonlítása során nem rögzítettünk szignifikáns különbséget a sperma minták zsírsvösszetételében.

6. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) sperma zsírsav összetételére való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2023	Kontroll			Alga		
Tó hőmérséklet (°C)	16	20,5	22	16	20,5	22
TFA (mg/g)	6,12 ± 3,42 ^a	4,77 ± 0,48 ^a	5,04 ± 0,68 ^a	5,51 ± 1,90 ^a	4,79 ± 0,18 ^a	5,22 ± 0,44 ^a
SFA (mg/g)	2,23 ± 1,29 ^a	1,73 ± 0,22 ^a	1,87 ± 0,32 ^a	1,96 ± 0,69 ^a	1,74 ± 0,08 ^a	2,01 ± 0,26 ^a
UFA (mg/g)	3,88 ± 2,13 ^a	3,04 ± 0,26 ^a	3,16 ± 0,39 ^a	3,55 ± 1,21 ^a	3,05 ± 0,11 ^a	3,21 ± 0,21 ^a
PUFA (mg/g)	2,96 ± 1,65 ^a	2,32 ± 0,23 ^a	2,41 ± 0,29 ^a	2,64 ± 0,98 ^a	2,28 ± 0,12 ^a	2,43 ± 0,17 ^a
OM3 (mg/g)	2,57 ± 1,44 ^a	2,01 ± 0,23 ^a	2,09 ± 0,28 ^a	2,29 ± 0,88 ^a	1,97 ± 0,10 ^a	2,12 ± 0,15 ^a
OM6 (mg/g)	0,39 ± 0,21 ^a	0,31 ± 0,02 ^a	0,31 ± 0,05 ^a	0,35 ± 0,10 ^a	0,31 ± 0,02 ^a	0,31 ± 0,05 ^a

4.1.2. A második kísérlet (3% algadúsítás)

Alap spermaminőségi paraméterek

A második kísérlet során, a kontroll csoport pH értéke 18,5 °C-on szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a magasabb 20,5 és 21,8 °C vízhőmérsékleten, míg az alga csoportban 20,5 °C-on mértük a legalacsonyabb pH értéket. A kontroll minták OSM adatai ezzel ellenkezőleg, átlagosan 20,5 °C-on voltak a legmagasabbak. A BCF egyre alacsonyabb, az SPZ viszont magasabb értékeket mutatott a vízhőfok növekedésével. Az alga csoport vizsgálata során az SPZ, TSP és a TNS esetében 18,5 °C-nál figyeltük meg a legalacsonyabb, 20,5 °C-nál pedig a legmagasabb értékeket. A pH érték ennél a csoportnál 20,5 °C-on volt a legalacsonyabb (7. táblázat).

7. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) alap spermatológiai paramétereire való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2024	Kontroll			Alga		
Tó hőmérséklet (°C)	18,5	20,5	21,8	18,5	20,5	21,8
TVM (ml)	60,5 ± 25,98 ^a	63,4 ± 19,31 ^a	50 ± 59,17 ^a	75 ± 26,26 ^a	118,83 ± 48,55 ^a	78,5 ± 48,79 ^a
VOM (ml/ttkg)	5,60 ± 2,16 ^a	6,30 ± 1,90 ^a	5,84 ± 4,55 ^a	7,49 ± 2,91 ^a	12,46 ± 4,66 ^a	8,73 ± 4,35 ^a
OSM (mmol/kg)	257,58 ± 11,80 ^a	288,2 ± 13,49 ^b	245,83 ± 11,86 ^a	282,33 ± 5,3 ^a	268,17 ± 11,05 ^a	277,5 ± 7,66 ^a
pH	8,23 ± 0,04 ^a	8,05 ± 0,06 ^b	8,08 ± 0,08 ^b	8,23 ± 0,06 ^a	7,96 ± 0,05 ^b	8,19 ± 0,07 ^a
MOT (%)	99,08 ± 0,77 ^a	99,49 ± 0,33 ^a	99,30 ± 0,62 ^a	99,41 ± 0,35 ^a	99,26 ± 0,53 ^a	99,56 ± 0,28 ^a
pMOT (%)	97,40 ± 2,85 ^a	98,95 ± 0,66 ^a	98,04 ± 1,90 ^a	97,92 ± 1,22 ^a	98,37 ± 1,43 ^a	98,45 ± 1,19 ^a
DAP (μm)	37,81 ± 6,36 ^a	41,09 ± 4,17 ^a	42,25 ± 9,24 ^a	42,45 ± 8,19 ^a	43,48 ± 8,37 ^a	41,73 ± 5,29 ^a
VCL (μm/s)	119,05 ± 16,40 ^a	143,39 ± 18,51 ^a	143,25 ± 33,42 ^a	125,29 ± 21,95 ^a	133,94 ± 23,91 ^a	138,19 ± 15,38 ^a
VSL (μm/s)	87,43 ± 11,66 ^a	99,39 ± 8,14 ^a	102,25 ± 22,61 ^a	97,13 ± 17,29 ^a	101,61 ± 15,10 ^a	100,38 ± 10,87 ^a
LIN (%)	74 ± 9,49 ^a	70 ± 8,57 ^a	72 ± 2,97 ^a	77,67 ± 3,93 ^a	76,5 ± 5,50 ^a	72,83 ± 4,31 ^a
ALH (μm)	0,7 ± 0,16 ^a	0,86 ± 0,21 ^a	0,82 ± 0,16 ^a	0,66 ± 0,09 ^a	0,71 ± 0,16 ^a	0,79 ± 0,11 ^a
BCF (Hz)	13,90 ± 0,62 ^a	13,2 ± 0,39 ^{ab}	13,01 ± 0,58 ^b	13,93 ± 0,74 ^a	13,45 ± 0,51 ^a	13,34 ± 0,33 ^a
SPZ (spermium/ml)	2,66*10 ¹² ± 6,44*10 ^{9a}	4,06*10 ¹⁰ ± 1,17*10 ^{10ab}	5,05*10 ¹⁰ ± 1,70*10 ^{10b}	2,93*10 ¹⁰ ± 4,20*10 ^{9a}	4,97*10 ¹⁰ ± 1,29*10 ^{10b}	4,30*10 ¹⁰ ± 9,70*10 ^{9ab}
TSP (SPZ*TVM)	1,65*10 ¹² ± 9,97*10 ^{11a}	2,55*10 ¹² ± 1,37*10 ^{12a}	2,21*10 ¹² ± 2,30*10 ^{12a}	2,18*10 ¹² ± 8,28*10 ^{11a}	5,72*10 ¹² ± 1,89*10 ^{12b}	3,60*10 ¹² ± 2,89*10 ^{12ab}
TNS (TSP/ttkg)	1,51*10 ¹¹ ± 8,16*10 ^{10a}	2,52*10 ¹¹ ± 1,33*10 ^{11a}	2,74*10 ¹¹ ± 1,74*10 ^{11a}	2,18*10 ¹¹ ± 9,23*10 ^{10a}	5,87*10 ¹¹ ± 1,43*10 ^{11b}	3,89*10 ¹¹ ± 2,59*10 ^{11ab}

