

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

FELEDI TIBOR

DEBRECEN

2021.

DEBRECENI EGYETEM
ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

DR. KOMLÓSI ISTVÁN
egyetemi tanár
az MTA doktora

TÉMAVEZETŐK:

DR. NAGY SÁNDOR ALEX, egyetemi docens, Ph.D.
DR. VÁRADI LÁSZLÓ, címzetes egyetemi tanár, Ph.D.

**KECSEGE SZAPORÍTÁSI ÉS IVADÉKNEVELÉSI
TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSÉNEK ÚJ LEHETŐSÉGEI**

Készítette:

FELEDI TIBOR
doktorjelölt

Debrecen

2021.

KECSEGE SZAPORÍTÁSI ÉS IVADÉKNEVELÉSI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSÉNEK ÚJ LEHETŐSÉGEI

**Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
az állattenyésztési tudományok tudományágban**

Írta: FELEDI TIBOR okleveles biológus

Készült a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
keretében

Témavezető(k): Dr. Nagy Sándor Alex Ph.D.
Dr. Váradi László Ph.D.

A doktori szigorlati bizottság:

Elnök: Dr. Stündl László, Ph.D.
Tagok: Dr. Horváth Ákos, DSc.
Dr. Fehér Milán, Ph.D.

A doktori szigorlat időpontja: 2020.09.08.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
.....
.....

A bírálóbizottság:

név	fokozat	aláírás
elnök:
tagok:
.....
titkár:

Az értekezés védésének időpontja: 20.... ..

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
1.1. Előzmények	6
1.2. A dolgozat célkitűzései	9
2. Irodalmi áttekintés	11
2.1. A tokfélék rövid bemutatása	11
2.1.1. Rendszertan, morfológiai jellemzők.....	11
2.1.2. Elterjedés.....	12
2.1.3. Biológiai sajátosságok.....	13
2.2. A tokfélék természetvédelmi jelentősége, hazai vonatkozások	15
2.3. A tokfélék gazdasági jelentősége	16
2.3.1. A globális tokhaltermelés alakulása.....	16
2.3.2. A globális kaviárpia alakulása.....	21
2.3.3. A világ tokhaltermelésének fajok szerinti megoszlása.....	24
2.3.4. A dunai tokállományok és a hazai tokhaltermelés alakulása.....	26
2.4. A kecsége jellemzése	29
2.5. A tokfélék akvakultúrás termelése	33
2.5.1. Az akvakultúrás termelés rövid története.....	33
2.5.2. A termelés típusai.....	35
2.5.3. Technológiai elemek.....	35
2.5.3.1. Anyahal nevelés.....	35
2.5.3.2. Szaporítás, keltetés.....	37
2.5.3.3. Ivadéknevelés.....	42
2.5.3.4. Piaci méretű haltermelés.....	44
3. Saját vizsgálatok	47
3.1. Anyag és módszer	47
3.1.1. Általános kísérleti feltételek.....	47
3.1.1.1. Az anyaállomány származási és nevelési körülményei.....	47
3.1.1.2. A kísérleti recirkulációs rendszer és kísérletek egyéb alapfeltételeinek rövid bemutatása.....	47
3.1.1.3. A szaporítási technológia általános ismertetése.....	48
3.1.1.4. A mintavételezés módszere.....	51
3.1.1.5. A mért, valamint számított kísérleti paraméterek és az alkalmazott statisztikai módszerek leírása.....	52
3.1.2. A kísérleti körülmények specifikus ismertetése.....	53

3.1.2.1. Az ikra ragadóságának elvétele.....	53
3.1.2.2. A kecsge száraz tápra történő szoktatása	56
3.1.2.2.1. A tápra szoktatás optimális ideje különböző szemcseméretű tápok alkalmazásával.....	56
3.1.2.2.2. Tápra szoktatási módszerek összehasonlítása	58
3.1.2.3. A kelési idő hatása a kecsgeelárva termelési mutatóira.....	59
3.1.2.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása.....	60
3.1.2.4.1. Száraz tápra szoktatás	60
3.1.2.4.2. A termelési paraméterek hőmérséklet-függése	61
3.1.2.4.3. Növendék kecsgek termelési paramétereinek összehasonlítása	62
3.2. Eredmények.....	62
3.2.1. Az ikra ragadóságának elvétele.....	62
3.2.2. A kecsge száraz tápra történő szoktatása	64
3.2.2.1. A tápra szoktatás optimális ideje különböző szemcseméretű tápok alkalmazásával	64
3.2.2.2. Tápra szoktatási módszerek összehasonlítása.....	73
3.2.3. A kelési idő hatása a kecsgeelárva termelési mutatóira.....	76
3.2.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása	78
3.2.4.1. Száraz tápra szoktatás	78
3.2.4.2. Termelési paraméterek hőmérséklet-függése	80
3.2.4.3. Növendék kecsgek termelési paramétereinek összehasonlítása.....	86
4. Következtetések, javaslatok.....	89
4.1. Termékenyítési típusok, az ikra ragadóságának elvétele	89
4.2. A száraz tápra történő átszoktatási kísérletek	90
4.3. A kelési idő hatása a kecsgeelárva termelési mutatóira	91
4.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának vizsgálata.....	92
4.4.1. A száraz tápra szoktatás	92
4.4.2. A két alfaj hőmérsékleti igényeinek meghatározása.....	93
4.4.3. A növendékhalakkal végzett vizsgálat.....	93
4.4.4. Általános tapasztalatok	94
5. Új tudományos eredmények.....	95
6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága	97
7. Összefoglalás	99
8. Summary	102

9. Irodalomjegyzék	105
10. Megjelent saját tudományos közlemények	121
11. Nyilatkozatok	129
12. Köszönetnyilvánítás	130

1. Bevezetés

1.1. Előzmények

A Magyarországon termelt hal döntő többségét hagyományos tógazdasági polikultúrában állítják elő, melynek központi faja a ponty. Napjainkban azonban a fogyasztói igények egyre inkább a magasabb feldolgozottságú, ízletes, jó húsminőségű és szálkamentes halfajok iránt növekszenek, melyeket extenzív tógazdasági körülmények között nem, vagy csak korlátozott mennyiségben lehetséges termelni. Az utóbbi néhány évtizedben Európa szerte létesültek olyan zárt rendszerű, recirkuláltatott vízzel üzemelő intenzív telepek, amelyekben, nagy mennyiségben, ellenőrzött körülmények között lehetséges az ilyen értékes fajok költséghatékony termelése (BLANCHETON, 2000). Ezekben a farmokon azonban a magas üzemeltetési költségeknek köszönhetően olyan halfajokból készített termékeket érdemes előállítani, melyek értékesítési ára lehetővé teszi a gazdaságos fenntartást (TIMMONS és mtsai., 2018). A fenti kritériumoknak messzemenően megfelelnek a tokfélék, melyeknek húsa szálkamentes és ikrájuk, a fekete kaviár világszerte népszerű és keresett luxus élelmiszer.

A valódi tokfélék (*Acipenseridae*) családjába tartozó fajok a halak egy ősi csoportját alkotják. Rendszertani fejlődésük többszáz millió évre vezethető vissza. Napjainkban a tokfélék családjába tartozó legtöbb faj szerepel a Természetvédelmi Unió vörös listáján. A taxont jellemző viszonylagosan nagy generációs intervallum mellett ebben szerepe van a folyószabályozásoknak és gátépítéseknek, a vízszennyezéseknek, az orvhalászatnak, és az állományok túlhalászásának. Ezek alapján magas természeti értékkel bírnak, sőt a belőlük készíthető termékek (kaviár, hús, bőr) miatt az akvakultúrában is egyre fontosabb szerepet töltenek be.

A halászott tokhal piac általi keresettsége az 1980-90-es évekre jelentősen meghaladta azt a mennyiséget, melyet a természetes állományok kizsákmányolásával ki lehetett volna elégíteni. A tokfélék biológiai sajátosságaik tanulmányozása és megismerése révén ekkorra lehetővé vált mesterséges szaporításuk és ivadéknevelésük. Ennek eredményeként megvalósulhatott elsőként a természetes vízi állományok pótlása, majd a teljes vertikumú akvakultúras termelés révén a belőlük készült termékek piacon való megjelenése. Ezen a téren elsősorban a volt Szovjetunió utódállamainak kutatóit, haltenyésztőit érdemes megemlíteni, akik munkásságukkal megalapozták a modern toktenyésztési technológiákat. Emellett ekkorra az akvakultúras termelés technológiai

fejlődése is már lehetővé tette a tokfélék teljes vertikumú intenzív rendszerekben történő, gazdaságos nevelését. Ennek köszönhetően világszerte egyre több tokhallal foglalkozó gazdaság létesült.

A kecesege (*Acipenser ruthenus* L., 1758) a hazánkban őshonos tokfélék közül a legkisebb termetű faj. A volt Szovjetunióban már az 1980-as évektől termelték gazdasági céllal, az ikrajából készített kaviár „carszkaya” néven került forgalomba. A 2000-es évek elejétől azonban világszerte javasolták a termelésbe vonását, ezzel bővítve a már ekkor „hagyományosan” előállított tokfélék mellett a gazdaságok termékskáláját (WILLIOT és mtsai., 2001). E faj előnyét a nagyobb testű tokfélékkel szemben a könnyű kezelhetősége, gyorsabb ivarérése és rövidebb ivari ciklusa jelenti. Többek között ezen előnyös tulajdonságainak köszönheti, hogy a harmadik legnépszerűbb tokféle lett a világ tokhaltenyésztő gazdálkodóinak körében. Már a 2010-es évek elejére a világ 15 országában – köztük a nagy kaviár előállítónak számító Oroszországban és Iránban – jelentős volumenben termelték (BRONZI és mtsai., 2011).

A tokfélék intenzív tenyésztési és nevelési technológiáját már meglehetősen alaposan kidolgozták és azt ma már világszerte rutinszerűen alkalmazzák. Ennek ellenére mégis akadnak olyan technológiai elemek – mint például a mesterséges szaporítás vagy az ivadéknevelés – melyek még ma is okozhatnak/okoznak nehézségeket még a gyakorlott szakemberek számára is.

Az értékes anyahalak megóvása és a költségekkel járó mesterséges szaporítás, illetve annak előkészítése szempontjából rendkívül hangsúlyos kérdés a szaporítás sikeressége. A cél az, hogy a munka végeztével minél több életképes lárva álljon a termelő rendelkezésére. A zárt rendszerben, száraz takarmányon nevelt anyahalak esetében a termékenyülési és a kelési arány általában jóval elmarad a természetes vízből befogott vagy az ahhoz több szempontból hasonló, földmedrű tavakban nevelt egyedek értékeitől. Azon gazdaságok számára, amelyeknek csak ilyen tenyészhalak állnak rendelkezésre a szaporításhoz, különösen fontos kérdés, hogy a termékenyülés és a kelés százalékos aránya minél kedvezőbb legyen.

A tokfélék ovulált ikrajára jellemző, hogy az vízzel érintkezve 1-2 percen belül ragadóssá válik. Ez a tulajdonság kedvező a halak természetes környezetben történő szaporodása során. Ilyenkor az ikraszemek a mederfenéken található kavicsokhoz tapadnak, így nem sodródhatnak el az ívóhelyről. Azonban a mesterséges szaporítás során ez a jelenség kedvezőtlen, hiszen az ikraszemek egymáshoz és a keltető edény falához tapadása

oxigénhiányos állapothoz és gombás fertőzések megjelenéséhez vezet. Az ikraszemek ragadóságát így a termékenyítést követően meg kell szüntetni.

A tokfélékre szintén jellemző, hogy az ikrával együtt lefejt nagy mennyiségű ovuláris folyadékban található kémiai anyagok és a fejéssel járó sérülésekből származó vér gátolhatja a termékenyülési folyamatot. Ezért javasolt eltávolítani (felszáraz módszer) és/vagy lehetőség szerint a lefejt ikrát a termékenyítés előtt tiszta vízzel átöblíteni (nedves módszer).

Egyes megfigyelések szerint, a termékenyítést követő embrionális fejlődés időtartama, melyet az embrió az ikraszemen belül tölt el, még a fajra jellemző optimális időintervallumon belül is meghatározza az egyed későbbi életének alakulását. Kecsege esetében ez az idő az inkubáció alatt beállított vízhőfoktól függően 60-90 napfok (CHEBANOV és GALICH, 2013). A tokfélékre jellemzően az egy ikrástól származó ikratétel teljes kikelése „külső emberi beavatkozás” nélkül általában 2-3 nap alatt zajlik le. Ez azt jelenti, hogy az elsők között kikelő lárvák akár 2 nappal hamarabb kezdik meg „posztnatális” életüket, mint az utolsók. A természetes vízi állományok esetében ez az időben elhúzódó kelési folyamat, amely a tokfélék sajátossága, rendkívül előnyös a fajfenntartás szempontjából. A vízáramlatok hatásait kihasználva segít a frissen kelt lárváknak abban, hogy az adott élőhelyen, minél nagyobb területen szétterjedhessenek. Az, hogy a kecsége lárvák mekkora távolságra képesek elsodródni az ivóhelytől, nagymértékben függ a víz folyási sebességétől és hőmérsékletétől. Ez a távolság akár a néhány száz kilométert is elérheti a halak kikelésének helyétől, folyásirányban lefelé. A haltenyésztés számára azonban ez az elhúzódó kelési intervallum nehézségeket okozhat. Ezért fontos tudni, hogy miként befolyásolhatja a lárvák túlélési arányát és egyéb termelési adatait. Az elhúzódó inkubáció lehetőséget ad a gombás fertőzések felerősödésére, mivel az első lárvák kikelésétől kezdve már az ikratétel nem kezelhető antifungális szerekkel. Ezen felül vélhetően kedvezőtlenül befolyásolja azokat az adott halállományban egyébként sem kívánatos jelenségeket, mint amilyen a kannibalizmus, az állomány szétnövése, az egyedek között a táplálékért folytatott kompetíció stb. Mivel a keltetés napokon át elhúzódik, illetve folyamatos emberi felügyeletet igényel, ezért a tenyésztők számára hasznos információ lehet, hogy a korábban, később, illetve a keltetés végén kikelt lárvák életképességében vannak-e, és ha igen akkor milyen mértékű különbségek. Ennek ismeretében a termelő akár időt és energiát is megtakaríthat, sőt az ivadékállományának minőségi paramétereit is befolyásolhatja.

A tokfélék akvakultúrában való tenyésztésének másik – a gazdaságok számára talán leginkább nehézségeket okozó – technológiai elem az ivadéknevelés. Ez az általában néhány héten át tartó időszak az, melynek során az ikrából frissen kikelt „zsenge lárvából” már száraz tápot fogyasztó, a környezeti hatásokra jóval kevésbé érzékeny ivadék vagy „előnevelt hal” válik. A nevelési folyamat ezen időszaka jelentősen befolyásolja a termelés későbbi fázisainak sikerességét is. A feladat bonyolultságát az a tény is alátámasztja, hogy néhány tokfélékkel foglalkozó gazdaság az előnevelési fázist nem vállalja fel, azaz az előnevelt, tápra szoktatott ivadékokat inkább megvásárolja egy részben vagy kizárólag ezzel a technológiai elemmel foglalkozó haltermelőtől.

A korábbi tapasztalatok szerint a hazai tokhaltenyésztéssel foglalkozó gazdaságok profitabilitása növelhető a termelés-technológiai fejlesztések révén. Ez azonban nem az egyetlen lehetőség a hozamok fokozására. Jelentős potenciál rejlik az új, kisebb-nagyobb mértékben eltérő genetikai háttérrel rendelkező fajok/alfajok termelésbe vonásában is. Az alfajhibriddel végzett kutatás eredményeire alapozva, FELEDI és mtsai. (2011a) szerint a kecsége szibériai alfajának (*A. ruthenus marsiglii*) intenzív körülmények között vizsgált termelési potenciálja legalább akkora, vagy akár nagyobb is lehet a „hazai” vagy dunai kecségénél (*A. ruthenus ruthenus*).

1.2. A dolgozat célkitűzései

A munkám célja az volt, hogy az említett munkafázisokra új vagy újszerű megoldásokat találjak vagy a már korábban alkalmazott, de hatékonyságában különböző módszereket összehasonlítsam, ezáltal hozzájáruljak a tokfélék, elsősorban a kecsége szaporítási és ivadéknevelési technológiájának fejlesztéséhez. Ennek eléréséhez az alábbi kísérleti célokat tűztem ki:

1. A mesterséges szaporítás során az ikra ragadósság elvételére alkalmas három különböző oldat tesztelése, vizsgálva azok hatását a termékenyülési és a kelési arányokra. Továbbá az említett kétféle termékenyítési típust vizsgálva összevetni azok termékenyülésre és kelésre kifejtett hatását.
2. A keltetés különböző időszakaiban kikelt lárvák termelési paramétereiben adódó különbségek felmérése az előnevelésük ideje alatt.

3. Két, egymásra épülő kísérlet beállításával a kecsge ivadéknevelése során felmerülő lehetséges problémák közül a száraz tápra szoktatás optimális módszerét és idejét meghatározni, valamint ezen módszerek hatásait vizsgálni az ivadékok utóéletére.
4. Egy, a hazai halgazdálkodás számára új alfaj, a szibériai kecsge zárt, intenzív üzemű rendszerekben való termelési potenciáljának felmérése, illetve a szibériai és a dunai alfaj termelési mutatóinak összehasonlítása a száraztápra szoktatás, a termelési paraméterek hőmérséklet-függése és a növendék nevelés tekintetében.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A tokfélék rövid bemutatása

2.1.1. Rendszertan, morfológiai jellemzők

A világon előforduló összesen 27 tokfajt az alábbi besorolás szerint helyezik el az állatok világában: Gerincesek törzse (*Vertebrata*), Állkapcsosok altörzse (*Gnathostomata*), Csontos vázúak ágazata (*Osteognathostomata*), Sugarasúszójú halak főosztálya (*Actinopterygii*), Valódi sugarasúszójúak osztálya (*Actinopteri*), Porcos ganoidok infraclassis/alosztálya (*Chondrostei*). Ezen belül a tokalakúak rendjébe (*Acipenseriformes*) sorolják őket, melyet két recens család, a tokfélék (*Acipenseridae*) és a kanalastokfélék (*Polyodontidae*) alkotnak (BETANCUR és mtsai., 2017). Rendszertani fejlődésüket tekintve az a dinoszauruszok koráig nyúlik vissza, azaz, több mint 200 millió éve alakultak ki a tokalakúak rendjének fajai (BEMIS és KYNARD, 1997). Közös jellemzőjük a hiányos elcsontosodás másodlagos jelensége, melynek eredménye egy porcos-csontos vázrendszer (a fosszilis alakoknak még csontos váza volt), melynek tengelye a gerinchúr (chorda). A rend sajátossága továbbá a többé-kevésbé meghosszabbodott orr-rész (rostrum), a fej ventrális oldalán elhelyezkedő szájníylás, valamint a heterocerkális farkúszó (KISS, 1997).

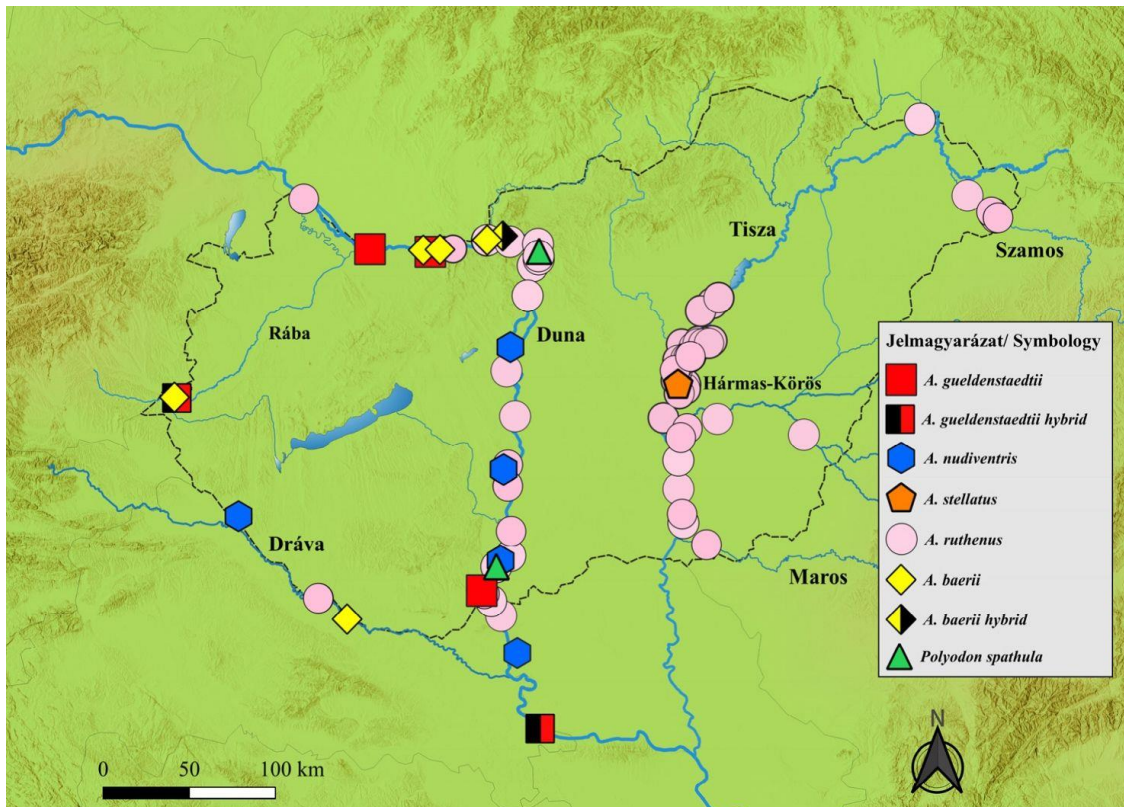
Az *Acipenseridae* családba tartozó fajok testét 5 sor, rombusz alakú csontlemezzel, azaz vért fedi. Az apró ganoid pikkelyek felismerhetően a farokúszó tövében helyezkednek el. Szájuk előtt 4 bajuszszál található. Állományaik Európa, Ázsia és Észak-Amerika mérsékelt égövi területeit népesítik be (BILLARD és LECOINTRE, 2001). A családba 4 nem (*Acipenser*, *Huso*, *Scaphirhynchus*, *Pseudoscaphirhynchus*), összesen 27 faj tartozik (BEMIS és KYNARD, 1997).

A *Polyodontidae* család tagjainak bőre vagy csupasz, vagy apró csontszemcsék fedik. Szájuk széles, benne fiatal korban sok, apró fog található, melyek a kifejlett példányok állkapcsán is felismerhetőek. Orruk felső része meghosszabbodott, elérheti a teljes testhossz 1/3-át. Két bajuszszáluk van. Észak-Amerika és Kelet-Ázsia vizeiben fordulnak elő. A család 2 nemébe (*Polyodon*, *Psephurus*) 1-1 faj tartozik.

2.1.2. Elterjedés

A tokfélék világszerte csupán a Föld északi féltekéjén terjedtek el (ROCHARD és mtsai, 1990). A legtöbb faj az ú.n. Ponto-Caspi régióban fordul elő, egy részük Észak-Amerikában, míg néhány faj Kelet-Ázsiában és Szibériában honos. Egykori elterjedési területük Magyarországon a Duna, Tisza, Maros, Körös, Vág és Dráva folyó vízrendszerei voltak. A túlzott mértékű halászat azonban azt eredményezte, hogy a XVI. századtól kezdődően csökkenni kezdtek a kifogott tokhal mennyiségek, és a XIX. században ezeket a halakat már csak eseti fogásként regisztrálták a Közép-Dunán (KRIESCH, 1876, KÁROLI 1877, HERMAN, 1887; KHIN, 1957).

Az édes és félsós vizek között vándorló tokfajok napjainkra az ország természetes vizeiből már vagy egyáltalán nem, vagy csak igen ritka esetben kerülnek elő. Ez többek között a specifikusan rájuk jellemző, szaporodási célú migrációnak köszönhető. A folyó alsó szakaszán létesített Vaskapu I. és II. vízierőműveknek (1970, 1984) köszönhetően a korábban a közép-dunai szakaszig, sőt egészen Bécs városáig felúszó nagytestű tokfélék ezekről a szakaszokról szinte teljesen eltűntek. Napjainkban a viza (*Huso huso*) és a sóregtok (*Acipenser stellatus*) szinte teljesen eltűnt fajnak tekinthető a Duna középső szakaszán. A simatok (*A. nudiiventris*) és a vágótok (*A. gueldenstaedtii*) nem vándorló formájának jelenléte még szórványosan kimutatható, azonban mindkét faj különösen veszélyeztetettnek számít a Duna-medencében (LELEK, 1987; HENSEL és HOLCIK, 1997; BACALBASA-DOBROVICI, 1997; BACALBASA-DOBROVICI és HOLCIK, 2000; REINARTZ, 2002; BLOESCH és mtsai., 2005 és 2006). A XX. század második felére az őshonos tokféléink közül csupán a kecsége (*A. ruthenus*) természetes vízi állományai maradtak fent kimutatható mennyiségben. A felsorolt őshonos tokfajokon kívül még megemlítendő a közönséges tok (*A. sturio*), amely napjainkra már eltűntnek nyilvánítható az egész Duna-medencéből, bár kisebb populációja még fellelhető a Fekete-tengerben. Annak ellenére, hogy előfordult a Duna vízrendszerében, magyarországi fogásairól egyértelmű írásos feljegyzések nem maradtak fent. A tokfélék halászati feljegyzések alapján bizonyított recens előfordulási helyeit NYESTE és mtsai. (2006) az **1. ábrán** foglalták össze.



1. ábra: A tokfélék recens előfordulási adatai a Kárpát-medencéből (NYESTE és mtsai., 2020)

2.1.3. Biológiai sajátosságok

A tokfélékre általánosan elmondható, hogy természetes körülmények között hosszú életűek, 50-60, sőt a nagyobb testű fajok akár 80-100 évig is élhetnek (RÓNYAI és mtsai., 2010). Zömében az édes és sós vízi életterek között vándorló ún. diadrom életmódot folytatnak (BEMIS és mtsai., 1997), ezen belül pedig az anadrom vagy semianadrom csoportba tartoznak. Ősszel vagy tavasszal felkeresik az folyami ivóhelyeiket és a szaporodás befejezéséig annak közelében tartózkodnak, majd visszatérnek eredeti élőhelyükre. E fajok esetében ez a tengerek brackvízi part menti zónáit, illetve a sekélyebb vízü tenger-részeket jelenti (BACALBASA-DOBROVICI, 1997). Az ivási idő közeledtével a megfelelő ivari érettség állapotában, vagy ahhoz közel lévő tejes, majd az ikrás egyedek megkezdik vándorútjukat felfelé a folyón. Annak érdekében, hogy az ivóhely adta lehetőségeket a lehető legjobban kihasználják, sokszor az egy fajba tartozó, de különböző ivari fejlettségi állapotban lévő egyedek, eltérő időben kezdik meg vándorlásukat (GERBILSKII, 1951). Néhány fajuk, vagy azok egyes populációi ún. potamodromus életmódot folytatnak, azaz egész életüket édesvízben töltik, és csak ott

végeznek kisebb-nagyobb vándorlást (pl. kecsege, szibériai tok, lapátorrú tok) (BACALBASA-DOBROVICI, 1997).

A tokfélék akvakultúrák termelésbe történő bevonásakor meghatározó szempont volt az ivari fejlődésük alakulása. Ebben a tulajdonságban az egyes fajok között jelentős különbségek vannak, de általánosan kijelenthető, hogy a többi halfajhoz képest igen hosszú idő kell a tokfélék ivarééréséhez. A nagy testű, hosszú életű fajok (pl. *Huso* nem) ikrásainak ennek eléréséhez 14-20 év, a tejeseknek valamivel rövidebb idő, 10-14 év szükséges (PÉTERI és mtsai., 1988a; HARKA és SALLAI, 2004; CHEBANOV és GALICH, 2013). A fajok túlnyomó többségének ivari ciklusa is több éves. Az ikrások általában 3-4, a tejesek 2-3 évenként ívnak, azonban a kisebb testmérettel rendelkező fajok (pl. a kecsege) ez alól kivételt képeznek.

Ívásuk a folyók mély, gyors folyású, köves vagy kavicsos aljzatú szakaszain történik (HARKA és SALLAI, 2004; CHEBANOV és GALICH, 2013), ahol a víz áramlása megakadályozza a lebegő anyagok kiülepedését, és megfelelő oxigén ellátást biztosít a fejlődő embriók számára. Az ovulált ikraszem ikrahéjának külső rétege vízzel érintkezve 1-2 percen belül erősen ragadóssá válik. Ezen tulajdonságnak köszönhetően az a kavicsos mederfenékhez tapad, megakadályozva az optimális környezetből való elsodródását. Az ikraszem mérete fajonként eltérő (átmérője 2-4 mm között változik). Fajon belül is előfordulnak egyedi különbségek, melyek genetikailag meghatározottak. Sőt, néhány kivételtől eltekintve általánosan elmondható, hogy az ikrások életkorának előrehaladtával a bennük lévő ikraszem átmérője egyenes arányban növekszik. Az embrionális fejlődéshez szükséges hőmérsékleti optimum fajtól függően 10-20 °C között van, és 5 - 10 napig tart. Azonos hőmérsékleten a különböző fajok ikrája közel hasonló idő alatt kel ki (DETTLAFF és GINSBURG, 1954).

A frissen kikelt zsenge lárva a vízhőmérséklet függvényében általában 5-15 nap elteltével kezdi meg a külső forrásból való, ún. *exogén* táplálkozását. Amíg a lárva csupán a szikzacskóban lévő tápanyagokat hasznosítja, addig a tápcsatornája zárt marad. Ezt az annak utolsó szakaszán szabad szemmel is jól látható spirális dugó, ún. *bélszurok* dugítja el, melynek kilökődése a vegyes táplálkozás kezdetét jelzi. Az ívóhelyen lerakott ikraszemekből kikelt lárvák pozitív phototaxist mutatnak, egyfajta *gyertyázó* mozgást végeznek. Ez az úszásforma segíti a zsenge lárvákat abban, hogy a folyó lassan megkezdje őket a tenger felé sodorni. A már táplálkozó ivadék aktívan úszva folytatja útját a folyón lefelé, miközben igyekszik a lehető legjobban kihasználni annak táplálékbázisát. A kezdetekben táplálékukat a zooplankton, később - néhány faj

kivételével - a zoobenthosz élőlényei alkotják. A halak eurihalinitása hamar kialakul, már néhány napos korban kifejlődnek az ioncserét lebonyolító szervek még azoknál a fajoknál is, melyek egész életüket édesvízben töltik (RÓNYAI és mtsai., 2010).

A tokfélék fajai természetes körülmények között gyakran összeívnak egymással, melynek eredményeképpen hibridek jönnek létre. Ezek ivarszerveinek hisztológiai vizsgálata alapján BURTZEV (1967) arra a következtetésre jutott, hogy az általa vizsgált fajok közül csak néhánynak (ú.m. kecsege, simatok, viza, sőregtok) a különböző kombinációban való keresztezésével állíthatók elő fertilis utódok. A későbbi genetikai célú kutatások adtak magyarázatot a megfigyelésre, miszerint a fertilis utódokat eredményező hibridizációban részt vevő szülőpárok 120, míg a steril utódokat nemzők 240 kromoszómával rendelkeztek (VASIL'EV és mtsai., 1980; SOKOLOV és BERDICHEVSKI, 1987).

2.2. A tokfélék természetvédelmi jelentősége, hazai vonatkozások

A természetesvízi állományok drasztikus csökkenése miatt 1998. áprilisától (Washingtoni Egyezmény) a **CITES** (*Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) néhány tokfélélet a fokozottan veszélyeztetett fajok közé, míg az összes többi a veszélyeztetett fajok közé sorolta. Ez a dokumentum szigorúan szabályozza az abban szereplő védett fajokra és az azokból készült termékére vonatkozó nemzetközi kereskedelmi tevékenységet.

A tokfélék napjainkig fennmaradt 27 fajából Magyarországon az alábbi 6 faj volt őshonos, habár többségük jelenléte a természetes vizeinken erősen megkérdőjelezhető:

- Közönséges tok (*Acipenser sturio*)
- Kecsege (*Acipenser ruthenus*)
- Simatok (*Acipenser nudiventris*)
- Sőregtok (*Acipenser stellatus*)
- Vágótok (*Acipenser güeldenstaedti*)
- Viza (*Huso huso*)

A Természetvédelmi Világszövetség (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, röviden: IUCN*) a simatokat és az közönséges tokot a kritikusan veszélyeztetett (Critically endangered - CR), a vizát, a sőregtokot és a vágótokot a veszélyeztetett (Endangered - EN), a hazai vizekben leggyakrabban előforduló tokfélét, a kecsegét, pedig a sebezhető (Vulnerable - VU) fajok közé sorolja.

