

# SZAKDOLGOZAT

**Bertók Norbert**

**2023.**



**Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Növénytermesztési-tudományok Intézet**

**Alapképzés**

**ARANYHAL VÁLTOZATOK EGYES  
SZAPORODÁSBIOLOGIAI PARAMÉTEREINEK  
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA**

**Belső konzulens:**

Nagy Borbála, PhD hallgató,  
MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

Dr. Bernáth Gergely, tudományos főmunkatárs,  
MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

Dr. Bokor Zoltán, tudományos főmunkatárs,  
MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

**Készítette: Bertók Norbert**

**Gödöllő  
2023.**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	5
1.1. Célkitűzés .....	6
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1 Az aranyhal ( <i>Carassius auratus</i> ) bemutatása.....	7
2.1.1. A faj rendszertani besorolása.....	7
2.1.2. Az aranyhal biológiája.....	7
2.1.3. Eredete és elterjedése .....	8
2.1.4 Jelentősége.....	8
2.1.5. A kísérletben szereplő változatok részletesebb bemutatása .....	9
2.2. Az aranyhal szaporodása és szaporítása .....	11
3.2.1. Az aranyhal általános szaporodásbiológiája.....	11
2.2.2. Az aranyhal ivarsejtek minőségének meghatározása .....	13
2.2.3. Az aranyhal szaporítása.....	13
2.2.4. Az aranyhal lárvanevelése.....	15
3. Alkalmazott módszerek.....	17
3.1. Kísérleti állomány tartása.....	17
3.2. Az ivarsejt termelésének indukálása és gyűjtése.....	18
3.3. Az ivarsejt minőségének meghatározása.....	19
3.4. Szaporítás .....	20
3.5. Lárvanevelés.....	20
3.6. Kísérleti elrendezés .....	21
3.6.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban.....	21
3.6.2. Lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban .....	21
3.7. Adatok elemzése.....	21
4. Eredmények és értékelésük .....	23

4.1. Eredmények.....	23
4.1.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban.....	23
4.1.2. A lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban.....	24
4.2. Értékelések .....	27
4.2.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban.....	27
4.2.2. A lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban.....	28
5. Következtetések és javaslatok .....	30
6. Összefoglalás .....	31
7. Irodalomjegyzék .....	32
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke .....	37
9. Köszönetnyilvánítás .....	38
10. Nyilatkozat .....	39

## 1. Bevezetés

A díszhaltenyésztés világszerte jelentős gazdasági ágazata az akvakultúrának (Ahmadmoradi, 2012). Az egyik legnagyobb számban értékesített és tenyésztett díszhal az aranyhal, tenyésztési háttere Kínában megközelítőleg 1000 évre nyúlik vissza. Az aranyhal változatokat nagymértékű fenotípusos változékonyság jellemzi, ennek ellenére minden változatot egységesen *Carassius auratus*-nak tartanak, amely háziasítás útján az ezüst kárászból (*Carassius gibelio*) alakult ki (Rylková et al., 2010). Az aranyhal mesterséges körülmények között egy jól szaporítható halfaj, mivel egyetlen anyából nagyszámú utódot lehet reprodukálni. A szelektív tenyésztői munka fejlesztése javítaná a halak genetikai minőségét és növelné a különböző aranyhal változatok morfológiai jellemzőinek öröklődéséről rendelkezésre álló ismereteket. Éppen ezért nagy jelentősége lenne a stabil genetikai háttérrel rendelkező vonalak létrehozása és fenntartása (Glenn, 2011). A mesterséges szaporítás számos kritikus technológiai lépéssel jár, ilyen például az anyajelöltek kiválasztása, a szaporítandó egyedek takarmányozása, az íváshoz szükséges hely és populáció megválasztása, valamint a hormonális indukció kérdése (Mañanós et al., 2008). A termékenységet befolyásoló paraméterek mennyiségi és minőségi vizsgálata lehetővé tenné a tenyésztett halak mesterséges szaporításában való előrelépést (Fauvel et al., 2010). Az aranyhalak alapvető ikraparamétereivel (például az egy grammal található ikraszemek számával) kapcsolatban nincsenek rendelkezésre álló adatok. A termékenyülési arány az ikra minőségének korai és pontos mutatójaként szolgál, ezen felül a sperma minőségének egyik legmegbízhatóbb mutatójaként tartják számon (Bobe & Labbé, 2010). Az embrionális fejlődés túlélésének meghatározása hatékony módszer a termékenyült petesejtek fejlődésének értékelésére (Bonnet et al., 2007; Bobe & Labbé, 2010). Az embrionális vagy lárva állapotban előforduló rendellenességek a termékenyült ikra fejlődési hibáira utalnak (Bonnet, 2007; Bobe & Labbé, 2010; Valdebenito et al., 2015). Az ikra inkubáció, a lárvafejlődés és az első táplálkozás során rögzített megmaradási arány megfelelő mutatója az ivartermék minőségének (Bonnet et al., 2007; Bobe & Labbé, 2010; Valdebenito et al., 2015). Eddig viszonylag kevés olyan tanulmányról tudunk, amely az aranyhal változatok között végzett összehasonlító vizsgálatokat tartalmaz, és még kevesebb olyan kutatásról, amely a szaporodásbiológiájukra vonatkozik. Jelen dolgozat célja négy fenotípusosan eltérő változat, a közönséges aranyhal, a shubunkin, a fekete teleszkópszemű és az oranda szaporodási paramétereinek vizsgálata volt, különös tekintettel az ivarsejtek minőségére és mennyiségére.

Továbbá, egy 10 napos lárwanevelési kísérletet végeztünk a lárvák növekedésének és a változatok megmaradási arányának meghatározása céljából.

### **1.1. Célkitűzés**

A dolgozatban a következő célokat tűztük ki:

1. szaporítás eredményességének összehasonlítása, illetve
2. a lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a négy aranyhal változatban.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1 Az aranyhal (*Carassius auratus*) bemutatása

Az aranyhal az első kedvtelésből tartott állatok között szerepel, amelyet az ember háziállatként vett magához, tenyésztett és nemsített. Története több mint ezer évre nyúlik vissza (Pénzes & Tölg, 1986). Az aranyhal evolúciója során erős mesterséges szelekciónak volt kitéve, ami a morfológiai variációk óriási számát eredményezte (Shu-Yan Wang et al., 2013), jelenleg 180 változata ismert (Omori & Kon, 2019). A faj az egész világon nagy népszerűségnek örvend, e kedveltség okát az adja, hogy viszonylag könnyű a tartása és nem jár nagy költségekkel sem a beszerzése, sem a gondozása. Könnyen kezelhető, viszonylag rövid időn belül megszokja gazdáját és akár kézből is megtanul enni (Pénzes & Tölg, 1986).

#### 2.1.1. A faj rendszertani besorolása

Ország (*Regnum*): Állatok (*Animalia*)

Törzs (*Phylum*): Gerinchúrosok (*Chordata*)

Osztály (*Classis*): Sugarasúszójú halak (*Actinopterygii*)

Rend (*Ordo*): Pontyalakúak (*Cypriniformes*)

Család (*Familia*): Pontyfélék (*Cyprinidae*)

Faj (*Species*): Aranyhal (*Carassius auratus*)

Alfaj (*Subspecies*): *Carassius auratus auratus* (Nelson et al., 2016)

#### 2.1.2. Az aranyhal biológiája

Az aranyhal átlagos hossza 15-20 cm között van, bár a különböző változatok akár az 59 cm-t is elérhetik. Az egyedek súlya 100-300 g között változik. Az élettartama jellemzően 6-7 év. Teste zömök, tömzsi, megrövidült, gömbölyded, oldal irányban lapított. Feje közepes méretű. Uszonya öt részre tagolható. A hátúszó a háton helyezkedik el, mely a stabilitást szolgálja. A farokúszó segíti az előrehaladást és az irányváltotást. A farok alatti úszó a faroknyél hasi felszínén helyezkedik el a farokúszó és a hasúszó között. A hasúszók, a has alsó részén helyezkednek el, a stabilitásban és a hirtelen megállásban van szerepük. A mellúszók, melyek kisebb sebességű mozgásra szolgálnak, közvetlenül a kopoltyúk mögött találhatók. Mindenevő, főbb táplálékai közé tartoznak a kisebb gerinctelen állatok, növényi magvak és szerves törmelék (Pénzes & Tölg 1986.).

### 2.1.3. Eredete és elterjedése

Az aranyhal megjelenése egészen a kínai Csin-dinasztia (265-420) korába nyúlik vissza (1. ábra) (Wang et al., 2013). Ekkor jelent meg először az arany színezet az ottani ezüst káráson, majd a Tang-dinasztia (618-907) idejében elkezdtek az előnyös fenotípussal rendelkező aranyhalakat kiválogatni, majd a kertekben lévő dísztavakba helyezni. Az idő haladtával az arany (sárga) színváltozat a császári család jelképe lett, "királyi hal" néven vált ismerté. A köznép számára az aranszínű egyedek tartása tiltott volt. A Ming-dinasztia uralkodásának idején, a korabeli iratok szerint, már alig volt olyan lakás vagy udvar, ahol ne lett volna díszhal. Hóngwu kínai császár (1369) annak érdekében, hogy aranyhalait megfelelő körülmények között tartsa, külön porcelángyártó céget alapított. Japánba megközelítőleg a XVI-XVII. század között kínai kereskedők vitték be az aranyhalat. Európában a XVII. században jelentek meg először az aranyhalak Angliában (Copp et al., 2010). Amerikába 1850 környékén érkeztek meg először (Chen et al., 2020; Podlesnykh et al., 2015).



1. ábra. Az aranyhal eredetének helyszíne (Forrás: <http1>).

### 2.1.4 Jelentősége

A díszhaltartás egyre népszerűbb hobbi, közel 125 országban terjedt már el az akváriumi haltartás. Az egész világot tekintve körülbelül az emberek tíz százaléka tart akváriumot otthonában, ennek köszönhetően a világ díszhal kereskedelmét 6,0 milliárd USD-re becsülik. Az egyik legnagyobb számban értékesített díszhal a pontyfélék családjába tartozó aranyhal, ami



a világpiacon kimagasló helyen szerepel (Mondal et al., 2018). A fajt már több mint 1000 éve tenyésztik, és ez idő alatt számos változatot hoztak létre a tenyésztők, amelyek színe és morfológiai jellemzői nagymértékben eltérnek egymástól (Smart, 2001; Omori & Kon, 2019; Chen et al., 2022). Történelmi háttere és egyedi morfológiai jellemzői miatt, a mesterséges szelekció és a fejlődésbiológia tanulmányozására alkalmas modellállat (Smart, 2001; Tsai et al., 2013; Ota & Abe, 2016; Chen et al., 2019).