A két csoport összehasonlítása során a VOM paraméter esetében 20,5 °C-os hőmérsékleten a kontroll mintákban ($6,30 \pm 1,90$ ml/ttkg) szignifikánsan alacsonyabb átlagos értéket számítottunk, mint az alga csoportban ($12,46 \pm 4,66$ ml/ttkg). Az OSM (mmol/kg) vizsgálat eredményei, mind a három mintavételi időpontban szignifikánsan különböztek egymástól [(18,5 °C: Kontroll: $257,58 \pm 11,80$; Alga: $282,33 \pm 5,3$), (20,5 °C: Kontroll: $288,2 \pm 13,49$; Alga: $268,17 \pm 11,05$), (21,8 °C: Kontroll: $245,83 \pm 11,86$; Alga: $277,5 \pm 7,66$)]. Az átlagos pH érték 21,8 °C-on szignifikánsan alacsonyabb volt a kontrollban ($8,08 \pm 0,08$), mint az alga csoportban ($8,19 \pm 0,07$). A TNS esetén pedig, 20,5 °C-on határoztunk meg szignifikánsan alacsonyabb értéket a kontroll csoportban ($2,52*10^{11} \pm 1,33*10^{11}$ TSP/ttkg), mint az algásban ($5,87*10^{11} \pm 1,43*10^{11}$ TSP/ttkg).

Cukor és ion tartalom

A cukor és ion tartalom vizsgálata során a kontroll csoport Ca, K, Na és Mg koncentrációja szignifikánsan magasabb volt 20,5 °C-on, mint 18,5, valamint 21,8 °C-on. Az alga csoport K koncentrációja 18,5 °C-on szignifikánsan alacsonyabb, míg a Na koncentrációja 20,5 °C-on szignifikánsan magasabb volt a többi hőmérséklethez képest. A Mg esetén 18,5 és 20,5 °C-os vízhőmérséklet között mértünk jelentős koncentráció különbséget (8. táblázat).

A két csoport összehasonlítása során a K esetén a kontroll csoportban 20,5 °C-on ($6822306,60 \pm 482872,22$ mg/g) szignifikánsan magasabb koncentrációt mértünk, mint az alga csoportban ($5801130,69 \pm 747253,82$ mg/g), míg 21,8 °C-on a kontroll csoport koncentrációja ($4624588,34 \pm 403062,08$ mg/g) mutatkozott alacsonyabbnak az algához képest ($5352106,97 \pm 395523,25$ mg/g). A Mg koncentrációja, a K-hoz hasonlóan, 20,5 °C-on szignifikánsan magasabb volt a kontrollban ($227327,17 \pm 19504,51$ mg/g), az alga csoportban ($189298 \pm 29522,48$ mg/g) mért értékhez képest.

8. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) sperma ion és cukor tartalmára való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2024	Kontroll			Alga		
Tő hőmérséklet(°C)	18,5	20,5	21,8	18,5	20,5	21,8
GLU (mg/g)	$0,00375 \pm 0,00221^a$	$0,0056 \pm 0,00238^a$	$0,00433 \pm 0,00164^a$	$0,0035 \pm 0,00098^a$	$0,00445 \pm 0,00318^a$	$0,00355 \pm 0,00145^a$
FRU mg/g)	$0,00047 \pm 0,00027^a$	$0,0006 \pm 0,00021^a$	$0,00048 \pm 0,00019^a$	$0,00052 \pm 0,00015^a$	$0,00075 \pm 0,00024^a$	$0,00065 \pm 0,00023^a$
Ca (mg/g)	$59121,02 \pm 8142,42^a$	$75613,94 \pm 8274,5^b$	$53769,89 \pm 12133,44^a$	$53733,2 \pm 6975,03^a$	$63629,27 \pm 7294,64^a$	$60676,04 \pm 5277,15^a$
K (mg/g)	$5049832,20 \pm 193974,58^a$	$6822306,60 \pm 482872,22^b$	$4624588,34 \pm 403062,08^a$	$4749620,7 \pm 276527,87^a$	$5801130,69 \pm 747253,82^b$	$5352106,97 \pm 395523,25^b$
Na (mg/g)	$1144538,54 \pm 142625,24^a$	$1789650,20 \pm 180171,7^b$	$1266285,75 \pm 70278,23^a$	$1115221,35 \pm 82361,91^a$	$1569527,51 \pm 243859,05^b$	$1215190,91 \pm 233181,67^a$
Mg (mg/g)	$171696,87 \pm 17203,19^a$	$227327,17 \pm 19504,51^b$	$156667,27 \pm 13214,24^a$	$157974,28 \pm 4135,88^a$	$189298 \pm 29522,48^b$	$178467,77 \pm 13631,31^{ab}$