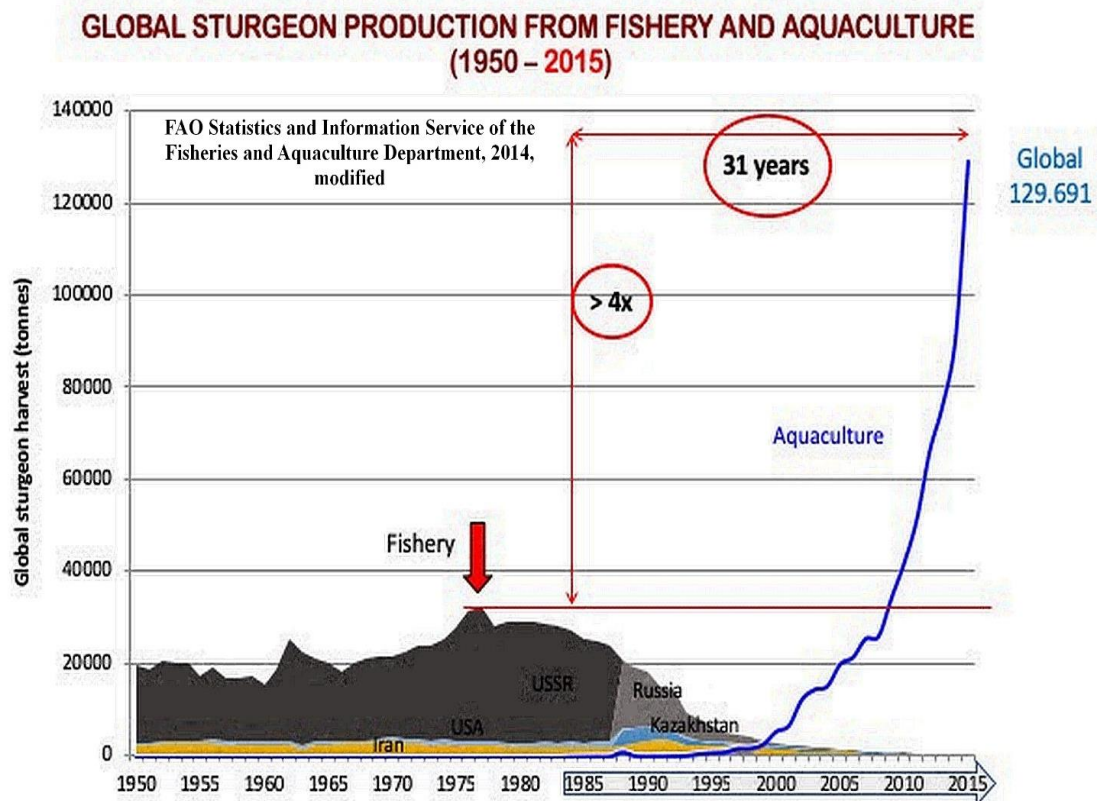
A Berni Egyezmény Állandó Bizottságának jóváhagyásával (2005), a 2000-es évek közepén egy komplex nemzetközi akcióterv került kidolgozásra (BLOESCH és mtsai., 2005 és 2006), melynek célja a dunai tokfélék teljes eltűnésének megakadályozása volt. Ettől kezdve Európa szerte fokozatosan ráirányult a figyelem a védett dunai tokfajokra, köztük a kecsegére. Ezt a folyamatot erősítette a későbbi, 2013-ban a „Danube Sturgeon Task Force” nevű, tokfélékkel foglalkozó szakembereket tömörítő csoport által életre hívott Sturgeon 2020 program is. Ez az akcióterv taglalja többek között azokat a legsürgősebb beavatkozási pontokat, amelyek a tokfélék védelmére irányulnak és szorosan illeszkednek az Európai Unió Duna Régió Stratégiájának célkitűzéseivel. Ennek is köszönhetően Magyarországon 2015-ben a Magyar Haltani Társaság „Az Év halának” választotta meg a kecsegét, ezzel is hozzájárulva a faj hazai népszerűsítéséhez (JÓZSA és mtsai, 2016).

2.3. A tokfélék gazdasági jelentősége

2.3.1. A globális tokhaltermelés alakulása

A rendelkezésre álló adatok alapján, a világpiacon jelen lévő tokhal mennyisége az 1950-es években nagyjából 20000 tonna volt, ami kizárólag természetes vízi halászatból származott. A legális fogásokból származó tokhal legnagyobb mennyiségben (kb. 30000 tonna) az 1980-as évek közepén volt jelen a piacon (FAO, 2018). A halászati tevékenység elsősorban a Kaszpi-tengeren és annak vízgyűjtőjén volt meghatározó. Főként a part menti országok, a Szovjetunió (később Oroszország és Kazahsztán) és Irán adta a globális termelés túlnyomó részét, azonban egy ehhez képest kismértékű természetes vízi tokhalfogás még az 1980-as évek végéig az USA-ban is engedélyezett volt. A változás a Szovjetunió széthullása után kezdődött, amikor az utódállamokban elkezdtek egyre szigorúbb kvótákat bevezetni a tokhalászat szabályozására. A hivatalos halászati adatok

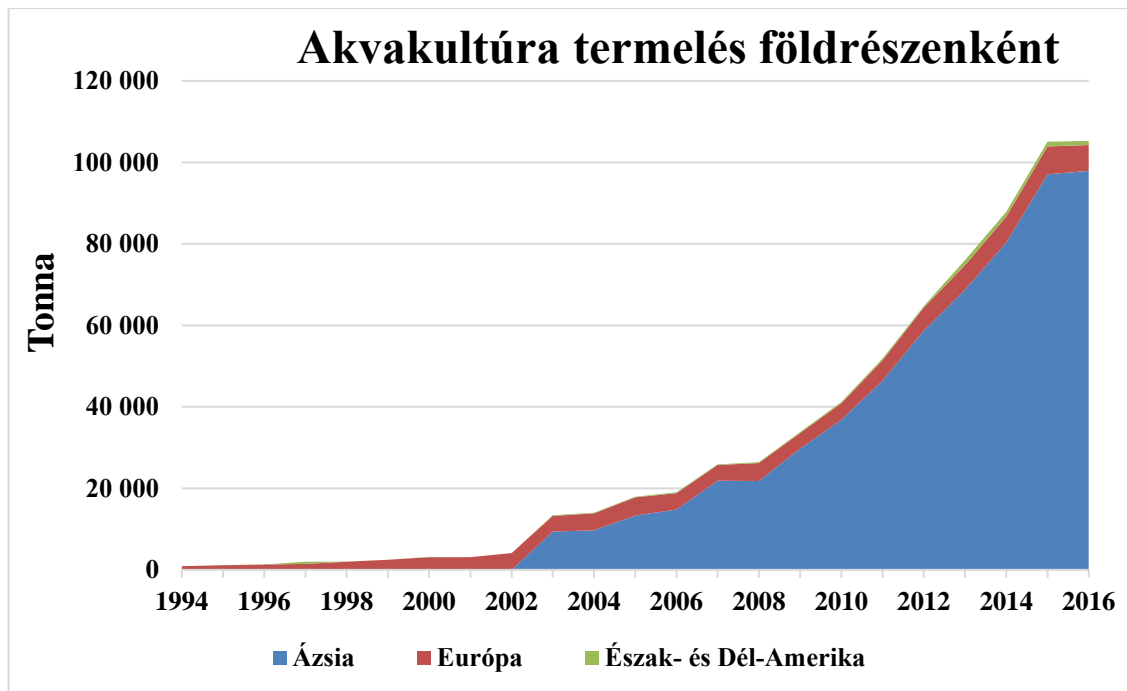
szerint a természetes vizekből származó tokhal mennyisége dinamikusan csökkenni kezdett (BRONZI és mtsai., 2019).**(2. ábra)**.



2. ábra: A tokfélék halászati és akvakultúrában történő globális termelésének alakulása (BRONZI és mtsai., 2019, módosítva)

A nem hivatalos információk szerint azonban a 80-as évek végén megalakult szovjet utódállamok némelyikében a szegénység olyan méreteket öltött, hogy az orvhalászat révén az természetes tokállományok ebben az időszakban drasztikusan megfogyatkoztak. Ha egy orvhalásznak sikerült például egy több száz kilogrammos kaviár érett vizát kifognia, majd azt a feketepiacon értékesítenie, az akkor nem csak őt, hanem az egész családját egy életre kihúzta a mélyszegénységből. A FÁK országainak gazdasági megerősödése, a halászati kvóták folyamatos szigorítása, a piacon megjelenő tokhal termékékre vonatkozó szabályozások bevezetése, valamint a tokfélék akvakultúrában való tenyésztésének fellendülése együttesen azt eredményezte, hogy a 2000-es évek elejére a legális természetes vízi fogások már alig érték el a 2-3000 tonnát. Később, a 2010-es évek elejére pedig már nem haladták meg az 500-1000 tonnát (BRONZI és ROSENTHAL, 2014).

A tokfélék akvakultúrák termelésének kezdetei az 1980-as évek közepére datálhatók. Ekkor létesültek az első tokhal telepek, főként a Szovjetunió területén. Több mint tíz éven keresztül azonban a termelési volumen nem haladta meg globális szinten az 1000-2000 tonnát. Az 1990-es évek végétől azonban - párhuzamosan a természetes vízi halászat intenzív csökkenésével - a tokhal termékek, elsősorban a kaviár akvakultúrában történő előállítása egy gyorsütemű fejlődést mutatott (**2. ábra**). A fellendülés köszönhető volt a piaci kínálat hiányának, amelyet az ekkor még kevés számú telep nem tudott pótolni. Ezzel egyidejűleg az akvakultúrában előállított toktermékek minőségének elfogadottsága is nőtt, így azok piaci értéke is. Ez az időszak nagyjából a 2000-es évek közepéig tartott és máig a „kaviár aranykora”-ként szokásos emlegetni. Azok a telepek, melyek ebben az időszakban kezdték meg üzemelésüket, ekkor jelentős profitra tudtak szert tenni. A 2000-es évek második felében új tokhállal foglalkozó gazdaságok létesültek világszerte, melynek köszönhetően az előállított termékek mennyisége nőtt, míg az értékesítési ár csökkenni kezdett. A kínai tokhaltermelés megjelent a világpiacon, melyet azóta is az ő jelentős dominanciája jellemez. A 2008-2009-es gazdasági válság hatásai és Kína jelentős befolyásoló hatása a 2010-es évek első felében számos kisebb gazdaságot juttatott csődhelyzetbe. A termelés volumene ugyanakkor ebben az időszakban megsokszorozódott, 2015-re elérte a 130000 tonnát. BRONZI és mtsai. (2018) szerint ebből több, mint 110000 tonnát, míg a FAO (2018) adatai szerint közel 91000 tonnát (**1. táblázat**) Kína termelt. Ez a mennyiség, több mint négyszerese a valaha halászat révén piacra került tokhal termékeknek. Az ezt követő két évben ugyan egy kisebb csökkenés figyelhető meg (**3. ábra**).



3. ábra: A tokfélék kontinensenkénti akvakultúrás termelésének alakulása az utóbbi években (FAO Fishery and Aquaculture Statistics, 2018)

Habár a világ toktermelési tendenciái szinte teljesen követik a kínai piac alakulását, azonban mivel ők szinte kizárólag saját részre, belföldön értékesítenek, így a világ más részein létesült gazdaságok is fent tudtak maradni. Hozzávetőleg a világ 51 országában - a 2017-es adatok szerint - 2329 toktenyésztéssel foglalkozó gazdaság üzemel. Ebből a legtöbb Kínában 1302 (54%!), majd 555 Oroszországban (24%), 176 a közel-keleti országokban (8%), 168 a Távols-keleten (7%), 143 az EU területén (6%), Észak-Amerikában 20 (1%), Dél-Amerikában 5 (<1%), és még Afrikában is létesült 2 (<1%) (BRONZI és mtsai., 2019). Ha földrészenként összevonva tekintjük az adatokat, Ázsia dominanciája szembetűnő (**3. ábra**).

A 2016-os évi statisztikai adatok szerint a legnagyobb mennyiségű tokhalat termelő ország jelenleg Kína, a második helyen Örményország, a harmadikon pedig Oroszország áll (FAO, 2018). Magyarország a listán a 16. helyen áll az akkori 76 tonnával (**1. táblázat**).

2017-ben a becsült összes termelés szerint Kína annak 78%-át adta. Kína után a legnagyobb termelők ebben az évben Oroszország (7%), majd Örményország (6%) és Irán (2%) voltak (BRONZI és ROSENTHAL, 2018).

A közeljövőre nézve a világ tokhalat termelése várhatóan 2018-tól kezdően majd egy lassan növekvő tendenciát mutat, melynek eredményeképpen 2020-ra a globálisan megtermelt

mennyiség nagyjából 120000 tonna körül lehet (BRONZI és ROSENTHAL, 2018). A távolkeleti termelés erősödése várható, míg Kína dominanciájának mértéke várhatóan ekkorra enyhén csökkenni fog. Az európai piac lassú ütemű növekedése is előre jelezhető.

1. táblázat: Az évenkénti tokhaltermelés alakulása országonként a 2010-es években

(Az értékek mellett szereplő F az adatok bizonytalanságára utal)

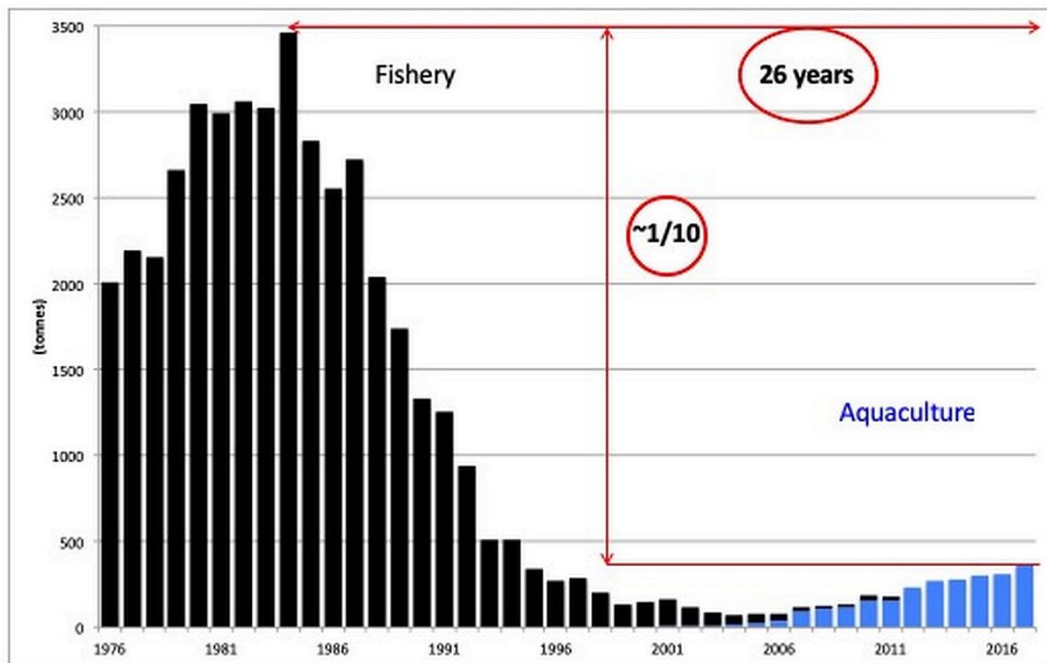
No.		Egység	Évek						
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Kína	tonna	35324	44211	55184	64652	75920	90828	89773
2	Örményország	tonna	550 F	830 F	1636	2170	2931	4115	4649
3	Oroszország	tonna	2078	3020	3270	3430	3560	3845	3267
4	Irán	tonna	251	312	456	564	650	1071	2146
5	Olaszország	tonna	753	838,3	714	717	823,8	850 F	1000 F
6	USA	tonna	200 F	300 F	300 F	947	947	947	947
7	Vietnám	tonna	600 F	1000 F	1200 F	1200 F	693 F	786	932
8	Lengyelország	tonna	170	241	334	440	472	397	530
9	Franciaország	tonna	202	236	224	335	402,3	445	450 F
10	Bulgária	tonna	448,6	301,06	323,4	294,17	276,6	343,9	320,3
11	Kazahsztán	tonna	...	15	...	...	28	87	271
12	Németország	tonna	93	40	294	258	257	222	185
13	Litvánia	tonna	17,19	51,73	55,36	115,76	72,82	90,6	126,6
14	Ukrajna	tonna	50 F	50 F	100 F	100 F	164	137	116,4
15	Fehéroroszország	tonna	65	107	98	71	99	96,8	99
16	Magyarország	tonna	81	51	38	32	48	142	76
17	Uruguay	tonna	69,97	62,2	71,4	197,08	197 F	199,9	64,57
18	Spanyolország	tonna	91,3	67,07	90	92,97	35,48	44,69	54,02
19	Lettország	tonna	10,7	19,2	27,5	35	54,07	91,3	51,45
20	Románia	tonna	14,4	18,56	8	12	0,92	12,51	33
21	Egyesült Arab Emírség	tonna	-	-	10 F	35 F	10 F	20 F	32
22	Grúzia	tonna	15 F	30 F	30 F	30 F	30 F	30 F	30 F
23	Izrael	tonna	30 F	30 F	30 F	30 F	30	30	30
24	Kirgizisztán	tonna	-	-	-	-	-	39,4	25
25	Svájc	tonna	5 F	10	15	22	22	22	22
26	Észtország	tonna	23,5	13,1	...	...	...	56,5	16,1
27	Ausztria	tonna	2	3	2	2	3	3,6	7,8
28	Törökország	tonna	...	...	...	...	17	28	6
29	Dánia	tonna	...	1	0,4	2	1	4	3
30	Egyesült Királyság	tonna	-	-	-	-	-	-	1
31	Ciprus	tonna	1,5	1,4	6,15	0,16	1,2	3	0,7
32	Szaud-Arábia	tonna	30	30 F	30 F	39	35	26	...

2.3.2. A globális kaviárpiac alakulása

Akárcsak a globális piacon megjelenő halászott összes tokhal mennyisége, a legtöbb természetes vízi fogásból származó kaviár is az 1980-as évek közepén volt jelen a világpiaci kínálatban, ami nagyjából 3500 tonnát jelentett. A halászat szabályozásainak következtében a 1990-es évek végére ez a mennyiség nem érte el a 200 tonnát sem. Ez egy igen jelentős piaci hiányt eredményezett, ami toktenyésztő telepek létesítését vagy már meglévő, de más halfajokra specializálódott gazdaságok átalakítását (pl. korábbi angolnatelepek) vonta maga után. Míg az 1990-es évek végén létesített gazdaságok termelési adatai a globális statisztikában azonnal megjelentek, addig a halak lassú ivaréréséből következően ezen telepek adatai az értékesített kaviár világszintű összesítéseiben időben eltolódva, csupán a 2000-es évek közepén tűntek fel. Azok a toktenyésztő gazdaságok, amelyek már az 1990-es évek végén vagy a 2000-es évek első felében rendelkeztek kaviárérett állománnyal, ekkor jelentős profitra tudtak szert tenni. A 2000-es évek második felétől a piacon megjelenő kaviár mennyisége dinamikus növekedést mutatott, mellyel párhuzamosan az ár csökkenése volt megfigyelhető. A 2010-es évek elejére a halászatból származó kaviár mennyisége már nem érte el a 100 tonnát sem. Ekkorra a hatalmas termelési kapacitású kínai toktelepek is megkezdték a kaviártermékek előállítását és forgalmazását. Ez azonban a világszintű termelés szempontjából kaviár esetében közel sem annyira meghatározó, mint a globális tokhaltermelés tekintetében (**4. ábra**).

2017-re nagyjából 365 tonna kaviár volt jelen a világ kínálatában, ami csupán alig több mint 10%-a az 1980-as évek közepén jelen lévő, halászatból származó mennyiségnek (**4. ábra**). Ez jól mutatja azt, hogy míg jelenleg a globális toktermelés többszöröse az 1980-as évekbeli mennyiségnek, addig a kaviár tekintetében még jelenleg sincs elegendő mennyiség a világkínálatban. Az utóbbi 2-3 évben a világ toktermelése összességében csökkenő pályára került, míg a kaviár kínálat ebben az időszakban is növekvő tendenciát mutatott (BRONZI és ROSENTHAL, 2018).

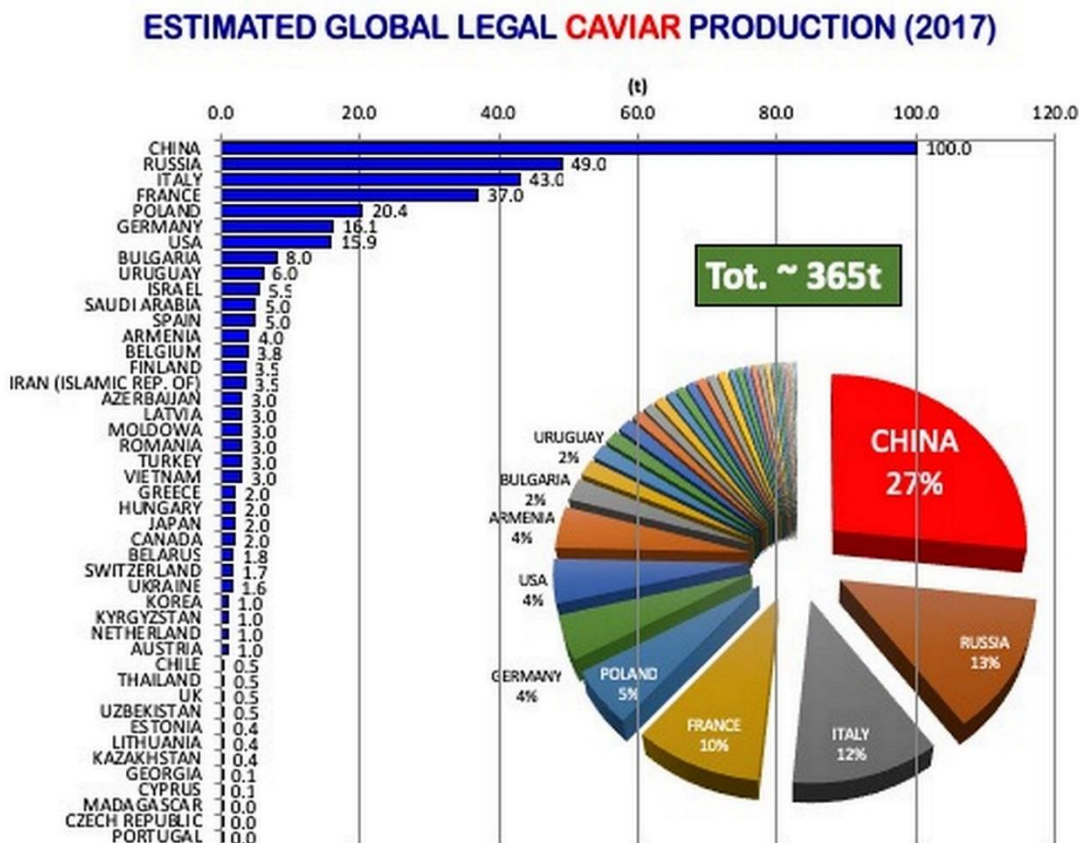
ESTIMATED LEGAL GLOBAL CAVIAR PRODUCTION FROM FISHERY AND AQUACULTURE (1976 – 2017)



4. ábra: A világpiacon jelen lévő legális halászott és akvakultúrában előállított kaviár mennyiségének alakulása az utóbbi évtizedekben (BRONZI és ROSENTHAL, 2018, módosítva)

A 2017-es év adatai szerint a világ kaviártermelésében szintén Kína az élen járó ország (27%). A világ legnagyobb kínai termelője a „Kaluga Queen” ebben az évben egyedül nagyjából 80 tonna kaviárt készített, ami az összes termelésének a közel 22%-a (HOLST, 2018 szóbeli közlés). A második helyen Oroszország (13%) és harmadikon – a halhús piac adataival ellentétben – Olaszország (12%) következik. Utánuk Franciaország (10%) és Lengyelország (5%) jön sorban (BRONZI és mtsai., 2019). Figyelemre méltó, hogy míg Örményország (~1%) a világ toktermelésének a 6%-át adja, addig a kaviártermelésével csupán a 13. helyen áll (5. ábra). A Kínában megtermelt kaviár, akárcsak a halhús, legjelentősebb része hazai piacon kerül értékesítésre. Az általuk megtermelt tokhal egy jelentős részét úgynevezett „adagos hal”-ként fogyasztják, ami az jelenti, hogy mikor elérik a 0,75-1 kg-os testtömeget már feldolgozásra kerülnek. Ez a Kínában elterjedt „One fish, one dish” szokás (BRONZI és ROSENTHAL, 2018). Ez a különbség a halhús- és a kaviárpiacon alakulása között egyrészt annak köszönhető, hogy míg hústermelésben Kína dominanciája rendkívüli mértékben „torzítja” az arányokat, addig ez a túlsúly a kaviártermelésben nem annyira jelentkezik. Másrészt pedig annak tudható be, hogy a volt szovjet utódállamokban rendkívül nagy hagyománya van a tokhús

fogyasztásának is. Ennek következtében általánosan elmondható, hogy míg Ázsiában sok gazdaság részben vagy egészben csak halhúst állít elő végtermék gyanánt, addig az európai toktenyésztő telepek túlnyomó részében kaviárcélú termelés folyik.

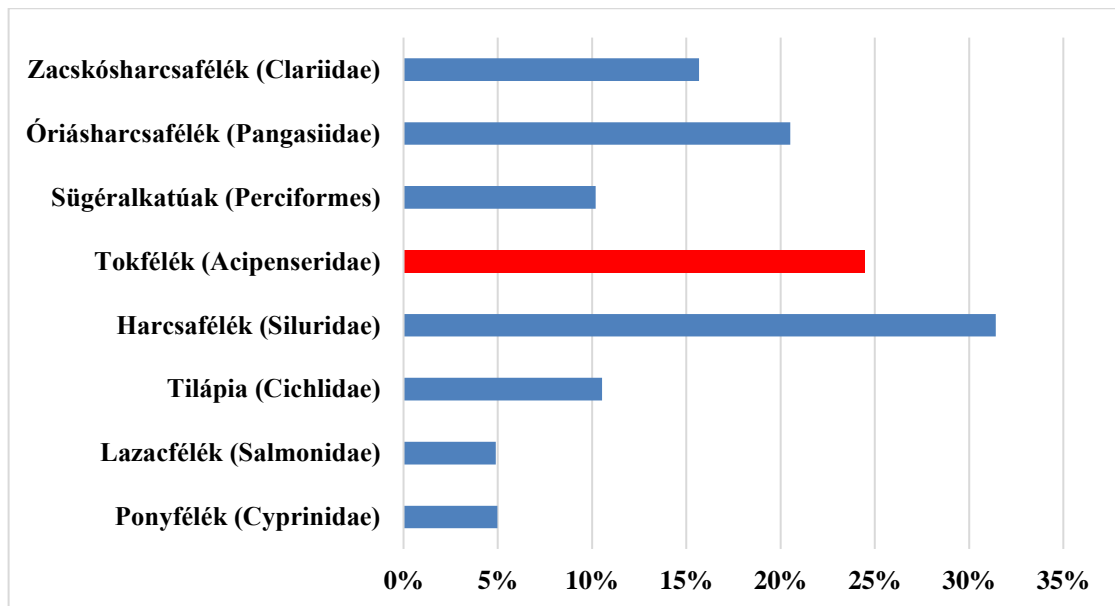


5. ábra: A globális kaviártermelés alakulása az előállító országok tekintetében, 2017-ben (BRONZI és ROSENTHAL, 2018, módosítva)

A globális kaviárpiac alakulását illetően a közeljövőben egy mennyiségi növekedéssel lehet számolni. Ezzel párhuzamosan az ár további csökkenése, majd stagnálása várható. A világ össztermelése 2020-ra nagyjából 512 tonna lehet. Kína részaránya ekkorra várhatóan jelentősen, csupán 15%-ra csökken, amivel azonban még így is piacvezető szereppel fog rendelkezni. Az államok szerinti megoszlás tekintetében az első helyeken a sorrend szempontjából nem várható változás, azonban az össztermelés részarányát tekintve az első néhány helyen enyhe csökkenés következhet be. Irán, az Egyesült Arab Emírség, Lengyelország és az USA termelési hányadának növekedése viszont prognosztizálható (BRONZI és ROSENTHAL, 2018).

2.3.3. A világ tokhaltermelésének fajok szerinti megoszlása

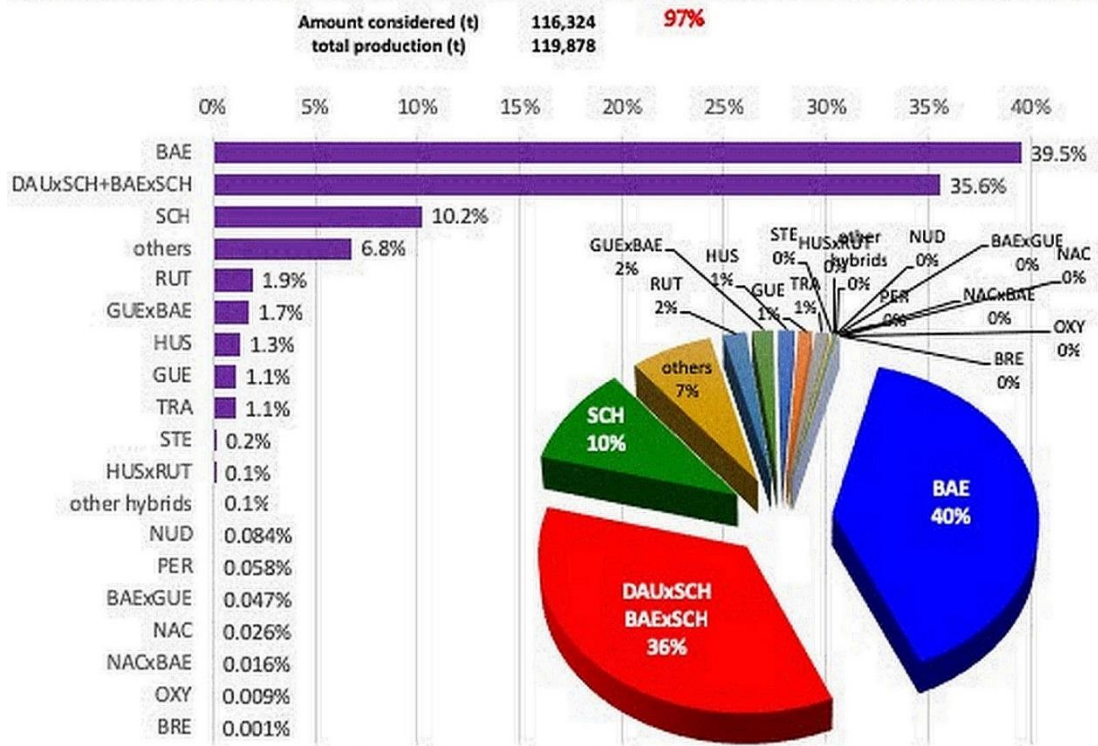
A világ akvakultúrák termelésének növekedési tendenciái az utóbbi két évtizedben azt igazolják, hogy a valódi tokfélék családjába tartozó fajoknak és azok hibridjeinek akvakultúrában történő előállítására kiemelkedően dinamikus fejlődött a többi halcsaládhoz képest (**7. ábra**).



7. ábra: A globális akvakultúra termelés átlagos éves növekedési üteme a 2000-2016 időszakban, fontosabb halcsaládok szerinti bontásban (FAO, 2018)

A világ tokhaltermelésének fajok/hibridek szerinti megoszlásában a kínai dominancia szembetűnő (**8. ábra**). Az itt előállított tokhal hús mennyisége abszolút módon meghatározza a világpiacon megjelenő termékek fajok szerinti összetételét. A globális termelésben így a szibériai/lénai tok (*A. baeri*) áll az első helyen (40%), ezt követi a Kínában nagyon kedvelt két hibrid a szibériai viza (*Huso dauricus*) × amuri tok (*A. schrenkii*) és a szibériai tok × amuri tok hibridek (36%), melyek elkülönítése nehézkes, így a statisztikai adatsorban együtt szerepelnek. Harmadik helyen az tiszta vonalú amuri tok (10%) szerepel, a negyedik egyéb nem azonosított fajok (6,8%), míg az ötödik helyen a kecsege (*A. ruthenus*) foglal helyet (1,9%) (BRONZI és ROSENTHAL, 2018).