### **2.1.5. A kísérletben szereplő változatok részletesebb bemutatása**

#### **Közönséges aranyhal**

A közönséges aranyhal testformája és úszóalakulása vadas jellegű. Színezete általában egyszínű vagy foltos, fiatal korában sötétebb szín jellemzi. Végleges színe 1-2 éves korában alakul ki. Has és mellúszói párosak, hát és farok alatti páratlanok. A farokúszó nem osztott, lekerekített és nem hosszabb a test 1/3-nál (2. ábra). Hőmérsékletre nem igényes, hideget és meleget egyaránt jól tűri (Smart, 2001).



**2. ábra.** Közönséges aranyhal (Fotó: Nagy Borbála).

#### **Shubunkin**

A shubunkin külső felépítésre nagyon hasonlít a közönséges aranyhalhoz. Úszó alakulása megegyezik a közönséges aranyhaléval, has és mellúszói párosak, hát és farok alatti páratlanok. A farokúszó nem osztott, hosszúkásabb, kissé elhegyesedő, színezetét tekintve kizárólag a calico szín elfogadott ennél a változatnál (3. ábra). A shubunkin változatot az 1900-as évek körül tenyésztették ki Japánban (Smart, 2001).



**3. ábra.** Shubunkin (Fotó: Nagy Borbála).

## **Oranda**

Az oranda teste rövid összenyomott, ami terjedelmes megjelenést kölcsönöz neki. Farka lehet úgynevezett „fringetail” vagy fátyol. Színük általában arany és ennek bármilyen árnyalata, a világossárgától egészen a mély narancssárgáig. Továbbá, megjelenhet vörös, csokoládé, calico, fekete, vörös-fehér metál, trikolor és kínai vörös színben is. Nyugaton a piros sapkás egyedeket külön változatnak tekintik. Az oranda különleges ismertető jele a feje tetején lévő csuklya, hámzsa, mely egy málnára hasonlító zsírképlet, 4 hónapos korukban kezd kialakulni, és másfél-két év alatt teljesen ki is fejlődik. A hámzsának teljesen el kell fedni a fej tetejét, és közvetlenül a kopoltyú lemezek előtt kell elhelyezkednie (4. ábra) (Pénzes & Tölg, 1986; Komiyama et al., 2009).



**4. ábra.** Oranda (Fotó: Nagy Borbála).

## Teleszkópszemű aranyhal

Távol-Keleten a teleszkópszemű aranyhalat sárkányszemű aranyhalnak hívják, ennek okát a kidülledő szem állása adja. A kidülledés mértékének azonosnak kell lenni mind a két oldalon. Teste kerekded, hasa gömb alakú. A test magassága legalább 65%-a test hosszának. Ez az egyetlen olyan hosszú farkú változat, ahol a villás farkat standardnak tekintik. Több színben is fellelhető, metál, vörös, calico és panda (5. ábra) (Pénzes & Tölg, 1986).



5. ábra. Teleszkópszemű aranyhal (Fotó: Nagy Borbála).

## 2.2. Az aranyhal szaporodása és szaporítása

Az aranyhal az tenyésztőmunka eredményeként jött létre, a nemes változatainak fenntartása is az emberi munkának köszönhető. Ennek egyszerű magyarázata az, hogy még a legnemesebb aranyhalváltozatok állománya is romlik, ha azokat felügyelet nélkül hagyjuk. A nem ellenőrzött tenyészetek, ahol az ember nem végez szelekciós munkát, és nem a megfelelő külső tulajdonságokkal rendelkező egyedeket nevel és szaporít, nagy valószínűséggel néhány generáció után az ősi ezüstkárászhoz hasonló utódok keletkeznek. Mindezek azt jelentik, hogy az aranyhal állomány fenntartásának alapja a tudatos tenyésztői munkával járó szaporítás, és nem a pusztán természetes szaporodás (Pénzes & Tölg, 1986).

### 3.2.1. Az aranyhal általános szaporodásbiológiája

Az aranyhal a hideg vízi halak közé tartozik, de tökéletesen alkalmazkodik a trópusi környezethez is. Az életterének optimális víz hőmérséklete 20 °C és 25 °C között van, és mint minden pontyalakú, ikrával szaporodik. Az ikrás 100-400 ezer db, kb. 1,5 mm átmérőjű ikrát

rak le május és július között (Pintér, 2002), azonban megfigyelések szerint egy szaporodási ciklusban többször is képes az íváásra (Berinke, 1966; Golshan et al., 2015). Az aranyhal ivarérése már az ikrában elkezdődik. A körülbelül egy éves aranyhalak kevésbé fejlett ivarszervét már szabad szemmel is láthatjuk. A hím egyedek már egy éves koruk után ivaréretté, testüregük felső szakaszában hosszúkás páros szerveket találhatunk, melyeknek színe tejfehér vagy halvány rózsaszín, ezeket a páros ivarmirigyeket heréknek hívjuk. A nőivarú aranyhalak harmadik évben (Lorenzoni et al., 2010) válnak ivaréretté. Ivari fejlődésük több szakaszra osztható, amely a petefészek szerkezetének változásával követhető végig. Az első szakasz az egyed születésétől számítva az első 18-20 hónap. A petefészek a testüreg felső hátsó részén helyezkedik el, vékony, rózsaszín szerv. Ez az állapot a nem ivarérett egyedekre jellemző. A második fejlődési szakasz az ivaréretést megelőző év kezdetéig tart. Itt az ikrakezdemények már elkülönülnek egymástól, szabadszemmel alig látható kis gömbökké alakulnak. A harmadik fázis az ívást megelőző hatodik-tizedik hónapra jellemző. A petesejték itt már összeragadva, csomókban helyezkednek el jól látható módon a petefészekben. A negyedik szakasz az ívás előtti hetek állapota. Ebben az időszakban az ikrakezdemények már kevésbé ragadósak, kezdenek egymástól elkülönülni. A petefészek érett, szaporodásra készen áll, innentől kezdve csak a megfelelő környezeti tényezőkre van szükség a teljes kifejlődéshez. Az ötödik periódusban az ikra már termékenyítésre készen áll, teljesen elkülönülnek egymástól. Ebben az állapotban már enyhe hasi nyomásra képes kifolyni az ikra a halból. Az aranyhalban egy ívási ciklusban közel 6000-12000 ikraszem termelődik, ez a szám testmérettől függő. Kisebb nőivarú példányoknál csupán 1000-1200 darab gaméta képződik az első iváskor. Mind az ikrásban, mind a tejesben az ivari fejlődést az agyalapi mirigy hormonjai irányítják (Popesku et al., 2008). A termékenyítés a hal testén kívül történik, mivel az ikra és a sperma aktiválódásához is szükség van vízre. A víz hatására az ikra külső falán apró nyílás keletkezik, ezen a csupán pár mikronos nyíláson jut be az ikrába a sperma. A termékenyülésre mindössze 40-60 másodperc áll rendelkezésre, mivel az ikrafalon lévő kis rés bezárul, ha ez idő alatt nem történik meg a termékenyülés utána a petesejt már nem képes befogadni hímivarsejtet. A víz hőmérséklete mellett egyéb tényezőknek is rendelkezésre kell állniuk, hogy az ívás végbe tudjon menni. A friss, oxigéndús víz elengedhetetlen feltétele a szaporodásnak, mint ahogy a megfelelő aljzat is, ahova az ikraszemek megfelelően tudnak tapadni. A hímek úgynevezett násztáncsal ingerlik a nőstényeket a párzásra, ami nélkül nem következne be az ikrások teljes érése. A nőstény ikrarakáskor az ivó hely felé úszik és testéből elkezd remegve kibocsátani

ikrát, eközben a hímek szorosán mellé úsznak és az ikrák közé lövellik tejüket (Pénzes & Tölg, 1986).

### **2.2.2. Az aranyhal ivarsejtek minőségének meghatározása**

A spermiumok a herében inaktív, mozdulatlan állapotban helyezkednek el. A sejtek mozgását az ozmotikus nyomáskülönbség okozza, amit az aktiváló oldat idéz elő (Bernáth, 2016). Általánosságban elmondható, hogy a spermiumok aktivációját édesvízi halfajoknál hipoozmotikus nyomás, tengeri halfajnál pedig hiperozmotikus nyomás indukálja. A sperma motilitást számos paraméter befolyásolja, mint például a víz hőmérséklete, a pH, az ion összetétel, és az ozmolalitás (Alavi, 2007). A hímivarsejtek minőségének vizsgálatához egy úgynevezett CASA (Computer-assisted Sperm Analysis) eszközt használnak. A CASA rendszer egy speciális szoftvert használó számítógépből, és egy hozzá csatlakoztatott mikroszkópból áll. A szoftver elemzi a mozgó hímivarsejtek százalékos arányát, valamint valós időben rögzíti a mozgás számos paraméterét (egyenesség, intenzitás, irány, megtett út, flagellum frekvencia, stb. Bernáth, 2016). Azoknál a halfajoknál, ahol a termékenyülés külsőleg történik, ott szükség van egy úgynevezett aktiváló közegre (vagy oldatra), hogy megtörténjen a sejt aktiválódása. Az aktiválódott sejtek folyékony közeg hatására mozogni kezdenek. Többféle mesterségesen létrehozott speciális vagy fajspecifikus aktiváló oldat létezik. Pontyféléknél sikeresen alkalmazták az adott összetételű oldatot: 45 mM NaCl, 5 mM KCl, 30 mM Tris, pH:  $8,0 \pm 0,2$ ; ozmolalitás:  $\sim 300$  mmol/kg (Saad et al. 1988). A sperma kezelése során kerülni kell minden nemű szennyeződést, mert a kontamináció hatására a spermiumok termékenyítő határfoka (pl. előaktiváció hatására) csökkenhet (Cosson et al., 2008). Az ivarérett ikrás halak esetén a pszeudo-gonado-szomatikus index (PGSI) jól mutathatja az adott egyed fitnessét. Az említett paramétert a következő módon kell meghatározni: a lefejt ikrát le kell mérni majd el kell osztani a nőstény testének tömegével (Urbányi et al., 2006). Az egy grammal található ikraszám egy másik meghatározó szaporodási paraméter, amit a következő egyenlettel lehet kiszámolni: begyűjtött ikra súlya osztva nőstény testének súlyával a begyűjtést megelőzően \* 100 (Urbányi et al., 2006).