Zsírsv összetétel

A zsírsvösszetétel vizsgálata során a kontroll csoportnál az OM6 paramétert leszámítva, minden esetben szignifikáns különbség mutatkozik az eltérő vízhőmérsékleteken mért értékek között. A legmagasabb adatokat 20,5 °C-on, míg a legalacsonyabbakat 21,8 °C-on kaptuk. Az OM6 kivételével az alga csoport zsírsv paramétereiben 20,5 °C-on szignifikánsan magasabb értékeket mértünk, mint 18,5 °C-on (9. táblázat).

A két csoport összehasonlítása során a zsírsavösszetétel eredményeinél volt megfigyelhető a legtöbb szignifikáns eltérés. A TFA értéke 20,5 °C-on a kontroll csoport (6,91 ± 0,60 mg/g) esetén volt magasabb (Alga: 6,04 ± 0,46 mg/g), míg 21,8 °C-on a kontrollban (4,76 ± 0,53 mg/g) rögzítettünk alacsonyabb értéket az alga csoportnál (5,33 ± 0,52 mg/g). Emellett az OM6 kivételével a többi paraméter kontrollban mért értéke 18,5 °C-os (SFA: 2,19 ± 0,18 mg/g; UFA: 3,77 ± 0,25 mg/g; PUFA: 2,69 ± 0,17 mg/g; OM3: 2,25 ± 0,17 mg/g), valamint 20,5 °C-os (SFA: 2,58 ± 0,20 mg/g; UFA: 4,33 ± 0,41 mg/g; PUFA: 3,2 ± 0,29 mg/g; OM3: 2,68 ± 0,26 mg/g) vízhőmérsékleten is szignifikánsan magasabb volt az alga csoportban [18,5 °C: (SFA: 1,9 ± 0,18 mg/g; UFA: 3,03 ± 0,26 mg/g; PUFA: 2,22 ± 0,21 mg/g; OM3: 1,82 ± 0,19 mg/g), 20,5 °C: (SFA: 2,27 ± 0,19 mg/g; UFA: 3,77 ± 0,29 mg/g; PUFA: 2,74 ± 0,18 mg/g; OM3: 2,3 ± 0,12 mg/g)] mérthez képest.

9. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) sperma zsírsav összetételére való hatásának vizsgálata (N = 6-6). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek (P<0,05). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.

(Forrás: saját munka)

2024	Kontroll			Alga		
Tó hőmérséklet (°C)	18,5	20,5	21,8	18,5	20,5	21,8
TFA (mg/g)	5,96 ± 0,44 ^a	6,91 ± 0,60 ^b	4,76 ± 0,53 ^c	4,93 ± 0,39 ^a	6,04 ± 0,46 ^b	5,33 ± 0,52 ^a
SFA (mg/g)	2,19 ± 0,18 ^a	2,58 ± 0,20 ^b	1,81 ± 0,18 ^c	1,9 ± 0,18 ^a	2,27 ± 0,19 ^b	2,02 ± 0,2 ^{ab}
UFA (mg/g)	3,77 ± 0,25 ^a	4,33 ± 0,41 ^b	2,94 ± 0,35 ^c	3,03 ± 0,26 ^a	3,77 ± 0,29 ^b	3,31 ± 0,33 ^a
PUFA (mg/g)	2,69 ± 0,17 ^a	3,2 ± 0,29 ^b	2,16 ± 0,3 ^c	2,22 ± 0,21 ^a	2,74 ± 0,18 ^b	2,44 ± 0,27 ^{ab}
OM3 (mg/g)	2,25 ± 0,17 ^a	2,68 ± 0,26 ^b	1,79 ± 0,28 ^c	1,82 ± 0,19 ^a	2,3 ± 0,12 ^b	2,05 ± 0,23 ^{ab}
OM6 (mg/g)	0,45 ± 0,06 ^{ab}	0,52 ± 0,08 ^b	0,37 ± 0,04 ^a	0,4 ± 0,06 ^a	0,44 ± 0,07 ^a	0,39 ± 0,06 ^a

4.2. Értékelés

Cejko et al. (2013) kísérletük során földmedrű tavakban nevelt pontyoktól 20-21 °C vízhőmérsékletnél vett minták alap spermatológiai paramétereit vizsgálták. Az említett vizsgálatban a VOM (6,40 ± 3,38 ml/ttkg) körülbelül azonos értéket mutat az általunk hasonló hőfokon vett minták legalacsonyabb értékével (6,30 ± 1,90 ml/ttkg II. vizsgálat kontroll 20,5 °C), míg a TNS (127,20*10⁹ ± 73,74*10⁹ TSP/ttkg) esetében minden alkalommal magasabb értékeket mértünk (1,51*10¹¹ ± 8,16*10¹⁰ TSP/ttkg II. vizsgálat kontroll 18,5 °C). Az SPZ értéke a vizsgálatban (1,881*10¹⁰ ± 3,50*10⁹/ml), hasonló az általunk végzett kísérlet legalacsonyabb eredményéhez (1,8*10¹⁰ ± 6,2*10⁹/ml I. vizsgálat kontroll 16 °C). A pH értéke a kísérleti csoportban magasabbak, (8,55 ± 0,14) mint a mi vizsgálatunk során kapott (8,23 ± 0,04 II. vizsgálat kontroll 18,5 °C) eredmények. Az OSM értéke a kísérleti csoportban (267,0