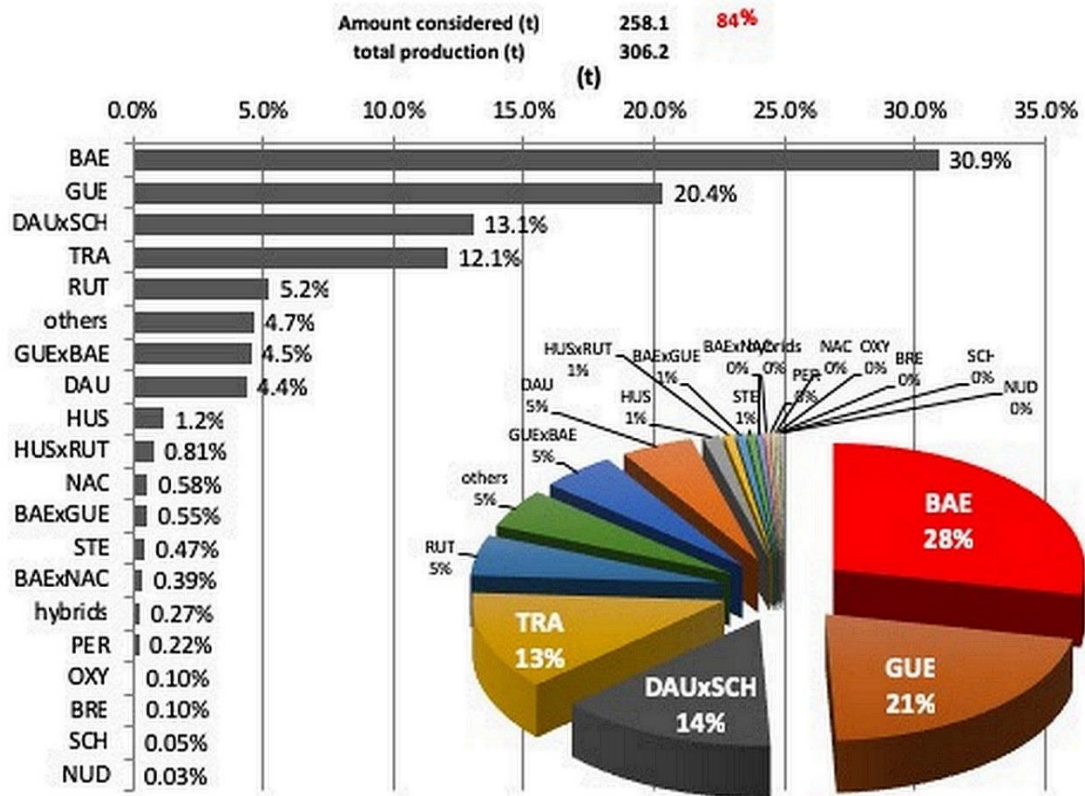
ESTIMATED FARMED STURGEON MEAT PRODUCTION per SPECIES (t, 2016)



8. ábra: A világpiacon jelen lévő tokhal hús mennyiségének fajok szerinti megoszlása 2016-ban (BRONZI és ROSENTHAL, 2018, módosítva)

A világ kaviárpiaconak fajok szerinti megoszlása azonban ettől részben eltérő képet mutat (9. ábra). Ahogyan ebben a szektorban már nem akkora mértékű a kínai termelés fölénye, úgy a fajok szerinti megoszlásra jóval nagyobb befolyással bír a Kína területén kívül működő kaviár célú tokhaltermeléssel foglalkozó gazdaságok működése. Eszerint első helyen itt is a mind Kínban, mind azon kívül nagy népszerűségnek örvendő szibériai tok áll (28%), második helyen viszont a vágótok (*A. gueldenstaedtii*) ikrájából készített kaviár található (21%), a harmadik helyen a szibériai viza × amuri tok hibrid foglal helyet (14%). Negyedik helyen a főként olasz és amerikai telepeken termelt fehér tok (*A. transmontanus*) áll (13%), míg az ötödiken a kecsge kaviár termelési adatai szerepelnek (5,2%!).

ESTIMATED FARMED CAVIAR PRODUCTION per SPECIES (t, 2016)



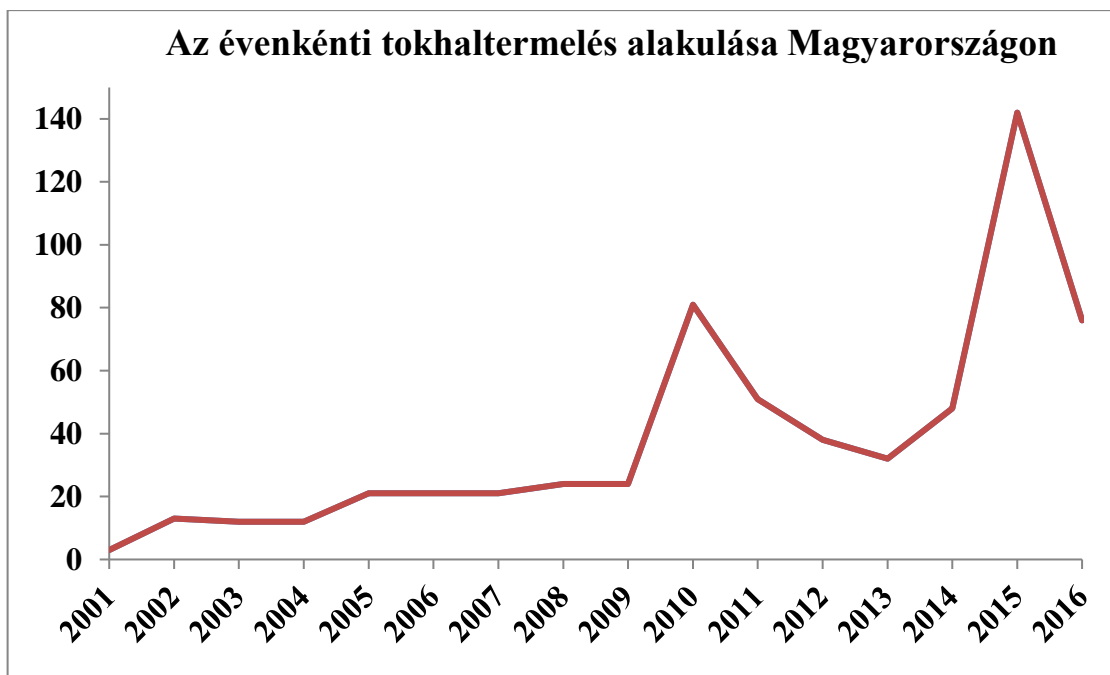
9. ábra: A világpiacon jelen lévő kaviár termékek fajok szerinti megoszlása 2016-ban (BRONZI és ROSENTHAL, 2018, módosítva)

2.3.4. A dunai tokállományok és a hazai tokhaltermelés alakulása

Régészeti leletek és különböző történeti feljegyzések igazolják, hogy a tokfélék halászata egykor, egészen a XIX. század közepéig-végéig jelentős szerepet töltött be a Duna menti országok gazdasági és társadalmi életében, sőt meghatározó volt a népesség ételmezésében is (BARTOSIEWICZ, 1997). Azonban a XX. század elejétől a természetes vízi populációik drámai mértékben csökkenni kezdtek. Az 1930-as években az éves Dunából halászott tokhal mennyisége meghaladta a 700 tonnát, azonban az 1960-as évekre már nem érte el a 300 tonnát (BACALBASA, 1999). Az 1990-es években pedig 25-30 tonna körül alakult mindössze a hivatalos évenkénti hozam, melyet szinte kizárólag a Duna alsó folyásán regisztráltak (BACALBASA és DOBROVICI, 1989, 1997; NAVODARU és mtsai., 1999a). Ez a mennyiség 2002-re csupán 37 tonna/év-re, majd 2005-re 11,5 tonna/év-re csökkent (SUCIU, 2008). Az adatok hitelességéhez hozzá

tartozik azonban, hogy például NAVODARU és mtsai. (1999a) szerint a hivatalos halászati fogási adatok mintegy 10 %-át teheték ki csupán a ténylegesen fogott mennyiségnek az 1990-es években. Annál is inkább, mert ebben az időszakban a Duna alsó folyásán a halászati tevékenység intenzíven erősödött úgy, hogy azt akkor semmiféle törvény nem szabályozta (NAVODARU és mtsai, 1999a; NAVODARU és mtsai, 1999b; SUCIU, 2008). Az első vaskapu erőmű megépítése óta (1972) a magyar halászati és horgászati statisztikákban - a kecsege kivételével - a tokféléknek csak szórványos előfordulásai voltak/vannak, így azok egyáltalán nem járulnak hozzá a hazai tokhaltermelés adataihoz. Mivel Magyarországon 2015 óta nem megengedett a természetes vizeken való halászati tevékenység, illetve a kecsege ma már a horgászok által sem fogható faj, így napjainkra kijelenthető, hogy a tokfélék halászatból származó hasznosítása Magyarországon teljesen megszűnt.

A tokfélék akvakultúrában történő üzemi szintű termelése - melynek célja már nem a természetes állományok pótlása, hanem a gazdasági profit előállítása volt - az 1990-es évek elején kezdődött. Néhány telep több-kevesebb sikerrel próbálkozott elsősorban a szibériai tok nevelésével, azonban néhányuk vagy más fajokkal (pl. afrikai harcsa) kezdett foglalkozni vagy egyszerűen abbahagyta a tokfélék termelését. Magyarországon a legrégebben létesült, még jelenleg is működő gazdaság a „Forus Kft.” 1998-ban kezdte meg a kaviár célú tokhal (főként vágótok) előállítását. Ezt követően, a 2000-es évek első felében több hazai gazdaság is megkezdte működését, melyek jórészt még jelenleg is üzemelnek. A magyarországi termelés egészen 2010-ig dinamikus fejlődést mutatott, majd elsősorban a gazdasági világválság utóhatásainak köszönhetően a 2010-es években évenként jelentősen ingadozott a piacra került magyar tokhaltermékek mennyisége (FAO, 2018). 2014-ben újra kisebb növekedés kezdődött, majd a 2015-ös évben érte el eddigi maximumát, 142 tonnát (**6. ábra**).



6. ábra: A tokfélék évenkénti termelési volumenének alakulása Magyarországon

Magyarországon jelenleg csupán néhány halgazdaság foglalkozik tokfélék termelésével, melyek tevékenységei közt vagy részben, vagy egészben van jelen a tokhal hús és/vagy kaviár célú termelés és feldolgozás (**2. táblázat**).

2. táblázat: Tokhaltermeléssel foglalkozó jelentősebb gazdaságok Magyarországon

Termelő szervezet	Székhely	A termelés jellege	Feldolgozás	Termelési cél
Akasztói Halgazdaság	Akasztó	Utónevelés, vegyes ivarú állomány	van	hús + kaviár
Előre HTSZ - Neptun Bt.	Győr-Ercsi	Teljes ciklus	van	hús + kaviár
Forus Kft.	Komádi, Vésztő	Teljes ciklus	nincs	hús + kaviár
Halház Kft.	Szentgyörgyvár	Utónevelés, vegyes ivarú állomány	van	hús
Rideg & Rideg Fish Farm Kft.	Homokmégy	Előnevelés	nincs	előnevelt hal

Míg Magyarország 2016-ban a világ tokhal termelő országainak sorában a 16. **(1. táblázat)**, addig a 2013-2017-es összesített adatok szerint a 14. helyen áll (FAO, 2018). Ugyanakkor a 2017-es évi statisztikák szerint a kaviár előállítás tekintetében csupán a 24. helyen rangsorolják hazánkat, amely helyezés 2020-ra valószínűleg csupán a 30. pozíció elérését fogja jelenteni (BRONZI és ROSENTHAL, 2018). A különbség a magyar halhús- és kaviártermelés között egyrészt abból adódik, hogy az egyik jelentős hazai tokhal állománnyal rendelkező társaság a „Halház Kft.” kizárólag halhús célú termelést folytat, másrészt abból, hogy a legnagyobb hazai termelő „Forus Kft.” adatai csak a megtermelt tokhal statisztikákban jelennek meg. Az általuk előállított, nagyjából évi 4 tonna kaviár előállításához elegendő kaviárérett ikrás hal német partnercégeiknél kerül feldolgozásra, így ez a mennyiség a német oldalon kerül regisztrálásra.

2.4. A kecsege jellemzése

A kecsege (**1. kép**) a legkisebb termetű őshonos tokfélénk. Kizárólag édesvízi folyóvizekben él, melyek közül a gyorsfolyású, magas oxigéntelítettségű szakaszokat részesíti előnyben. A víz 3 mg/l körüli oxigéntartalmát már nehezen tolerálja, ezen érték alatt már elpusztul. Az összes többi hazánkban őshonos tokfélétől eltérően vándorlása a tengervizet nem érinti, az kizárólag a folyók eltérő ökológiai adottságú szakaszai között történik. Magányos életmódot folytat, esetenként kisebb, néhány egyedből álló csapatokat alkot, melyek egyedszáma az szaporodási és veremelési időszakban akár meg is többszöröződhet. Ívása a víz 7-10 °C-os hőmérsékleténél már beindul, hazai viszonylatokban ez nagyjából április végén kezdődik és június elejéig tart. Amennyiben a folyó áradása pont ebben az időszakban zajlik, úgy íváásra az üledékmentes, gyors folyású ártereket is használhatja (GUTI, 2015). Az ívóhelyre történő vándorlásban elsősorban a folyókon létesített gátak, illetve egyéb, ember által épített fizikai akadályok gátolják őket (CHANG, 2008; CHEBANOV, 2008). Ivári ciklusa a többi tokfélétől eltérően alakul, a nőivarú egyedek 1-3 évente, míg a hímek évente ívnak. Az ivarérettséget természetes élőhelyükön a tejesek 3-7, míg az ikrások 5-12 éves érik el, átlagosan ekkorra 40-50 cm-es testhosszt érnek el (COSTACHE és mtsai., 2012). Tápláléka elsősorban a *zoobentosz* tagjaiból tevődik össze, főként a *Gammaridae*, *Chironomidae*, *Ephemeroptera*, *Odonata* egyedeinek fogyasztását részesíti előnyben

(PINTÉR és PÓCSI, 2002). Különösen kedveli a tiszavirág (*Palingenia longicauda*) lárváit (NYÍRÓ, 1955; HARKA és SALLAI, 2004).

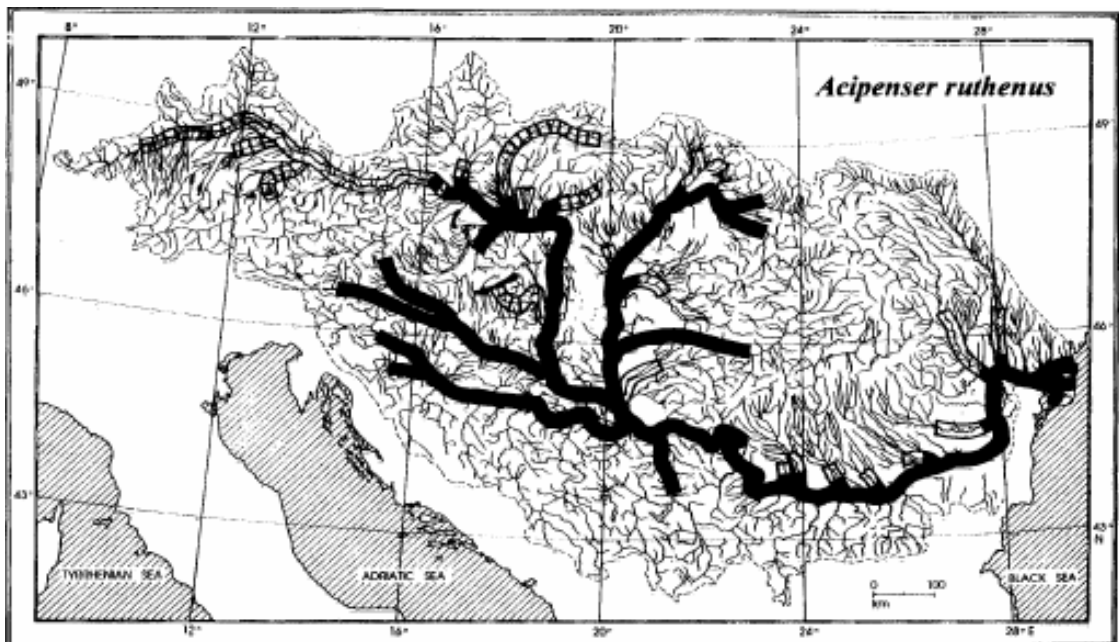


1. kép: Kecsege (*A. ruthenus* L.)(Fotó: Jancsó Mihály)

Eurázsia nagy folyóiban megtalálható, beleértve a nyugat-szibériai Ob, Irtis, és a Jenyiszej vízrendszerét is (BERG, 1948; PINTÉR és PÓCSI, 2002). Mesterséges kihelyezéseknek köszönhetően a Barents-tengerbe torkolló Pecsora folyóban, a Balti-tengerbe ömlő Daugava vízrendszerében, sőt a Ladoga-tóban is sikerrel meghonosodott (PINTÉR 1989, KOTTELAT és FREYHOF, 2007). Az 1950-es évek végén telepítettek az Ob vízrendszeréből származó kecségét az Amur folyóba és Kamcsatka természetes vizeibe is (TÓTH és SZALNYIKOV, 1983).

A Dunában élő tokfajok közül a kecsége rendelkezik a legnépesebb állománnyal, a Duna-deltától a Felső-Dunáig, egészen Regensburg vonaláig kimutatható a jelenléte. Korábban a vízgyűjtő terület kisebb vízfolyásain is jelentős számban előfordult (**10. ábra**) (HECKEL és KNER, 1858; HERMAN, 1887; BREHM, 1958; BERINKEY, 1966; SOKOLOV és VASIL'EV, 1989; HENSEL és HOLCIK, 1997; REINARTZ, 2002; HARKA és SALLAI, 2004). A vízrendszerben az édesvízben élő, potamodromus formája található meg. Egyes kutatók szerint a Dunában és vízgyűjtőjén a faj két különböző változata van jelen (OGNJANOVIC és mtsai., 2008), azonban ennek bizonyítása a genetikai állomány megfelelő ismeretének hiányában még nem sikerült (GESSNER és ROSENTHAL, 2008). Állományai már az 50-es évek elején jelentősen csökkenni kezdtek, melyet akkor a fokozódó ipari tevékenység vízszennyező hatásainak tulajdonítottak (TÓTH, 1960). A látványos csökkenés az 1970-es évek elejére tovább fokozódott (JACZÓ, 1974a; PINTÉR, 1977). A 80-as években Magyarország természetes vízi kecsége populációinak lassú erősödéséről számoltak be a feljegyzések (HORVÁTH

és mtsai., 1991). A 2000-es évekre Németország és Ausztria területéről kishíján eltűnt, és jelentősen csökkent az elterjedési területe a folyam középső és alsó részein is (HENSEL és HOLCIK, 1997; REINARTZ, 2002). A Duna magyar és szerb szakaszán az utóbbi évtizedekben jelentős számú fogási adatot regisztráltak. A Dunában mára az állományai részben stabilizálódtak (RÓNYAI és mtsai, 2010).



10. ábra: A kecsge elterjedése a Duna vízgyűjtő területén (HENSEL és HOLCIK, 1997)

Gyakorlatilag a nagyobb hazai folyókban előfordul. Azokat az élőhelyeket részesíti előnyben, ahol a folyó sodrása erős és a mederfenék kavicsos vagy homokkal borított (ú.n. márna szinttáj), de megtalálható a lassabb folyású, agyagos aljzatú, alföldi részeken is (dévér szinttáj). Szaporodni a folyó üledéktől mentes részeire vonul. A Vaskapu I. és II. vízierőművek megépítése a faj számára kedvezőtlenül változtatta meg a folyam középső és felső szakaszának áramlási viszonyait és a mederszerkezet struktúráját. A folyamat számos ívóhely megszűnését eredményezte, így fokozva a dunai kecsgepopulációk veszélyeztetettségének mértékét (LENHARDT és mtsai, 2008; GUTI és BERCZIK, 2014). E fajnak – részben a rendszeres kihelyezéseknek köszönhetően – a hazai vizeinkben még napjainkban is relatíve stabil populációi vannak. A Duna felsőbb szakaszain regisztrált lassú állományerősödés valószínűsíthetően részben a gátak megépülésének is köszönhető, mivel ezek jelentősen befolyásolták a Duna áramlási viszonyait, visszatartva az állományokat a folyó felsőbb szakaszaira (GUTI, 2008;

RÓNYAI és mtsai., 2010). A Duna alsó folyásán a 2000-es évek elején egy gyors ütemű állomány növekedés volt megfigyelhető (SUCIU, 2008).



11. ábra: A kecsege jelenlegi elterjedési területe Magyarországon és Szerbiában (RÓNYAI és mtsai., 2010)

1974 –től kezdődően egyrészt a kecsege fogását az ivási szezonban (március 1.-től május 31.-ig) időszakos korlátozás tiltotta, másrészt a legkisebb kifogható méret meghatározásával szabályozták halászatát és horgászatát. Később, 1998-ban már a legkisebb kifogható méretet 45 cm-ben határozták meg. A halgazdálkodásról és a hal védelméről szóló 2013. évi CII. törvény kimondta, hogy a hazai természetes vizek horgászati célú hasznosításba kerülnek. Ennek folyamányaként 2015-től ezeken a vizeken a kereskedelmi célú halászati tevékenység tilos, sőt ezen felül rendelkezett a kecsege fogásának teljes tilalmáról is (MAGYAR KÖZLÖNY, 2013).

Hazánkban először 1940-es évek végén sikerült a kecsege szaporítása. Az ebből származó zsenge lárvák a Duna paksi szakaszán kerültek kihelyezésre (JACZÓ, 1953). Habár a Tiszába már 1972-ben előnevelt ivadékokat helyeztek ki (JACZÓ, 1974b), az ütemezett telepítések megindulása hazánkban csupán 1970-es évek második felére datálható (PINTÉR, 1977). Ez annak köszönhető, hogy ekkorra sikerült kidolgozni és a gyakorlatba átültetni a mesterséges szaporítás, majd nagyüzemi előnevelés technológiájának alapjait (H. TAMÁS, 1975). Az 1970-es évek utolján, illetve az 1980-as években a Duna hazai szakaszára – főként a TEHAG tevékenységének köszönhetően – mintegy 10000-100000

kecsegeivadékokat telepítettek évente. Ez a kihelyezési protokoll sajnos nem volt teljesen ütemszerű és a dokumentálásában is vannak bizonytalanságok. Az 1970-es évektől kezdődően a fogási adatok növekedéséhez vélhetően nagyban hozzájárult a mesterséges állománypótlás (HORVÁTH és mtsai., 1991). Ugyanakkor a telepítések becsült hozamnövelő hatása közel két nagyságrenddel elmarad a halászati fogások növekedésétől, ezért nem valószínű, hogy a mesterséges állománykihelyezés segítette volna elő a látványos gyarapodást (GUTI, 2015). A fogási eredmények javulása egyébként a telepítési program kezdete előtt már észlelhető volt (JÓZSA és mtsai., 2016). Kis testméretéből fakadó könnyű kezelhetőségének, gyors ivarérésének, illetve kiváló minőségű húsának és kaviárjának (korábban „carszkaya” néven került forgalomba) köszönhetően a kecsege igen népszerű fajnak számít a toktenyésztő gazdaságok körében. Ezt az igazolja leginkább, hogy a 2017-es év adatai szerint mind a globális halhús-, mind pedig kaviárpiacon az 5. legnagyobb mennyiségben termelt faj (BRONZI és ROSENTHAL, 2018). Több mint 15 országban foglalkoznak a termelésével, beleértve olyan tradicionális nagytermelőket is, mint Oroszország vagy Irán (BRONZI, 2011).

2.5. A tokfélék akvakultúrás termelése

2.5.1. Az akvakultúrás termelés rövid története

A tokfélék tenyésztésbe vonásának egyik legjelentősebb úttörője az orosz OVSYANNIKOV (1870) volt, aki elsőként szaporította sikeresen a kecsegét. A nagyüzemi toktenyésztés megalapozásához további olyan meghatározó eredményekre volt szükség, mint amilyen DERYAVIN (1914) sikere volt az ikra ragadósság-mentesítése során, vagy GERBILSKII - jé (1938) az indukált szaporítás területén. Az akvakultúra általános fejlődésének eredményeképpen az 1950-es évektől kedve igény mutatkozott a teljes vertikumú tokelőállítás iránt, amelynek célja alapvetően nem a természetes állományok visszapótlása, hanem az étkezési méretű hal és a kaviár előállítás volt. A technológia kidolgozása kapcsán meg kell említeni DETTLAFF és GINSBURG (1954) nevét, akik a tokfélék embrionális fejlődése terén végzett munkájukkal nagyban hozzájárultak a biológiai alapok megismeréséhez. A teljes ciklusú termelést NIKOLYUKIN (1967) a fertilis viza × kecsege hibrid előállításával tette lehetővé. Az ezt követő időszakban ezekre a szovjet alapokra építkezve világszerte

elkezdődött a toktenyésztési technológia egy igen dinamikus fejlődése, amely elsősorban a mesterséges szaporítási és nevelési technológia területein mutatkozott meg, főként az utóbbi évtizedekben. Ennek eredményeképpen 1984-ben 150 tonna tokot állítottak elő akvakultúrás körülmények között világszerte a haltermelők, addig 2006-ra ez a szám 21319 tonnára emelkedett (FAO, 2008). A 2010-es évek végére az akvakultúrás körülmények között termelt tokfélék mennyisége mintegy 110000 t-ra becsülhető (BRONZI és ROSENTHAL, 2018).

A tokfélék akvakultúrában történő tenyésztésére irányuló próbálkozások az 1950-es évektől kezdődően Magyarországon is elkezdődtek. A szarvasi Halászati Kutatóintézetben (HAKI) a kecsge mesterséges körülmények között való szaporítására és nevelésére irányuló kísérletek azonban az 1950-1970-es években még csak az ivadék előállítására korlátozódtak (JACZÓ, 1969). Akárcsak nemzetközi viszonylatban, hazánkban is ekkor még csupán a jelentősen megritkult természetes állományok megerősítése volt a cél. Az 1970-80-as években a százhalombattai Temperáltvizű Halszaporító Állami Gazdaságban (TEHAG) végzett üzemi szintű tenyésztési munkának köszönhetően minden évben jelentős mennyiségű kecsge ivadékot helyeztek ki a folyókba. Az 1980-as évek elején elkezdődött Magyarországon is a gazdasági célú toktermelésre irányuló kísérleti munka. Ehhez viszont erre alkalmas, intenzív rendszerekben is gazdaságosan termelhető hibrideket/fajokat kellett beszerezni. Megkezdődtek először a vicsege (MÜLLER és VÁRADI, 1980), majd a lénai/szibériai tok (PÉTERI, 1983) honosítási munkái. A vicsegével végzett ígéretes kísérletek eredményeit azonban nem sikerült üzemi körülmények közé átültetni, a hibrid előállításához szükséges anyahalak és a népesítő anyag nehézkes hozzáférése miatt. A lénai tok hazánkban való meghonosítása azonban sikeresnek mondható. Az 1980-as évek végére rendelkezésre állt egy olyan ivarérett anyaállomány, amely megfelelő bázisát képezte a magyarországi üzemi szintű toktermelés beindulásának, illetve a későbbi, a fajjal végzett kutatási tevékenységnek (PÉTERI és mtsai., 1988b). Az 1990-es évektől kezdődően pedig hazánkban is megkezdték működésüket az első, a fogyasztói piacra termelő tokhal telepek, melyek főként lénai tokkal, kecsgeével, majd később vágótokkal foglalkoztak. A 2000-es évek elején már a komádi Forus Kft. vágótok állománya meghaladta a 60 tonnát (RIDEG, 2003), és az évtized második felére ivarérett állománnyal rendelkezett a fajból. Ettől kezdve a vágótok szaporítása és előnevelése gyakorlattá vált hazánkban is. A 2000-es évek végére a HAKI lapátorrú tok állománya is ivaréretté vált, így 2009-ben az intézetben először sikerült Magyarországon a faj

mesterséges szaporítása és azt követően az utódok felnevelése (FELEDI és mtsai., 2010), habár RIDEG és RIDEG (1992) korábban már zsenge lárvát sikeresen nevelt elő. A viza első mesterséges szaporítása hazánkban 2015-ben sikerült (FELEDI, 2015), melyet eredményes előnevelés követett.

2.5.2. A termelés típusai

Az étkezési méretű tokhal előállítási technológiájának – legyen szó akár hús, akár kaviár célú termelésről – minden láncszeme kontrollált körülmények között folyik. Az anyahalak felnevelésétől, majd azok szaporításra való megfelelő előkészítésétől a végtermék – halhús vagy kaviár – kibocsátásig. A nevelés adott fázisában szükséges, a halak számára optimális feltételeket kell biztosítanunk. A tokhaltermelés lehetséges helyszínei között a legelterjedtebbek az átfolyó vizes medencék, melyek a világon üzemelő toktelepek 35%-át teszik ki. Második helyen a zárt recirkulációs halnevelő rendszerek (21%), majd a tavi úszóketrecben való nevelés foglal helyet (19%). Szintén elterjedt még az első két típus (átfolyó vizes × recirkuláltatott medencés rendszer) kombinált alkalmazása (11%). Ezen felül kisebb százalékban folyik toknevelés tavi körülmények között (6%), illetve a felsorolt tartási technológiák mindenféle kombinálásának alkalmazásával is (BRONZI és mtsai., 2019). Természetesen az összes alkalmazott technológia olyan intenzív tartási körülményeket jelent, amelyekhez az abban nevelt tokféléknek alkalmazkodniuk kell. A gazdaságos termelés szempontjából talán legfontosabb, hogy a választott tokfaj vagy hibrid mesterséges tápokon gyorsan növekedjen. Amennyiben kaviár célú a nevelés, úgy emellett az is fontos, hogy az ivarézési folyamat hossza és az ikra minőségi mutatói is a lehető legjobban megfeleljenek az elvárásoknak.

2.5.3. Technológiai elemek

2.5.3.1. Anyahal nevelés

A tokfélék akvakultúrában való tenyésztéséhez használható anyahalakat a rendelkezésre álló természetes vagy tenyésztett állományokból választhatjuk ki. A szaporításra

legalkalmasabb, azaz a lehető legjobb minőségű ovulált ikrát tartalmazó ikrás halak vagy természetes, vagy természet-közeli élőhelyről származnak. Azokban az országokban, ahol még a természetes populációk elégséges mennyiségben fellelhetők, ott a megfelelő természetvédelmi hatósági engedélyek birtokában lehetőség van a közvetlenül ívás előtt álló – már a vitellogenezis befejezett állapotában lévő – halak befogására, majd a mesterséges szaporítás utáni visszahelyezésére. A múlt század közepéig csupán ez a technológia állt rendelkezésre. Napjainkra a természetesvízi tokállományok már annyira megfogyatkoztak, hogy a legtöbb faj esetén lehetetlen a szükséges mennyiségű anyahal befogása a természetes élőhelyekről (RÓNYAI és mtsai., 2010). Azok a gazdaságok, amelyeknek nincs lehetőségük a módszer alkalmazására, ott a már korábban tenyésztésbe vett anyahalakat kénytelenek szaporítási célra használni. Ebben az esetben azok a tenészhalak rendelkeznek a legideálisabb adottságokkal, amelyeknek a tartási feltételei lehetővé teszik a mesterséges táp fogyasztása mellett természetes eredetű táplálék bevitelét is. Azokon a toktelepeken, ahol a termelés egyébként is földmedrű tavakban vagy úszó ketrecekben, esetleg úgynevezett „tó a tóban” rendszerben folyik, ott az anyahalak tartása nem igényel „különleges bánásmódot”. A medencés körülmények között nevelt tokhalak esetében azonban a gazdálkodónak figyelembe kell vennie az anyahalak szaporításra való kijelölésénél azok előéletét. Az ilyen körülmények között, kizárólag száraz tápon tartott halak esetében jelentősen rosszabb termékenyülési arány várható a mesterséges szaporítás alkalmával. Ezt a várható lárvamennyiségből való kiesést vagy a kiválasztott ikrás egyedek számának növelésével vagy a tenészhalak alapos előkészítésével lehet kompenzálni.

A kiválogatott anyahalakat elkülönítve az ívási hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékleten tárolják a szaporítás kezdetéig. Ez főként a nagyjából állandó hőmérsékleten, zárt rendszerben tartott halaknál fontos. A fajra jellemző ívási hőmérsékleten való huzamosabb tárolás esetén az ikra túlérhet, vagy elmaradhat az ovuláció. A faj számára optimális szaporodási hőfoknál 4 °C-al hűvösebb vízben való tartás már elegendő ahhoz, hogy megakadályozza a ikra túlérését az ikrásoknál (KAZANSKII és MOLODTCOV, 1973). A környezeti paraméterek azon hatásai, melyek döntően befolyásolják az ivari érés folyamatát még nem igazán tisztázottak, azonban az eddigi megfigyelések alapján feltételezhető, hogy ezek közül legmeghatározóbb szerepe a hőmérsékletnek van. Azt a folyamatot, hogy a sejtmag az ivarérés végső fázisában marginális pozícióba vándoroljon, az eddigi vizsgálatok alapján egy úgynevezett „hideghatás”-nak kell megelőznie (JÓZSA és mtsai., 2016). Ezt a szaporításra való

anyahal előkészítési fázist úgynevezett „hideg hatás”-ként szokásos emlegetni, melyet a szaporodási időszakot megelőzően természetes körülmények között, vagy attól függetlenül mesterséges úton tudunk biztosítani az anyaállatok számára. Az állandó hőfokon tartott ikrások esetében az ovuláció kiváltása vagy egyáltalán nem, vagy csak gyenge eredménnyel sikerült (DOROSHOV, 1990; WILLIOT és mtsai., 1991).

Általában a legtöbb tokféle anyajelöltjeinek megfelelő tartási körülményei biztosíthatók medencés vagy tavi körülmények között egyaránt. Takarmányozásukhoz vagy granulált vagy esetleg zúzott halat tartalmazó gyurmás tápokot érdemes használni, melyek beltartalmában 38 - 45 % fehérje és 8 - 15 % zsír található. Az anyajelöltek számára a nevelés során végig a számukra optimális környezeti feltételeket szükséges biztosítani (RÓNYAI és mtsai., 2010).

2.5.3.2. Szaporítás, keltetés

Az akvakulturás körülmények között nevelt tokfélék esetében ahhoz, hogy azokat mesterségesen szaporítani tudjuk, feltétlenül szükség van az ivartermékek végső beérésének stimulálására. Ennek kiváltására ma már többféle technika áll a rendelkezésünkre. Kezdetben csak az ún. fiziológiai módszert használták, melynek lényege, hogy a halak természetes élőhelyén ható környezeti feltételeket próbáljuk szimulálni a kontrollált előkészítési szakasz során. A technika alkalmazásának segítségével elsőként DERYAVIN (1938) ért el sikereket a vágótok szaporításának alkalmával.