### **2.2.3. Az aranyhal szaporítása**

A halak mesterséges szaporítása az akvakultúra egyik fő célja (Targońska & Kucharczyk, 2011). Az aranyhal mesterséges körülmények között hasonlóan szaporítható, mint a ponty (*Cyprinus carpio*), mivel közeli rokonságban állnak egymással (Pénzes & Tölg, 1986). A

pontynál használt mesterséges szaporítási módszer lényege, hogy az ovulációra, íváásra érett, de hormonálisan viszonylag nyugalmi állapotban levő egyedeket többnyire fajazonos halakból származó ívást kiváltó hormonnal (gonadotrop) kezelik. Ennek a hormonnak a hatására az ikra leválási folyamata és a spermiumok felhalmozódása aktiválódik a halban, így mesterséges körülmények között, a természetes ívási feltételek hiányában is véghez vihető a szaporítás. Ahhoz, hogy az oltást biztonságos körülmények között lehessen végrehajtani, a szaporításra szánt egyedeket el kell bódítani. Korszerű bódítószerek közé tartoznak: Finquel, Quinaldine, Quinaldine Sulfate, Tranca, szegfűszegolaj, 2-fenoxietanol (Bernáth, 2016; Hancz, 2007; Péntes & Tölg, 1986). Bódítás közben figyelni kell arra, hogy a túlságosan hosszú ideig tartó narkózis káros lehet a hal számára. Ezért vigyázni kell, hogy csak annyi ideig szabad az bódítófolyadékban tartani az egyedeket, ameddig kopoltyújuk ritmikusan mozog. Miután a bódítás megtörtént, megfelelő hipofízis adag meghatározása érdekében a szaporítani kívánt egyed testtömegét le kell mérni. Az ikrás egyedek hipofízisadagja 100 g testtömeg számítva 0,3 mg szárított hipofízis. A tejes halak 100 g testtömegre számított hipofízis adagja 0,1 mg. A szárított hipofízist 0,65%-os sóoldatban kell elkeverni, majd összekeverés után a megfelelő dózist kimérve a halba injektálni fecskendő segítségével. Az oltásra szánt teljes mennyiség 10%-át előadagként a tervezett szaporítás előtt 24 órával adják be. Az előadag hatására a petesejt preovulációs állapotba kerül. A fennmaradó 90% alkotja a döntő adagot, amit a fejés előtt 12 órával injektálnak a halba, ennek hatására az ovuláció megkezdődik. Az oltást a hal melluszonyának tövébe kell beadni. Az ovuláció végeztével el lehet kezdeni a fejést. Az ikrás és tejes halak fejésekor arra kell vigyázni, hogy ne kerüljön víz a szaporító anyag közé. Ezért a fejés előtt a szaporításra szánt halak ivaranyóit szárazra kell törölni, majd az ivarterméket egyenként külön tálba helyezni. A száraz ikra tömegét a fejést követően le kell mérjük, a mért eredményből számítható ki a petesejtek megközelítő száma. A fejést követően a szárazon kinyert tejet, illetve ikrát egy edényben összekeverjük, majd Woynárovich-féle oldatot (10 l víz, 40 g konyhasó, 30 g karbamid) használva aktiváljuk az ivarsejteket. Előnyös, ha egy ikrás ivartermékéhez két vagy több hím spermáját használjuk. Ez azért lehet eredményesebb, mert ritkán előfordulhat, hogy egy hím spermája nem termékenyítőképes és ilyenkor a másik hím tejében levő spermasejtek még termékenyíthetik az ikraszemeket. Az termékenyítő oldatból, mely megakadályozza az ikra csomósodását, első adagolásnál az ikra térfogatának kb. 1/10 részét öntjük az összekevert ikrához, ezután műanyag kanállal keverjük, vigyázva, hogy az ikra ne sérüljön. Az ivarterméket a termékenyítőoldattal alaposan összekeverjük és néhány percig

egyenletesen tovább kevergetjük, majd utána rázó gépre helyezzük. Ezen idő folyamán végbemegy az ikraszemek termékenyülése. A termékenyüléssel egy időben az ikra duzzadni kezd. Duzzadás közben a termékenyítőfolyadékot fokozatosan, kis mennyiségben kell az ikrához adagolni, mert a termékenyítő oldat nagy mennyiségben való adagolása következtében az ikra összecsomósodik. Az ivartermék felszínéről a felesleges spermiumot időről időre leöntjük a termékenyítőoldat cseréjével (Hancz, 2007; Pénzes & Tölg, 1986).

#### **2.2.4. Az aranyhal lárvanevelése**

Az aranyhal általános fejlődését tekintve a csontoshalak (*Teleost*) közé tartozik. Az úszó vízínövényekhez tapadó ikraszemek átmérője 1,25-1,46 mm és 20 °C-on 76 óra alatt kelnek ki. Fontos odafigyelni, hogy a víz hőmérséklet ingadozás ne legyen  $\pm 2$  °C-nál nagyobb, ha a hőmérséklet 15 °C alá süllyed vagy 26 °C fölé emelkedik, fejlődési rendellenességek léphetnek fel az aranyhalnál, mint például a farokúszóhibák. Az ikra kelése után a legtöbb belső szervnek csak a kezdetleges formája található meg a lárvában. A hal ebben a fázisban kicsi és kifejezetten érzékeny a környezetére (Besen et al., 2021). A zavartalan légzéshez a víz magas oldott oxigén-szintje szükséges (6-8 mg/liter). Ebben az időszakban a kopolyúk is fejletlenek, így a kishal gázcseréje rajtuk keresztül lehetetlen, ezért az oxigén felvételt a bőrlégzés pótolja. A lárvák kicsiny testmérete miatt az egyrétegű epidermiszen keresztül folyó oxigéndiffúzió csak részben fedezi az igényeit. A fejlődés tovább haladtával a szükséges oxigénmennyiség csökkenhet. A légzés mértéke a kopolyúszelvények fejlettségével van összhangban. Eleinte a kopolyúüreg nyitott, majd ezt a vékony hártyaszerű kopolyúfedő fokozatosan beborítja. A lárvakor első szakaszában külső táplálóanyag-felvétel nincs (első három nap), a lárvák a testfenntartó életfolyamataikhoz a szikzacskóban felhalmozott tápanyagokat használják fel. Az úszóhólyag fejletlensége miatt hiányzik a fajsúlyszabályozás. Ebben az időszakban a kishal az aljzathoz rögzül a fején levő szemölcs által termelt finom tapadós fehérjeképlet segítségével. Kelést követő harmadik napon a lárvák (a szikzacskó felszívódása után) megkezdik önálló táplálkozásukat, testhosszuk ilyenkor megközelítőleg 5-6 mm. Testükön megjelenik a sárga pigmentáció, az úszóhólyag rendeltetésszerűen funkcionálni kezd. Első lépésként a kishal a vízfelszínről kiharapott levegőbuborékot bepréseli úszóhólyagjába és ettől kezdve könnyebbé válik az úszás. A táplálkozás kezdeti fázisában az ivadéknak még nem minden szerve fejlődött ki. A potenciális táplálékforrás ilyenkor csak a megfelelő méretű élő szervezetek vagy tápok. Az is fontos, hogy ezek milyen mennyiségben, sűrűségben találhatóak meg az adott időpontban

a kishal környezetében. A táplálkozni kezdő lárvában megvan ugyan a táplálkozás ösztöne, de mivel hiányzik a táplálkozásban szerzett gyakorlata, ezért az első időszakban a próbálkozásoknak kb. 10 %-ban jár csak sikerrel. Amennyiben a sikertelen próbálkozásokra fordított energia mértéke nagyobb, mint a táplálékkal megszerzett energia szintje, negatív energiamérleg keletkezik, melynek következtében a kishal fokozatosan éhen pusztul. A lárva túléléséhez tehát a táplálékszervezeteknek olyan optimális sűrűségben kell körülvennie a lárvát, amennyitől gyorsan képes megtanulni a táplálkozást, ugyanakkor pozitív energiamérleget képes felállítani a szervezetében. Az alsó határt a pontyfélék számára 600-1500 db/liter felvehető táplálékszervezet jelenti (pl. *Artemia salina*). A táplálkozó lárva fejlődésének üteme a továbbiakban nagyrészt a testük építésére rendelkezésre álló táplálóanyag-mennyiségtől függ. A későbbi fejlődési szakaszokban fokozatosan alakulnak ki a hiányzó szervei. A lárva egy hónappal a kikelése után fokozatosan a fajra jellemző végleges táplálkozási formát veszi fel (Battle, 1940; Hancz, 2007; Péntes & Tölg, 1986).



### 3. Alkalmazott módszerek

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Munkahelyi Állatjóléti Bizottsága kijelenti, hogy a kísérletek nem tartoznak a 2010/63/EU irányelv hatálya alá, de tudtával és engedélyével kerültek végrehajtásra (Iktató szám: MATE-SZIC/1742-1/2022 és MATE-SZIC/1745-1/2022).

#### 3.1. Kísérleti állomány tartása

Az ivarérett aranyhal állomány (1. táblázat) egy díszhaltenyészetből került átszállításra a MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézetének Halgazdálkodási Tanszékére. Szállításuk fóliahengerben történt. A kísérleti állomány recirkulációs halnevelő rendszerbe került (3500 l, oldott oxigén: 7-8 mg/l, 18-19 °C). Behelyezés előtt a halakat temperáltuk, hogy megszokják a recirkulációs rendszer víz hőmérsékletét, illetve ivar szerint szétválogattuk a négy változatot (6. ábra). A különböző ivarokat hálóval választottuk szét a medencén belül. A fotofázis időtartamát 12:12 (világos:sötét) órára állítottuk be. Az állományt naponta egyszer etettük a testtömegük 2%-nak megfelelő mennyiségű teljesértékű takarmánnyal (Garant Vital Swim UNI 2 mm, Aqua Garant GmbH, Ausztria).



6. ábra. Aranyhalak ivar szerinti szétválogatása (Fotó: Csókás Endre).

**1. táblázat.** Az anyaállomány testparaméterei: közönséges aranyhal  $N=23$ , shubunkin  $N=26$ , fekete teleszkópszemű  $N=22$ , oranda  $N=23$ .

	<b>Közönséges aranyhal</b>	<b>Shubunkin</b>	<b>Fekete teleszkópszemű</b>	<b>Oranda</b>
<b>Az ikrások</b>				
<b>átlagos testtömege (g)</b>	59±9	42±6	61±24	83±13
<b>Az ikrások sztenderd testhossza (cm)</b>				
	11,0±1.0	10,2±0.7	9,0±1.2	9,4±0.7
<b>A tejesek</b>				
<b>átlagos testtömege (g)</b>	55±11	35±6	50±11	47±10
<b>A tejesek sztenderd testhossza (cm)</b>				
	11,3±1,2	9,5±0,5	8,1±0,8	7,8±0,6

### 3.2. Az ivarsejt termelésének indukálása és gyűjtése

Az ivarsejt termelésének indukálását a hőmérséklet növelésével kezdtük el, melyet egy hét alatt 21-22 °C-ra emeltünk. Az oltást megelőzően az egyedek altatását 99%-os 2-fenoxietanollal végeztük, amit 0,4 ml/l arányban kevertünk össze vízzel, majd a kész oldatba helyeztük a halakat. A spermáció és az ovuláció indukálásához ponty hipofízist használtunk, amelyet fiziológias sóoldatban (0,9%-os NaCl) oldottunk fel. Az ikrás egyedek oltását két fázisra osztottuk, amely előadagból és döntőadagból (10% 24 órával és 90% 12 órával a várható ovuláció előtt) állt, míg a hímek egy dózisban, 24 órával az ivartermék begyűjtése előtt kapták meg a hormonkészítményt. Oltás előtt minden egyedre KERN EMB 200-3 mérlegen (KERN & SOHN GmbH; Németország) mértünk le (7. ábra), hogy pontosan meg tudjuk határozni mekkora dózisú oldatra lesz szükség. Az ikrások 4 mg/testtömeg kilogramm (mg/ttkg), míg a

tejesek 2 mg/ttkg hormont kaptak. Az oltást injekciós tű segítségével végeztük a hasúszó tövébe (8. ábra). A fejest megelőzően az egyedek ivarnyílását szárazra töröltük az ivarsejtek aktiválódásának és a szennyeződésének elkerülése érdekében. Az ivarterméket a hasfal masszírozásával nyertük ki az egyedekből, az ikrát száraz tálakba, a spermát 1 ml-es fecskendőbe fejtük. A termékenyítés megkezdéséig az ikratételek 20-30 percig 18-20 °C-on, míg a sperma 10-15 percig olvadó jégen (4 °C) volt tárolva.