$\pm 9,83$ mmol/kg) megegyezik az általunk mért (267 ± 16 mmol/kg I. vizsgálat alga $18,5$ °C) értékkel. A MOT paraméter a kísérleti csoportban ($66,4 \pm 10,2$ %) lényegesen eltér az általunk végzett vizsgálat legalacsonyabb eredményétől is (96 ± 4 % I. vizsgálat kontroll 16 °C). A LIN érték ($51,5 \pm 6,8\%$) a kísérleti csoport esetében szintén hasonlóan mutatkozik az általunk mért leggyengébb (52 ± 8 % I. vizsgálat kontroll 22 °C) eredményhez. A VCL ($190,0 \pm 46,2$ $\mu\text{m/s}$) és a VSL ($133,5 \pm 41,6$ $\mu\text{m/s}$) a kísérleti csoportban magasabb, mint a vizsgálatunk során kapott legmagasabb értékek (VCL: 147 ± 7 I. vizsgálat kontroll 22 °C; VSL: $102,25 \pm 22,61$ II. vizsgálat alga $21,8$ °C). Az ALH és BCF mérés eredménye eltérő egymástól az általunk végzett két kísérlet során. Mindkét esetben a második vizsgálat során jóval alacsonyabb eredményeket kaptunk. Az ALH a kísérleti csoport esetében ($1,5 \pm 0,2$ μm) szemben az általunk mért (legalacsonyabb: $0,66 \pm 0,09$ μm II. vizsgálat alga $18,5$ °C és legmagasabb: $3,3 \pm 0,4$ μm I. vizsgálat kontroll 22 °C) értékkel. Végül, a BCF a kísérleti csoportban ($10,9 \pm 1,8$ Hz) alacsonyabb, mint az általunk végzett kísérlet (legalacsonyabb: $13,01 \pm 0,58$ Hz II. vizsgálat alga $21,8$ °C és legmagasabb: 32 ± 1 Hz I. vizsgálat kontroll 22 °C) eredménye.

Bár az irodalomban fellelhető az alga takarmánykiegészítés tesztelése halak néhány szaporodásbiológiai paramétere esetén, azonban ennyire átfogó vizsgálat a tejesek tekintetében tudomásunk szerint még nem történt.

Az első kísérlet során a kontroll és az algás csoport mért eredményei között sem minőségi, sem mennyiségi szempontból nem mutatkozott számottevő szignifikáns különbség, ami valószínűleg az alacsony alga kiegészítésnek volt köszönhető. Ezzel szemben a második vizsgálat több eltérést tárt fel a két csoport között. Mindkét csoportban estében voltak olyan értékek, amelyek a másik csoporthoz eredményeihez képest magasabbak voltak. Az összehasonlítás során viszont a kontroll csoport eredményei általában kiemelkedőbbeknek bizonyultak a szignifikáns eltérést mutató paraméterek esetében.

A feldolgozott irodalmak arról számolnak be, hogy az alga takarmánykiegészítés arányának növelése jótékonyan hat a pontyanyák hímivartermék minőségére vonatkozóan egy bizonyos szintig, a magas alga kiegészítés szaporodásbiológiára gyakorolt hatása viszont kontraproduktív. Abdulrahman és Hamad (2013) pontyon végzett vizsgálatuk során 15% alga takarmánykiegészítés már negatív hatással volt a halak gonado-szomatikus index értékére. A BAY Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. szóbeli közlése alapján a kísérleteinkben alkalmazott alga takarmánykiegészítés más állatfajok szaporodásbiológiájára is hasonló hatást gyakorolt. Az általunk elvégzett vizsgálatok eredményei viszont nem bizonyítják az alga takarmánykiegészítés egyértelmű hatását.

A vizsgálataink során mért értékek nem adnak egyértelmű választ arra, hogy a vízhőmérséklet miként befolyásolja a hímivartermék minőségét.

Davies et al. (1986) vizsgálata alapján az emelkedő hőmérséklet jótékony hatással van a pontyok szaporodásbiológiájára.

Kovács et. al (2020) pontyon végzett kísérletük során három különböző hőmérsékleti kezelést alkalmaztak (22 °C, 25 °C és 29 °C) 40 napon keresztül. A tejes egyedek eredményei tekintetében a 29 °C-on tartott csoport átlagos gonád tömege és gonadoszomatikus indexe bizonyult a legmagasabbnak.

Li et al. (2013) a négy legjelentősebb kínai pontyfélén (*Ctenopharyngodon idella*, *Mylopharyngodon piceus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*) végzett kísérletük során a hőmérséklet szaporodásbiológiára gyakorolt hatását vizsgálták. A 15,1 °C és 26,4 °C vízhőmérséklet között tartott halak szaporítása 18 °C-tól 24 °C-ig tartó intervallumban volt a leghatékonyabb.

Usman et al. (2015) vizsgálata során 23 ± 1 °C (T1), 26 ± 1 °C (T2), 29 ± 1 °C (T3) vízhőmérsékletnél szaporított pontyok esetében szignifikáns különbségek mutatkoztak a csoportok kelési arányai között. Legjobb eredményt a T2, míg legrosszabbat a T3 csoport érte el.

Az irodalmi források alapján a hőmérséklet emelkedése kedvezően befolyásolja a ponty fajok szaporodásbiológiáját, azonban egy bizonyos határ felett a hatása kontraproduktív.

Vizsgálati csoportjaink eredményeit összevetve bizonyossá vált, hogy növekvő vízhőmérséklet befolyásolja a tejes pontyanyák szaporodásbiológiáját. A hímivartermék minőségére gyakorolt hatása viszont nem egyértelmű, valamint az egyes paraméterekre gyakorolt hatása sem azonos.