A másik, a mai napig is az egyik legelterjedtebb módszer a tokfélék végső ivari érésének indukálására - az 1930-as években orosz haltenyésztők által kidolgozott - a hipofíziskivonat alkalmazása (hipofizálás). Míg a környezeti faktorok az ú. n. „hipotalamusz-hipofízis-gonád tengely” első lépcsőjénél hatnak a gonadotropin-releasing hormonok (GnRh) szekrécióján keresztül, addig hipofizálás esetén, ez a szignalizációs út ezen fázisa kimarad. Az agyalapi mirigyben lévő gonadotrop hormon (GtH) közvetett úton stimulálja az ivarszerveket. Az eljárás a tokfélék nagyüzemi tenyésztése során az 1940-es évektől terjedt el, és alkalmazták rutinszerűen a gyakorlatban (SZABÓ, 2000). A hipofízist az ívásra vándorló tokokból gyűjtik, majd acetonnal dehidratálják és szárítás után, száraz hűvös helyen tárolják. A megfelelően előkészített anyahalak kezeléséhez a szárított hipofízis szokásos adagja 2,0-2,5 mg/testtömeg kg az ikrások és 1,0 - 1,5

mg/testtömeg kg a tejesek esetében (HORVÁTH és LUKOWICZ, 1982; WILLIOT és ROAULT, 1982; DOROSHOV és LUTES, 1984). Az anadrom tokféléknél azonban a legjobb eredményt a két módszer (fiziológiai + hipofízálás) összekapcsolásával sikerült elérni (MILSTEIN, 1972), miszerint először az anyahalakat élénk vízáramlású medencékbe helyezik, majd azt követően hipofizálják őket.

A természetes tokhal állományok folyamatos és drasztikus csökkenése a tokhipofízis beszerzését rendkívül megnehezítette, így a kutatóknak más, alternatív módszert kellett találniuk annak helyettesítésére. Az 1950-es években már Magyarországon is sikerült természetes vízből befogott kecsge tenyészhalaktól hipofízálás segítségével ivarterméket nyerni, melyhez dévérkeszeg (*Abramis brama*) és süllő (*Sander lucioperca*) agyalapi mirigy kivonatot használtak fel (LÁNYI, 1961). Azonban a sikeres fejést és keltetést követően az előnevelési technológia még kidolgozásra várt (SZALAY, 1956). A leginkább kézenfekvőnek a közép európai akvakultúra által nagy tömegben, folyamatosan rendelkezésre álló ponty (*Cyprinus carpio*) agyalapi mirigyének kinyerése tűnt. Néhány tokfajnál és fertilis hibridnél (fehér és szibériai tok, vicsege) a pontyhipofízis 4 - 6 mg/kg (ikrások) ill. 1 - 2 mg/kg (tejesek) dózisa a tokhipofízishez hasonló gyakoriságú ovulációt és termékenyülési százalékot eredményezett (WILLIOT és BRUN, 1982; DOROSHOV és LUTES, 1984; WILLIOT és mtsai., 1991).

A hipofízis alkalmazásának azonban volt/van néhány hátránya. A tokhipofízis és a nem jelentős „pontytermelő” országokban a pontyhipofízis is nagyon nehezen beszerezhető. Emellett a dehidratált agyalapi mirigy gonadotrop-hormon tartalmának pontos mennyisége nem ismert és számos egyéb biológiailag aktív anyagot is tartalmazhat. Ennek köszönhetően megkezdődtek a kutatások egy olyan az ovulációt szintén stimulálni képes, ismert hatóanyag tartalmú, mesterségesen előállított hormon-analóg megtalálására, amely alkalmas a hipofízis használatának kiváltására. Ezek a próbálkozások vezettek először egy, a gerinces hormonrendszer jelszignalizációjának egy korábbi fázisában ható, ún. luteinizáló hormon kipróbálásához. Ezeknek a hormonoknak már megoldható volt a mesterséges úton történő előállítása ún. analógok révén, amelyek az eredeti hatást tudták kiváltani az agyalapi mirigy szekréciójára. Magyarországon HORVÁTH és mtsai. (1985), GULYÁS és mtsai. (1988), majd RÓNYAI és mtsai. (1990a) értek el sikereket ikrás kecsgek ovulációjának kiváltásához használt GNRH-analógok alkalmazásával. Ezen anyagok közül főként a des-Gly¹⁰(D-Ala⁶)-GnRH Ethylamid (LHRHa) használata terjedt el a tokfélék szaporítása során, amelynek már akár 1 g/kg alatti (GONTSHAROV és mtsai., 1989), de leginkább 40-100 µg/kg-os adagját

oltva a kecsge esetében a hipofízáláshoz hasonlítható eredmények kaphatók (HORVÁTH és mtsai., 1986; RÓNYAI, 1991 és 2009). A hímeknél ezen hormon mennyiségek felére csökkenthetők. Mivel a jelátvitel ezen szakaszában a dopamin hormon révén gátló szabályozás is érvényesül, így javasolható a hormonindukció mellett a gátló hatás csökkentése ú. n. dopamin receptor antagonistá egyidejű bejuttatásával (SZABÓ, 2000). A halak hormonkezeléséhez (függetlenül attól, hogy hipofízist vagy szintetikus hormont alkalmazunk) első lépésként oldatot készítünk, melyhez halfiziológiás sóoldatot (0,65 % NaCl) használunk. Ezt megfelelő koncentrációban a hátizomzatba injektáljuk, lehetőleg halanként 2-3 ml-t adagolva (RÓNYAI és mtsai., 2010).

A hipofízis-oldattal való hormonkezeléstől számítva az ovuláció az azt követő 15-40. óra elteltével következik be, amely idő a vízhőmérséklettől, fajtól és az egyedek méretétől is nagymértékben függ (MILSTEIN, 1972). A GnRH analóg alkalmazása esetén általában az ovuláció kiváltásához 5-6 órával hosszabb idő szükséges (BARANNIKOVA és mtsai., 1982; GONTSHAROV és mtsai., 1989; RÓNYAI, 1991).

Az ikrás halak az ovuláció kezdetekor néhány szem ikrát általában spontán „elszórnak” a medencében. Ezek megjelenésétől ajánlatos még 1-2 órát várni az ikra fejtésével, mivel tokfélék esetében az oocyták petefészekből történő leválása nem teljesen szinkronizált. Amennyiben a megjelenő ikraszemek felületén még nem válik ragadóssá, ugyancsak érdemes még várni a fejtéssel. Ebben az esetben az éretlen ikraszemek idő előtti ovulációjára kerülhetett sor (CONTE és mtsai., 1988).

A csontos halak többségének a petefészke egy vékony kötőszöveti hártával borított. A peteleválást követően az ikraszemek a petefészek üregébe, majd a petevezetőn és az ivarnyíláson át a külvilágba jutnak. A tokfélék legtöbb fájának esetében azonban a petevezető speciális struktúrájának következtében nem lehetséges az ikrátétel egy ütemben történő lefejtése. Ebben az esetben a petevezető nincs közvetlen kapcsolatban a petefészekkel, hanem az tölcsér formájában a testüregbe nyílik (SZABÓ és mtsai., 2019). Kivételként említhető a lapátorru tok (SEMMENS, 1986), ill. esetenként a szibériai tok (WILLIOT és BRUN, 1982). Az ikra fejtésére többféle alkalmas módszer is létezik. A korábbi, ma már kevésbé használt technika a hal levágása, majd az ovulált ikra eltávolítása. Az anyahalak megkímélésével lehetőség van még az operációra, melynek során a hasfalra ejtett bemetszésen keresztül nyerik ki az ikrát, majd bevarrják és fertőtlenítik a sebet (CONTE és mtsai., 1988). Az utóbbi években az ikrás halak fejtésének megkönnyítése és azok magas túlélési arányának elérése érdekében bevált és kíméletes

módszer a petevezeték végső szakaszának finom bemetszése (PODUSHKA, 1999). Ennek köszönhetően az ikratétel egésze egy ütemben lefejhető, amely előnyös az anyahal megkímélése szempontjából, illetve az ikra egy kedvezőbb termékenyülési arányának eléréséhez is.

A tejesek esetében egy, a hasfalra gyakorolt határozott nyomás hatására az ivarnyílásából a sperma általában könnyen kinyerhető, amit röviddel az ikrás halak fejése előtt szokásos elvégezni. A hímektől órákon át, akár több alkalommal is fejhető jó minőségű tej, amely 1 - 4 °C-on tárolva akár napokig is megőrzi termékenyítőképességét (DETTLAFF és GINSBURG, 1954). Vízrel való érintkezés után a hímivarsejtek 5-15 percig őrzik meg aktivitásukat. Amennyiben nem, vagy nem elegendő tejes tenyészhal áll rendelkezésre a mesterséges szaporításhoz, úgy eredményesen használható mélyfagyasztott sperma is a termékenyítéshez. A technológia kifejlesztésében és tokfélékre való adaptálásában MAGYARY és mtsai. (1993), majd annak további fejlesztésében URBÁNYI és HORVÁTH (2008) értek el kimagasló sikereket.

Az ikrás hal fejése során az ikrával együtt nagyobb mennyiségű ovariális folyadék is távozik az ivarnyíláson keresztül, amely gátolhatja a termékenyítés hatékonyságát. Ennek elkerülése érdekében tokfélék esetében kétféle termékenyítési típus alkalmazása vált gyakorlattá. A ún. „félszáraz termékenyítés” során ezt a folyadékot egy erre alkalmas eszközzel (pl. orvosi fecskendő) eltávolítják, és csak ezt követően adják hozzá a tiszta vízzel hígított spermát (ARLATI és mtsai., 1988; DOROSHOV és mtsai., 1983). A „nedves termékenyítési módszer” alkalmazásakor a folyadék eltávolítását követően az ikratételt tiszta vízzel átöblítik, majd termékenyítenek (KOWTAL és mtsai., 1986; MIMS és mtsai., 1999). Egy-egy ikratétel termékenyítéséhez célszerű legalább 2-3 tejestől származó jó minőségű tejet használni, melyet a polispermia elkerülése végett 1:200 arányban vízzel hígítanak. Az 1 kg ikrához felhasználandó sperma javasolt mennyisége 10 ml (GINZBURG, 1963). Megjegyzendő azonban, hogy nagyjából a 2010-es évek közepéig mind a hazai, mind a nemzetközi szakmai álláspont szerint tokfélék esetében a polispermia jelensége (az az eset, mikor egy petesejtet egyidejűleg több spermium termékenyít, az embrió abnormalis fejlődését, majd pusztulását előidézve) kedvezőtlenül befolyásolja a szaporítás eredményességét. Ez a nézet napjainkra változott, így annak létjogosultága erősen megkérdőjelezhető (IEGOROVA és mtsai., 2018).

A tokfélék ikráját egy külső glikoprotein réteg borítja, amely vízzel érintkezve 1-2 percen belül ragadóssá válik (DETTLAFF és GINSBURG, 1954; CHERR és CLARK, 1984 és 1985). A mesterséges szaporítás során ez a jelenség kedvezőtlen, hiszen az ikraszemek

egymáshoz és a keltető edény falához tapadása oxigénhiányos állapothoz és gombás fertőzések megjelenéséhez vezet (DOROSHOV és mtsai., 1983; GISBERT és WILLIOT, 2002). Az ikraszemek ragadósságát így a termékenyítést követően meg kell szüntetni. Ennek eléréséhez többféle erre alkalmas anyag alkalmazása is elterjedt a keltetőházi gyakorlatban. Ezek például az agyag (ARLATI és mtsai., 1988; CESKLEBA és mtsai., 1985), a folyami iszap (DOROSHOV és mtsai., 1983; MILSTEIN, 1972), a „Fuller-féle föld” (MIMS és mtsai., 1999) vagy a NaCl-os karbamid oldat, rövid tanninos átöblítéssel (KOWTAL és mtsai., 1986). Előbbieknek nagy hátránya, hogy sokféle szennyeződést tartalmazhatnak, ezért javasolt a használat előtti fertőtlenítésük (BOUCHARD és ALOISI, 2002). Használatos az élelmiszeriparból átvett ragadósság-mentesítő anyag, a háztartási keményítő is (JACZÓ, 1969) vagy az ásványi eredetű talkum vizes oldata (FELEDI és mtsai., 2015). A kezelések időtartama az alkalmazott módszertől függően általában 30-90 perc. A ragadósság megszűnéséről úgy győződhetünk meg, hogy amennyiben néhány tiszta vízbe helyezett ikraszem 3-4 perc elteltével nem ragad egymáshoz, vagy az edény falához, akkor az eljárás befejezhető. Ezt követően a tiszta vízzel alaposan átmosott ikrát erre alkalmas keltető-edényekbe (pl. Zuger-üveg, MacDonald-készülék vagy Juschenko-féle keltető edény) helyezik (RÓNYAI és mtsai., 2010).

Összehasonlítva más halakkal a tokokra kevésbé érzékeny mechanikai hatásokra, oxigénigénye azonban magas. A szibériai tok normális embrionális fejlődéséhez 18 °C-on pl. min. 7,5 mg/l O₂-koncentráció szükséges (KHAKIMULLIN, 1984).

A keltetés során az egyik legnagyobb gondot az ikrát ért gombás eredetű fertőzések (főként *Saprolegnia sp.*) okozhatják. Ez a probléma recirkulációs üzemi keltetőekben jóval súlyosabb károkat képes okozni, mint az átfolyó vízzel működtetett esetében. Ennek elkerülése érdekében különféle fürdető kezelések használata ajánlott az ikra inkubációja alatt. Régebben a ma már az EU-ban betiltott malachitöld-oldatot alkalmazták e célra, míg manapság vagy formalin-oldattal, vagy különböző jódtartalmú szerekkel való kezelés használatos.

Az ikra termékenyülési arányának megállapítását annak 2-4 sejtes, vagy a gastruláció utáni állapotában szokták elvégezni. Az embrionális fejlődés a vízhőmérséklettől és fajtól függően 5-10 napig tarthat. A tokfajok többsége embrionális fejlődése számára optimális a 14-17 °C-os hőmérséklet (JACZÓ, 1969; NIKOLSKAYA, 1978; CONTE és mtsai., 1988). A kelés, szintén fajtól és keltetési hőmérséklettől függően a termékenyítéstől

számított 5.-7. napon kezdődik és több órán, sőt napon keresztül is elhúzódik (RÓNYAI és mtsai., 2010).

2.5.3.3. Ivadéknevelés

Az ikrából kikelt zsenge toklárvák ún. gyertyázó mozgást végeznek, amely egy vertikális irányú helyváltoztatást is jelent a víztestben. Ez természetes élőhelyükön a víz sodrásának segítségével lehetővé teszi a halak szétterjedését a folyóban. Keltetőházi körülmények között ez a mozgásforma szintén előnyös, mivel azt pozitív fototaxis vezérli, így megfelelő megvilágítás mellett a frissen kikelt lárvák könnyebben összegyűjthetők egy erre alkalmas medencében. Ez a viselkedés fajtól és vízhőmérséklettől függően a lárvák 4-8. napos koráig tart, majd megkezdik az „exogén táplálkozást”, melyet a végbél utolsó szakaszában látható „bélszurok” kiürülése jelez. Ekkor a halak viselkedése megváltozik. Általában a vízfolyással szemben, a fenéken úszva kezdik meg a táplálékkereső magatartásukat és a számukra optimális áramlású helyeken gyülekeznek (RÓNYAI és mtsai., 2010).

Az előnevelési fázis a tartási körülményekhez igazodva többféle módon is történhet. A kikelt zsenge lárvákat kisméretű tavakban, vagy medencékben nevelik elő, azonban alkalmazható a két nevelési technológia kombinált formában is. Tavi nevelés során a frissen kelt lárvákat a tavon úszó ketrecekbe helyezik ki, majd a már táplálkozó ivadékokat kisméretű, előnevelő tavakba telepítik (ASTAFUROVA és mtsai., 1971; MILSTEIN, 1972). Amennyiben erre a gazdaságnak lehetősége van, kedvezőbb túlélési arány érhető el a medencés előnevelés során. Ezt végig kontrollált körülmények között végzik. A módszert elsősorban akkor célszerű alkalmazni, amikor a halakat akár medencében, akár tóban továbbnevelik. A medencés és a tavi nevelési módszer kombinálása is kedvező eredményt hozhat, mivel minél nagyobb méretű hal kerül tavi kihelyezésre, annál jobb megmaradási arány várható.

Medencés körülmények között a táplálkozást megkezdő ivadékok első táplálékaként - habár ma már rendkívül jó minőségű mesterséges startertápok kaphatók - élő eleséget szoktak felkínálni. Több tudományos munka is alátámasztja, hogy különböző tokfajok vagy hibridek esetében is sikeres lehet az ivadéknevelés, amennyiben élő táplálék került felkínálásra a halak számára az exogén táplálkozás kezdeti időszakában (EVGRAFOVA és mtsai., 1982; LINDBERG és DOROSHOV, 1986; CUI és mtsai., 1997; MOHLER és

mtsai., 2000; EBRAHIMI és ZARE, 2005; WILLIOT és mtsai., 2005). Emellett további tanulmányok támasztják alá, hogy a különböző tokfajok vagy azok hibridjei esetében nagyjából 10-30 napos élő táplálékkal történő takarmányozási időszak ajánlott a mesterséges tápokra történő átszoktatást megelőzően. Ezt igazolták RÓNYAI (1992a) kecsge × szibériai tok hibriddel, MOHLER (2000) atlanti tokkal (*A. oxyrinchus oxyrinchus*), EBRAHIMI (2006) vizával és FASHTOMI és MOHSENI (2006) perzsa tokkal (*A. persicus*) végzett kísérletei is.

Élő táplálék gyanánt a legelterjedtebben a halakat *Daphniá*-val vagy más apró testű zooplanktonnal, ill. apróra vágott *Enchitreus*, vagy *Tubifex* féreggel vagy esetleg szúnyog lárvával (*Culicidae*) kínálják. Az ilyen, általában nem steril körülmények között előállított, hanem külső forrásból származó táplálékok alkalmazása az előnevelés során azonban mindig kockázatos. Ezért manapság népszerű élő táplálék a frissen, tartós petéből keltetett sórák (*Artemia sp.*) használata. Ennek előállítása költségesebb, több energiát és munkaerőt igényel, azonban a fertőzés halas rendszerbe történő bevitelének esélye minimálisra csökkenthető.

A napi élotakarmány mennyiségére vonatkozóan nehéz számszerűsített mennyiségekről beszélni, általában a halak fogyasztása az irányadó. Kezdetben általában az „*ad libitum*” adag ajánlott, majd az átszoktatás megkezdésétől a természetes táplálék mennyiségét fokozatosan csökkenteni kell. Az általános javaslat szerint kezdetben 100 testtömegszázalék mennyiségű élő eleség felkínálása ajánlatos, amely adagot 5-10 nap alatt a felére csökkenthetjük (RÓNYAI és mtsai., 2010).

A néhány napos élő táplálékkal történő takarmányozást követően a tokivadékokat át kell szoktatni a mesterséges tápok fogyasztására. Ezek lehetnek száraz, nedves vagy félnedves állagúak, utóbbiakkal akár kedvezőbb termelési mutatók is elérhetők (STEFFENS és mtsai., 1990). Az átszoktatás fokozatosan, 3-4 nap alatt történhet az élő eleség fokozatos megvonása, ill. a száraz táp mennyiségének fokozatos emelése mellett. Az átszoktatás módját és idejét tekintve azonban megoszlanak a kutatói vélemények, így ennek a technológiai elemnek a részletes tisztázása még a jövő feladata (RÓNYAI és FELEDI, 2013).

Ma már a kereskedelmi forgalomban könnyedén elérhetőek kimondottan tokfélék részére gyártott nedves és száraz startertápok, melyek használata mostanában egyre elterjedtebb, és általuk akár teljesen kiváltható a természetes táplálék alkalmazása. Az eddigi tapasztalatok szerint a kizárólag táppal takarmányozott halaknál az első 4-6 hétben 9-14 %/nap a fajlagos növekedési sebesség értéke, a megmaradások 60-90 % között változnak.

Az alkalmazott tápok fehérje-tartalma 45-50 %, szemcsemérete 0,2-0,8 mm volt (SEMENKOVA, 1983; BUDDINGTON és DOROSHOV, 1984; DABROWSKI és mtsai., 1985; CHARLON és BERGOT, 1991). Bár ezen a téren vannak kedvező tapasztalatok, azonban annak igazolásához, hogy az élő takarmánnyal való táplálási fázis teljes mértékben elhagyható még további vizsgálatok elvégzése szükséges.

A medencés előnevelés optimális feltételeinek biztosításához tokfajtól függően a 16-22 °C-os hőmérséklet, valamint a min. 5-6 mg/l oldott O₂ tartalom szükséges. A medencéből az ürüléket és takarmánymaradékot naponta, az oldalfalakra rakodott szennyeződést 2-3 naponta (kezdetben gyakrabban) el kell távolítani. Ennek a folyamatnak az elhanyagolása rövid időn belül az ekkor még a fertőzésekre (pl. bakteriális, gombás, parazitás stb.) meglehetősen fogékony ivadékok megbetegedését eredményezheti. Az ivadék néhány g-os méretéig a népesítés ne haladja meg a 1000-2000 db/m²-t (RÓNYAI és mtsai., 2010).

Az előnevelési fázis nagyjából az ivadékok 8-15 cm-es testhosszának eléréséig tart. A halakat az utónevelési technológia fajtájától függően vagy kisméretű tavakba vagy nagyobb méretű nevelő medencékbe, kettecekbe telepítik át.

2.5.3.4. Piaci méretű haltermelés

A tokfélék fogyasztói piacra való, profitorientált, akvakultúras körülmények között történő termelése csupán néhány évtizedes múlttal rendelkezik. Ebben az időszakban azonban egyre több olyan, az intenzív tartási körülményeket jól tűrő tokfajt és hibridet vontak be a tenyésztésbe, amelyek értékes kaviár és/vagy halhús üzemi méretű előállítására alkalmasak. A tokfélék teljes ciklusú intenzív nevelésének egyik alapfeltétele a mesterséges táppal történő takarmányozhatóságuk. Ezt a tulajdonságukat felismerve elsőként BARRUCAND és mtsai. (1979) és SEMENKOVA (1983) morzsázott és granulált táppal sikeresen állított elő piaci méretű szibériai tokot.

A nemzetközi akvakultúra számára a tokfélékben rejlő lehetőségeket tovább bővíti az a tény, miszerint a tulajdonságaik - beleértve a termelési mutatókat is - gyakran intermedier módon öröklődnek (BURTZEV és SEREBRYAKOVA, 1973). Ennek köszönhetően a tenyésztés segítségével olyan tokhibridek hozhatók létre, melyek produkciós tulajdonságaikban ötvöződnek a szülői vonalak, vagy esetleg még kedvezőbbek is azoknál. Ezt a lehetőséget kihasználva hozták lére és vonták termelésbe többek között a

vicsegét (viza × kecsge), a szibériai tok hibrideket vagy a kínai termelés által egyik legnagyobb mennyiségben előállított amuri tok hibrideket (szibériai viza × amuri tok és szibériai tok × amuri tok).

A szibériai tok (*A. baeri*) nagyüzemi tenyésztése világszerte a legnépszerűbb. Ez elsősorban az intenzív rendszerekhez való kiváló alkalmazkodó képességének, és az egyéb, értékesebb tokfajokkal szembeni egyszerűbb nevelésének köszönhető. 16-18 °C - os állandó hőmérséklet mellett rendkívül kedvező növekedési eréllyel rendelkezik, az első évben 0,3 kg, a másodikban 1,8 kg-os testtömeget érhetnek el (BARRUCAND és mtsai., 1979). A faj ezen kedvező tulajdonságait kihasználva, illetve azokat fokozva számos hazai munka foglalkozik a kecsgevel alkotott hibridjének intenzív rendszerbe történő beillesztésével (RÓNYAI és mtsai., 1990a, 1990b; RÓNYAI, 1992b, 1993; KÁLDY és mtsai., 2011), azonban az erőfeszítések és az ígéretes eredmények ellenére a hibrid termelése világviszonylatban az egyéb fajokéhoz/hibridekéhez képest nem számottevő.

A tokok étkezési méretre való felneveléséhez vagy akár a kaviárérett ikrás halak előállításához mind száraz, mind gyurmás tápok használata egyaránt megfelelő (KOZLOV és ABRAMOVICH, 1986; ARLATI és BRONZI, 1993; KURAPOVA és mtsai., 2007). A könnyebb kezelhetőség és tárolás miatt azonban a pelletált tokhal tápok előnyben részesíthetők, melyeket ma már könnyű beszerezni a nemzetközi piacon. Az, hogy mennyi idő alatt mekkora tömeggyarapodást tudunk elérni, illetve hogy az ikráshalak által megtermelt ikra beltartalmi mutatóinak alakulásával milyen kaviárminőséget tudunk biztosítani, nagyban függ az alkalmazott tápok fehérje- és energia-tartalmától. Elsősorban a zárt recirkulációs rendszerekben fontos szempont, hogy a halak táplálóigényén és növekedő képességén felüli, rendszerbe történő fehérjebevitelt minél inkább csökkentjük. Ennek eredményeként költséget tudunk megtakarítani, valamint csökkenteni tudjuk a víz N-tartalmú anyagcsere-termék koncentrációját, javítva ezzel annak minőségét. Ugyanígy érdemes eljárni a nem fehérje természetű hozzáférhető energia bejuttatásánál is (KAUSHIK és OLIVA-TELES, 1985). Mindemellett azonban fontos tudni, hogy a minimum szint alatti fehérjebevitelnek káros hatásai lehetnek a növekedésre és hozamra nézve (RÓNYAI és mtsai., 2010).

A tokfélék takarmányozásához legelterjedtebben a 40 % feletti fehérje- és 8 - 16 % zsírtartalmú tápokot használják világszerte, melyek tökéletesen kielégítik a tokfélék számára szükséges biológiai szükségleteket.

A tartási hőmérsékletet minden esetben a termelt faj igényeihez kell beállítani. Fontos feladat még ma is a tokfélékkel foglalkozó kutatók számára, hogy a különböző tokfajok, alfajok vagy hibridek termelési paramétereire miként hat a tartási hőmérséklet.

Medencés neveléskor nagyobb halaknál a népesítés elérheti a 60-70 kg/m³-ert (DOROSHOV, 1986; WILLIOT és mtsai., 1988), sőt meg is haladhatja azt.

Az optimális termelési paraméterek eléréséhez legalább 5-6 mg/l oxigénkoncentráció szükséges. Általános tapasztalat, hogy a néhány grammos ivadékok akár 50-80 %-a elérheti az 1-3 kg-os étkezési testméretet, amennyiben a nevelés során a környezeti paraméterek és a higiénias feltételek optimális szinten biztosítottak (KOZLOV, 1993).

3. Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

3.1.1. Általános kísérleti feltételek

3.1.1.1. Az anyaállomány származási és nevelési körülményei

A Halászati és Öntözési Kutatóintézet - már a 80-as évek végétől folytatott tudatos fajmegőrző tevékenységnek köszönhetően - a jelen kísérleteink végzésekor négy őshonos (kecsege dunai alfaj, vágótok, viza és sőregtok) és három nem őshonos (lénai tok, kecsege szibériai alfaj és lapátorru tok) tokféle különböző korosztályait nevelte. A kísérleteinkhez felhasznált tenyészhalak és azok utódai ebből, az úgynevezett „*ex situ*” élő génbankból származtak. A génbanki állomány elhelyezésére az intézet erre a célra kialakított földmedrű tavakat biztosít.

3.1.1.2. A kísérleti recirkulációs rendszer és kísérletek egyéb alapfeltételeinek rövid bemutatása

Kísérleteinket a szarvasi Halászati és Öntözési Kutatóintézet recirkulációs üzemében végeztük. A kísérleti kádakat minden esetben a rendszer vizével tápláltuk, amely a zárt rendszer kritériumainak megfelelő vízkezelési eljárásokat tartalmazta úgy, mint mechanikai és biológiai szűrés, fűtés, UV lámpás fertőtlenítés és a víz oxigénnel való dúsítása.

A kísérleti állományok számára 16 órás megvilágított és 8 órás sötét periódust biztosítottunk. A kádakban lévő víz hőmérsékletét pedig a kecsege számára általánosan optimális értékek (20-22 °C) között tartottuk (CHEBANOV and GALICH, 2013). A halnevelő kádakat minden alkalommal a takarmányozás megkezdése előtt kitisztítottuk, amely az ürülék, az esetleges takarmányfelesleg és az elhullott egyedek eltávolítását célozta. A nevelő víz oldott oxigén koncentrációját, minden egyes kád kifolyójánál, napi két alkalommal, hordozható mérőkészülék (HQ40D digitális kétcsatornás multimérő, Hatch Lange Kft.) segítségével mértük. A vízkémiai paraméterek közül a halak számára káros szabad ammónia és a nitrit koncentrációját, hetente egyszer, fotometriás módszerrel határoztuk meg. A kádakon átfolyó víz mennyiségét úgy állítottuk be, hogy azokban óránként legalább 1,5-szeres teljes vízcserét biztosítsunk. Ennek köszönhetően az elfolyó

víz oldott oxigén telítettsége mindig 80% felett, míg a szabad ammónia (0,035 mg/l) és a nitrit (0,03 mg/l) értékei jóval a fiatal halak számára még tolerálható értékek alatt maradtak.

3.1.1.3. A szaporítási technológia általános ismertetése

A földmedrű tavakban nevelt anyahalakat általában $14 \pm 1,0$ °C-os vízhőmérsékletről szállítottuk az intézet recirkulációs rendszerébe. A halászat során az ikrás egyedek közül azokat választottuk ki a szaporításhoz, amelyek hasürege szemmel láthatóan, illetve kézzel tapinthatóan „érett” és a testtömeghez viszonyítva legalább 13-15% ikrát tartalmazott. A tejes halak kiválasztásakor a kevésbé telt hasforma és a hím egyedekre jellemző „szögletes test-keresztmetszet” volt a fő szempont. Mivel ezeknek a határozóbélyegeeknek a vizuális azonosítása nem minden esetben egyértelmű, így alkalmanként előfordult, hogy a szaporításra kijelölt tejes egyedek egy része az adott évben ikrát nem érlelő vagy csak kevés érett ikrát tartalmazó ikrás hal volt. Ez a pontatlanság azonban egy esetben sem akadályozta a szaporítás eredményességét, mert minden alkalommal rendelkezésünkre állt megfelelő mennyiségű és minőségű sperma a termékenyítéshez.

A tenyészhalak recirkulációs rendszerbe történő elhelyezését követően a tartási hőmérsékletet 2 °C/nap ütemben $16,0 \pm 0,5$ °C-ra emeltük. Az ivaréris indukálását 3 nappal később végeztük. Ehhez szintetikus gonadotrop-releasing hormon-analógot (6-[3-(2-Naphthalenyl)-D-alanine]-1-9-luteinizing hormone releasing factor (swine) 2-(aminocarbonyl)hydrazide; Gonazon; Intervet International BV, Boxmeer, The Netherlands) használtunk. Vivőanyagként halfiziológiás sóoldatot (0,65% NaCl) alkalmaztunk, amelyből első lépésként a hormon hozzáadásával egy $40-45$ µg/ml törzsoldatot készítettünk. Ebből az egyedi testtömegekhez igazodva az ikrások esetében 40 µg/ttkg, míg a tejeseknél 20 µg/ttkg dózis került beoltásra. Az anyahalakat bódítás nélkül, egy alkalommal, intramuszkulárisan hormonkezeltek.

A tejes halaktól egyszerűen a hasfal masszírozásával nyertük a spermát, majd azt a termékenyítés időpontjáig $7-8$ °C-on tároltuk. Az ikrás halakat a PODUSHKA (1999) által leírt módszert alkalmazva fejjük, melynek lényege, hogy a petevezető utolsó szakaszán egy kis bemetszést ejtünk, melynek következtében gyakorlatilag az ikramennyiség nagy része lefejhető volt (**2.kép**).



2. kép: Az ikrás halak fejése

A termékenyítés megkezdése előtt a spermát 1:200 arányban a keltető vizével hígítottuk az úgynevezett polispermia jelenségének elkerülése végett (DETTLAFF és mtsai., 1993). A 3.1.2.1. pontban ismertetett kísérlet kivételével az ikrát félszáraz módszerrel termékenyítettük, annak ragadóságát pedig tehéntej-oldat segítségével szüntettük meg (7 liter víz + 1 liter 3,5 %-os tehéntej). A 60 percig tartó folyamat során az oldatot 20 percenként leöntöttük az ikráról, majd azt frissre cserélve folytattuk a lassú kevergetést. A kezelési idő elteltével az ikrát tiszta vízzel többször átöblítettük, míg az öblítővíz teljesen le nem tisztult, majd az ikrát – a ragadóság megszűnésének ellenőrzése után – Zuger üvegekbe töltöttük (3. és 4. kép).