7. ábra. Az oranda testtömeg mérése (Fotó: Dr. Bokor Zoltán).



8. ábra. A fekete teleszkópszemű oltása (Fotó: Bertók Norbert).

### 3.3. Az ivarsejt minőségének meghatározása

A sperma progresszív motilitásának (pMOT) vizsgálatát egy mikroszkóphoz kötött, számítógép által vezérelt spermavizsgáló rendszerrel (CASA, Sperm Vision<sup>TM</sup> v. 3.7.4., Minitube of America, Venture Court Verona, USA) végeztük. A sejtek aktiválásához egy, a ponty fajra korábban kidolgozott (45 mM NaCl, 5 mM KCl, 30 mM Tris; pH: 8,0±0,2; ozmolalitás: ~300 mmol/kg) oldatot használtunk (Saad et al., 1988). Az oldathoz 0,01 g/ml BSA-t (bovine serum albumin, szarvasmarha szérum albumin) adagoltunk, ennek segítségével megakadályoztuk a sejtek letapadását. A mérések elvégzéséhez a spermát Makler-kamrában (Sefi Medical Instruments, Haifa, Izrael) lévő aktiváló oldatba töltöttük. A motilitási paramétert 10 másodpercen belül rögzítettük. Ikrások esetén a pszeudo-gonado-szomatikus indexet (PGSI, %) a következőképpen számítottuk ki: ikra tömege/az ikrás testtömege a fejés előtt \* 100 (Urbányi et al., 2006). Az egy grammra jutó ikra számát az Image J 1.8 szoftver (Image J for Windows, National Institutes of Health, Egyesült Államok) segítségével határoztuk meg és a következőképpen számoltuk ki: 0,1 g-ban lévő ikra száma \* 10.

### 3.4. Szaporítás

A lefejt ikrát az egyes változatokon belül egy edényben kevertük össze (40 g ikra/változat). A termékenyítés előtt minden változat spermaminőségét CASA-val vizsgáltuk. Az öt legmagasabb progresszív motilitási értéket (pMOT, %) mutató mintát kiválasztottuk és összekevertük az azonos változat ikratételeivel (330 µl sperma/változat). Az ivarsejteket gondosan összekevertük és rendszervízzel aktiváltuk [arány: ~10:100:1 (víz:ikra:sperma)] (Horváth, 2000). Ezt követően az ikratételeket Woynárovich oldattal (68 mM NaCl és 50 Mm karbamid) kevertük össze (Woynárovich & Woynárovich, 1980), és körülbelül 60-70 percig rázógépre helyeztük (HS 501 Digital Plus Horizontal Shaker, IKA, Németország) 60 fordulat/perc fordulatszámra. Az ikra ragadóságának megszüntetését cersavoldattal (0,5 g/l) végzetük (1. 20. másodperc, 2. 15 másodperc, 3. 10 másodperc), majd rendszervízzel átmostuk 3 ismétlésben (Woynárovich & Woynárovich, 1980).

### 3.5. Lárvanevelés

Az egyes változatok ikratételeit egymástól elkülönítve 22-23 °C-on 3 napig inkubáltuk (oldott oxigén: 7,5 mg/l) 7 literes Zuger-üvegekben, zárt recirkulációs rendszerben (RAS). A kikelt lárvákat egy programozható logikai vezérlővel (PLC) irányított, biológiai és UV-

szűrőssel ellátott recirkulációs rack rendszerbe helyeztük. A kísérleti tér teljes kapacitása 30 tartály (10 l/tartály) volt. Literenként 50 egyedeket helyeztünk el 4 akváriumban, két ismétlésben. A lárvákat a kikélest követő 3. naptól a 10. napig, naponta háromszor *ad libitum* dekapszulált artémia (*Artemia salina*) petével etettük.

### **3.6. Kísérleti elrendezés**

#### **3.6.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban**

Kísérletünkben a szaporítás hatékonyságát hasonlítottuk össze a különféle aranyhal változatok között: közönséges aranyhal (ikrás:  $N=8$ , tejes:  $N=7$ ), shubunkin (ikrás:  $N=9$ , tejes:  $N=9$ ), fekete teleszkópszemű (ikrás:  $N=7$ , tejes:  $N=7$ ), oranda (ikrás:  $N=7$ , tejes:  $N=8$ ). A tejesek esetén a sperma progresszív motilitását CASA alkalmazásával mértük. Az ikrások esetén a korábban említett módon (3.3. fejezet) meghatároztuk a PGSI-t (%) és az egy grammban található ikraszámot. A termékenyülési arányt a termékenyítést követő 24. órában a következő egyenlet segítségével számítottuk ki, termékenyülési arány (%) = (termékenyült ikraszem a Petri-csészében/a Petri-csészében lévő ikraszemek száma) \* 100 (Okomoda et al., 2018), míg a kelési arányt (%) a kelés pillanatában, a termékenyítést követően 48 órával határoztuk meg reprezentatív ikratételek szinkronizált keltetése során (Image J 1.8 szoftver (Image J for Windows, National Institutes of Health, Egyesült Államok) (Bokor et al., 2019).

#### **3.6.2. Lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban**

A lárwanevelési vizsgálatunkban közvetlenül a kelés után [0 day post-hatching (dph)], 3 és 10 dph stádiumokban rögzítettük az egyedek ( $N=40$ /változat/fejlődési szakasz) testparamétereit. A teljes testhosszt vonalzóval, a testtömeget pedig analitikai mérleggel (Mettler Toledo AB204-S (Mettler Toledo Amerikai Egyesült Államok) mértük meg. A kísérlet végén (10 dph), minden változatra vonatkozóan kiszámítottuk a megmaradási arányt (életben maradt lárvák/kihelyezett lárvák \* 100) (Urbányi et al., 2006).

### **3.7. Adatok elemzése**

A kísérletek eredményeinek feldolgozásához Microsoft Excel és Word (2019) (Microsoft Corporation, Redmond, WA 98052, USA) szoftvereket alkalmaztunk. Az adatok statisztikai elemzéséhez IBM SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) és GraphPad Prism 8 (GraphPad Prism version 8.0.0

for Windows, GraphPad Software, San Diego, California USA) programokat használtunk. Az adatok normál eloszlásának vizsgálatára Shapiro-Wilk és Kolmogorov-Smirnov-tesztet végeztünk ( $P \leq 0,05$  szignifikancia szinten). A nem normál eloszlást mutató adathalmazokon arkusz-színusz transzformációt [pMOT (%), PGSI (%)] végeztünk. A különböző csoportokat egy- és kétszemponos varianciaanalízissel (one-, two-way ANOVA) Kruskal-Wallis, Tukey, Dunnett T3 és Dunn-féle post-hoc tesztekkel vizsgáltuk (szignifikanciaszint:  $P < 0,05$ ). A termékenyülési, kelési és a megmaradás arány esetén az esélyhányadosokat (Odds ratio) hasonlítottuk össze (szignifikanciaszint:  $P < 0,05$ ).