5. Következtetés és javaslatok

A vizsgálatok kiértékelése során kapott értékek sem a hőmérséklet, sem az alga takarmánykiegészítés hatása szempontjából nem egyeznek a feldolgozott irodalmak eredményeivel. A kísérleteket megelőzően a pontyanyák felkészítése földmedrű tavakban történt, esetlegesen kialakuló tóhatás is befolyásolhatta a vizsgálatok eredményét.

Releváns következtetést a termékenyítés eredményességének ismeretében lehetne levonni, kutatásaink viszont erre nem terjedtek ki. A vizsgálataink helyszínét biztosító Szegedfish Kft. sikeres pontyszaporítását nem hátráltathattuk, valamint a keltetőház kapacitása nem tette lehetővé a kizárólag azonos felkészítésben részesült ikrás és tejes egyedek ivartermékének célzott keresztezését a termékenyítés során.

A vizsgálatok eredményei alapján a következő javaslatokat tesszük:

- a) Javasoljuk az alga takarmánykiegészítés, valamint a víz hőmérséklet hatásának zárt rendszerben történő vizsgálatát a tóhatás elkerülése érdekében.
- b) Későbbiekben javasoljuk a vizsgálatok elvégzését több tó felhasználásával, kivédve az esetleges tóhatásokat.
- c) Javasoljuk átfogó, termékenyítésre is kiterjedő kutatás elvégzését, a szaporítás eredményét vizsgálva.

6. Összefoglalás

A növekvő akvakultúra takarmánnyal való ellátására leginkább a véges készletű halászatból származó halliszt és halolaj szolgál. Ennek kiváltására, részleges helyettesítésére egy alternatívát jelenthet az alga kiegészítés. A dolgozatban az alga takarmánykiegészítés, valamint a hőmérséklet hímivartermékre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Munkánk során két kísérletet végeztünk a Szegedfish Kft.-nél, melyek az anyahalak takarmányozásában tértek el egymástól a felkészítés alatt. Az anyahalak felkészítése mindkét esetben szaporítási időszakban történt, két, körülbelül azonos méretű (800 m²-es) telelő tóban. Az első évben 1%, a második évben 3% algával dúsított a takarmánykeverékkel etetett állomány eredményeit kontroll csoport eredményeivel hasonlítottuk össze. A mintavételt mindkét vizsgálat során háromszor ismételtük, egy-egy alkalommal 12 tejes anyától (6 algás és 6 kontroll) gyűjtve a mintákat. Ezt követően az alap spermatológiai paramétereket (TVM, VOM, ozmolalitás, pH, motilitás, SPZ, TSP, TNS) vizsgáltuk. Az ion és cukor koncentráció (Ca, K, Na, Mg, glükóz, fruktóz), valamint a zsírsav összetételt (TFA, SFA, UFA, PUFA, OM3, OM6) a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. analizálta.

A két kísérlet 3-3 mintavételét megelőzően különböző vízhőmérsékleteket mértünk az egyes telelőtavakban (első kísérlet: 16, 20,5, 22 °C második kísérlet 18,5, 20,5, 21,8 °C), ahol a tejesek felkészítése történt. Az egyes csoportok eredményeit összehasonlítva elmondható, hogy a hőmérséklet emelkedése befolyásolja a halak hímivartermékének minőségét, de hatása nem egyértelmű, valamint nem egységes a különböző paraméterek tekintetében. A kontroll és az algás csoportok összehasonlítása során az első kísérlet eredményei között kevés szignifikáns eltérés mutatkozott, ami valószínűleg az alacsony alga takarmánykiegészítésnek köszönhető. A második kísérlet vizsgálata során viszont több különbség mutatkozott a két csoport között. Mindkét csoport esetében megfigyelhetők olyan értékek, melyek magasabbak a másikéhoz képest, de a vizsgálatok eredményeit összevetve, az alga takarmánykiegészítés hatása nem egyértelmű.

7. Irodalomjegyzék

- Abdel-Moez, A. M., Ali, M. M., Ali, S. A., Hassaan, M. S., Soltan, M. A., El-Gendi, G. M. (2022): Effects of algal diets supplementation on reproductive performance parameters of Nile tilapia broodstock. *Annals of Agric. Sci.* 60(3), pp. 779-786. DOI: 10.21608/assjm.2022.257016
- Abdulrahman, N. M., Hamad, H. J. (2013): Effect of Replacing Fishmeal with *Spirulina* sp. on some biological parameters of common carp *Cyprinus carpio* L. *Bas J Agric Sci*, 26, 246-251.
- Alavi, S. H., Rodina, M., Policar, T., Linhart, O. (2009): Relationship between semen characteristics and body size in *Barbus barbus* L. (*Teleostei: Cyprinidae*) and effects of ions and osmolality on sperm motility. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.*, 153(4), 430-437. DOI: 10.1016/j.cbpa.2009.04.001
- Alavi, S. M. H., Linhart, O., Coward, K., Rodina, M. (2008): Fish spermatology: Implications for Aquaculture management. In: Alavi, S. M. H., Cosson, J. J., Coward, K., Rafiee, G. (eds.): *Fish Spermatology*. Oxford, U. K.: Alpha Science International Ltd., pp. 397-460.
- Aramli, M. S., Kalbassi, M. R., Nazari, R. M. (2013): Study of sperm concentration, seminal plasma composition and their physiological correlation in the persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Reprod. Domest. Anim.*, 48(6), 1013-1018. DOI: 10.1111/rda.12207
- Balon, E. K. (1995): Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture*, 129(1-4), pp. 3-48. DOI: 10.1016/0044-8486(94)00227-F
- Barsanti, L., Coltelli, P., Evangelista, V., Frassanito, A. M., Passarelli, V., Vesentini, N., Gualtieri, P. (2008): Oddities and curiosities in the algal world. In: Evangelista, V., Barsanti, L., Frassanito, A. M., Passarelli, V., Gualtieri, P. (eds.): *Algal Toxins: Nature, Occurrence, Effect and Detection*. NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. Springer, Dordrecht. pp. 353-391. DOI: 10.1007/978-1-4020-8480-5_17
- Bernáth G. (2016): *A halsperma minősítési rendszerének gazdasági célú fejlesztése* [PhD-értekezés] Gödöllő: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola. DOI: 10.14751/SZIE.2016.014
- Bohe, J., Labbé, C. (2010): Egg and sperm quality in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 165(3), pp. 535-548. DOI: 10.1016/j.ygcen.2009.02.011
- Bokor Z, Urbányi B, Csorbai B. (2020): Édesvízi haltenyésztés. In: Bank Cs. (szerk). *Halászat, haltenyésztés*. Budapest: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., p. 78.
- Bokor Z. (2009): *A harcsa (Silurus glanis) és a süllő (Sander lucioperca) sperma mélyhűthetőségének vizsgálata gyakorlati szempontok alapján*. [PhD-értekezés] Gödöllő: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola. https://archive2020.szie.hu/file/tti/archivum/Bokor_phd.pdf
- Bokor, Z., Láng, Z. L., Várkonyi, L., Fodor, F., Nagy, B., Csókás, E., Molnár, J., Csorbai, B., Csenki-Bakor, Zs., Ivánovics, B., Griffiths, J. D., Urbányi, B., Bernáth, G. (2023): The growth performance of pond-reared common carp (*Cyprinus carpio*) larvae propagated using cryopreserved sperm. *Fish Physiol. Biochem.*, 1-12. DOI: 10.1007/s10695-023-01245-x
- Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P. (2009): Sperm quality assessment. In: Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P. (eds.): *Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, pp. 93-147. DOI: 10.1201/9780849380549