3. kép: Termékenyített kecsege ikrá



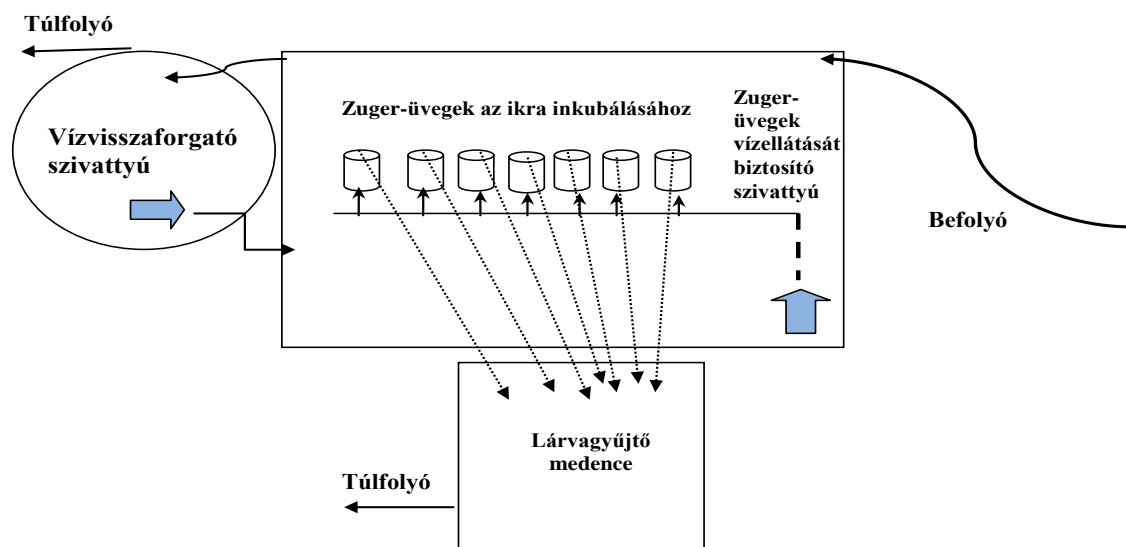
4. kép: Az ikrák elhelyezése a keltetőben

Annak érdekében, hogy megbizonyosodjunk az ikrá ragadóságának teljes mértékű megszűnéséről, egy műanyag kanállal kb. 10-15 ikraszemet egy vízzel töltött

üvegpohárba helyeztünk. A poharat 2-3 percre félretéve nyugalomban hagytuk, majd kézbe vettük, oldal irányban lassan megbillentettük. Mikor azt tapasztaltuk, hogy a pohár megdőntése során az ikraszemek annak fenekén szabályosan gördülnek – jelezve, hogy nem tapadtak az üvegfelülethez – megállapíthattuk, hogy azok ragadósága megszűnt, így alkalmas a keltető üvegekben való elhelyezésre.

A fejes utáni naptól kezdődően az ikratételeket egészen az inkubációs idő végéig napi két alkalommal, 100 ppm töménységű formalin-oldattal kezeltük a gombás fertőzések elkerülése végett. A kezelés előtt az üvegeken megszüntettük a vízátfolyást, majd beleöntöttük az oldatot. Ezt lassan elkeverve elértük, hogy az, az üveg aljában elhelyezkedő ikraszemeket is elérje. A fürdetés alkalmanként 20 percig tartott, miközben a Zuger-üvegek tartalmát óvatosan 3-4 alkalommal újból megkevertük. A kezelési idő leteltével a fürdető oldatot egy cső segítségével eltávolítottuk az ikratételek felől úgy, hogy az ne kerüljön a keltető rendszer vizébe. Végül visszaállítottuk az üvegeken az optimális vízátfolyást.

A termékenyülési arány meghatározását követően (a termékenyítést követő kb. 60. óra) a terméketlen és az elpusztult ikraszemeket folyamatosan eltávolítottuk az üvegekből, ezzel is csökkentve a gombás fertőzések kialakulásának esélyét. A keltető víz hőmérsékletét és oldott oxigén tartalmát napi két alkalommal ellenőriztük, előbbit $17,0 \pm 1,0$ °C-on, utóbbit 90% felett tartottuk egészen a kelés befejeződéséig (12. ábra).



12. ábra: A keltető rendszer működési elve

A kelés a termékenyítést követő 5. naptól indult meg és további két napig tartott. A felúszó lárvákat egy csövön keresztül egy 0,5 m³ űrtartalmú kádban gyűjtöttük össze (**5. kép**). A folyamat végéhez közeledve a még ki nem kelt maradék ikratételt egy tálba öntöttük, majd az abban felúszó, frissen kelt lárvákat szintén a kádba helyeztük. Az eljárást addig folytattuk, míg észleltünk felúszó, életképes lárvát a tálban. Az egész keltetés ideje alatt a lárvák kádjából, az oda szintén átúszó, majd kiülepülő ikrahéjakat és az elpusztult, „kelésgyenge” lárvákat folyamatosan eltávolítottuk, a fertőzések elkerülése végett.



5. kép: A keltető rendszer

3.1.1.4. A mintavételezés módszere

Kecsege lárvák mérése esetén 30-30 egyedet random kiválasztva azokból mintát vettünk. Túlaltattuk őket, majd egy csipesz segítségével itatós papírra helyeztük 30 másodpercre. Ezután az egyedi testtömegüket egy analitikai mérleg (SBC 21 Min. 0.001 g, SCALTEC, Germany), testhosszukat pedig milliméterpapír segítségével mértük. A későbbiekben csoportos mérést alkalmaztunk, melynek során kádanként 50-60 egyedet egy oxigén dús vízzel töltött műanyag edénybe helyeztünk, majd egy erre alkalmas, 1 gramm mérési pontosságú mérleggel (CAS MWP-1500, CAS-USA Corp., USA) lemértük őket (**6. kép**). A kísérletek végén az ivadékokat egyedileg mértük, melyhez azokat szegfűszeg olajos oldat segítségével (30 mg/l) elbódítottuk.

A növendékhalak tömegének mérése során azokat egy szűrő segítségével a vízből kiemelve egy textilanyagon leitattuk, majd egy, a mérlegen elhelyezett friss vízzel feltöltött edénybe tettük (**7. kép**). A néhány másodpercet igénylő folyamat után a halakat visszahelyeztük az oxigén dús vízzel töltött edénybe, majd a kádakba. A növendék

halakkal végzett mérések során azok testtömegét mindig egyedileg mértük. Testhosszukat pedig a kísérlet elején és végén mérővályú alkalmazásával állapítottuk meg.



6. kép: Az ivadékok csoportos mérése



7. kép: A növendék kecségék mérése

3.1.1.5. A mért, valamint számított kísérleti paraméterek és az alkalmazott statisztikai módszerek leírása

A túlélési/megmaradási arányt (S) a lárvák kísérleti szakasz végi és eleji egyedszámának különbségeiből számítottuk. Annak értékét %-ban adtuk meg. Az állománynak a kísérlet ideje alatt bekövetkezett gyarapodását a lehalászási hozam (Y) értékével jellemeztük, amely az összes lehalászott hal grammban meghatározott tömegét jelenti egy liter vízre vonatkoztatva. A halak növekedésének ütemét a napi növekedési sebesség (SGR) értékével fejeztük ki az alábbi képlet alapján:

$$SGR = 100 (\ln w_t - \ln w_0) / t \quad (\%/nap)$$

ahol w_0 ; w_t – a kezdeti és a záró átlagos testtömeg grammban kifejezve, a t – az eltelt idő, napokban megadva.

Az egyes kezelések hatását az állomány szétnövésének mértékére a variációs koefficiens (CV_0 , ill. CV_t) értékével, illetve annak a kísérlet ideje alatt bekövetkezett változásával (CV_t/CV_0) is jellemeztük, melynek számításához a halak kísérletek kezdetén és végén mért variációs koefficienseit számítottuk:

$$CV_0 = 100 SD_0 / w_0, \quad \text{ill.} \quad CV_t = 100 SD_t / w_t, \quad (\%)$$

ahol SD_0 , ill. SD_t – az induló, ill. záró egyedi testtömegek szórás értékei; w_0 ill. w_t - a az induló, ill. záró átlagtömegek értékei.

A záró egyedi testhosszok (l_t) és testtömegek (w_t) felhasználásával számítottuk a kondíció faktort (CF) az alábbi képlet felhasználásával:

$$CF = 100 w/l_w^3 \quad (\%)$$

A kísérletekben számítottuk a takarmányértékesítési együttható (AFCR) is az alábbi képlet alkalmazásával:

$$AFCR = F / (W_t - W_0) \quad (g/g)$$

ahol az F – az összes felkínált takarmány mennyisége grammban megadva, W_0 ; W_t – a kezdeti és a záró összes testtömeg grammban kifejezve.

Az ikratermékenyülési és kelési arányok összehasonlítását Chi²-teszttel végeztem. A megmaradási értékek %-ban kifejezett mutatóit a statisztikai értékelés előtt arcsin transzformáltam. Az ivadék és növendékhal nevelési kísérletek során a termelési adatok normális eloszlását Kolmogorov-Smirnov teszttel (SPSS 13.0 for Windows) ellenőriztem, majd az azok között meglévő statisztikai eltérések kimutatásához egytényezős varianciaanalízist (one-way ANOVA, SPSS 13.0 for Windows) használtam. A kezelésenkénti összehasonlításhoz LSD tesztet alkalmaztam. A két alfaj termelési potenciáljának hőmérséklet függését célzó vizsgálatomban az alfaji hatás és a hőmérséklet hatásait kéttényezős varianciaanalízis (SPSS 13.0 for Windows) használatával vizsgáltam. A páronkénti összehasonlításhoz ebben az esetben a „Tukey’s post-hoc” tesztet választottam.

3.1.2. A kísérleti körülmények specifikus ismertetése

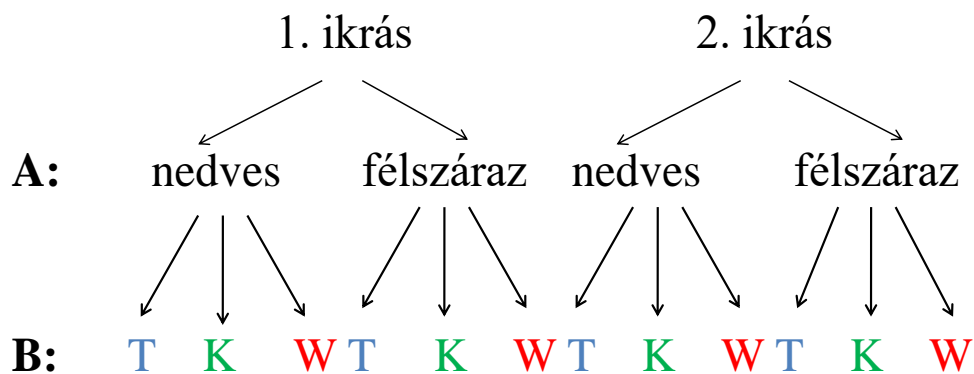
3.1.2.1. Az ikra ragadóságának elvétele

Jelen kísérletünket – munkaszervezési okok és logisztikai megfontolások miatt – lénai tok (*A. baeri*) ikrájával végeztük. Ennek a fajnak az ikrája – mint ahogy a tokfélék rendjébe tartozó többi faj esetében is – a mesterséges szaporítás szempontjából

tulajdonságaiban megegyezik a többi fajéval, így a kecsge ikrájának általános jellemzőivel is.

A tejes halaktól a spermát a hormonkezelést követő a 27. és 31. óra között, míg az ikrát a 28-31. óra között sikerült lefejnünk. A két ikrás egyedtől nyert ikrát két egyenlő részre osztottuk, melyeket nedves, ill. félszáraz módszerrel termékenyítettük, melyhez tételenként 4 azonos tejestől származó spermát használtunk. Ezt követően az egyes megtermékenyített ikratételeket további három-három részre osztottuk, melyeknél a ragadósság megszüntetéséhez háromféle eljárást alkalmaztunk (**13. ábra**).

A kísérlet során kétféle termékenyítési módszert és három különböző ikraragadósság-mentesítésére alkalmas oldatot teszteltünk két-két ismétlésben: nedves (az ikratételt termékenyítés előtt tiszta vízzel átöblítettük) és félszáraz (az ovulációs folyadék fecskendővel történő leszívása az ikratételről) termékenyítés; majd ragadósság-mentesítő oldatok: tehéntej (**T**), keményítő (**K**) és Woynárovich II. oldat (**W**).



A: A termékenyítés típusa

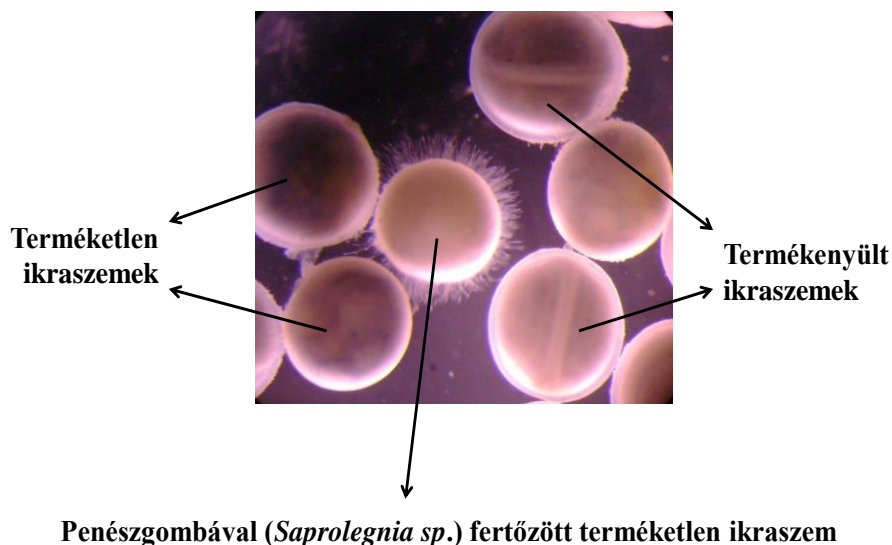
B: Az ikraragadósság-mentesítése során alkalmazott oldat

13. ábra: Az ikratételek elosztása a kísérleti csoportok kialakítására során (tehéntej (**T**), keményítő (**K**) és Woynárovich II. oldat (**W**))

A T jelű kezelésben 7 liter vízhez 1 liter 3,5 %-os tehéntejet adtunk. A K oldat 10 liter víz és 5 kg burgonyakeményítő elegyítésével készült. A W kezelésben az ikrát első lépésben az alábbi oldattal kezeltük: 10 liter víz, 40 g NaCl, 160 g karbamid (összesen 60 perc). Ezt követően 0,25 ppt (g/l) töménységű csersav-oldatos kezelést alkalmaztunk 3 x 20 másodpercig (WOYNÁROVICH és WOYNÁROVICH, 1980). Mindhárom anyag

tesztelése során a fürdető oldatot 15-20 percenként frissítettük a megfelelő hőmérséklet és oxigénszint biztosítása érdekében. A kezelés végét az ikraszemek ragadóságának megszűnése jelentette, amit tapintással, valamint néhány ikraszem keltetői vizet tartalmazó üvegedénybe helyezésével állapítottunk meg. A kezelés 40. percétől 10 percenként ellenőriztük a ragadóság meglétét. A megtermékenyített ikrát Zuger-üvegekben keltettük, melyekben a hőmérséklet $19,1 \pm 0,9$ °C volt.

Az ikratételekből a gerinchúros állapotban (kb. 60 óra a termékenyítés után) random mintát (200-300 db) vettünk a termékenyítési arány megállapításához. Az ikraszemeket egy, a keltető rendszer vizével félig töltött Petri-csészébe helyeztük. Egy tű segítségével külön csoportosítottuk a termékenyült és a terméketlen szemeket, majd külön-külön megszámoltuk a két csoportban található ikrák darabszámát (**14. ábra**). A vizsgálat végeztével a mintát visszahelyeztük a keltető üvegekbe. Végül a termékenyült ikrák számát elosztottuk az összes vizsgálatához kiemelt ikrák számával, majd a kapott eredményt 100-al felszorozva megkaptuk a termékenyülési arányt.



14. ábra: Az ikrák termékenyülési arányának meghatározása (Fotó: Bilal Akbulut)

A kelési arány számításához a kelés beindulását követően mintákat különítettünk el egy-egy 20 literes edényben, majd megszámoltuk a felúszó lárvákat, melyek a termékenyített ikraszemekből keltek ki. Mikor a kelés már biztosan befejeződött (kb. 70 órával az első lárvák felúszása után), akkor megszámoltuk a tálban maradt, ki nem kelt ikraszemeket. A terméketlen szemeket az inkubáció során már korábban eltávolítottuk a gombás

fertőzések elkerülése végett, így a tálban csak a termékenyült, de ki nem kelt szemek maradtak. A kikelt lárvák számát elosztva az összes, a tálban elkülönített ikraszámmal, majd megszorozva 100-al megkaptuk a kelési arányt.

Az adatokat a két ikrás esetében külön-külön χ^2 teszt segítségével értékeltük.

3.1.2.2. A kecsge száraz tápra történő szoktatása

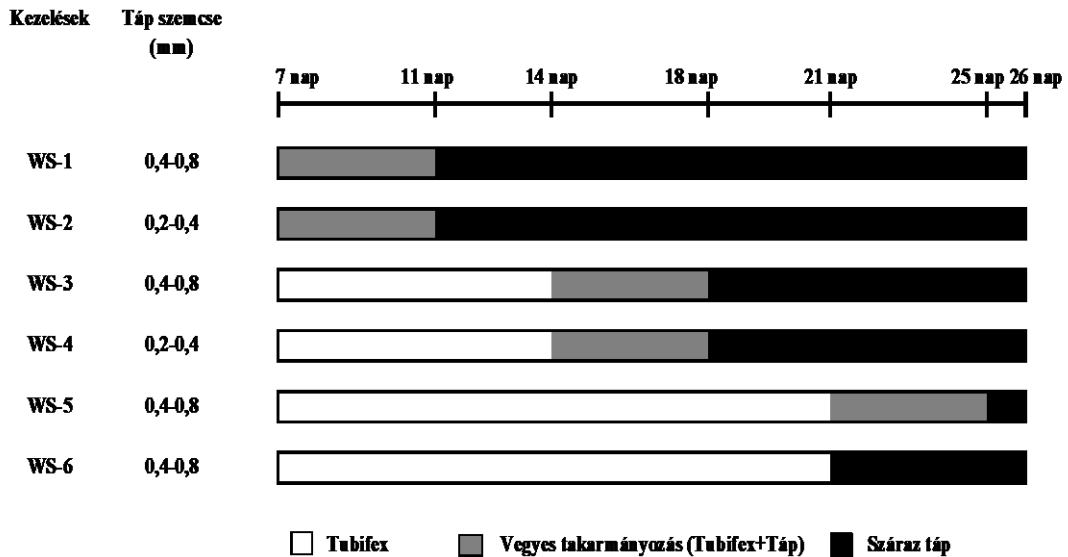
3.1.2.2.1. A tápra szoktatás optimális ideje különböző szemcseméretű tápok alkalmazásával

Kísérletünket a kecsge dunai alfajával (ARR) végeztük. A mesterséges szaporításra 2009 márciusában került sor a RÓNYAI (2009) publikáció szerint. A kísérletünkhöz egy ikrás és egy tejes egyed ivartermékét használtuk fel. A zsenge lárvák 4 napos korában 1440 egyedet (átlagos testtömeg $12,8 \pm 1,3$ mg) véletlen mintavételezéssel szétosztottunk 12, egyenként 40 liter hasznos víztérfogatú műanyag kádba, amely kádanként 620 egyedet, azaz literenként 15 db lárva népesítési sűrűséget eredményezett.

A lárvák számára, azok 4 napos korától kezdve finomra aprított *Tubifex* férget kínáltunk fel. Az elhúzódó kelés következtében 7 napos korára jó eséllyel az állomány egésze megkezdte exogén táplálkozását, így lealább néhány alkalommal fogyasztott élő táplálékot. Kísérletünket ekkor indítottuk, melynek első „weaning” fázisa a lárvák 26, míg második „rearing” fázisa pedig azok 53 napos koráig tartott.

A „weaning” szakasz során 6 különböző tápra szoktatási módszert (WS) teszteltünk két ismétlést alkalmazva (**15. ábra**). A rövidítés az angol „Weaning Strategy” azaz átszoktatási módszer kifejezésből ered. A halak ekkor, 7 naposan $22,7 \pm 2,9$ mg átlagos testtömeggel rendelkeztek. AWS-1 és WS-2 csoportok esetében rögtön megkezdtek a halak *Tubifex*-ről száraz tápra történő fokozatos átszoktatását. Előbbi esetében Perla larva proactive 3.0 (0,4-0,8 mm), míg utóbbinál Perla larva proactive 5.0 (0,2-0,4 mm) (Skretting, Hendrix Spa, Mozzecane, Italy), ivadéktápokot alkalmazva. Így a két kezelés között csupán a felhasznált száraz takarmány szemcseméretében volt különbség, azok beltartalmi értékei azonosak voltak (nedvességtartalom: 8,1 %; fehérje: 62 %, zsír: 11 %, hamu: 10 %, rost: 0,8 %). Ugyanezt a két tápra szoktatási típust alkalmaztuk a WS-3 (Perla 3.0) és a WS-4 (Perla 5.0) kezelés esetében is, azonban az átszoktatást csupán a halak 14 napos korában kezdtük meg. A WS-5 csoportnál a halak 21 napos korában

kezdtek a tápra való átállást, de ekkor már csak a nagyobb szemcseméretű Perla 3.0 tápot használtuk (a kisebbiket a halak akkori méreténél már értelmetlen lett volna). A WS-6 kezelésnél szintén a Perla 3.0 tápot alkalmaztuk, azonban ennél a kezelésnél a halakat nem fokozatosan (4 nap alatt) hanem hirtelen, átmenet nélkül szokattuk át.



15. ábra: A tápra szoktatási módszerek bemutatása I.

A finomra aprított *Tubifex* férget napi 5 alkalommal kínáltuk fel a halak számára (09:00; 12:00; 15:00; 18:00; 22:00 órákor). Ennek mennyiségét a lárvák méretéhez igazítva gyakorlatilag „*ad libitum*” szinten alkalmaztuk. Az alkalmazott adag - a száraz tápra történő átszoktatás kezdetéig - a becsült összes biomassza 40, 30, majd 20%-a volt a halak 7, 14, majd 21 napos korában. A „weaning” szakasz kezdetétől a felkínált élő táplálék arányát fokozatosan csökkentettük, míg a száraz táp mennyiségét fokozatosan a kádankénti becsült összes haltömeg 15%-áig emeltük. Az átszoktatás 4 napig tartott (kivéve a WS-6 csoportot), melynek végére a lárvák kizárólag tápot fogyaszthattak. A száraz táp napi mennyiségét 5 egyenlő részre osztva kínáltuk fel a *Tubifex* etetésével megegyező időpontokban.

Az átszoktatási időszak végén a 26 napos lárvákat megszámloltuk, tömegüket egyedileg mértük, majd csoportonként áttelepítettük őket 250 literes körkádakba. Ezt követően a 27 napig tartó nevelési kísérleti szakasz során, azaz egészen a halak 53 napos koráig, az ivadékokat harcsatáppal (Haltáp Kft., Szarvas) takarmányoztuk. Ennek szemcsemérete 0,8-1,2 mm, nedvességtartalma 11%, fehérjetartalma 47%, zsírtartalma pedig 8% volt. A

napi tápmennyiséget folyamatosan, szalagos automataetető segítségével juttattuk a medencékbe. A napi takarmány adagokat 4 naponta, a becsült biomassza növekedés függvényében, alkalmanként 10%-al növeltük.

A lárvákból azok 4, majd 7 napos korában 30-30 egyed random kiválasztva mintát vettünk, majd tömegüket egyedileg mértük. A későbbiekben 4-7 naponként csoportos mérést alkalmaztunk. Az ebből számított egyedi átlagos testtömegek felhasználásával korrigáltuk a felkínált napi takarmány mennyiségét. Mindkét kísérleti fázis végén a halak testtömegét (w_t) egyedileg mértük.

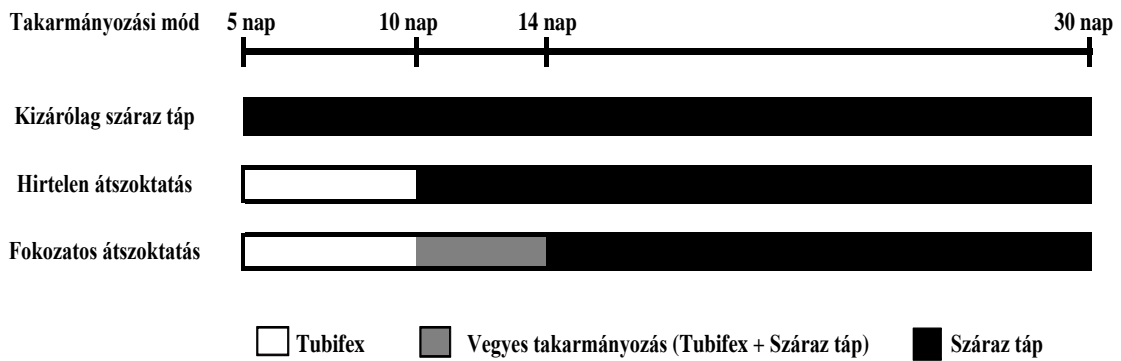
A kísérlet végén számítottuk a túlélési arányt (S), a lehalászási hozamot (Y), a napi növekedési sebességet (SGR) és a variációs koefficiens (CV_w) értékét.

3.1.2.2.2. Tápra szoktatási módszerek összehasonlítása

Kísérletünket 2012 tavaszán végeztük. Ebben az esetben azonban a kecsge szibériai alfaját (ARM) használtuk. A kísérletünkhöz 3 ikrás és 2 tejes egyed ivartermékét használtuk fel. A zsenge lárvák 5 napos korában 900 egyed (átlagos testtömeg $16,05 \pm 1,3$ mg) random kiválasztottunk a lárvák tömegéből, majd 9, egyenként 40 liter hasznos víztérfogatú műanyag kádba helyeztük őket, kezelésenként 3-3 ismétlést alkalmazva. Kádanként 100 egyedet telepítettünk, ami 2,5 lárvát jelentett literenként.

A lárvák táplálását azok 5 napos korától kezdtük meg. A 25 napig tartó kísérletben mind az élő táplálékot (apróra vágott *Tubifex*), mind pedig a száraz tápot (Fry crumbs 000; szemcseméret: 0,3-0,5 mm; fehérje: 58%, zsír: 12%; Joosen-Luyckx Aqua Bio, Turnhout, Belgium) „*ad libitum*” szinten kínáltuk fel a halak számára, napi 3 alkalommal (FELEDI és mtsai., 2013).

Kísérletünkben három különböző tápra szoktatási módszer eredményességét hasonlítottunk össze: 1) a halakat a táplálkozás megkezdésétől kezdve kizárólag száraz táppal takarmányoztuk; 2) öt napon át tartó élő eleséggel történő takarmányozási időszak után a kecsgeket hirtelen, átszoktatási időszak nélkül száraz táppal kezdtük el takarmányozni; ill. 3) az öt napon át tartó élő eleséggel történő takarmányozási időszak után a halakat négy nap alatt fokozatosan szoktattuk át száraz takarmányra, melynek során az élő táplálék mennyiségét fokozatosan csökkentettük, a száraz táp arányát pedig növeltük (**16. ábra**) (FELEDI és RÓNYAI, 2013).



16. ábra: A tápra szoktatási módszerek bemutatása II.

A kísérlet során heti rendszerességgel, csoportosan mértük a halak testtömegét, míg a kísérlet végén az ivadékok testhosszát (lt) és testtömegét (wt) egyedileg mértük. Számítottuk a túlélési arányt (S), a lehalászási hozamot (Y) és a fajlagos növekedési sebességet (SGR) és a kondíció faktort (CF).

3.1.2.3. A kelési idő hatása a kecsgejárva termelési mutatóira

A kísérleti állományunkhoz szükséges szibériai kecsge lárvákat egy 2013. március közepén végzett szaporítást követően gyűjtöttük össze. Ennek során 4 db ikrás egyed termékenyített ikráját külön-külön Zuger üvegekben helyeztük el. A mintagyűjtés idejére a keltetőüvegek kivezető csövét egy üres edénybe irányítottuk, míg abban 100 egyed össze nem gyűlt. A kelés megindulásakor minden egyes keltető edényből 100-100 db lárva vettünk ki, majd azokat összekeverve egy külön kádba telepítettük. Mivel a 4 üvegben a kelés megindulása nem egy időben kezdődött el, így a kezdeti mintalevétel ideje is különbözött a 4 csoport esetében. A 4 x 100 egyed gyűjtése és összekeverése tehát a kelési folyamat azonos fázisából történt. Ugyanezt a mintagyűjtési eljárást alkalmazva 12, majd 24 óra elteltével (azt mind a 4 üveg esetében az első minta levételéhez képest igazítva) egy-egy külön kádba még további két csoportot alakítottunk ki. Ennek eredményeképpen összesen 3 kísérleti állomány (3 x 400 egyed) került elkülönítésre. Ezek kelésük sorrendje alapján az alábbi jelölést kapták: korai (E), közepes (M) és kései (L) kelésűek. Következő lépésben minden egyes 400 egyed tartalmazó csoportból kezelésként 210 (3 x 70) egyed random kiválasztottunk a lárva közül, majd 9, egyenként 15 liter hasznos térfogatú műanyag kádba telepítettük azokat; kezelésként 3-3 ismétlést alkalmazva. Kádanként 70 egyed telepítettünk, ami 2,5 lárva jelentett

literenként. A zsenge lárvák 5 napos korában 30-30 egyed egyedi testtömegét (w_0) és testhosszát (l_0) a 3.1.1.4. pontban ismertetett módon mértük.

A lárvák táplálását azok 5 napos korától kezdtük meg. A 20 napig tartó kísérletben mind az élő táplálékot (apróra vágott *Tubifex*), mind pedig a száraz tápot (Skretting Larva Proactive 5.0) „*ad libitum*” szinten kínáltuk fel a halak számára, napi 3 alkalommal. Az öt napon át tartó élő eleséggel történő takarmányozási időszak után a halakat négy nap alatt fokozatosan szoktattuk át száraz takarmányra (FELEDI és mtsai., 2013). A kísérlet során heti rendszerességgel, csoportosan mértük a halak testtömegét, míg a kísérlet végén az ivadékok testhosszát (l_t) és testtömegét (w_t) egyedileg mértük. Az adatok értékelésénél számítottuk a túlélési arányt (S), a lehalászási hozamot (Y), a fajlagos növekedési sebességet (SGR) és a kondíciófaktort (CF). Az állomány szétnövésének mértékét a variancia (CV) értékének a kísérlet ideje alatt bekövetkezett változásával (CV_t/CV_0) jellemeztük.

3.1.2.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása

3.1.2.4.1. Száraz tápra szoktatás

Kísérletünket 2012 tavaszán, a 3.1.2.2.2. pontban ismertetett vizsgálattal párhuzamosan végeztük. A kecsge anyahalak dunai (ARR) és szibériai (ARM) alfajainak (alfajonként 3-3 ikrás és 2-2 tejes egyed) utódait használtuk fel vizsgálatunkhoz. A két alfaj egyedeit egymástól elkülönítve tartottuk. A zsenge lárvák 5 napos korában alfajonként 300-300 egyed (átlagos testtömeg: ARR: $12,55 \pm 1,26$ mg; ARM: $16,05 \pm 1,3$ mg) véletlen mintavételezéssel kiválasztottunk a lárvákból, majd 6, egyenként 40 liter hasznos térfogatú műanyag kádba helyeztük őket, kezelésenként 3-3 ismétlést alkalmazva. Kádanként ebben az esetben is 100 egyedet telepítettünk, ami 2,5 lárvát jelentett literenként. A kísérletet 25 napon keresztül végeztük. A lárvák táplálását és mérését a 3.1.2.2.2. pont fokozatosan tára szoktatott csoportja esetében leírtak szerint végeztük. Számítottuk a túlélési arányt (S), a lehalászási hozamot (Y) és a fajlagos növekedési sebességet (SGR) és a kondíció faktort (CF).

3.1.2.4.2. A termelési paraméterek hőmérséklet-függése

Kísérletünket 2013 tavaszán végeztük. A kecsége anyahalak dunai (ARR) és szibériai (ARM) alfajainak utódait használtuk fel vizsgálatunkhoz. A kecsége ivadékokból alfajonként 450-450 egyedet (átlagos testtömeg ARM: $1,58 \pm 0,15$ mg; ARR: $1,37 \pm 0,06$ mg) random kiválasztottunk a halak tömegéből, majd 3 különböző hőfokon tartott kádban helyeztük el őket. Minden hőfokon (20, 23 és 26 °C) mindkét alfaj esetében 3-3 kisebb, a kádakban elhelyezett ketrecbe 50-50 ivadékot telepítettünk. Egy ketrec úrtartalma kb. 50 literes volt, ami 1 ivadék/liter népesítési sűrűséget eredményezett. 21 nap elteltével azonban a kísérleti ketrecek mérete már túl kicsinek bizonyult a halak számára, így a kísérleti csoportok egyedszámát egységesen ketrecenként 30-30 db-ra csökkentettük. A ketrecenkénti 20-20 egyed kiválasztását/eltávolítását célzottan végeztük az állományból (ld. 3.2.4.2. pont), azonban a kiválasztás szempontját sem a testméret, sem a kondíció nem befolyásolta. Ezt követően a kísérletben maradt, csoportonként 30-30 egyeddel a vizsgálatot további két hétig folytattuk.

A 35 napig tartó kísérlet teljes időtartama alatt a kecségeket az aktuális összes biomassza 7%-ának megfelelő napi adaggal takarmányoztuk. Az ivadékoknak a Perla larva proactive 3.0 (Skretting) száraz tápot manuálisan beszórva kínáltuk fel, napi 5 alkalommal. A tömegmérés heti rendszerességgel, csoportos módszerrel történt úgy, hogy az összes kísérleti csoport átlagtömegét figyelembe vettük. Az ekkor kapott testtömeg adatok alapján a napi takarmány mennyiségét minden alkalommal korrigáltuk.