## 4. Eredmények és értékelésük

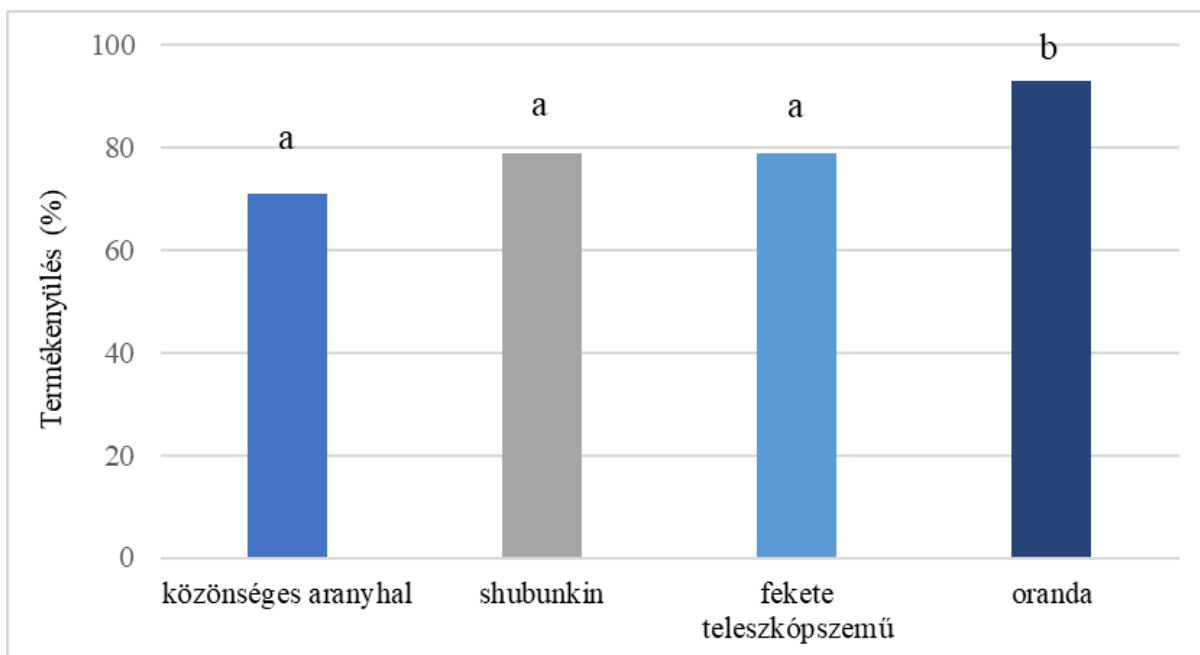
### 4.1. Eredmények

#### 4.1.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban

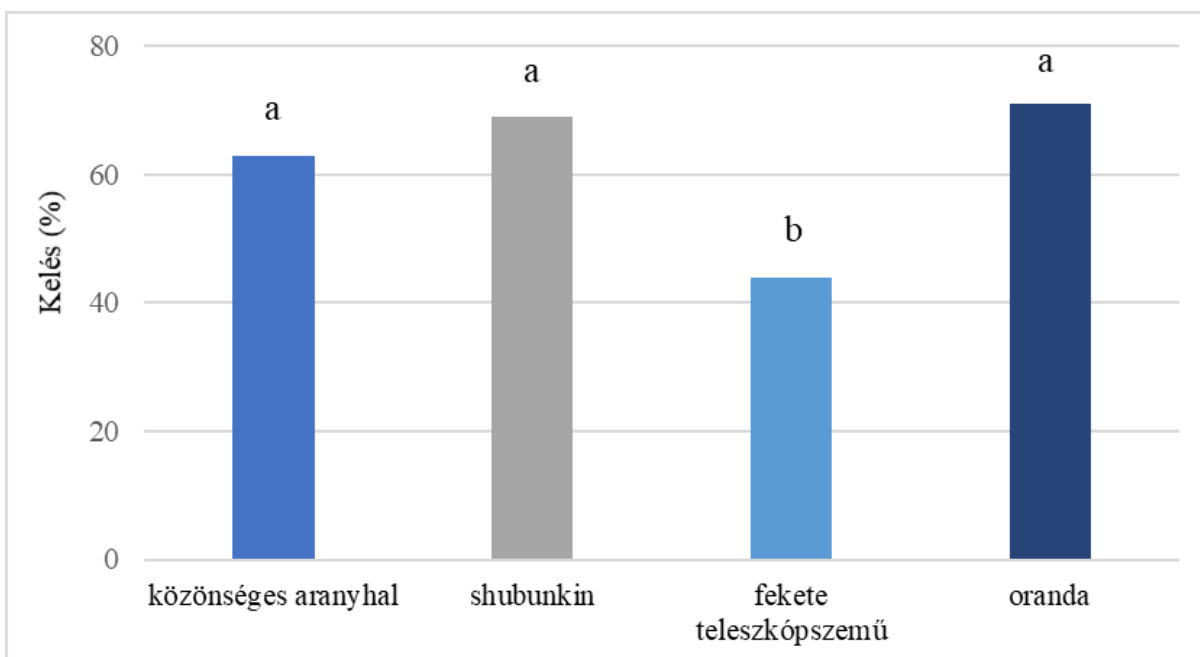
Első vizsgálatunk során az oranda progresszív motilitása ( $78\pm 11\%$ ) szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a közönséges aranyhalnak ( $92\pm 3\%$ ) és a fekete teleszkópszeműnek ( $91\pm 2\%$ ). A shubunkin ( $84\pm 11\%$ ) azonban nem mutatott szignifikáns eltérést egyik változathoz képest sem. Az ikra paramétereit tekintetében szignifikánsan magasabb PGSI értéket rögzítettünk az oranda változatnál, mint a közönséges aranyhal és a shubunkin esetében. Ezen túlmenően, szignifikánsan magasabb PGSI-t határoztunk meg a fekete teleszkópszeműnél, mint a közönséges aranyhalnál. Az egy grammban található ikraszám szignifikánsan alacsonyabb volt a fekete teleszkópszemű esetében, mint a közönséges aranyhalnál (2. táblázat). A szaporítási kísérlet során az orandánál szignifikánsan magasabb termékenyülési arány ( $93\%$ ) volt megfigyelhető a változatok között (közönséges aranyhal:  $71\%$ , shubunkin:  $79\%$ , fekete teleszkópszemű:  $79\%$ ) (9. ábra). A fekete teleszkópszeműnél szignifikánsan alacsonyabb kelési arányt ( $44\%$ ) rögzítettünk, mint a másik három változatnál (közönséges aranyhal:  $63\%$ , shubunkin:  $69\%$ , oranda:  $71\%$ ) (10. ábra).

**2. táblázat.** Az ikrások (közönséges aranyhal  $N=8$ , shubunkin  $N=9$ , fekete teleszkópszemű  $N=7$ , oranda  $N=8$ ) szaporodásbiológiai paramétereit. A táblázatban átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók. A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P<0,05$ ).

	<b>Közönséges aranyhal</b>	<b>Shubunkin</b>	<b>Fekete teleszkópszemű</b>	<b>Oranda</b>
<b>PGSI (%)</b>	$9\pm 5^a$	$10\pm 4^{ab}$	$16\pm 3^{bc}$	$18\pm 4^c$
<b>Ikraszám/g</b>	$1733\pm 606^a$	$1633\pm 387^{ab}$	$1091\pm 69^b$	$1431\pm 435^{ab}$



**9. ábra.** A négy változat (közönséges aranyhal  $N=182$ , shubunkin  $N=203$ , fekete teleszkópszemű  $N=176$  és oranda  $N=167$ ) termékenyülési aránya. A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P<0,05$ ).



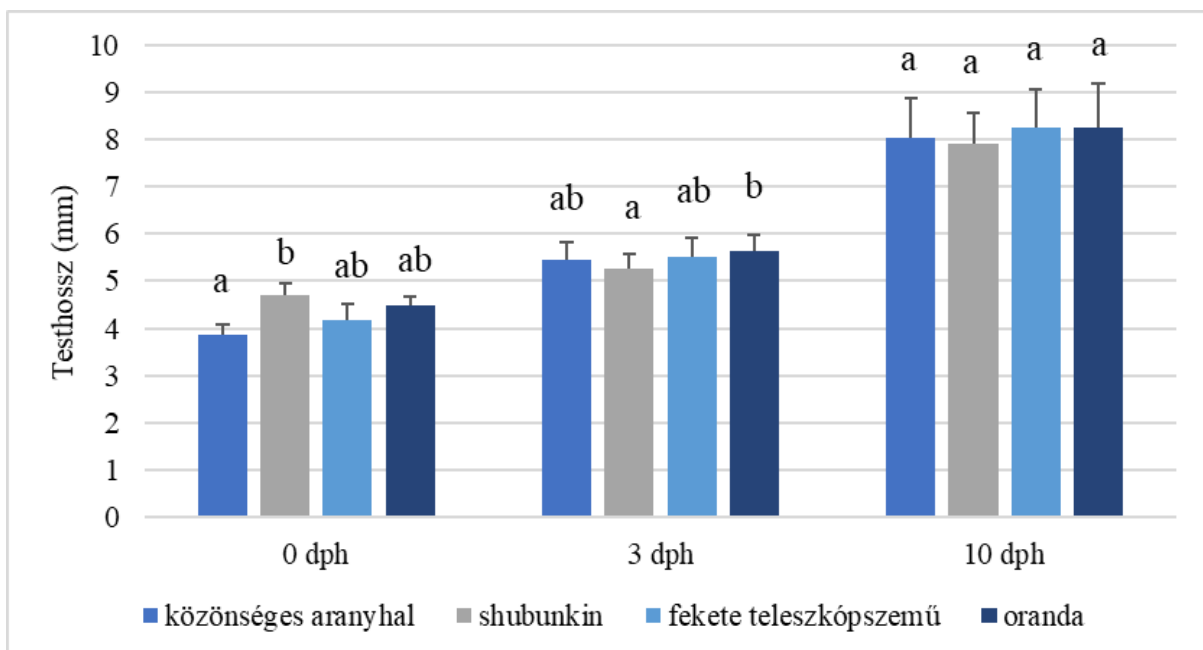
**10. ábra.** A négy változat (közönséges aranyhal  $N=180$ , shubunkin  $N=190$ , fekete teleszkópszemű  $N=130$ , oranda  $N=152$ ) kelési aránya. A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P<0,05$ ).

#### 4.1.2. A lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban

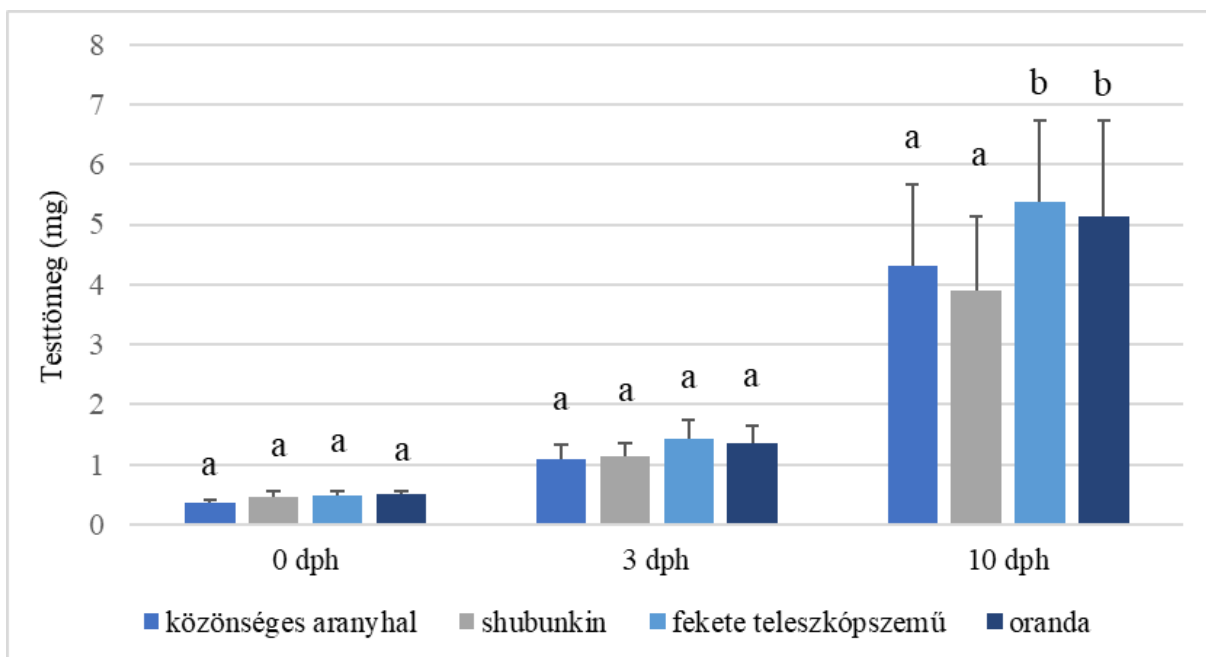
A lárvanevelési kísérletben a frissen kelt lárvák (0 dph) testhossz mérése során szignifikáns különbség mutatkozott a közönséges aranyhal ( $3,9\pm 0,2$  mm) és a shubunkin ( $4,7\pm 0,2$  mm) között (fekete teleszkópszemű  $4,2\pm 0,3$  mm; oranda  $4,5\pm 1,0$  mm) (11. ábra). A