- Cejko, B. I., Krejszeff, S., Judycka, S., Sarosiek, B., Dietrich, M., Kucharczyk, D., Kowalski, R. K. (2014): Sperm quality and selected biochemical markers of seminal plasma at the beginning of the reproductive period of common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquac. Int.*, 22, 111-122. DOI: 10.1007/s10499-013-9672-3
- Cejko, B. I., Krejszeff, S., Źarski, D., Targońska, K., Kucharczyk, D., Glogowski, J. (2011): The effectiveness of selected hormonal preparations in stimulating the spermatogenesis of the chub *Leuciscus cephalus* (L.). *Pol. J. Nat. Sci.*, 26, pp. 235-245.
- Cejko, B. I., Krejszeff, S., Sarosiek, B., Źarski, D., Judycka, S., Kowalski, R. K. (2015): Biochemical factors of common carp *Cyprinus carpio* L. 1758, seminal plasma and its relationship with sperm motility parameters. *J. Appl. Ichthyol.*, 31, 10-17. DOI: 10.1111/jai.12721
- Christensen, P., Stryhn, H., Hansen, C. (2005): Discrepancies in the determination of sperm concentration using Bürker-Türk, Thoma and Makler counting chambers. *Theriogenology*, 63(4), pp. 992-1003. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.05.026
- Dadras, H., Sampels, S., Golpour, A., Dzyuba, V., Cosson, J., Dzyuba, B. (2017): Analysis of common carp *Cyprinus carpio* sperm motility and lipid composition using different in vitro temperatures. *Anim. Reprod. Sci.*, 180, 37-43. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2017.02.011
- Davies, P. R., Hanyu, I., Furukawa, K., Nomura, M. (1986): Effect of temperature and photoperiod on sexual maturation and spawning of the common carp: III. Induction of spawning by manipulating photoperiod and temperature. *Aquaculture*, 52(2), 137-144. DOI: 10.1016/0044-8486(86)90033-5
- De Vries, M., de Boer, I. J. (2010): Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livest. Sci.*, 128(1-3), pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.11.007
- Department, F. (2022): The state of world fisheries and aquaculture. towards blue transformation, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 236. DOI: 20.500.12592/xwdbtb7.
- European Commission: Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (DG MARE (2021): *A new strategic vision for sustainable aquaculture production and consumption in the European Union – Blue farming in the European Green Deal*, Publications Office of the European Union. DOI: 10.2771/961425
- Fauvel, C., Suquet, M., Cosson, J. (2010): Evaluation of fish sperm quality. *J. App. Ichthyol.*, 26(5), pp. 636-643. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2010.01529.x
- Güroy, B., Şahin, İ., Mantoğlu, S., Kayalı, S. (2012): Spirulina as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus acei*. *Aquaculture Int.*, 20, 869-878. DOI: 10.1007/s10499-012-9512-x
- Hafsa, J. (2022): *Effect of dietary Spirulina platensis on reproduction, growth and blood physiology of Common carp (Cyprinus carpio var. communis Linnaeus, 1758)* [Doctoral dissertation] Kashmir: Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology. <https://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810194149>
- Harka Á., Sallai Z. (2004): Magyarország halfaunája. *Nimfea Természetvédelmi Egyesület*, Szarvas, pp. 123-125.
- Horváth L. (2018): A ponty szaporodásbiológiája és szaporodása. In: Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): *A ponty (Cyprinus carpio L.) biológiája és tenyésztése*. Gödöllő: Vármédia-Print Kft., pp. 35-65.
- Horváth L., Tamás G. (2011): A legfontosabb tenyésztett halunk a ponty. In: Halivadék-nevelés. *Haszonhalaink szaporítása és ivadékevelése (második, átdolgozott kiadás)*. Szent István Egyetem, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő., pp. 20-41