A medencékben a nevelési víz hőmérsékletét a beállított értékeken tartottuk $\pm 0,5$ °C ingadozás mellett. A teljes rendszer víz hőmérséklete a vizsgálatunk ideje alatt 23 °C közelében volt, így az egyik kísérleti csoport számára éppen megfelelt. A 20 °C-on tartott csoport esetében a rendszer vizéhez minimális mértékű 15°C-os kútvizet - mely egyébként is pótolta az egész recirkulációs rendszer vizét - is adtunk, így kialakítva a kívánt tartási hőmérsékletet. A 26°C-on nevelt halak kádjában egy fűtőtestet helyeztünk el, melyben termálvíz áramlott folyamatosan keresztül. Ebben a keresztülfolyt meleg víz mennyiségét úgy állítottuk be, hogy az a rendszer vizét pontosan 3 °C-al emelje fel. Így mindhárom kádban a tartási víz kémiai paraméterei gyakorlatilag megegyeztek.

A kísérlet kezdetén és végén egyedileg mértük az ivadékok testtömegét (w_t). Az adatok értékelésénél számítottuk a lehalászási hozamot (Y), a fajlagos növekedési sebességet (SGR) és a takarmányértékesítési együtthatót (FCR). Az adatokon végzett statisztikai

próba (MANOVA) elvégzéséhez az induló testtömeg értékeken (w_0) logaritmus transzformációt végeztünk.

3.1.2.4.3. *Növendék kecségék termelési paramétereinek összehasonlítása*

Kísérletünket 2012 őszén végeztük. A kecsége dunai (ARR) és szibériai (ARM) alfajainak egyedeit használtuk fel vizsgálatunkhoz. A növendék halakból alfajonként 45-45 egyedet (átlagos testtömeg ARM: $105,2 \pm 1,5$ g; ARR: $104,5 \pm 1,5$ g) random kiválasztottunk a halak tömegéből, majd 250 literes körkádakba telepítettük őket, kádanként 15 egyedet, 3-3 ismétlést alkalmazva.

A 29 napig tartó kísérlet teljes időtartama alatt a kecségéket az aktuális összes biomassza 3%-ának megfelelő napi adaggal, Aller Bronze (szemcseméret: 2,1-3,0 mm; fehérje: 45%, zsír: 15%) száraz táp felkínálásával takarmányoztuk. A tápot szalagos automataetető segítségével juttattuk a medencékbe, melyek lejáratí ideje 12 óra volt. A tömegmérés heti rendszerességgel, egyedileg történt. Az ekkor kapott testtömeg adatok alapján a napi takarmány mennyiségét minden alkalommal korrigáltuk.

A kísérlet végén a növendékhalak testhosszát (l_t) és testtömegét (w_t) egyedileg mértük. Az adatok értékelésénél számítottuk a fajlagos növekedési sebességet (SGR), a takarmányértékesítési együtthatót (FCR) és a kondíciófaktort (CF).

3.2. **Eredmények**

3.2.1. Az ikra ragadósságának elvétele

Az ikra tiszta vízzel való átöblítése a termékenyítés előtt, azaz a nedves termékenyítés mindkét ikrás – de különösen a második – esetében kedvezően befolyásolta a termékenyítés hatékonyságát (**3. táblázat**). A korábban ovulált ikrás esetében az ovuláris folyadék mennyisége vizuálisan megítélve kevesebb és alacsonyabb viszkozitású volt, mint a később fejt ikrás ivarterméke. A termékenyülési értékek eredményei összhangban állnak VAN EENENNAAM és mtsai. (2008) megállapításaival, miszerint a viszkózus ovulációs folyadék átöblítéssel való eltávolítása az ikratételről kedvezően befolyásolta a termékenyítés hatékonyságát a zöld tok (*A. medirostris*) esetében.

3. táblázat: A termékenyülési és kelési arányok* alakulása a különböző termékenyítési és ragadósság-mentesítési eljárások hatására (FELEDI és mtsai., 2011b)

	Nedves termékenyítés			Félszáraz termékenyítés		
	T	K	W	T	K	W
Termékenyülési arány (%)						
Ikrás 1.	89,55 ^a	79,66 ^{ab}	79,54 ^{ab}	66,67 ^b	79,03 ^{ab}	76,47 ^b
Ikrás 2.	85,89 ^a	88,75 ^a	87,69 ^a	61,53 ^b	69,11 ^b	66,67 ^b
Kelési arány (%)**						
	95,40 ^{bc}	98,21 ^c	93,95 ^{bc}	98,46 ^c	85,85 ^a	90,90 ^{ab}

* A soronként, különböző betűkkel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutattak. Chi-érték = 11,35, szabadsági fok = 5 értéknél ($P < 0,05$; $\chi^2_{crit.} = 11,1$).

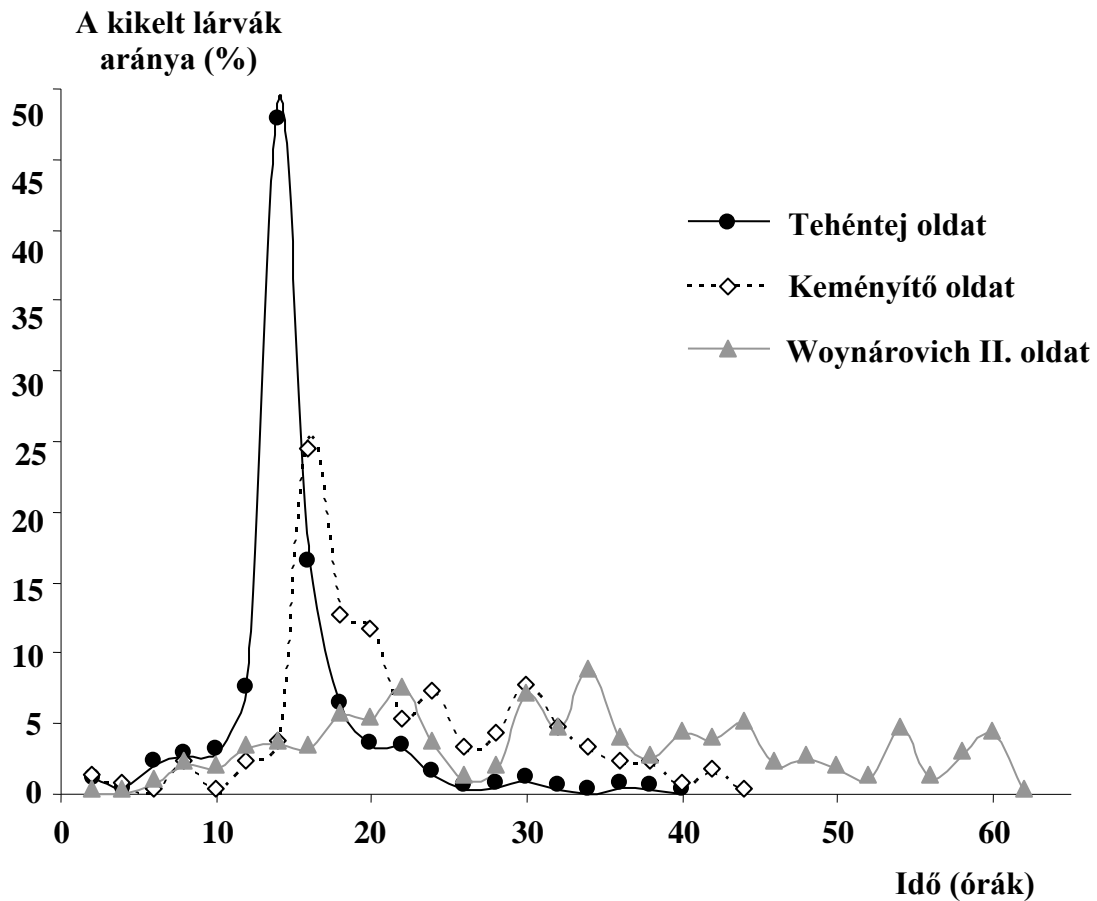
** A kelési arány csupán az Ikrás 1. esetében került meghatározásra.

Ahol T – a tehéntej oldatos kezelése, K – a háztartási keményítő oldatos kezelése, W – a Woynárovich II. oldatos kezelése.

Az ikrák ragadósságának elvételéhez a T kezelés esetében már 40 perc, míg a K és a W kezelések esetében 60 percre volt szükség. A kelési arány nagyobb volt a nedves, mint a félszáraz termékenyítési eljárás esetében, azonban a különbség statisztikailag nem volt igazolható (3. táblázat). A kelés a termékenyítés időpontját követő 84-122 óra között történt a T-kezelés, a 86-126 órában a K és 89-144 órában a W jelű kezelés esetében. A termékenyítés módja látszólag nem, azonban a ragadósság-mentesítési módszerek jelentősen befolyásolták a kelési folyamat időtartamát. A legrövidebb idejű és egyben a legszinkronizáltabb kelést a T jelű kezelés esetében figyeltünk meg, melyet a K, majd a W kezelés követett (17. ábra). Ez a jelenség a külső ikrahéj különböző szerves és szervetlen anyagokkal - melyek oldott vagy szuszpendált állapotban jelen voltak a használt ragadósság-mentesítő oldatokban - szembeni fogékonyságával és átjárhatóságával magyarázható.

Ugyanakkor megjegyzendő, hogy több szerző is megfigyelte azt a jelenséget, hogy a Woynárovich-féle sós-karbamidos duzzasztás időtartama pontyfélék esetében jelentősen befolyásolja a duzzasztott ikra méretét. Emellett a kezelés végén végrehajtott csersavas fürdetés pedig megkeményíti az ikrahéjat (WOYNÁROVICH, 1965). DEMÉNY és mtsai. (2020) szerint széles kárász (*Carassius carassius*) esetében a duzzasztott ikra méretét a kezelés akár 30,6%-al is megnöveli. A két hatás következtében az ikrából

később, és nagyobb méretű lárva fog kikelni, mint a természetes szaporodás során. Habár esetünkben sem a kiduzzadt ikraszem, sem a kikelő lárva méreteit nem rögzítettük, azonban az elhúzódó kelési folyamat összhangban áll az említett szerzők által tapasztaltakkal.

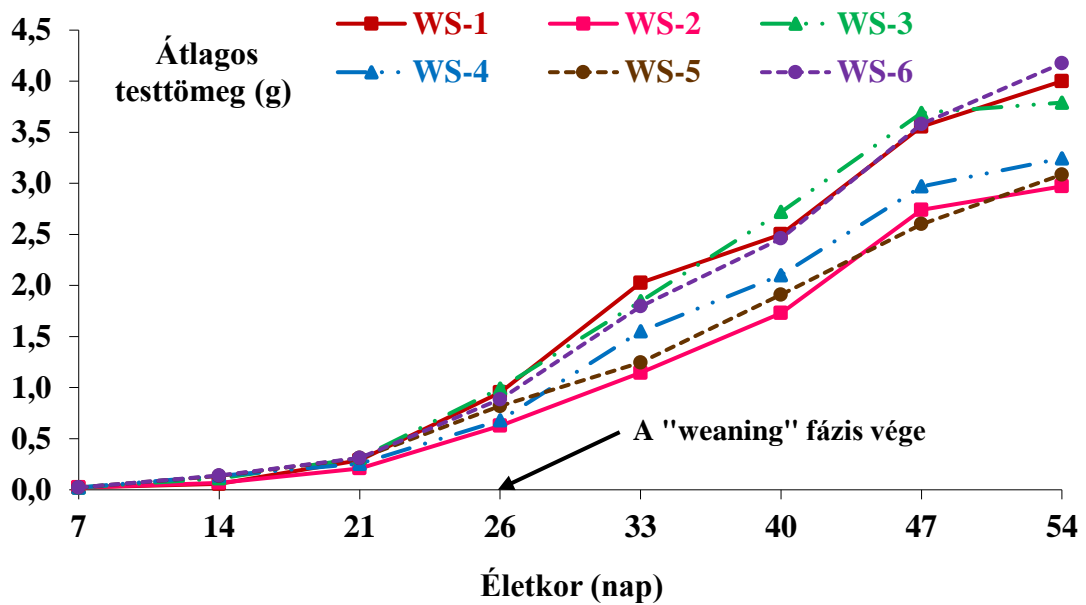


17. ábra: A kelési folyamat alakulása a különböző ikra ragadósság-mentesítési kezelések hatására

3.2.2. A kecsege száraz tápra történő szoktatása

3.2.2.1. A tápra szoktatás optimális ideje különböző szemcseméretű tápok alkalmazásával

A halak a kísérlet kezdetén mért testtömegüket a „weaning” szakasz során 30-40-szeresére, míg a „rearing” szakasz ideje alatt 3-5-szörösére gyarapították. A növekedés üteme szabályos, folytonos, azaz megszakításoktól mentes volt (**18. ábra**).



18. ábra: A kecsge ivadékok növekedési tendenciája a tápra szoktatási módszerek függvényében I.

A statisztikai elemzés igazolta, hogy a halak az élő táplálékról száraz tápra történő átszoktatása során az alkalmazott táp szemcsemérete jelentős hatással volt a kecsge lárvák termelési paramétereire az egész „weaning” szakasz ideje alatt (4. táblázat).

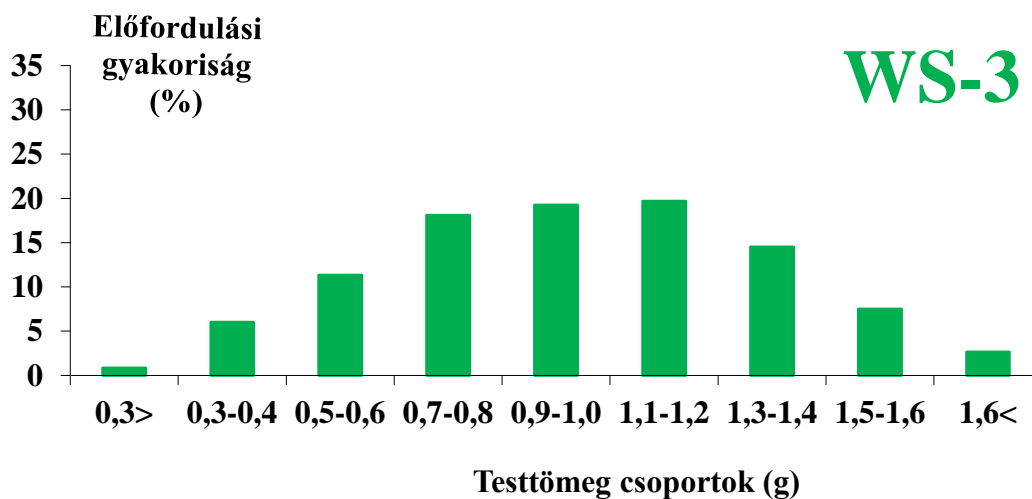
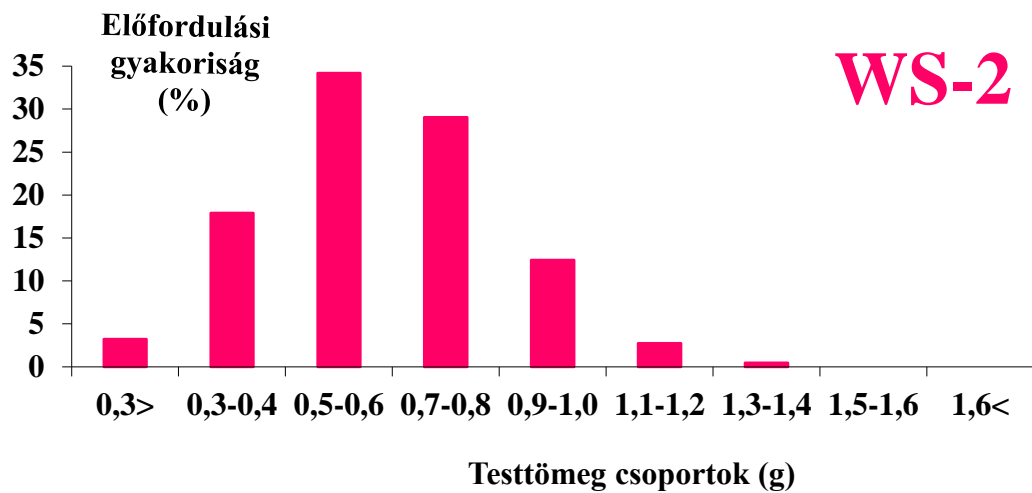
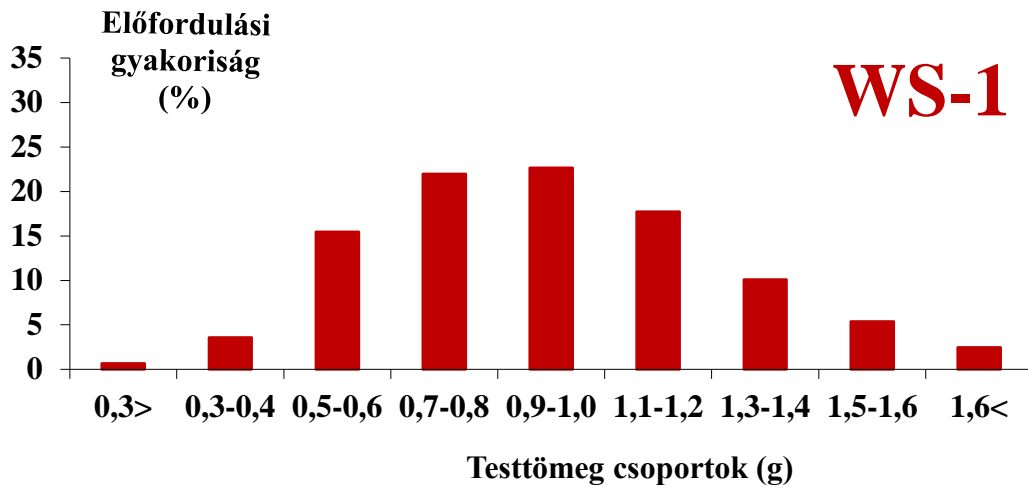
Azokban a csoportokban, melyeknél 7 napos korukban kezdtük el a száraz tápra történő átszoktatást, a túlélési arány szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az idősebb korokban átszoktatott csoportoknál. Ez a mutató egyértelmű összefüggést mutatott az alkalmazott táp szemcseméretével is, ami leginkább a hamarabb tápra szoktatott, így kisebb testtömeggel rendelkező ivadékokat tartalmazó kezelések összehasonlításában volt kimutatható. A kisebb szemcseméretű táp (0,2-0,4 mm) alkalmazása (WS-2) jelentősen jobb túlélési arányt eredményezett a nagyobb méretű tápra (0,4-0,8 mm) szoktatott csoport (WS-1) értékeinél. A túlélési adatokkal ellentétben az elért záró testtömeg és fajlagos növekedési sebesség értékek statisztikailag igazolhatóan magasabbak voltak a nagyobb szemcseméretű tápra átszoktatott csoportok esetében, mind a 7, mind pedig a 14 napos korban indított átszoktatásnál egyaránt. Ezeknél a nagyobb méretű táppal takarmányozott csoportoknál az elért nagyobb egyedi testtömeg nem csupán az elhullásból adódó biomassza-veszteséget kompenzálta, hanem hozzájárult a magasabb lehalászási hozam értékek eléréséhez is.

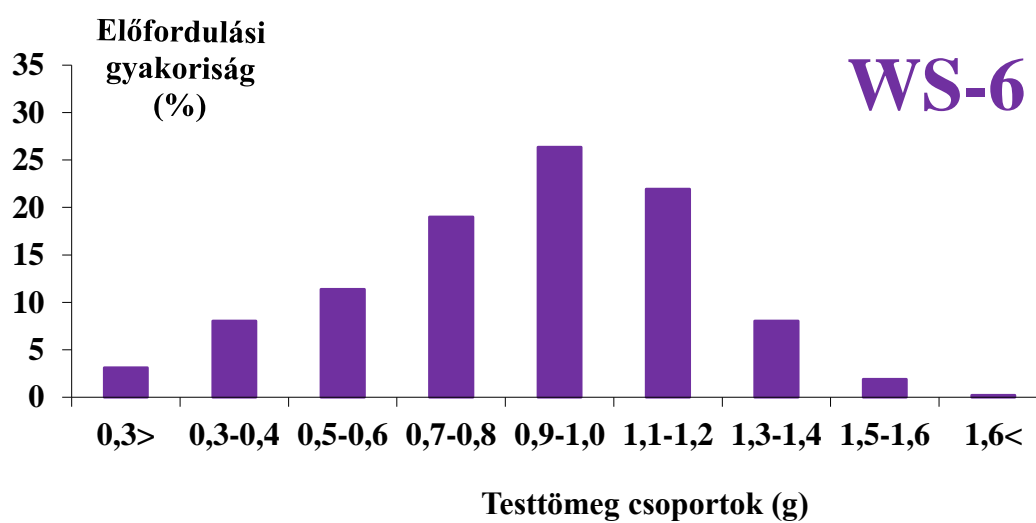
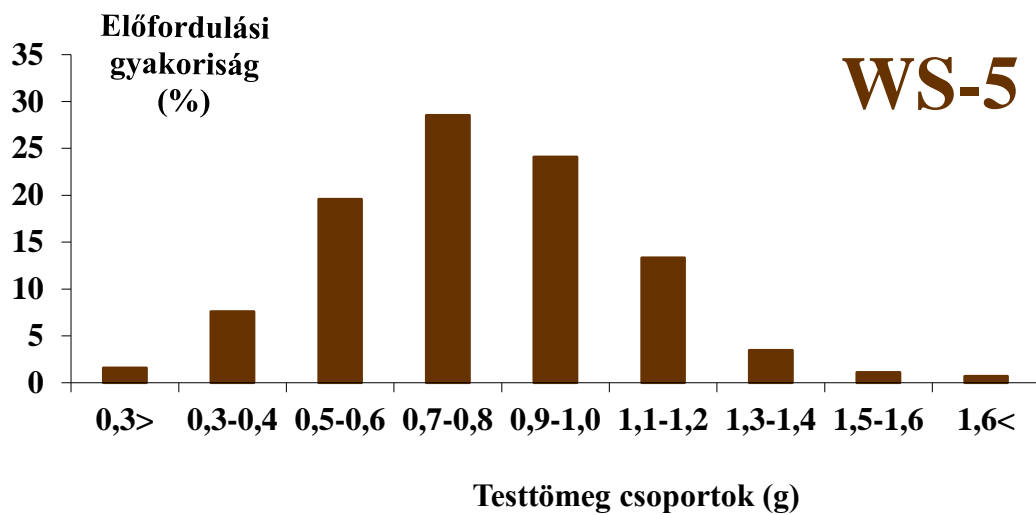
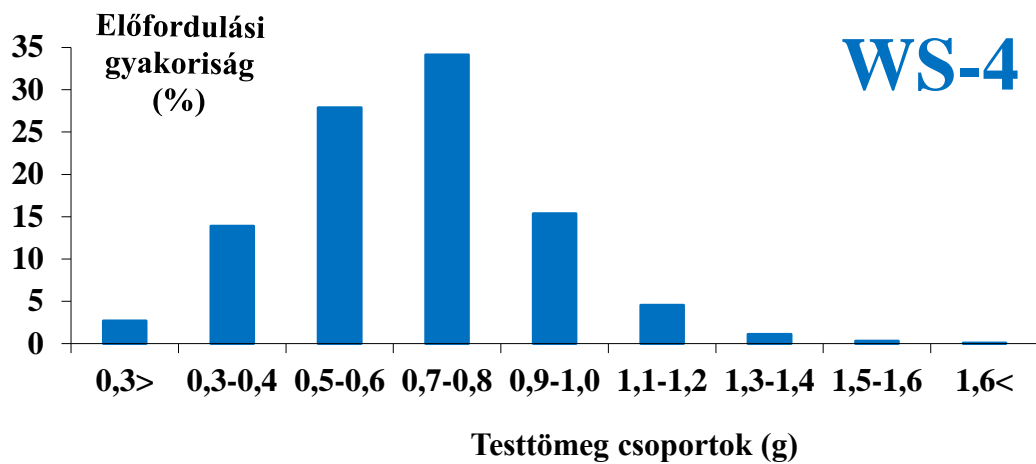
4. táblázat: A 26 napos kecsge ivadékok termelési adatai (RÓNYAI és FELEDI, 2013)

Kezelések	S (%)	w (g)	SGR (%/nap)	Y (g/L)	CV _t (%)
WS-1	36,0 ± 6,2 ^a	0,95 ± 0,01 ^c	18,7 ± 0,0 ^c	5,30 ± 0,88 ^a	35,9 ± 0,2 ^a
WS-2	50,0 ± 0,2 ^b	0,63 ± 0,02 ^a	16,6 ± 0,2 ^a	4,85 ± 0,15 ^a	34,9 ± 1,4 ^a
WS-3	76,1 ± 10,7 ^c	0,99 ± 0,02 ^c	18,9 ± 0,1 ^c	11,71 ± 1,91 ^c	36,1 ± 1,4 ^a
WS-4	81,3 ± 3,7 ^{cd}	0,68 ± 0,03 ^a	17,0 ± 0,2 ^a	8,56 ± 0,05 ^b	34,5 ± 2,1 ^a
WS-5	89,9 ± 1,3 ^d	0,82 ± 0,07 ^b	17,9 ± 0,4 ^b	11,41 ± 1,12 ^c	33,7 ± 1,8 ^a
WS-6	80,2 ± 0,7 ^{cd}	0,89 ± 0,06 ^b	18,3 ± 0,4 ^{bc}	10,99 ± 0,89 ^{bc}	35,3 ± 3,4 ^a

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$). A szórásértékek két ismétlésre vonatkoznak. Ahol S – a túlélési arány, w – az elért átlagos testtömeg, SGR – a napi növekedési sebesség, Y – a lehalászási hozam, CV_t – a variációs koefficiens.

A jelentősen eltérő termelési adatok ellenére az állomány szétnövésének mértékére – melyet a variációs koefficiens értékével jellemeztünk – nem volt jelentős hatással az alkalmazott tápra szoktatási eljárás, habár a kisebb méretű tápra szoktatott csoportok értékei jobban közelítették a normális eloszlás szerinti mintázatot (**19. ábra**).





19. ábra: A 26 napos ivadékok testtömeg eloszlásai az egyes tápra szoktatási kezelések hatására

Meglepő módon a kísérlet „rearing” szakaszában egyik termelési paraméter esetében sem sikerült statisztikailag igazolható eltéréseket kimutatni a korábbi szakasz során, eltérő módszerekkel tápra szoktatott csoportok között (**5. táblázat**).

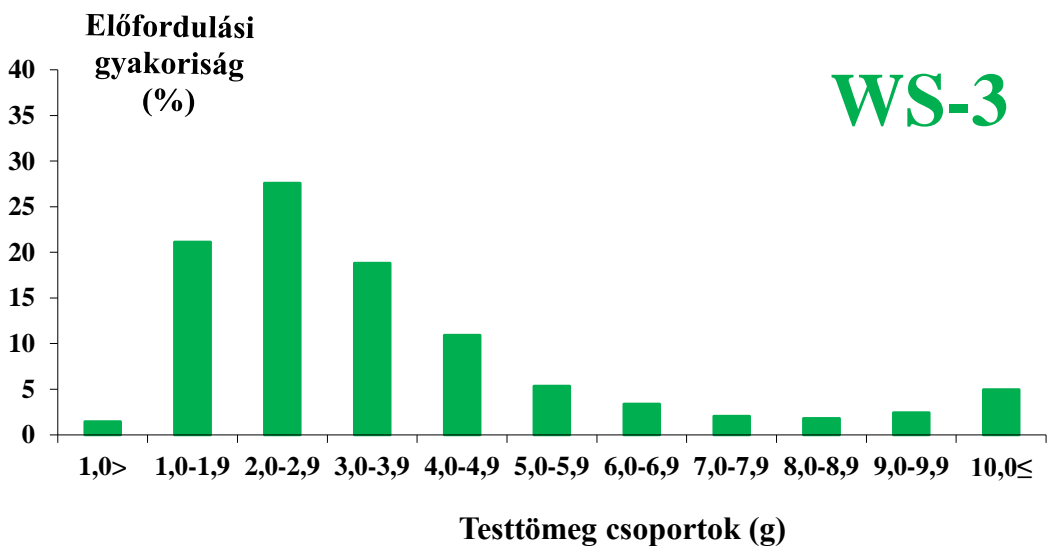
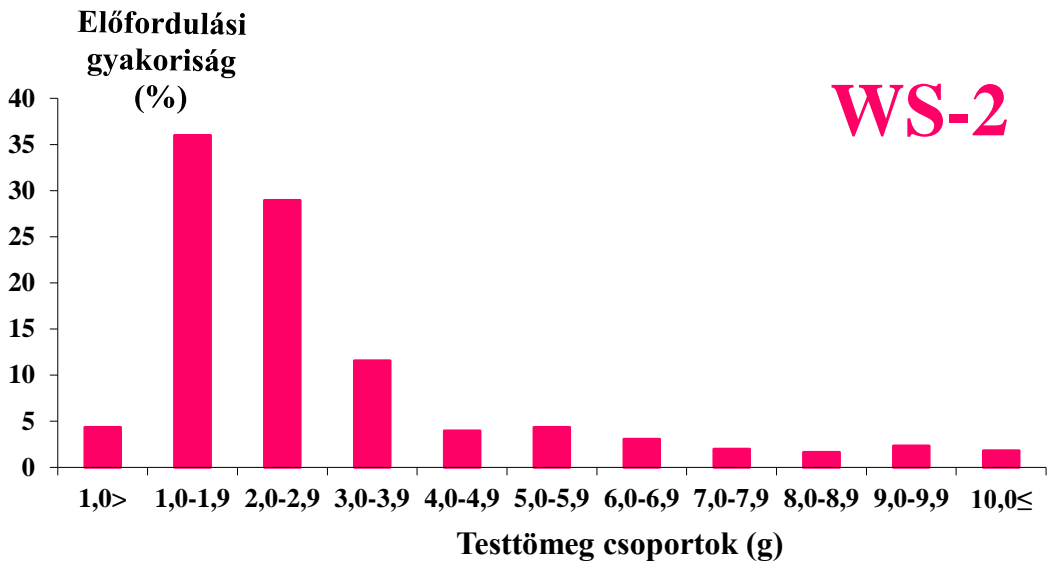
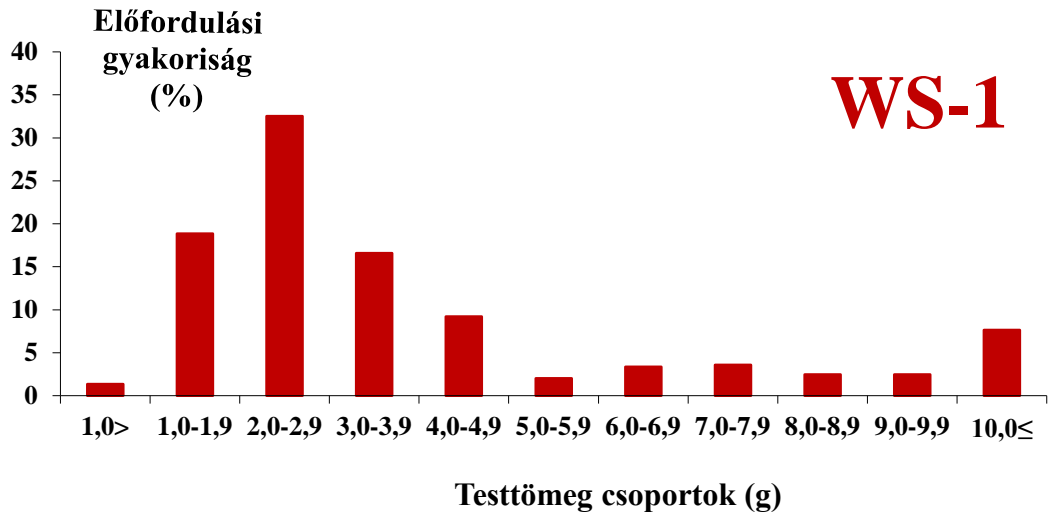
A kísérleti csoportok egyedi testtömeg értékei között megfigyelhető különbségek nagyon hasonlóak voltak a „weaning” szakaszban regisztráltakkal, azonban az ivadékok szétnövésének mértéke ($CV_w = 70-80\%$) kimagaslóan nagyobb volt az előző fázisban tapasztaltaknál ($CV_w = 35-36\%$; lásd. **5. táblázat**).