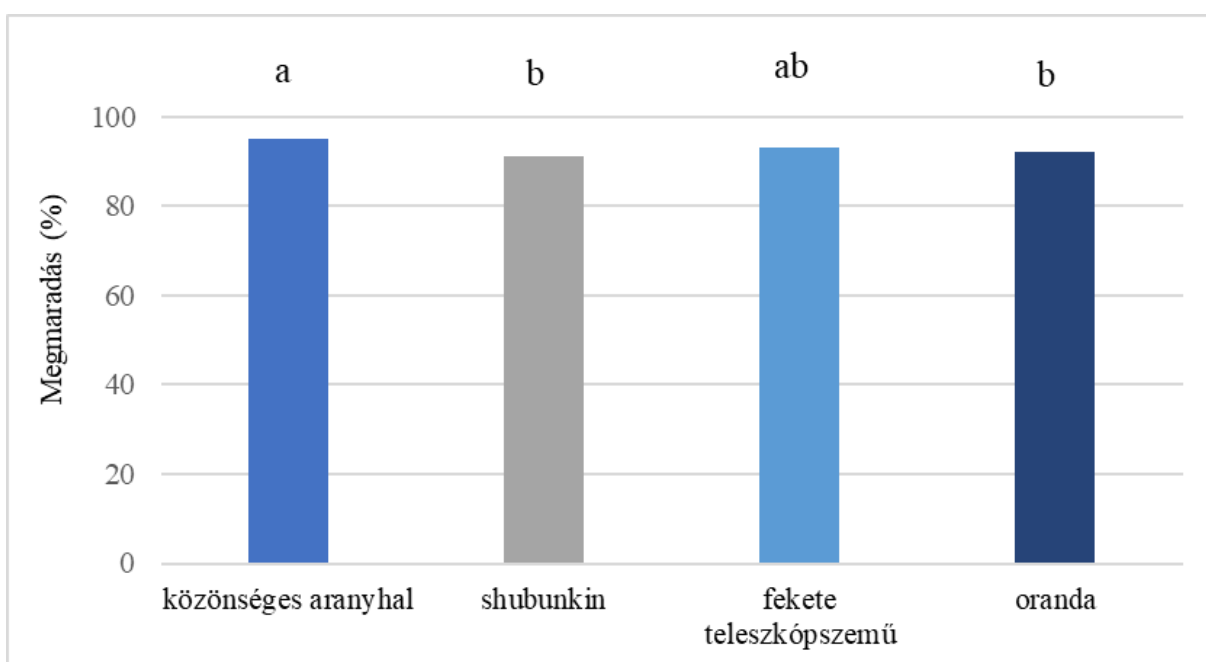
testtömeget tekintve nem rögzítettünk szignifikáns eltérést a változatok között (közönséges aranyhal  $0,35\pm 0,06$  mg; shubunkin  $0,47\pm 0,1$  mg; fekete teleszkópszemű  $0,49\pm 0,07$  mg; oranda  $0,5\pm 0,6$  mg) (12. ábra). A 3 dph-nál szignifikáns különbség volt a teljes testhossz értékekben a shubunkin ( $5,3\pm 0,3$  mm) és az oranda ( $5,6\pm 0,3$  mm) között (közönséges aranyhal  $5,4\pm 0,4$  mm; fekete teleszkópszemű  $5,5\pm 0,4$  mm). A testtömeget vizsgálva egyik változat között (közönséges aranyhal  $1,1\pm 0,2$  mg; shubunkin  $1,1\pm 0,2$  mg; fekete teleszkópszemű  $1,4\pm 0,3$  mg; oranda  $1,4\pm 0,3$  mg) sem mértünk szignifikáns különbséget. A lárvák teljes testhossza a kísérlet végén (10 dph) hasonló volt az egyes változatoknál (közönséges aranyhal  $8,0\pm 0,8$  mm; shubunkin  $7,9\pm 0,7$  mm; fekete teleszkópszemű  $8,2\pm 0,8$  mm; oranda  $8,2\pm 0,9$  mm). Azonban, a testtömeg jelentősen alacsonyabb volt a közönséges aranyhalnál ( $4,3\pm 1,35$  mg) és a shubunkinnál ( $3,9\pm 1,2$  mg) ebben a szakaszban, mint a fekete teleszkópszeműnél ( $5,4\pm 1,4$  mg) és az orandanál ( $5,1\pm 1,6$  mg). A 10 napos lárvanevelés végén szignifikánsan magasabb megmaradási arányt rögzítettünk a közönséges aranyhalnál (95%), mint a shubunkin (91%) és az oranda (92%) esetében. A fekete teleszkópszemű megmaradási aránya (93%) nem mutatott szignifikáns különbséget a többi változathoz képest (13. ábra).



**11. ábra.** Az egyedek átlagos testhossza a három fejlődési szakaszban. Közönséges aranyhal  $N=120$ , shubunkin  $N=120$ , fekete teleszkópszemű  $N=120$ , oranda  $N=120$ . Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók. A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P < 0,05$ ).



**12. ábra.** Az egyedek átlagos testtömege a három fejlődési szakaszban. Közönséges aranyhal  $N=120$ , shubunkin  $N=120$ , fekete teleszkópszemű  $N=120$ , oranda  $N=120$ . Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók. A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P < 0,05$ ).



**13. ábra.** Az egyedek átlagos megmaradása a három fejlődési szakaszban. Közönséges aranyhal  $N=1000$ , shubunkin  $N=1000$ , fekete teleszkópszemű  $N=1000$ , oranda  $N=1000$ . A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ( $P < 0,05$ ).

## 4.2. Értékelések

### 4.2.1. A szaporítás eredményességének összehasonlítása a változatokban

A sperma minőségének meghatározására több módszer is rendelkezésünkre áll, de a motilitás az egyik legeredményesebb mutató. A hímivarsejtek mozgási képessége számos fajnál összefügg a termékenyülés sikerével (Gallego & Asturiano, 2018). A spermavizsgálatok folyamán az oranda esetében mértünk csökkent pMOT (%) értéket. Kutluyer et al. (2016) vizsgálatában az Ovopel készítménnyel oltott aranyhalak spermamotilitása  $90\pm 5,0\%$  volt, ami hasonló az általunk, közönséges aranyhalban ( $92\pm 3\%$ ), és fekete teleszkópszeműben ( $91\pm 2\%$ ) mért értékekhez képest. Tizkar et al. (2015) karotionid takarmánykiegészítés vizsgálatában a kontroll csoport sperma motilitásának ( $89,0\pm 0,7\%$ ) mérése során, az általunk shubunkin ( $84\pm 11\%$ ) és a fekete teleszkópszemű esetén mért értékekkel hasonló adatot rögzített. Bernáth et al. (2017) három különböző aranyhal változatban vizsgálta a rövid és hosszú távú spermatárolást, ahol a kontroll csoportban alacsonyabb progresszív motilitási értékeket (fekete teleszkópszemű pMOT  $54\pm 37\%$ ; oranda  $79\pm 15\%$ ; calico pMOT és  $78\pm 21\%$ ) mért, szignifikáns különbséggel az egyes változatok között. Ikrások esetén a pseudo-gonado-szomatikus index növekvő tendenciát mutatott a hosszúkás testű aranyhalak felől (közönséges aranyhal, shubunkin) a gömbölyded testű aranyhalak (fekete teleszkópszemű, oranda) felé. Urbányi et al. (2006) hasonló pseudo-gonado-szomatikus indexeket mért különböző pontyféléknél [bodorka (*Rutilus rutilus* L.): 18%; keszeg (*Abramis brama* L.): 20%; karikakeszeg (*Blicca bjoerkna* L.): 15%; márna (*Barbus barbus* L.): 9%], az általunk mért változatokhoz képest (közönséges aranyhal:  $9\pm 5\%$ ; shubunkin:  $10\pm 4\%$ ; fekete teleszkópszemű:  $16\pm 3\%$ ; oranda:  $18\pm 4\%$ ). Legjobb tudomásunk szerint ez volt az első meghatározás az egy grammra jutó ikraszemek száma tekintetében, ami hozzájárulhat a pontos sperma/ikra arány kiszámításához. A termékenyülési és kelési aránya alapján elmondható, hogy a közönséges aranyhal és az oranda változatok voltak a legkevésbé érzékenyek a recirkulációs rendszerben történő szaporítási folyamatára. Egy Tarkhani et al. (2012) által közölt takarmányozási vizsgálatban a termékenyülési arány a 17  $\beta$ -ösztradiollal kezelt csoportokban (10, 25 és 50 mg/kg takarmány) magasabb,  $\sim 96\%$ -os volt, mint a kontrollcsoportokban,  $\sim 96\%$ -os.  $\sim 94\%$ . Ezek az eredmények hasonlóak az oranda változat esetén mért értékkel (93%). Az általunk közölt kelési arányok, még a kontrollcsoporttal összevetve is ( $\sim 87\%$ ), sokkal alacsonyabb eredményeket mutattak a változatokban (közönséges aranyhal: 63%; shubunkin: 69%; fekete teleszkópszemű: 44%; oranda: 71%). A Tizkar et al. (2015) által végzett vizsgálatban a termékenyülési ( $90,0\pm 0,8\%$ ) és a megmaradási arány az

inkubáció során (jelen vizsgálatban a kelési arány) ( $74,3 \pm 0,6\%$ ) összhangban volt az oranda változat általunk rögzített értékeivel (termékenyülés: 93%; kelés: 71%). Al-Khalaiifah et al. (2020) fátyolfarkú aranyhalakon végzett takarmányozási vizsgálatában, a kontroll csoport kelési aránya ( $72,83 \pm 5,03\%$ ) szintén hasonló volt, az oranda változatnál szereplő értékhez. Dwiardani et al. (2020) két változat, az oranda (94%) és a rizsszemes aranyhal termékenyülési arányát rögzítette ( $93,66\%$ ) összhangban az oranda esetén mért értékkel. Azonban, az általunk végzett vizsgálatban az oranda esetében, jóval magasabb kelési arányt (oranda: 91,83%; rizsszemes aranyhal: 92,48%) rögzítettünk. Li et al. (2019) megfigyelte az embriók fejlődésében a szimplafarkú és az osztottfarkú változatok közötti különbségeket, ami magyarázatot adhat az általunk fekete teleszkópszemű (osztottfarkú) esetén mért alacsony kelési arányra (44%) is. Ugyanakkor, ennek ellentmond az oranda (osztottfarkú) esetében mért legmagasabb kelési arány (71%). Ota (2021) szerint bizonyos változatok embriói súlyos fejlődési rendellenességeket és magas elhullást mutatnak, azonban a szimplafarkú közönséges aranyhal és a reprezentatív osztottfarkú változatok, az oranda és az ryukin magas túlélési arányt produkálnak az embrionális fejlődés során.