- James, R., Iyyadurai, V., Kunchitam, S. (2009): Interaction of Spirulina with Different Levels of Vitamin E on Growth, Reproduction, and Coloration in Goldfish (*Carassius Auratus*). *Isr. J. Aquac.*, 61 (January). DOI:10.46989/001c.20567.
- Kaspar, V., Kohlmann, K., Vandeputte, M., Rodina, M., Gela, D., Kocour, M., Alavi, S. M. H., Hulak, M. Linhart, O. (2007): Equalizing sperm concentrations in a common carp (*Cyprinus carpio*) sperm pool does not affect variance in proportions of larvae sired in competition. *Aquaculture*, 272, S204-S209. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.08.019
- Khanzadeh, M., Esmaceli Fereidouni, A., Seifi Berenjestanaki, S. (2016): Effects of partial replacement of fish meal with *Spirulina platensis* meal in practical diets on growth, survival, body composition, and reproductive performance of three-spot gourami (*Trichopodus trichopterus*) (Pallas, 1770). *Aquac. Int.*, 24, pp. 69-84. DOI:10.1007/s10499-015-9909-4
- Kiss G. (2024): Statisztikai jelentések. *Lehalászási jelentés 2023.*, Budapest: Agrárközgazdasági Intézet. pp. 10
- Kovács, L., Minya, D., Homoki, D., Toviho, O. A., Fehér, M., Stündl, L., Bársony, P. (2020): Effect of different water temperatures on sex ratio, gonad development and production parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquac. Res.*, 51(2), 858-862. DOI: 10.1111/are.14407
- Kowalski, R. K., Cejko, B. I. (2019): Sperm quality in fish: Determinants and affecting factors. *Theriogenology*, 135, 94-108. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.06.009
- Kramer, J. K., Fellner, V., Dugan, M. E., Sauer, F. D., Mossoba, M. M., Yurawecz, M. P. (1997): Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids*, 32, 1219-122 DOI: 10.1007/s11745-997-0156-3
- Kruger, J. D. W., Smit, G. L., Van Vuren, J. H. J., Ferreira, J. T. (1984): Some chemical and physical characteristics of the semen of *Cyprinus carpio* L. and *Oreochromis mossambicus* (Peters). *J. Fish Biol.*, 24(3), 263-272. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1984.tb04797.x
- Lahnsteiner, F., Mansour, N., McNiven, M. A., Richardson, G. F. (2009): Fatty acids of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: composition and effects on sperm functionality. *Aquaculture*, 298(1-2), 118-124. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.08.034
- Lajkó I., Tasnádi R. (2001): *A tógazdasági haltenyésztés alapjai*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., p. 211.
- Li, M., Gao, X., Yang, S., Duan, Z., Cao, W., Liu, H. (2013): Effects of environmental factors on natural reproduction of the four major Chinese carps in the Yangtze River, China. *Zoolog. Sci.*, 30(4), 296-303. DOI: 10.2108/zsj.30.296
- Molnár, J., Bokor, Z., Várkonyi, L., Izsák, T., Füzes-Solymosi, E., Láng, Z. L., Csorbai, B., Tarnai-Király, Zs., Urbányi, B. Bernáth, G. (2020): The systematic development and optimization of large-scale sperm cryopreservation in northern pike (*Esox lucius*). *Cryobiology*, 94, pp. 26-31. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2020.05.003
- Morisawa, M., Suzuki, K., Shimizu, H., Morisawa, S., Yasuda, K. (1983): Effects of osmolality and potassium on motility of spermatozoa from freshwater cyprinid fishes. *J. Exp. Biol.*, 107(1), 95-103. DOI: 10.1242/jeb.107.1.95
- Oliva-Teles, A., Enes, P., Peres, H. (2015): Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. *Feed and feeding practices in aquaculture*, pp. 203-233. DOI: 10.1016/B978-0-08-100506-4.00008-8

- Pintér K. (2015): A történeti halfauna tagjainak rendszertani helye. In: Pintér K. (szerk.): *Magyarország halai biológiájuk és hasznosításuk*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 18-22.
- Pintér K. (2015): Pontyfélék családja (*Cyprinidae*). In: Pintér K. (szerk.): *Magyarország halai biológiájuk és hasznosításuk*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 166-177.
- Saad, A., Billard, R., Theron, M. C., Hollebecq, M. G. (1988): Short-term preservation of carp (*Cyprinus carpio*) semen. *Aquaculture*, 71(1-2), pp. 133-150. DOI: 10.1016/0044-8486(88)90280-3
- Shields, R. J. Lupatsch, I. (2012): Algae for aquaculture and animal feeds. *J Anim Sci*, 21(1), pp. 23-37. DOI: 10.1515/9783110298321.79
- Siddique, M. A. M., Linhart, O., Kujawa, R., Krejszeff, S., Butts, I. A. E. (2016): Composition of seminal plasma and ovarian fluid in Ide *Leuciscus idus* and Northern pike *Esox lucius*. *Reprod. Domest. Anim.*, 51(6), 960-969. DOI: 10.1111/rsa.12773
- Subasinghe, R., Soto, D., Jia, J. (2009): Global aquaculture and its role in sustainable development. *Rev. Aquac.*, 1(1). DOI: 10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x
- Szabó E., Takács K. (2021): Mikroalgák előnyös tulajdonságainak kiaknázása élelmiszeripari és takarmányozási felhasználásra. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 67(4), pp. 3619-3633. DOI: 10.52091/EVIK-2021/4-1-HUN
- Udvari, Z. (2017): Magyarországon elismert pontyfajták. *Földművelésügyi Minisztérium, Horgászati és Halgazdálkodási Főosztály*, Iktatószám: HHgF/268/2017, 1.
- Urbányi B. (2018): Előszó. In: Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): *A ponty (Cyprinus carpio L.) biológiája és tenyésztése*. Gödöllő: Vármédia-Print Kft., pp. 7-8.
- Usman, I., Auta, J., Abdullahi, S. A. (2015): Effect of monthly variation in water temperature on artificial breeding of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Zaria, Nigeria. *Int. J. Fish. Aquat. Stud*, 3, 353-356.
- Várkonyi L. (2021): *A balatoni sudár ponty (Cyprinus carpio morpha accuminatus) és a hévízi törpenövésű magyar vadponty (Cyprinus carpio morpha hungaricus) spermamélyhűtésének és intenzív rendszerben történő szaporításának vizsgálata, valamint in vitro spermabankjának megalapozása*. [PhD-értekezés] Gödöllő: Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola. DOI: 10.54598/000860.
- Várkonyi, L., Bokor, Z., Molnár, J., Fodor, F., Szári, Z., Ferincz, Á., Láng L. Z., Csorbai B., Urbányi B. Bernáth, G. (2019): The comparison of two different extenders for the improvement of large-scale sperm cryopreservation in common carp (*Cyprinus carpio*). *Reprod. Domest. Anim.*, 54(3), 639-645. DOI: 10.1111/rda.13383
- Viveiros, A. T., Di Chiacchio, I. M., Almeida, I. L., Leal, M. C. (2019): Seminal plasma features of *Prochilodus lineatus* and *Brycon orbignyanus* throughout two consecutive spawning seasons. *Mol. Reprod. Dev.*, 86(7), 776-785. DOI: 10.1002/mrd.23170
- Vlok, W., Van Vuren, J. H. J. (1988): Chemical composition of blood and seminal plasma of *Barbus aeneus* (*Cyprinidae*). *Comp. Biochem. Physiol. A Physiol.*, 90(1), 49-51.
- Woyanovich, E. (1962): Hatching of carp-eggs in "Zuger" glasses and breeding of carp larvae until an age of 10 days. *Isr. J. Aquac.*, 14(2), pp. 38-46.