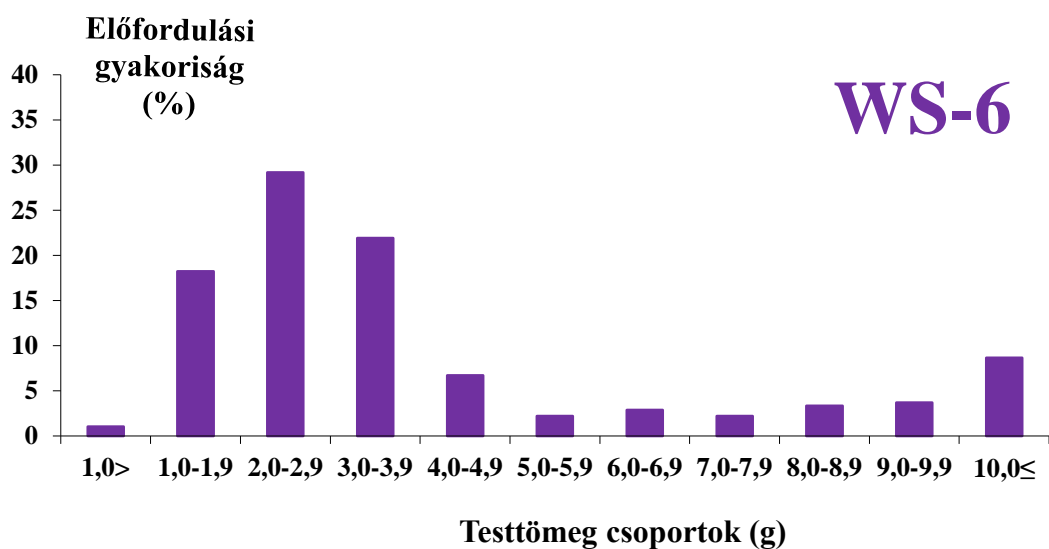
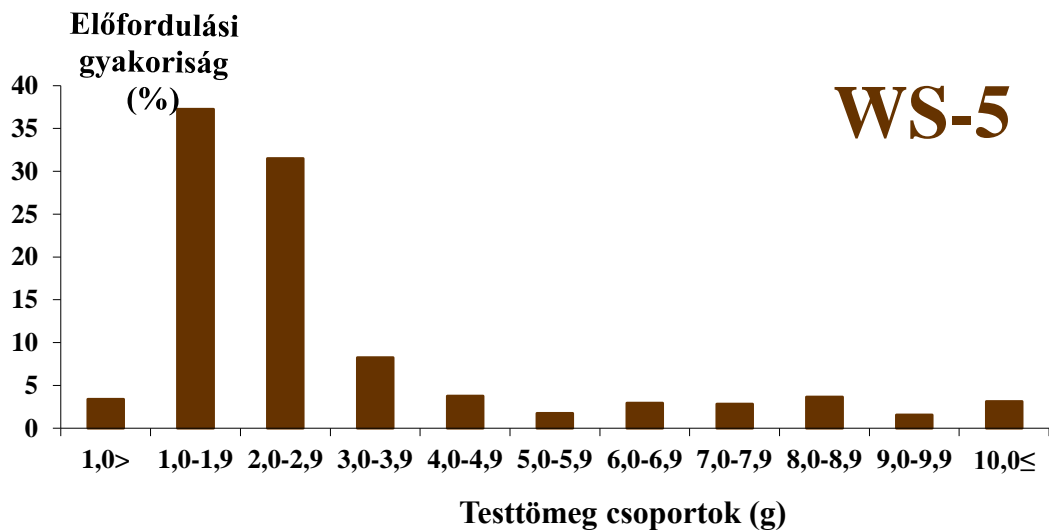
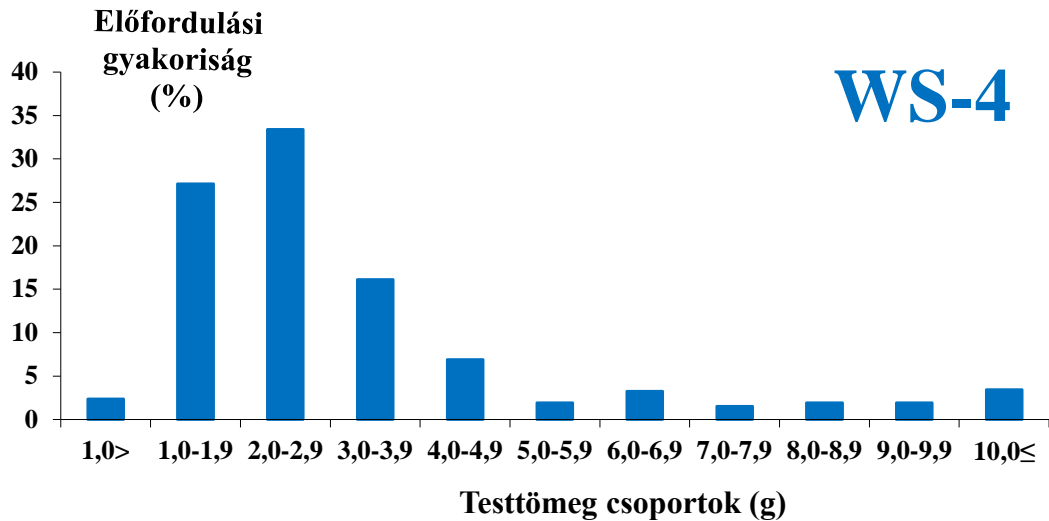
5. táblázat: A korábban eltérő módon száraz tápra szoktatott, 53 napos kecsge ivadékok termelési adatai

Kezelések	S (%)	w (g)	SGR (%/nap)	CV_w (%)
WS-1	85,4 ± 6,5	4,00 ± 0,07 ^c	5,3 ± 0,1	75,5 ± 5,8
WS-2	89,2 ± 0,6	2,97 ± 0,04 ^a	5,8 ± 0,1	76,0 ± 3,6
WS-3	87,6 ± 5,9	3,79 ± 0,55 ^{bc}	4,9 ± 0,6	69,8 ± 1,6
WS-4	91,8 ± 1,5	3,25 ± 0,32 ^{ab}	5,8 ± 0,2	71,4 ± 4,9
WS-5	96,6 ± 1,7	3,09 ± 0,23 ^a	4,9 ± 0,0	80,5 ± 1,9
WS-6	87,2 ± 1,7	4,18 ± 0,13 ^c	5,8 ± 0,1	74,8 ± 1,3

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$). A ± jel után feltüntetett szórásértékek a két ismétlésre vonatkoznak. Ahol S – a túlélési arány, w – az elért átlagos testtömeg, SGR – a napi növekedési sebesség, CV_w – a variációs koefficiens.

A halak testtömeg eloszlásának mintázata ebben a szakaszban szintén különbözött a „weaning” fázis végén megfigyeltekkel. Az összes csoport testtömeg adata a korábbihoz képest „balra tolódott” (**20. ábra**).





20. ábra: Az 53 napos ivadékok testtömeg eloszlásai az egyes tápra szoktatási kezelések hatására

A kísérlet ideje alatt sem bakteriális sem parazita eredetű fertőzést nem tapasztaltunk. Habár az elhullott egyedek nagyjából 30%-ánál úszó- és/vagy farok deformációkat figyeltünk meg.

Azon csoportok értékei (WS-1 és WS-2), melyeknek már a 7. napon megkezdtek a száraz tápra szoktatását jelentősen elmaradtak a később átszoktatott csoportok adataihoz képest függetlenül attól, hogy milyen szemcseméretű takarmányt kínáltunk fel számukra. Ennek magyarázata az, hogy a táplálkozását megkezdő lárva emésztőrendszere még inkább a magas víztartalmú, könnyebben emészthető táplálékokra specializálódott. Ezért a nagy energia tartalmú, száraz tápszemcséket nem, vagy igen kis hatékonysággal tudják csak emészteni. Ebben a korban tehát még szükséges az élő eleség biztosítása számukra.

A jelentősen magasabb növekedési sebesség – mind a 7, mind pedig a 14 napos korban átszoktatott, a nagyobb szemcseméretű táppal takarmányozott csoportok esetében – az egyedek közötti nagyobb méretkülönbségekkel magyarázható. Értelemszerűen a nagyobb halak könnyebben fel tudták venni és meg tudták emészteni a nagyobb szemcseméretű tápot, míg a kisebbek gyakorlatilag eközben éhen haltak. Sőt a kisebb méretű tápra szoktatott, így kisebb egyedi testtömeeggel rendelkező halakat tartalmazó csoportok esetében még a táplálkozásra fordítandó energiaigény is magasabb volt (ú.m. keresés, észlelés és felvétel), míg a nagyobb méretű halak esetében ennek csökkentése is jelentős előnyt biztosított számukra.

A túlélési arány és a növekedési erély viszonyát a lehalászási hozam értékei szemléletesen kifejezik. A statisztikailag is igazolhatóan magasabb hozam értékek alapján, melyet a 14 napos korban 0,4-0,8 mm méretű tápra szoktatott csoportnál (WS-3) tapasztaltunk, megállapítható, hogy az ennél a kezeléskor alkalmazott száraz tápra szoktatási körülmények biztosításával jelentősen növelhető a termelés hatékonysága. Ezzel egyidejűleg csökkenthetőek a költségek és az ivadékneveléssel járó egyéb kockázati tényezők is.

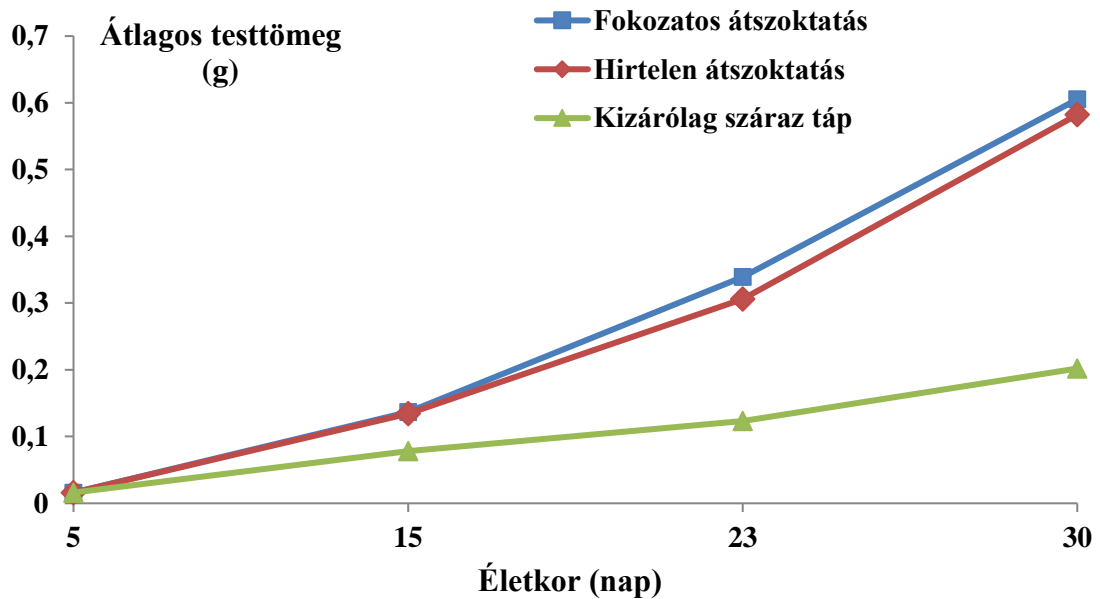
A „rearing” szakaszban nem sikerült szignifikáns különbségeket kimutatnunk a korábban különböző módszerek szerint tápra szoktatott kezelések adatsorai között. Eszerint a kisebb egyedek hasonló ütemben növekedtek, mint a korábban már nagyobb egyedi testtömeget elért fajtársaik. Hasonló megfigyelést közölt GISBERT és mtsai. (2000) szibériai tok esetében. A halak növekedése ugyanakkor ebben a szakaszban figyelemre méltó volt. Míg RIDEG (2002) 54 napos kecsge ivadékoknál megfigyelt átlagos testtömeg értéke $2,50 \pm 0,03$ g volt, addig esetünkben az egy nappal fiatalabb halak adatai ezt a leggyengébb (WS-2) csoport esetében is meghaladták (**5. táblázat**).

Eredményeink alapján megállapítható, hogy mivel az utódok egy tenyészhál pártól származnak, így mind a „weaning”, mind a „rearing” szakaszban az ivadékok szétnövésének eltérő mintázata azok különböző táplálkozási intenzitására vezethető vissza. A „weaning” szakaszban a halak számára biztosított takarmány mennyisége elegendőnek bizonyult az összes kísérleti egyed számára, így ebben az időszakban a többé-kevésbé szimmetrikus szétnövési mintázat kizárólag az egyedi genetikai adottságok növekedésre való befolyásoló hatásainak köszönhető. A „rearing” fázisban az ivadékokat magasabb napi adag alkalmazásával takarmányoztuk (15 vs. 10%), mint amennyit GISBERT és WILLIOT (2002) javasolt. Egyrészt a feleslegben felkínált tápmennyiség, így az optimális adagnál több táplálékfelvétel, másrészt az egyedek között meglévő adottságbéli különbségek (pl. az tápcsatorna eltérő enzimgarnitúrája) lehetőséget biztosítottak néhány egyed számára a saját növekedési erélyének maximális mértékű kihasználására. Ennek köszönhetően ebben a szakaszban aszimmetrikus szétnövési mintázatot tapasztalhattunk.

3.2.2.2. Tápra szoktatási módszerek összehasonlítása

A kísérlet ideje alatt sem bakteriális sem parazita eredetű fertőzést nem tapasztaltunk. A vízminőségi mutatók (pH; NH₄-N; NO₂-N) is minden mért alkalommal nem érték el a halak számára toxikus szubletális értékeket.

A kombinált módszerrel táplált halak a kísérlet kezdetén mért testtömegüket a kísérlet során 30-40-szeresére, míg a kizárólag szár az táppal takarmányozott fajtársaik csupán 12-szeresére gyarapították. A növekedés üteme minden kezelés során szabályos, folytonos, azaz megszakításoktól mentes volt (**21. ábra**).



21. ábra: A kecsge ivadékok növekedési tendenciája a tápra szoktatási módszerek függvényében II.

Kísérleti eredményeinket az **6. táblázatban** foglaltuk össze. A túlélési arányra és a kondíciófaktorra az alkalmazott tápra szoktatási módszereknek nem volt szignifikáns hatása. Azonban a többi paraméter tekintetében a kizárólag száraz táppal takarmányozott csoport értékei jelentősen elmaradnak a másik kettő, élő táplálékkal is táplált csoport értékeitől.

6. táblázat: A három különböző tápra szoktatási módszer hatása a szibériai kecsge termelési mutatóira

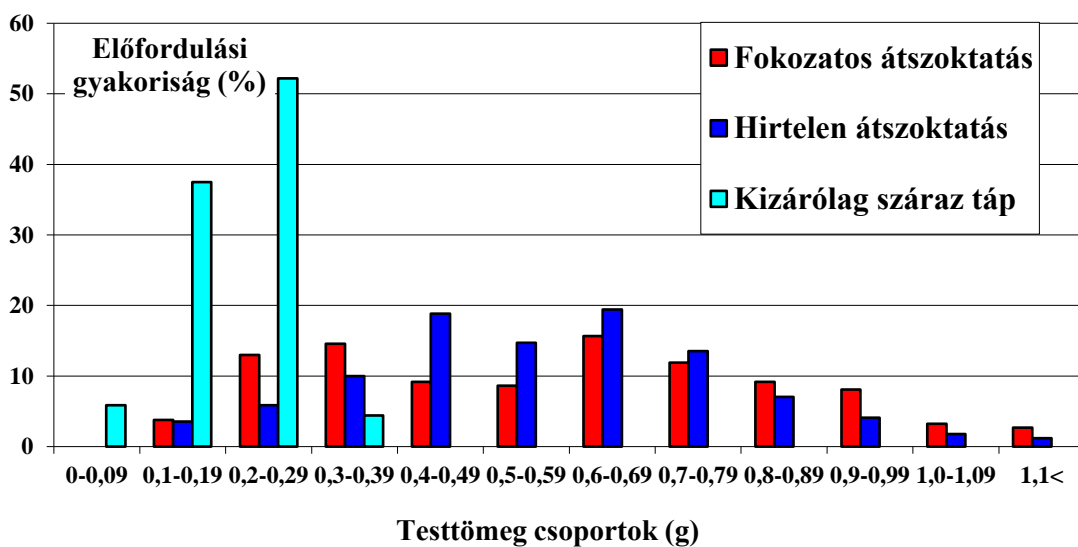
	S (%)	w_t (g)	l_t (mm)	CF (%)	SGR (%/nap)	Y (g/L)
Fokozatos átszoktatás	$66,7 \pm 17,9^a$	$0,61 \pm 0,12^a$	$50,6 \pm 4,7^a$	$0,47 \pm 0,03^a$	$14,5 \pm 0,7^a$	$0,90 \pm 0,08^a$
Hirtelen átszoktatás	$59,6 \pm 11,1^a$	$0,58 \pm 0,07^a$	$49,1 \pm 2,0^a$	$0,48 \pm 0,02^a$	$14,3 \pm 0,5^a$	$0,82 \pm 0,13^a$
Kizárólag száraz táp	$48,1 \pm 5,8^a$	$0,20 \pm 0,01^b$	$35,3 \pm 2,0^b$	$0,49 \pm 0,01^a$	$10,1 \pm 0,1^b$	$0,23 \pm 0,03^b$

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$). Ahol S – a túlélési arány, w_t – az elért átlagos testtömeg, l_t – az elért átlagos testhossz, CF – a kondíciófaktor, SGR – a napi növekedési sebesség, Y – a lehalászási hozam.

A hirtelen és a fokozatosan tápra szoktatott állomány értékei között - ahogyan a korábbi vizsgálatunk során is tapasztaltuk - nem volt statisztikailag igazolható különbség egyik vizsgált paraméter tekintetében sem (FELEDI és RÓNYAI, 2013).

A kísérleti eredményeink összhangban állnak a 3.2.2.1. pontban ismertetett megállapításokkal, miszerint úgy, ahogyan a kecsge dunai alfaja esetében sem, úgy a szibériai alfaj esetében sem befolyásolja jelentősen az élő táplálékról száraztakarmányra történő átszoktatás módja a termelési adatokat.

Az elért testtömeg értékek tekintetében a kizárólag száraz táppal takarmányozott csoport adatai jelentősen elmaradtak a másik két kezelés adataitól (22. ábra).



22. ábra: Az ivadékok testtömeg eloszlásai a tápra szoktatási módszerek tükrében

Habár a kecsge lárva képes a száraz táp felvételére és emésztésére (WEGNER és mtsai., 2008), az eredményeink összhangban állnak NAPORA-RUTKOWSKI és mtsai. (2009) megállapításával, miszerint a túlélési arány jelentősen növelhető az előnevelés kezdeti szakaszában, amennyiben a lárvákat első „exogén” táplálkozásuk megkezdése után néhány napon át élő táplálékkal takarmányozzuk. Más tokfajokkal végzett kísérleti eredmények szintén azt a megállapítást támasztják alá, hogy az élő táplálék száraz takarmánnyal való kombinált felkínálása a lárvák számára kedvező eredményeket mutat, alacsony mortalitási ráta mellett. FASHTOMI és MOHSENI (2006) perzsa tokkal (*A. persicus*), MICHAELS és mtsai. (2006) szibériai tokkal (*A. baeri*) és BARDI és mtsai. (1998) atlanti tokkal (*A. oxyrinchus desotoi*) végzett vizsgálatait is ezt a megfigyelést igazolták. Feltételezhetően a kecsge esetében az élő táplálék stimulálja az endokrin

szekréciót a hasnyálmirigyben (KOVEN és mtsai., 2001). NOORI és mtsai. (2012) szerint is az élő táplálék stimulálhatja a hasnyálmirigy szekréciót, növeli a felvett táplálék mennyiségét és a későbbiekben fokozhatja a száraz táp emésztésének hatásfokát perzsa tok (*A. persicus*) esetében.

3.2.3. A kelési idő hatása a kecsgejárva termelési mutatóira

A kelést követően a lárvák méretei rendre a következők voltak: E: 12,34±2,25 mg; 10,69±1,01 mm; M: 13,02±1,23 mg; 12,47±1,46 mm; L: 13,90±0,94 mg; 13,35±1,11 mm. Az E csoport testméretei egyértelműen elmaradtak a későbbi kelt fajtársaik adataitól. A termékenyítést követő 25. napon az L csoport túlélési arány adatai statisztikailag igazolhatóan magasabbak voltak az E kezelés értékeinél, azonban ez a különbség nem volt kimutatható a záró testtömeg adatai között (**7. táblázat**). Ez azonban szignifikánsan magasabb lehalászási hozam értékeket eredményezett az M és L csoportok esetében az E kezeléshez képest. A záró egyedi testtömeg, a kondíciófaktor és a fajlagos növekedési sebesség tekintetében nem voltak statisztikailag igazolható különbségek a csoportok adatai között. Ennek ellenére azonban az ivadékok szétnövésének mértéke, melyet a centrális variancia értékének a kísérlet idején bekövetkezett változásával jellemeztünk, mégis szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyult az E csoportban, mint a későbbi kelt csoportoknál.

7. táblázat: A különböző kelési időpontok hatása a kecsge ivadékok termelési mutatóira

	S	w _t	CV _t /CV ₀	CF	SGR	Y
	(%)	(g)	(%/%)	(%)	(%/nap)	(g/L)
Korai kelés (E)	30,5 ± 8,1 ^a	0,31 ± 0,04 ^a	2,7 ± 0,4 ^a	0,50 ± 0,04 ^a	16,0 ± 0,7 ^a	0,16 ± 0,03 ^a
Közepes kelés (M)	39,0 ± 6,8 ^{ab}	0,35 ± 0,03 ^a	4,8 ± 0,4 ^b	0,48 ± 0,03 ^a	16,5 ± 0,4 ^a	0,24 ± 0,03 ^b
Kései kelés (L)	49,5 ± 0,8 ^b	0,34 ± 0,04 ^a	6,0 ± 1,1 ^b	0,46 ± 0,02 ^a	16,0 ± 0,6 ^a	0,30 ± 0,04 ^b

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek (P < 0,05). Ahol S – a túlélési arány, w_t – az elért átlagos testtömeg, CV_t/CV₀ – a kezdeti és a záró variációs koefficiens aránya, CF – a kondíciófaktor, SGR – a napi növekedési sebesség, Y – a lehalászási hozam.

Ellentétben a szibériai tok (*A. baeri*) esetében megfigyeltekkel (GISBERT és mtsai., 2000) jelen kísérletünkben a frissen kelt lárvák egyedi testtömeg értékei nem befolyásolták azok életének kezdeti szakaszát. Hasonlóan ellentétes következtetésre jutott NATHANAILIDES és mtsai. (2002), akik szerint a kelési idő nincs jelentős befolyással a növekedési sebességre és a kondíciófaktorra vágótok (*A. gueldenstaedtii*) lárva esetében. Ezek a különbségek eredhetnek az eltérő faji sajátosságok és kísérleti körülmények hatásaiból.

Habár a különböző valódi tokfélékhez (*Acipenseridae*) tartozó fajok esetében az ikraszemből történő kikelés az embrió hasonló fejlettségi állapotánál következik be, azonban az ikrában eltöltött idő hossza egyenesen arányos a frissen kelt lárva fejlettségének mértékével (DETTLAFF és mtsai., 1993). A kelési idő hossza a különböző ikratételek esetében jelentősen különbözhet egymástól. A kelés időtartama - azaz az úgynevezett „tömeges kelés” lezajlásnak ideje, amíg az összes életképes embrió kikel az ikraszemből - vágótok (*A. gueldenstaedtii*) és sőregtok (*A. stellatus*) esetében 15-28%-a, míg viza esetében 15-28%-a a teljes embrionális fejlődés időtartamának, amely a termékenyítés időpontjától a kikelés pillanatáig értendő (IGUMNOVA és DUBININ, 1987). Hasonló megfigyeléseket közölt szibériai tok (*A. baeri*) esetében PARK és mtsai. (2013), adriai tok (*A. naccari*) esetében CABRERA és mtsai. (2016) és kecsegénél (*A. ruthenus*) RÓNYAI (2009).

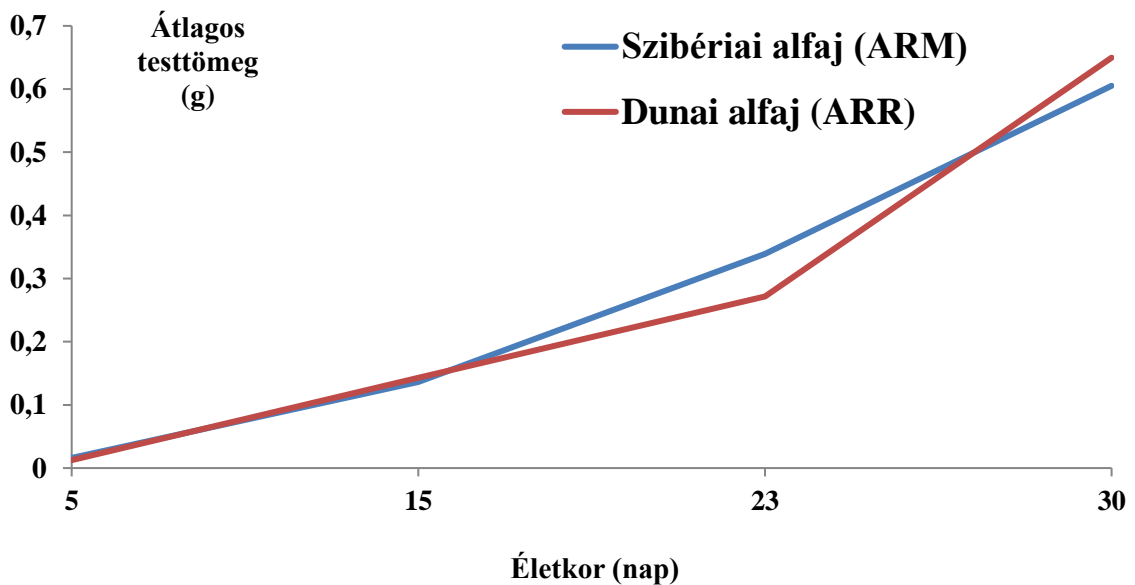
A természetes vízi állományok esetében ez az időben elhúzódó kelési folyamat, amely a tokfélék sajátossága, rendkívül előnyös a fajfenntartás szempontjából. A vízáramlatok hatásait kihasználva segít a frissen kelt lárváknak abban, hogy az adott élőhelyen, minél nagyobb területen szétterjedhessenek. Az, hogy a kecsege lárvák mekkora távolságra képesek elsodródni az ivóhelytől, nagymértékben függ a víz folyási sebességétől és hőmérsékletétől. Ez a távolság akár a néhány száz kilométert is elérheti a halak kikelésének helyétől, folyásirányban lefelé. A haltenyésztés számára azonban ez az elhúzódó kelési intervallum nehézségeket okozhat, ezért fontos tudni, hogy miként befolyásolhatja a lárvák túlélési arányát és egyéb termelési adatait. Az időben elnyújtott kelés vélhetően kedvezőtlenül befolyásolja azokat az adott állományban egyébként sem kívánatos jelenségeket, mint amilyen a kannibalizmus, az állomány szétnövése, az egyedek között a táplálékért folytatott kompetíció stb.

3.2.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása

3.2.4.1. Száraz tápra szoktatás

A kísérlet ideje alatt sem bakteriális sem parazita eredetű fertőzést nem észleltünk, habár mindkét kísérleti csoport esetében az általunk előzőleg tapasztaltaknál alacsonyabb túlélési arányt regisztráltunk.

A dunai alfaj (ARR) egyedei a kísérlet kezdetén mért testtömegüket a kísérlet során több mint 50-szeresére, míg a szibériai alfaj (ARM) ivadékok csupán 38-szorosára gyarapították. A növekedés üteme mindkét alfaj esetében folyamatos volt. A halak 15 napos koráig a két kísérleti csoport növekedési ütemét tekintve hasonlóan alakult, azonban 23 napos korukat követően már a szibériai alfaj egyedi jelentősen nagyobb egyedi testtömeggel rendelkeztek. Meglepő módon a kísérlet végéhez közeledve a dunai alfaj testtömeg adatai elérték, sőt végül némileg meghaladták a szibériai alfaj értékeit (**23. ábra**).



23. ábra: A két kecsge alfaj növekedési tendenciája

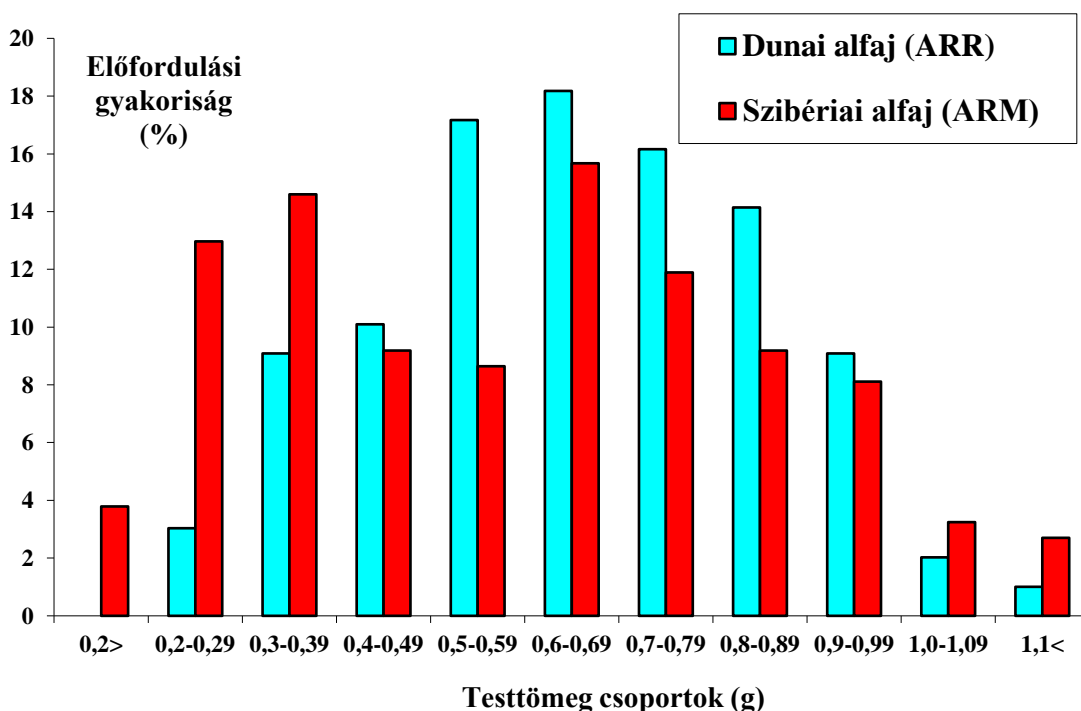
A kecsge ivadékok 30 napos korában a szibériai alfaj (ARM) túlélési aránya statisztikailag igazolhatóan magasabb volt a dunai alfajénál (ARR), azonban záró egyedi testtömeg tekintetében nem volt adataik között szignifikáns eltérés (**8. táblázat**). Ennek köszönhetően a lehalászási hozam értékek szintén statisztikailag igazolhatóan magasabbnak bizonyultak a szibériai alfaj esetében.

8. táblázat: A kecsge alfajok termelési paraméterei

Kecsege alfaj	S (%)	w _t (g)	l _t (mm)	CF (%)	SGR (%/nap)	Y (g/L)
Dunai (ARR)	35,4 ± 11,2 ^a	0,65 ± 0,02 ^a	54,1 ± 4,0 ^a	0,47 ± 0,03 ^a	15,8 ± 0,1 ^a	0,54 ± 0,18 ^a
Szibériai (ARM)	66,7 ± 14,9 ^b	0,61 ± 0,12 ^a	50,6 ± 4,7 ^a	0,47 ± 0,03 ^a	14,5 ± 0,7 ^b	0,90 ± 0,08 ^b

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P < 0,05$). Ahol S – a túlélési arány, w_t – az elért átlagos testtömeg, l_t – az elért átlagos testhossz, CF – a kondíciófaktor, SGR – a napi növekedési sebesség, Y – a lehalászási hozam.

A dunai alfaj (ARR) végső testtömeg értékei jobban közelítették a normális eloszlás szerinti mintázatot, mint a szibériai alfaj (ARM) adatai. Az ábrázolt testtömeg értékek jól láthatóan igazolták azt a megfigyelést, hogy a szibériai alfaj esetében jelentősen nagyobbak bizonyult az állomány szétnövésének mértéke is (24. ábra).