#### **4.2.2. A lárvanövekedés és -megmaradás összehasonlítása a változatokban**

A zigótától a felnőtt stádiumig tartó fejlődési vizsgálatok (Li et al., 2019) azt mutatják, hogy már a korai szegmentációs szakasztól kezdve különbségek figyelhetőek meg az osztottfarkú (ryukin, oranda) és a szimplafarkú aranyhal változatok között. Lárvanevelési kísérletünk során a teljes testhosszban alacsonyabb növekedést figyeltük meg a szimplafarkú, nyújtott testalakulású közönséges aranyhal és shubunkin esetén, mint az osztottfarkú, gömbölyded testformájú, fekete teleszkópszemű és oranda változatoknál. Li et al. (2019) vizsgálatában mért osztottfarkú aranyhal testhossz értékei (3 dpf (0 dph) 4,2 mm; 6-7 dpf (3-4 dph) 6 mm) hasonlóságot mutattak a fekete teleszkópszemű (0 dph:  $4,2 \pm 0,3$  mm, 3 dph:  $5,5 \pm 0,4$  mm) és oranda (0 dph:  $4,5 \pm 1,0$  mm, 3 dph:  $5,6 \pm 0,3$  mm) adataival. A testtömeg tekintetében mérsékeltebb gyarapodást figyeltük meg a közönséges aranyhal és a shubunkin esetén, mint a fekete teleszkópszemű és az oranda változatoknál. A közönséges aranyhal ( $4,3 \pm 1,35$  mg) és a shubunkin ( $3,9 \pm 1,2$  mg) testtömege szignifikánsan alacsonyabb volt 10 dph-nál, mint a fekete teleszkópszemű ( $5,4 \pm 1,4$  mg) és az oranda ( $5,1 \pm 1,6$  mg) értékei. Abi-Ayad és Kestemont (1994) etetési kísérletében a sórákkal etetett lárvák kezdeti súlya  $1,2 \pm 0,16$  mg volt, ami 21 napra elérte a  $200,0 \pm 38,5$  mg-ot. Ezzel összhangban, vizsgálatunkban a 3 napos táplálkozó

lárvák testtömege közel azonos értékeket mutattak (közönséges aranyhal  $1,09 \pm 0,23$  mg; shubunkin  $1,13 \pm 0,22$  mg; fekete teleszkópszemű  $1,44 \pm 0,31$  mg; oranda  $1,36 \pm 0,3$  mg). Feltehetően a hosszúkás testforma lehetett a kelést követő 10 napon mért alacsonyabb testtömeg kiváltó oka. Bár a változatokat dekapzulált artémiával etettük a kísérlet során, a túlélési arány (közönséges aranyhal - 95%; shubunkin - 91%; fekete teleszkópszemű 93%; oranda - 92%) valamivel alacsonyabb volt, mint Abi- Ayad és Kestemont (1994) lárwanevelési vizsgálatában, ahol az *Artemia naupliival* etetett aranyhalak túlélési aránya 97,5% volt. Kaiser et al. (2023) takarmányozási kísérletének végén az *Artemia naupliival* etetett aranyhalak átlagos túlélési aránya 96,4% volt, amelyhez hasonló megmaradást rögzítettünk a közönséges aranyhal esetén. Vizsgálataink és a korábbi kutatások eredményei alapján elmondható, hogy a fejlődési ütemben és a megmaradási arányban tapasztalt különbségek feltehetően a mesterséges szelekció következményének tekinthetők.

## 5. Következtetések és javaslatok

A szaporodásbiológiai vizsgálatok során eltérések figyelhetők meg a négy különböző aranyhal változat esetében, melyek azonos populációból származnak. A keltetőházi nevelés során a közönséges aranyhal és az oranda változatok tolerálták leginkább az intenzív recirkulációs rendszer körülményeit a termékenyülési, kelési és megmaradási vizsgálatok folyamán. A gömbölyű testalakkal rendelkező, oranda és fekete teleszkópszemű aranyhal változatok esetében magasabb növekedési ütem figyelhető meg, mint a hosszúkás testalakú közönséges aranyhalnál és a shubunkinnál, a 10 napos lárwanevelési vizsgálat során. A fekete teleszkópszemű aranyhal (fenotípusosan a leginkább eltérő változat a közönséges aranyhalhoz képest) esetében mértük a legalacsonyabb kelési arányt. Vizsgálataink eredményeiből megállapítható, hogy az ember által végzett tenyésztői munka, a mesterséges szelekció hatása, megmutatkozik az aranyhal változatok szaporodásbiológiai paramétereiben.

A kísérletek eredményei alapján a következő javaslatokat teszem:

- a) A változatok szaporítását megelőzően a sperma motilitásának vizsgálata minden esetben javasolt, továbbá célszerű további mozgási paraméterek rögzítése, a sperma minőségének alaposabb ellenőrzése céljából.
- b) A változatok ivartermékének mennyiségi paramétereiben tapasztalt különbségek okán szükséges a változatoként megfelelő sperma-ikra arány meghatározása.
- c) A fekete teleszkópszemű aranyhal esetén a megfelelő számú lárva elérése érdekében nagyobb mennyiségű sperma és ikra alkalmazása javasolt.
- d) A változatok fejlődésének alaposabb tanulmányozása érdekében a lárvák alaktani vizsgálata javasolt a különböző fejlődési stádiumokban.

## 6. Összefoglalás

Az aranyhal közel 1000 éves tenyésztői munka eredménye, amely Kínában kezdődött el, és napjainkra szinte az egész világon elterjedt az akvarisztikának köszönhetően. Változatait nagymértékű fenotípusos sokszínűség jellemzi. Származása és sokfélesége okán alkalmas modellszervezet a mesterséges szelekció szaporodásra és lárvafejlődésére gyakorolt hatásának vizsgálatára. Jelen tanulmányban az aranyhal négy, jól ismert, jelentős fenotípusos különbségekkel rendelkező változatát (közönséges aranyhal, shubunkin, fekete teleszkópszemű, oranda) hasonlítottuk össze az ivarsejtek minőségének vizsgálata, szaporítási kísérlet és lárvanevelés keretében. Első vizsgálatunkban a CASA rendszer által mért progresszív motilitás (pMOT, %) szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott az oranda esetén, a közönséges aranyhal és a fekete teleszkópszemű változattal szemben. A pseudo-gonadoszomatikus index (PGSI, %) mérésénél a gömbölyded aranyhalaknál magasabb értékeket rögzítettünk, ezzel szemben az egy grammal található ikraszám alacsonyabb volt az estükben. A négy változat közül a termékenyülési arány szignifikánsan magasabb volt az oranda esetében, míg a fekete teleszkópszeműnél szignifikánsan alacsonyabb kelési arányt számítottunk. A második kísérletben, a lárvanevelés során a frissen kelt lárvák (0 dph) testhosszában szignifikáns különbséget figyeltünk meg a közönséges aranyhal és a shubunkin között. A kelést követő 3. napon (3 dph) azonban a shubunkin és az oranda között volt megfigyelhető szignifikáns különbség ebben a paraméterben. A közönséges aranyhal és a shubunkin testtömege a lárvanevelés végén (10 dph) szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a fekete teleszkóp szemű és az oranda változatoké. A lárvanevelés végén (10 dph) a közönséges aranyhalnál szignifikánsan nagyobb túlélési arányt mértünk, mint a shubunkin és az oranda esetében. Annak ellenére, hogy nem minden paraméter mutat jelentős különbségeket a változatok között, a kelési arány tekintetében a fekete teleszkópszemű messze elmarad a többi változathoz képest. Eredményeink hozzájárulhatnak a mesterséges szelekció egyes szaporodásbiológiai paraméterekre gyakorolt hatások feltárásához, továbbá mindezen vizsgálatok betekintést nyújtanak egyes aranyhalváltozatok közötti eltérésekbe, melyek feltehetően a domesztikáció különböző szintjén állnak.

## 7. Irodalomjegyzék

- Abi-Ayad, A., & Kestemont, P. (1994). Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128(1-2), 163-176.
- Ahmadmoradi, E., Rezaie, A., & Mousavi, S.M. (2012). Histopathological study of the kidney, liver and intestine tissues in goldfish (*Carassius auratus*) and angelfish (*Pterophyllum sp.*). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 5(4), 282-288.
- Alavi, S.M.H., Rodina, M., Policar, T., Kozak, P., Psenicka, M., & Linhart, O., (2007). Semen of *Perca fluviatilis* L.: Sperm volume and density, seminal plasma indices and effects of dilution ratio, ions and osmolality on sperm motility. *Theriogenology*, 68, 276–283. p.
- Battle, H.I. (1940). The embryology and larval development of the goldfish (*Carassius auratus* L.) from Lake Erie., 82-92
- Berinkey L. (1966): Halak. Budapest: Akadémiai Kiadó, 139. p.
- Bernáth, G., Bokor, Z., Źarski, D., Várkonyi, L., Hegyi, A., Staszny, A., Urbanyi, B., Ifj., Radóczy, J., Horváth, A. (2016). Commercial-scale out-of-season cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) sperm and its application for fertilization. *Animal Reproduction Science*, 170, 170-177.
- Bernáth, G., Ittzés, I., Szabó, Z., Horváth, Á., Krejszeff, S., Lujić, J., Várkonyi, L., Urbányi, B., Bokor, Z. (2017). Chilled and post-thaw storage of sperm in different goldfish types. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(4), 680-686.
- Bernáth, G., Źarski, D., Kása, E., Staszny, Á., Várkonyi, L., Kollár, T., Hegyi, Á., Bokor, Z., Urbányi, B., Horváth, Á. (2016). Improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm cryopreservation using a programable freezer. *General and Comparative Endocrinology*, 237, 78-88
- Besen, K.P., da Cunha, L., Delziovo, F.R., Melim, E.W.H., Cipriani, L.A., Gomes, R., Skoronski, E., Fabregat, T.E.H.P. (2021). Goldfish (*Carassius auratus*) larviculture in biofloc systems: Level of *Artemia* nauplii, stocking density and concentration of the bioflocs. *Aquaculture*, 540, 736738.
- Bobé J. (2015). Egg quality in fish: Present and future challenges, France. 66-72.
- Bobé, J., & Labbé, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. *General and comparative endocrinology*, 165(3), 535-548.



- Bokor, Z., Bernáth, G., Várkonyi, L., Molnár, J., Láng, Z.L., Tarnai-Király, Z., Solymosi, E., Urbányi, B. (2019). The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture*, 506, 337-340.
- Bokor, Z., Bernáth, G., Várkonyi, L., Molnár, J., Láng, Z.L., Tarnai-Király, Zs., Solymosi, E., Urbányi, B. (2019). The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture*, 506, 337-340.
- Bonnet, E., Fostier, A., & Bobe, J. (2007). Microarray-based analysis of fish egg quality after natural or controlled ovulation. *BMC Genomics*, 8, 1-17.
- Chen, D., Zhang, Q., Tang, W., Huang, Z., Wang, G., Wang, Y., Zhang, J. (2020). The evolutionary origin and domestication history of goldfish (*Carassius auratus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(47), 29775-29785.
- Chen, H.C., Wang, C., Li, I.J., Abe, G., & Ota, K.G. (2022). Pleiotropic functions of chordin gene causing drastic morphological changes in ornamental goldfish. *Scientific Reports*, 12(1), 19961
- Chen, Z., Omori, Y., Koren, S., Shirokiya, T., Kuroda, T., Miyamoto, A., Smith & Burgess, S. M. (2019). De novo assembly of the goldfish (*Carassius auratus*) genome and the evolution of genes after whole-genome duplication. *Science advances*, 5(6), eaav0547.
- Copp, G.H., Tarkan, A.S., Godard, M.J., Edmonds, N.J., & Wesley, K.J. (2010). Preliminary assessment of feral goldfish impacts on ponds, with particular reference to native crucian carp. *Aquatic invasions*, 5(4), 413-422.
- Cosson J., Groison, A.-L. Suquet, M., Fauvel, C., Dreanno, C., & Billard, R. (2008). Studying sperm motility in marine fish: an overview on the state of the art, *Journal of Applied Ichthyology*, 24(4), 460-486.
- Dwiardani, K.H., Sari, L.A., Sari, P.D.W., Nindarwi, D.D., & Arsad, S. (2020). The effect of feed larvae *Chironomus* sp. and high pellet protein to seedling goldfish (*Carassius auratus*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*(Vol. 441, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Fauvel, C., Suquet, M., & Cosson, J. (2010). Evaluation of fish sperm quality. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(5), 636-643.
- Gallego, V., Herranz-Jusado, J.G., Rozenfeld, C., Pérez, L., & Asturiano, J.F. (2018). Subjective and objective assessment of fish sperm motility: when the technique and technicians matter. *Fish physiology and biochemistry*, 44, 1457-1467.