Internetes források:

Internet1: A SZEGEDFISH Mezőgazdasági Termelő és Szolgáltató Kft. honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 09. 02.
forrás: <http://szegedfish.hu/rolunk/>

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

Ábrák:

1. ábra: A ponty magyarországi elterjedése	9
2. ábra: Két hímtől származó tej hozzáadása az ikrához.....	15
3. ábra: A Szegedfish Kft. telelőtő rendszere.....	17
4. ábra: Ponty tejes fejése a keltetőházban.....	18
5. ábra: A spermamotilitás vizsgálata CASA berendezés felhasználásával	19
6. ábra: Sperma minta betöltése Bürker típusú sejtszámláló kamrába	21
7. ábra: Spermium sejtek a Bürker kamra cellájában.....	21

Táblázatok:

1. táblázat: A kísérlet során vizsgált motilitási és kinetikai paraméterek.....	20
2. táblázat: A sperma cukor és ion tartalmának analitikai vizsgálat során mért paraméterei	22
3. táblázat: A sperma zsírsavösszetételének vizsgálatakor mért paraméterek	22
4. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) alap spermatológiai paramétereire való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	24
5. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) sperma ion és cukor tartalmára való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	25
6. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (1% alga) sperma zsírsav összetételére való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	26
7. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) alap spermatológiai paramétereire való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	27
8. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) sperma ion és cukor tartalmára való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	28
9. táblázat: A hőmérséklet kontroll és alga csoport (3% alga) sperma zsírsav összetételére való hatásának vizsgálata ($N = 6-6$). Az eltérő betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$). A táblázatban átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat tüntettük fel.....	29

9. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Nagy Borbálának, Dr. Bernáth Gergelynek és Dr. Bokor Zoltánnak segítségükért, sok hasznos szakmai tanácsukért, türelmükért és a rám szánt idejükért. Szeretném továbbá megköszönni Molnár Józsefnek, valamint a MATE AKI Halgazdálkodási Tanszék minden munkatársának, hogy segítették munkámat. Köszönettel tartozom továbbá a Szegedfish Kft.-nek, valamint Solymosi Enikő keltetőház vezetőnek, hogy lehetőséget biztosítottak számunkra a kísérleteinkhez. Köszönetet szeretnék nyilvánítani a Halászati és Horgászati Szakkollégiumnak és vezetőségének, hogy lehetőségem nyílt ellátogatni számos szakmai előadásra és tanulmányútra, mélyítve ezzel elméleti és gyakorlati, szakmai ismereteimet. Szintén köszönettel tartozok a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. összes munkatársának, akik a laboratóriumi vizsgálatokat végezték.

Továbbá köszönettel tartozom a Zöldségcentrum Kft.-nek az algakészítmény előállításáért.

A munkát a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00161 azonosítószámú, az „Egészségvédő pontyhús gazdaságos előállítása algával dúsított takarmánnyal” elnevezésű projekt támogatta. A vizsgálatok a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által kibocsátott támogatói okirat alapján valósultak meg (2022-1.2.6-TÉT-IPARI-TR-2022-00002). A kutatás a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kutatási Kiválósági Programjának és a Kiemelt Kutatócsoportok Programjának támogatásával készült. Tanulmányunkat továbbá a Kulturális és Innovációs Minisztérium által meghirdetett Nemzeti Tehetség Program NTP-SZKOLL-24-0055 azonosítójú pályázata, valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap keretében az EKÖP-24-V/MATE-6 kódszámú Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program 2024 (2024-2.1.1-EKÖP) támogatta.

10. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bajári Zsolt
A Hallgató Neptun kódja: FJ4MJ7
A dolgozat címe: Alga takarmánykiegészítés hatásának vizsgálata pontyanyák hímivartermék minőségére vonatkozóan
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Halgazdálkodási Tanszék

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

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba.

Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024. november 05.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Bajári Zsolt (FJ4MJ7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024. november 04.


belső konzulens