- Glenn III, D. W., Lang, R.P., & Tiersch, T.R. (2011). Evaluation of extenders for refrigerated storage of koi carp and goldfish sperm. *Cryopreservation in aquatic species*, 2, 107-124.
- Gui, J., & Zhou, L. (2010). Genetic basis and breeding application of clonal diversity and dual reproduction modes in polyploid *Carassius auratus gibelio*. *Science China Life Sciences*, 53, 409-415.
- Golshan, M., Hatef, A., Socha, M., Milla, S., Butts, I.A., Carnevali, O., Alavi, S.M.H. (2015). Di-(2-ethylhexyl)-phthalate disrupts pituitary and testicular hormonal functions to reduce sperm quality in mature goldfish. *Aquatic Toxicology*, 163, 16-26.
- Hancz, Cs. *Haltenyésztés*. Kaposvár (2007) 40-52, 74-78
- Kaiser, H., Endemann, F., & Paulet, T.G. (2003). A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*, 34(11), 943-950.
- Komiyama, T., Kobayashi, H., Tateno, Y., Inoko, H., Gojobori, T., & Ikeo, K. (2009). An evolutionary origin and selection process of goldfish. *Gene*, 430(1-2), 5-11.
- Kutluyer, F., Öğretmen, F., & Inanan, B.E. (2016). Cryopreservation of Goldfish (*Carassius auratus*) spermatozoa: Effects of extender supplemented with taurine on sperm motility and DNA damage. *CryoLetters*, 37(1), 41-46.
- Lahnsteiner, F., Berger, B., Horvath, A., Urbányi, B., & Weismann, T. (2000). Cryopreservation of spermatozoa in cyprinid fishes. *Theriogenology*, 54(9), 1477-1498.
- Li, I.J., Lee, S. H., Abe, G., & Ota, K.G. (2019). Embryonic and postembryonic development of the ornamental twin-tail goldfish. *Developmental Dynamics*, 248(4), 251-283.
- Lorenzoni, M., Dolciami, R., Ghetti, L., Pedicillo, G., & Carosi, A. (2010). Fishery biology of the goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) in lake Trasimeno (Umbria, Italy). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (396), 01.
- Mañanós, E., Duncan, N., & Mylonas, C. (2008). Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. *Methods in reproductive aquaculture: Marine and freshwater species*, 3-80.
- Mondal, A., Singh, P., Mondal, M., Singh, M., Tripathi, G., & Tripathi, G.S. (2018). Comparative study of goldfish (*Carassius auratus*) breeding via induced and natural breeding. *International Journal of Chemical Studies*, 6(6), 1940-1944.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons., New Jersey, 181-183

- Okomoda, V.T., Koh, I.C.C., & Shahreza, S.M. (2018). A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Research*, 49(2), 1116-1121.
- Omori, Y., & Kon, T. (2019). Goldfish: an old and new model system to study vertebrate development, evolution and human disease. *The journal of biochemistry*, 165(3), 209-218.
- Ota, K.G. (2021). Evodevo Questions Related to Ornamental Morphology. *Goldfish Development and Evolution*, 191-223.
- Ota, K.G., & Abe, G. (2016). Goldfish morphology as a model for evolutionary developmental biology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology*, 5(3), 272-295.
- Pénzes B. & Tölg I. (1986) Az aranyhal és a díszponty. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest
- Pintér K. (2002): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 75-77
- Podlesnykh, A.V., Brykov, V.A., & Skurikhina, L.A. (2015). Polyphyletic origin of ornamental goldfish. *Food and Nutrition Sciences*, 6(11), 1005t.
- Popesku, J. T., Martyniuk, C. J., Mennigen, J., Xiong, H., Zhang, D., Xia, X., Cossins, A. R., Trudeau, V.L. (2008). The goldfish (*Carassius auratus*) as a model for neuroendocrine signaling. *Molecular and cellular endocrinology*, 293(1-2), 43-56.
- Rylková, K., Kalous, L., Šlechtová, V., & Bohlen, J. (2010). Many branches, one root: first evidence for a monophyly of the morphologically highly diverse goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 302(1-2), 36-41.
- Rylková, K., Kalous, L., Šlechtová, V., & Bohlen, J. (2010). Many branches, one root: first evidence for a monophyly of the morphologically highly diverse goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 302(1-2), 36-41.
- Saad, A., Billard, R., Theron, M. C., & Hollebecq, M. G. (1988). Short-term preservation of carp (*Cyprinus carpio*) semen. *Aquaculture*, 71(1-2), 133-150.
- Smart, J. (2001). Goldfish Varieties and Genetic, 84.p.
- Targońska, K., & Kucharczyk, D. (2011). The application of hCG, CPH and Ovopel in successful artificial reproduction of goldfish (*Carassius auratus auratus*) under controlled conditions. *Reproduction in Domestic Animals*, 46(4), 651-655.

- Tarkhani, R., Imanpoor, M.R., & Taghizadeh, V. (2012). Effect of dietary 17  $\beta$ -estradiol on serum sex hormones' levels and gamete quality in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Comparative Clinical Pathology Research* ISSN, 2252, 0422.
- Tizkar, B., Kazemi, R., Alipour, A., Seidavi, A., Naseralavi, G., & Ponce-Palafox, J.T. (2015). Effects of dietary supplementation with astaxanthin and  $\beta$ -carotene on the semen quality of goldfish (*Carassius auratus*). *Theriogenology*, 84(7), 1111-1117.
- Tsai, H.Y., Chang, M., Liu, S.C., Abe, G., & Ota, K.G. (2013). Embryonic development of goldfish (*Carassius auratus*): a model for the study of evolutionary change in developmental mechanisms by artificial selection. *Developmental dynamics*, 242(11), 1262-1283.
- Urbányi, B., Szabó, T., Miskolczi, E., Mihálffy, S., Vranovics, K., & Horváth, Á. (2006). Successful fertilization and hatching of four European cyprinid species using cryopreserved sperm. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(3), 201-204.
- Valdebenito, I.I., Gallegos, P.C., & Effer, B.R. (2015). Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. *Zygote*, 23(2), 177-197.
- Wang, S.Y., Luo, J., Murphy, R.W., Wu, S.F., Zhu, C.L., Gao, Y., & Zhang, Y.P. (2013). Origin of Chinese goldfish and sequential loss of genetic diversity accompanies new breeds. *PloS one*, 8(3), e59571.
- Wang, S.Y., Luo, J., Murphy, R.W., Wu, S.F., Zhu, C.L., Gao, Y., & Zhang, Y.P. (2013). Origin of Chinese goldfish and sequential loss of genetic diversity accompanies new breeds. *PloS one*, 8(3), e59571.
- Woynárovich, E., & Woynárovich, A., (1980). Modified technology for elimination of stickiness of common carp *Cyprinus carpio* eggs. *Aquacultura Hungarica*. 2, 19–21. p.

Internetes forrás:

http1: Akvarista Lexikon honlapja., Letöltés dátuma: 2023.09.15. Forrás:

<https://akvaristalexikon.hu/tcpdf/examples/pdfiro.php?slug=carassius-auratus-var&taxonomy=post>

.

## 8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

### Ábrák:

1. ábra. Az aranyhal eredetének helyszíne .....	7
2. ábra. Közönséges aranyhal.....	8
3. ábra. Shubunkin.....	9
4. ábra. Oranda.....	9
5. ábra. Teleszkópszemű aranyhal. ....	10
6. ábra. Aranyhalak ivar szerinti szétválogatása.....	16
7. ábra. Az oranda testtömeg mérése. ....	18
8. ábra. A fekete teleszkópszemű oltása.....	18
9. ábra. A négy változat termékenyülési aránya.. ....	23
10. ábra. A négy változat kelési aránya.....	23
11. ábra. Az egyedek átlagos testhossza a három fejlődési szakaszban.....	24
12. ábra. Az egyedek átlagos testtömege a három fejlődési szakaszban .....	25
13. ábra. Az egyedek átlagos megmaradása a három fejlődési szakaszban.....	25

### Táblázatok:

Táblázat 1. Az anyaállomány testparaméterei. ....	17
Táblázat 2. Az ikrások szaporodásbiológiai paraméterei.....	22

## **9. Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Nagy Borbálának, Dr. Bokor Zoltánnak, Dr. Bernáth Gergelynek segítségükért, a rengeteg hasznos és kiváló szakmai tanácsukért, türelmükért, megértésükért. Szeretném megköszönni Dr. Csorbai Balázsnak Csókás Endrének és Bartucz Tamásnak, illetve a MATE AKI Halgazdálkodási Tanszék minden munkatársának, hogy segítettek munkám minden folyamatát és a dolgozat elkészülését. Munkánk a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Kutatásunkat az Innovációs és Technológiai Minisztérium által kiírt Tématerületi Kiválósági Program (TKP2021), Nemzetvédelem és Nemzetbiztonság alprogram pályázata támogatta (TKP2021-NVA-22).

## 10.Nyilatkozat

### NYILATKOZAT

#### szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bertók Norbert

A Hallgató Neptun kódja: TKBPQA

A dolgozat címe: Aranyhal változatok egyes szaporodásbiológia paramétereinek összehasonlító vizsgálata.

A megjelenés éve: 2023.

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 záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év 10. hó 05. nap



Hallgató aláírása

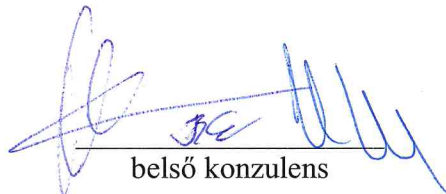
## NYILATKOZAT

Bertók Norbert (TKBPQA) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekinttem, 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\*<sup>1</sup>

Kelt: 2023. év 10. hó 05. nap

  
belső konzulens