24. ábra: A két kecsge alfaj egyedeinek testtömeg eloszlásai

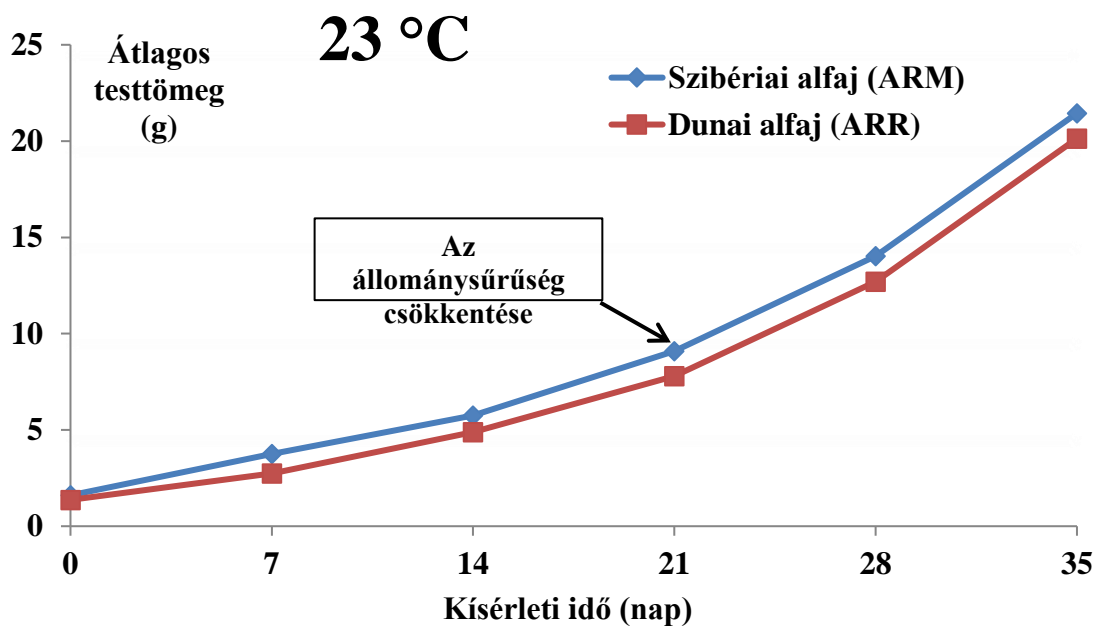
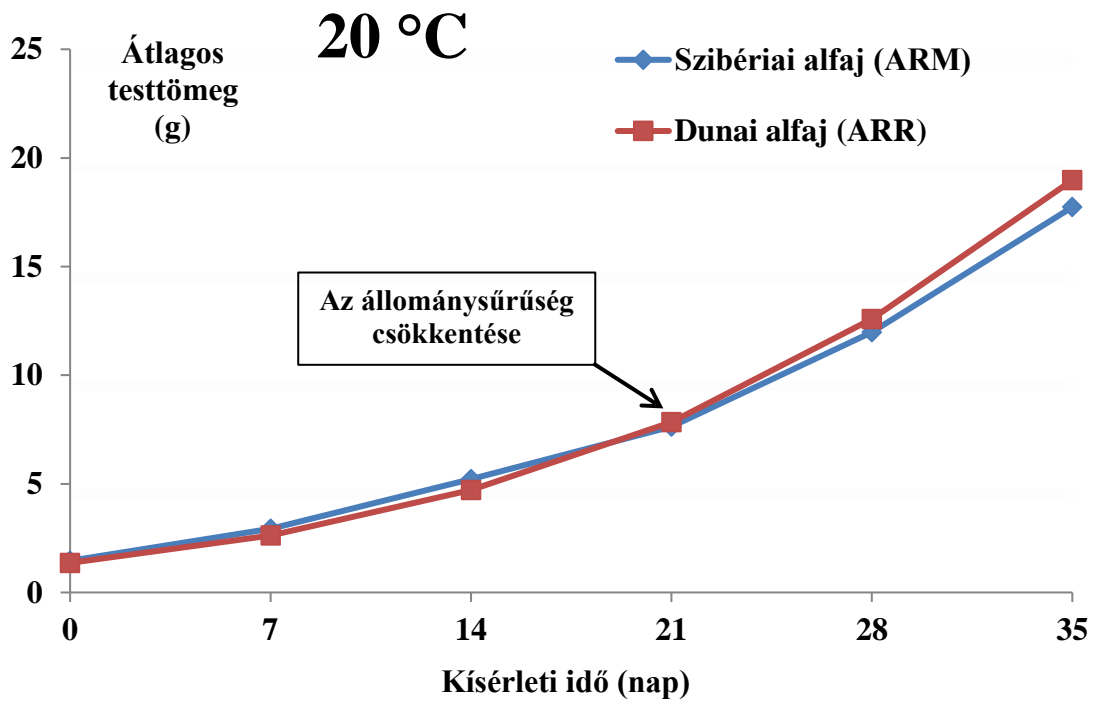
ZADELENOV (2010) szerint a kecsge szibériai alfájának növekedési üteme nagyban függ a tartási víz hőmérsékletétől. Nagyjából 34%-al kedvezőbb fajlagos növekedési

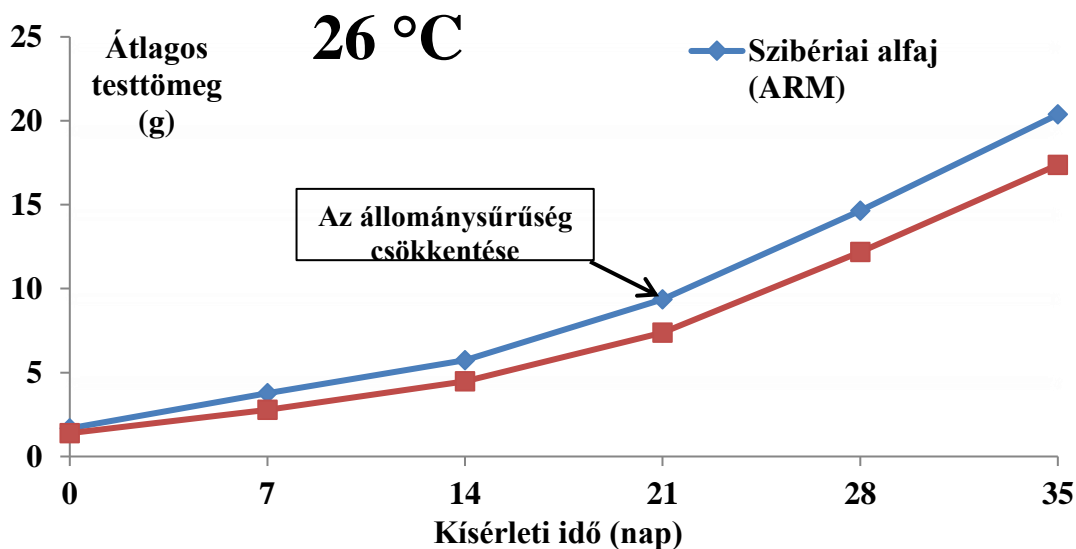
érték érhető el 21 °C -on, mint 18 °C -on. Ezen felül VDOVCHENKO és ROZHDESTVENSKIY (2009) megfigyelései pedig azt igazolták, hogy a dunai alfaj számára optimális víz hőmérséklet 25 °C, míg a szibériai alfaj számára csupán 21°C. Mindezek alapján úgy tűnik, hogy míg a kísérletünk idején alkalmazott 20,5-21,4 °C közel optimális érték volt a szibériai alfaj számára, addig elmaradt a dunai alfaj számára ideális hőmérséklettől. Utóbbi esetében ez akadályozhatta a maximális növekedési sebesség érvényesülését (FELEDI és mtsai., 2012).

3.2.4.2. Termelési paraméterek hőmérséklet-függése

A kísérleti periódus 20. napjától mindkét alfaj esetében néhány egyedén ú. n. „felfúvódásos tüneteket” észleltünk, amely - korábbi megfigyeléseink alapján - jellemzően akkor fordulhat elő néhány, erre érzékeny tokfaj esetében (pl. a vágótok vagy a kecsge), amikor az előnevelő kádak egyedsűrűsége meghaladja a számukra optimális értéket. Feltételezésünk szerint ennek oka lehet az ivadékok között a rendelkezésükre álló egyedi élettér beszűkülése, amely miatt fokozódik a takarmányért folytatott versengés. Ennek következtében a halak folyamatos táplálkozási magatartást (kereső úszás főként a víz felszínén, a szájnylás állandó nyitogatása) mutatnak, így a tápcsatornában levegő halmozódik fel, amely a későbbiekben gátolja a halat a víztestben való lemerülésben. Ez a jelenség néhány nap után az egyed lesoványodását, majd idővel elpusztulását eredményezheti, mivel az nem képes a süllyedő tápszemcséket követni a ketrec aljzatára. Emellett a legyengült egyedeken másodlagos tünetként fertőzések (baktérium, gomba) is jelentkezhetnek. Erre a kísérlet szempontjából kedvezőtlen jelenségre késedelem nélkül reagálva a vizsgálat 21. napján az 50 egyed/ketrectelepítési sűrűséget 30 egyed/ketcre csökkentettük. A ritkítás alkalmával a néhány egyed, melyen a felfúvódás kezdeti tünetei jelentkeztek, eltávolítottuk a kísérleti állományból. A vizsgálat teljes ideje alatt sem bakteriális, sem gombás, sem parazita eredetű fertőzést nem észleltünk, elhullást nem regisztráltunk.

A halak a kísérlet során a kezdeti testtömegüket 5 - 8 - szorosára gyarapították. A növekedés üteme mindkét alfaj esetében szabályos, folytonos, azaz megszakításoktól mentes volt (**25. ábra**).





25. ábra: A két kecsge alfaj ivadékainak növekedési tendenciája a nevelési hőmérséklet függvényében

Az alkalmazott statisztikai eljárás (kéttényezős varianciaanalízis) eredményeként a tényezők (ú.m. tartási hőmérséklet és alfaji hatás) külön-külön kerültek összehasonlításra, így a **9. táblázat**ban csupán leíró jellegű tájékoztatásul összesítettem a két alfaj adott hőmérsékleten elért termelési adatait. A három különböző hőfokon elért végső testtömeg adatok szerint a két alfaj között csupán 26 °C-on volt látható különbség a szibériai alfaj javára. Ennek köszönhetően a lehalászási hozam értékek szintén magasabbnak bizonyultak ezen a hőfokon az ARM csoportnál. A fajlagos növekedési sebesség (SGR) értékeiben az alfajok között egyik hőfokon sem sikerült jelentős eltéréseket igazolnunk. A két kecsge alfaj takarmányhasznosítási mutatói között 26 °C –on nem, viszont 20 és 23 °C –on különbségeket figyeltünk meg. Utóbbi két tartási hőmérséklet esetében a dunai alfaj (ARR) adatai jelentősen kedvezőbbnek bizonyultak a szibériai alfaj (ARM) értékeinél (**9. táblázat**).

9. táblázat: A két kecsge alfaj ivadékainak termelési adatai a nevelési hőmérséklet függvényében

Hőfok (°C)	Alfaj	w _t (g)	SGR (%/nap)	FCR (%/%)	Y (g/L)
20	Szibériai (ARM)	17,73 ± 1,22	7,1 ± 0,2	1,04 ± 0,06	10,64 ± 0,73
	Dunai (ARR)	18,98 ± 1,06	7,5 ± 0,2	0,93 ± 0,03	11,39 ± 0,64
23	Szibériai (ARM)	21,45 ± 0,84	7,4 ± 0,2	0,99 ± 0,02	12,87 ± 0,50
	Dunai (ARR)	20,14 ± 0,75	7,7 ± 0,3	0,89 ± 0,05	12,08 ± 0,45
26	Szibériai (ARM)	20,37 ± 1,77	7,1 ± 0,1	1,08 ± 0,02	12,22 ± 1,06
	Dunai (ARR)	17,38 ± 2,22	7,2 ± 0,3	1,01 ± 0,08	10,43 ± 1,33

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$). A \pm jel után feltüntetett szórásértékek a három ismétlésre vonatkoznak. Ahol w_t – az elért átlagos testtömeg, SGR – a napi növekedési sebesség, FCR – a takarmányértékesítési együttható, Y – a lehalászási hozam.

A termelési adatokon végrehajtott kéttényezős varianciaanalízis eredményei szerint a hőmérséklet tekintetében minden vizsgált paraméter értékeiben (**10. táblázat**), míg az alfaji hatás vizsgálata során csupán az SGR és FCR adatokban (**11. táblázat**) sikerült szignifikáns különbséget kimutatnunk.

Az összesített adatokból jól látszik, hogy mindkét alfaj esetében az összes vizsgált termelési paraméter kedvezőbb volt 23°C -on, mint 26°C -on (**10. táblázat**).

A három különböző hőfokon elért végső testtömeg és lehalászási hozam adatok szerint 20 és a 23 °C-on, míg az SGR és az FCR értékek között 23 és 26 °C-on volt statisztikailag is igazolható különbség (**10. táblázat**).

Megjegyzendő, hogy a két alfaj eredeti élőhelyének hőmérsékleti viszonyai között jelentős különbségek vannak. Míg az ARR esetében a Duna magyarországi szakaszának átlagos éves középhőmérséklete kb. 10,4 °C (LOVÁSZ, 2012), addig az ARM eredeti elterjedési területéhez tartozó két nagy folyó, az Ob és az Irtish évi középhőmérséklete csupán rendre kb. 6,3 és 8,4 °C (<https://travel.org.ua>; <https://seatemperature.ru>). Az eredményeink azonban nem tükrözték ezt a különbséget a két alfaj hőmérsékleti igényeit tekintve. Mindkettő számára a 23 °C tűnt legkedvezőbbnek a három választott tartási hőfok közül (**10 és 11. táblázat**).

10. táblázat: A kecsge ivadékok termelési adatai a három különböző nevelési hőmérséklet függvényében

Hőfok (°C)	w _t (g)	SGR (%/nap)	FCR (%/%)	Y (g/L)
20	18,36 ± 1,23 ^a	7,3 ± 0,3 ^{ab}	0,99 ± 0,07 ^{ab}	11,01 ± 0,74 ^a
23	20,79 ± 1,01 ^b	7,6 ± 0,3 ^b	0,94 ± 0,06 ^a	12,47 ± 0,61 ^b
26	18,87 ± 2,43 ^{ab}	7,2 ± 0,2 ^a	1,05 ± 0,07 ^b	11,32 ± 1,46 ^{ab}

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$; $n = 180$). A \pm jel után feltüntetett szórásértékek a három ismétlésre vonatkoznak. Ahol w_t – az elért átlagos testtömeg, SGR – a napi növekedési sebesség, FCR – a takarmányértékesítési együttható, Y – a lehalászási hozam.

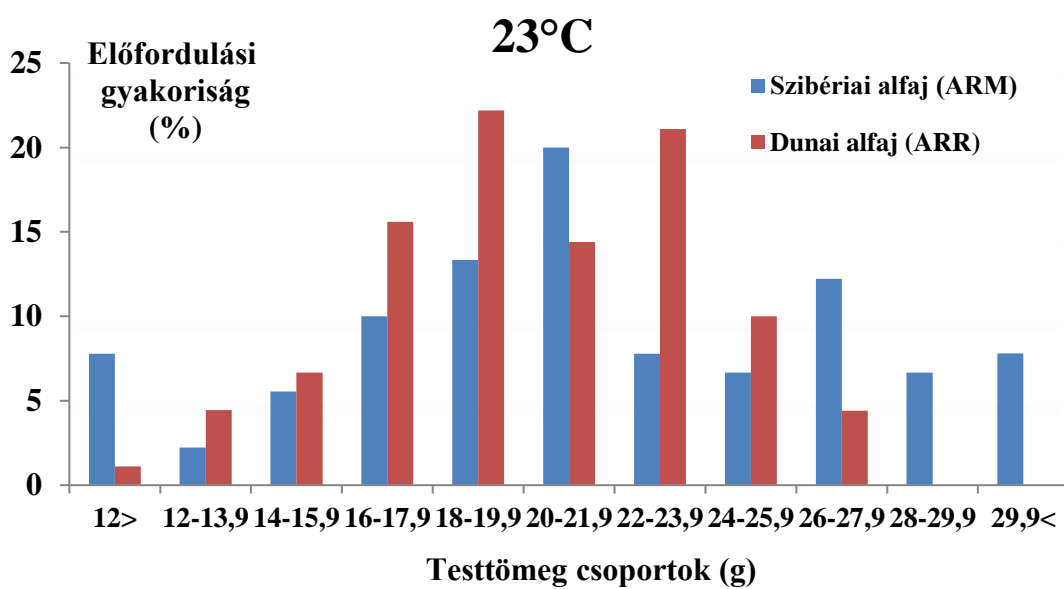
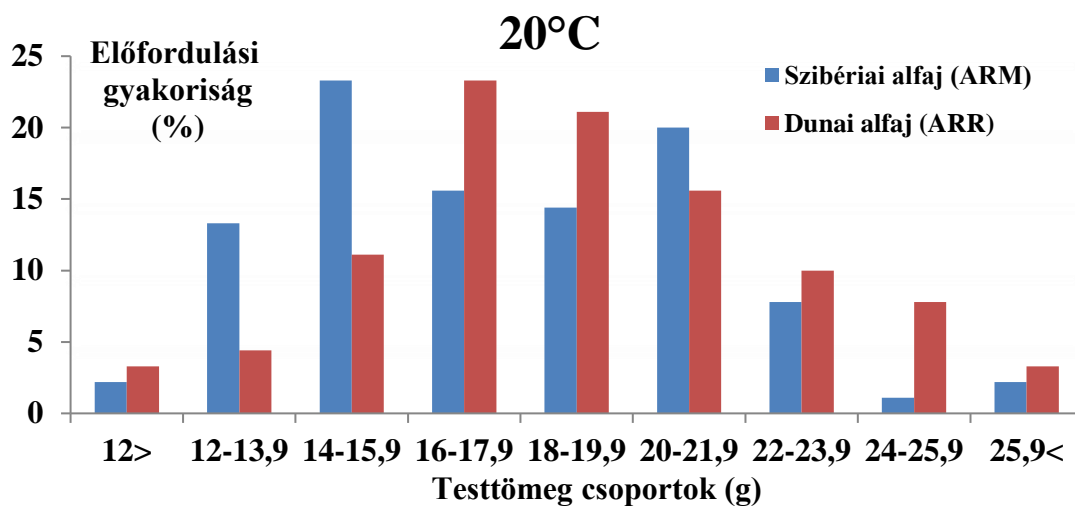
A két kecsge alfaj növekedési sebessége és takarmányhasznosítási mutatói között statisztikailag is igazolható különbségeket mutattunk ki. Mindkét paraméter esetében a dunai alfaj (ARR) adatai jelentősen kedvezőbbnek bizonyultak a szibériai alfaj (ARM) értékeinél (**11. táblázat**).

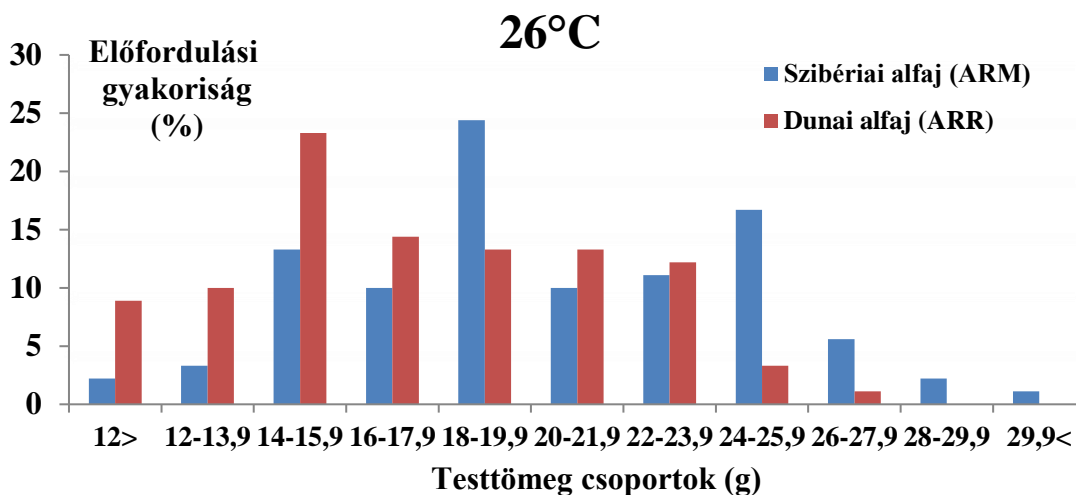
11. táblázat: A kecsge ivadékok termelési adatai az alfaji hatás függvényében

Alfaj	w _t (g)	SGR (%/nap)	FCR (%/%)	Y (g/L)
Szibériai (ARM)	19,85 ± 2,02 ^a	7,2 ± 0,2 ^a	1,04 ± 0,05 ^b	11,91 ± 1,21 ^a
Dunai (ARR)	18,83 ± 1,76 ^a	7,5 ± 0,3 ^b	0,95 ± 0,07 ^a	11,30 ± 1,06 ^a

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböztek ($P \leq 0,05$; $n = 270$). A \pm jel után feltüntetett szórásértékek a három ismétlésre vonatkoznak. Ahol w_t – az elért átlagos testtömeg, SGR – a napi növekedési sebesség, FCR – a takarmányértékesítési együttható, Y – a lehalászási hozam.

A 20 °C-on nevelt halak esetében a dunai alfaj (ARR), míg 23 és 26 °C-on a szibériai alfaj (ARM) növekedési mintázata tolódott el a nagyobb egyedi testtömegek felé. Utóbbi két hőfokon a szibériai alfaj egyedei között magasabb fokú szétnövést tapasztaltunk, mint a dunai alfaj esetében, a diagram mintázata ezeken a hőmérsékleteken kevésbé követte a normális eloszlást. A 20 °C-on tartott ivadékok növekedésének mintázata azonban mindkét alfaj esetében közelített a normális eloszlás képéhez.





26. ábra: A két kecsge alfaj ivadékainak testtömeg eloszlásai a különböző nevelési hőmérsékletek hatására

Kísérleti eredményeink összhangban állnak ZADELENOV (2010) megfigyeléseivel abban a tekintetben, miszerint a kecsge szibériai alfájának növekedési üteme nagyban függ a tartási víz hőmérsékletétől. A kecsge ivadékok nevelésének korai fázisa során az optimális tartási vízhőmérséklet meghatározásával korábban már számos kísérleti munka foglalkozott, melyek eredményei széles hőmérsékleti intervallumban helyezkednek el. Például MAI és mtsai. (2014) ezt az értéket 18 °C-on, míg HAVASI és mtsai. (2018) 20 °C közelében határozták meg. VDOVCHENKO és ROZHDESTVENSKIY (2009) megfigyelései szerint a dunai alfaj számára optimális vízhőmérséklet 25 °C, míg a szibériai alfaj számára csupán 21°C. Jelen vizsgálatunk azonban ellentmond az itt felsorolt szakirodalmi adatoknak.

3.2.4.3. Növendék kecsgék termelési paramétereinek összehasonlítása

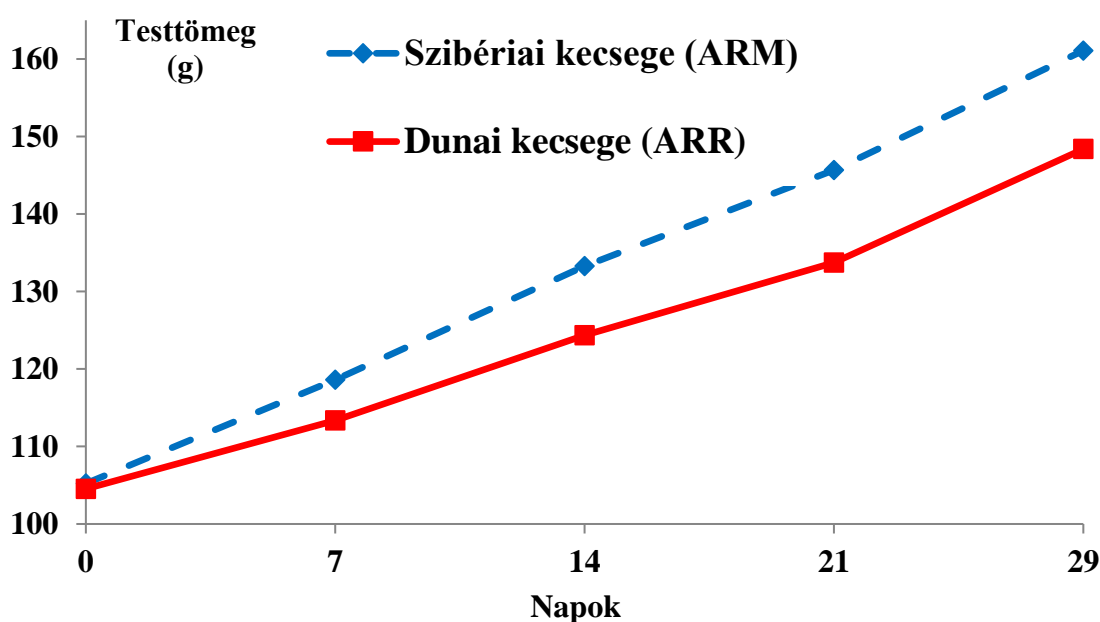
Eredményeinket a **12. táblázatban** összegeztük. Habár statisztikailag nem volt igazolható, de a szibériai alfaj termelési paramétereinek kedvezőbbek voltak a dunai alfaj értékeinél (FELEDI és mtsai., 2013).

12. táblázat: A kecsge két alfajának termelési paraméterei a 29 napos nevelés során

Kecsge alfaj	w_t (g)	l_t (mm)	CF (%)	SGR (%/nap)	FCR (%/%)
Szibériai (ARM)	$161,1 \pm 13,30^a$	$32,6 \pm 0,8^a$	$0,44 \pm 0,02^a$	$1,5 \pm 0,3^a$	$1,72 \pm 0,32^a$
Dunai (ARR)	$148,4 \pm 8,42^a$	$32,4 \pm 1,1^a$	$0,44 \pm 0,02^a$	$1,2 \pm 0,2^a$	$2,00 \pm 0,30^a$

Oszloponként a különböző betűjelzést tartalmazó értékek szignifikánsan különböznek ($P \leq 0,05$). Ahol w_t – az elért átlagos testtömeg, l_t – az elért átlagos testhossz, CF – a kondíciófaktor, SGR – a napi növekedési sebesség, FCR – a takarmányértékesítési együttható.

A 27. ábra a két alfaj növekedésének ütemét szemlélteti. A kísérlet során a szibériai alfaj növekedése végig felülmúlta a dunaiét.



27. ábra: A kecsge két alfajának növekedési tendenciája

A növendékhalaknál tapasztalt SGR értékek harmonizálnak SION és mtsai. (2011) kísérleti eredményeivel, melyet 41 g átlagtömegű kecsgeivadékokkal végzett, habár a szerzők csupán a testtömeg 1,5%-át kínálták fel a halaknak. Ugyanezen adatok viszont elmaradtak AKBULUT és mtsai. (2013) által közölt értékektől, ahol 187 g-os kecsgék átlagos növekedési mutatói magasabbnak (SGR=2,1) bizonyultak. A publikáció szerint azonban ugyanezen kísérlet során tapasztalt takarmányértékesítési adatok (FCR=2,9)

elmaradtak a jelen kísérletben megfigyeltektől. FILIPIAK és mtsai. (1999) jelentősen kedvezőbb növekedést (SGR=3,03) és valamelyest alacsonyabb takarmányegyütthatót (FCR=1,57) közöltek, amelyet egy ketreces nevelési kísérlet során tapasztaltak, ahol 25 g átlagtömegű kecségét tartottak 41,3% fehérje- és 23,3% zsírtartalmú táp alkalmazása mellett. Korábbi tapasztalatok szerint, melyeket a két alfaj intraspecifikus hibridjénél (ARM x ARR) figyeltünk meg, 5,39 %/nap növekedési ütem és 3,23 kg/kg takarmányértékesítés volt jellemző. Ugyan a vizsgálatokat magasabb (24-25,6 °C) hőmérsékleten, 45% fehérje- és 6,5% zsírtartalmú táp használatával végeztük 77 g átlagos testtömegű ivadékhalakkal (FELEDI és mtsai., 2011a).

4. Következtetések, javaslatok

4.1. Termékenyítési típusok, az ikra ragadóságának elvétele

A felszáraz és a nedves termékenyítési típusok összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a tiszta vízzel való átöblítés egyértelműen kedvező hatással volt a termékenyülés sikerességére. Ez a megfigyelés egyrészt alátámasztja azt a korábbi vizsgálatok során már leírt tényt, hogy a tokfélék ikrája vízzel történő érintkezést követően, még a ragadós réteg kialakulása előtt nagyjából 1 percre képes termékenyülni. Másrészt pedig igazolható volt a túl sok ovulációs folyadék termékenyülésre gyakorolt gátló hatásának csökkentése a vízzel való átöblítés segítségével. A kísérleti eredményeink azonban azt is alátámasztották, hogy a termékenyítés típusa nem volt jelentős befolyással a kelés sikerességére. Ezek alapján a tokfélék ikrájának termékenyítése során, a termékenyülési ráta fokozása érdekében a nedves termékenyítési típust javaslom.

Az ikra ragadóságának elvételére használt háromféle kezelés között nem volt kimutatható különbség a termékenyülési arány tekintetében. Mindegyik eljárás során kedvező, 60% feletti értékeket kaptunk, amelyből arra következtethetünk, hogy erre a termelési mutatóra nézve mindhárom eljárás sikeresen alkalmazható. Akárcsak a termékenyülés hatékonyságára, a kelés sikerességére sem volt jelentős befolyással az ikraragadóság elvételének módja.

A kelés ideje a tehéntejes (T) és a keményítő-oldatos (K) kezelés esetében nem haladta meg a 41 órát, amin belül a lárvák legnagyobb része a 15-20. órában pattant ki az ikraszemből. Ezzel szemben azonban a Woynárovich II. oldattal (W) kezelt csoport kelésének ideje jelentősen elhúzódott. Ennek a jelenségnek a hátterében a sós-karbamidos kezelés során bekövetkezett ikraméretben megfigyelhető növekedés és a csersav-oldattal történő 3 x 20 másodperces kezelés állhat. Előbbi hatására a jobban kiduzzadt ikrán belül az embrió hosszabb ideig tud fejlődni, így a kelés is később zajlik, míg utóbbi eredményeképpen az ikrahéj külső rétege megkeményedik, így a lárva azt nehezebben tudja átszakítani. Ezen felül az a megfigyelés, hogy ennek a csoportnak nem volt kiemelkedő ú. n. kelési csúcsa, arra következtethetünk, hogy a csersav gátolhatta a membrán átjárhatóságát a kelési enzim számára. Annak ellenére, hogy a kelés ideje elhúzódott, annak eredményességét mégsem befolyásolta jelentősen. Összességében tehát megállapítható, hogy a tokfélék ikrájának ragadóság-eltávolítására mindhárom módszer sikerrel alkalmazható, azonban gyakorlati szempontokat figyelembe véve – ú.m.

elhúzódó kelés, munkaigényes és nagy odafigyelést igénylő kezelési eljárás – inkább a K és a T jelű módszer alkalmazását javaslom.

4.2. A száraz tápra történő átszoktatási kísérletek

A tápra szoktatási kísérleteink eredményei egyértelműen igazolták azt a – a szakirodalom által egyéb tokfélék esetében már korábban széleskörűen alátámasztott – tény, miszerint az élő táplálék alkalmazása a kecsge-lárva „exogén” táplálkozásának kezdeti fázisa során kedvező hatással van a termelési paraméterek alakulására. Az a megfigyelés, hogy a növekedési mutatók magasabbak voltak az élő eleséget is kapott csoportoknál, és az, hogy a megmaradási arány is – habár nem volt statisztikailag igazolható, de – gyengébb volt a kizárólag száraz tápot fogyasztó csoportban, arra enged következtetni, hogy a lárva emésztőszervrendszerének kialakulásában és/vagy későbbi egészséges működésében az élő eleségben lévő anyagoknak fontos szerepük lehet. Ezt igazolták az átszoktatást a 7. naptól kezdő csoportok gyengébb mutatói is. Habár ezen biológiai folyamatok részletes feltárása még nem történt meg, ennek ellenére mindenképp javasolható a kecsge lárva élő eleséggel történő takarmányozása a nevelés kezdeti fázisában.

A tápra szoktatás optimális idejét az azonos szemcseméretű tápot fogyasztó csoportok összehasonlítása alapján próbáltam meghatározni. A rögtön a 7. naptól kezdődően átszoktatott csoportoknál a túlélési arány jelentősen kisebb volt a többi csoporténál, habár a növekedésben nem maradtak el az azonos szemcseméretű tápot fogyasztó, de később átszoktatott fajtársaiktól. Mivel a megmaradási mutatók jelentősen kedvezőtlenebbek voltak, így az ebben az életkorban történő száraz tápra szoktatás egyértelműen nem ajánlott.

A 14. naptól kezdődően tápra szoktatott csoport mutatta ugyan a legkedvezőbb növekedést, azonban a túlélési arány alacsonyabb volt, mint a 21. naptól átszoktatott csoportoknál. A kettő azonban így statisztikailag igazolhatóan nem különbözött a lehalászási hozam tekintetében. Mivel a megmaradási rátában itt már nem mutatkozott kimagasló különbség, illetve ezzel egyidejűleg a növekedési paraméterek kedvezőbbnek bizonyultak, így már kijelenthető, hogy a 14. napos kecsgek átszoktatása ekkortól már javasolható.

A száraz tápra történő átszoktatás fokozatosságát tekintve a két kísérletünk eredményei összhangban állnak egymással. Annak ellenére, hogy a szakma képviselői és a

szakirodalmi munkák is inkább a fokozatos átszoktatást tartják kívánatosnak, esetünkben nem volt jelentős befolyással a kecsegék termelési mutatóira nézve a táplálékváltás időben történő elnyújtása.

Az alkalmazott tápok szemcsemérete jelentősen befolyásolta mind a túlélési hatékonyságot, mind a növekedési adatokat. Előbbivel fordított, utóbbival egyenes arányosságot mutatva. Habár az elhullásból származó veszteség és a hasonló lehalászási hozamok az eltérő szemcseméretű takarmányt fogyasztó csoportok között azt mutatják, hogy hasonlóan érdemes a nagyobb (0,4-0,8 mm) frakciójú tápot alkalmazni, azonban a szakirodalmi hivatkozások és a gyakorlati tapasztalat részben összhangban a kísérletünkben tapasztaltakkal a kisebb (0,2-0,4 mm) frakciójú tápot ajánlják az átszoktatás megkezdéséhez. Eredményeink alapján javasolható továbbá, hogy a táp szemcseméretét a már átszoktatott halak esetében 4-6 nap múltával fokozatosan emeljük annak érdekében, hogy a lehető legnagyobb növekedési erélyt tudjuk elérni.

A kísérletünk „rearing” fázisának adatsora arra enged következtetni, hogy a száraz tápra történő átszoktatás a növekedés későbbi fázisaiban már nincs jelentős befolyásoló hatással a kecsegék termelési mutatóira. Ez a tény alátámasztja azt a megállapítást, hogy a tokhalnevelés egyik sarkalatos és legnehézkesebb technológiai eleme a száraz tápra történő átszoktatás.

4.3. A kelési idő hatása a kecsegelárva termelési mutatóira

A keltetés különböző fázisaiban gyűjtött kecsegelárvákkal beállított kísérletünkben egyértelműen kimutattuk, hogy a korai csoport életképessége jelentősen elmaradt a közepes, de főként a kései csoport adataitól. Az előnevelés során a kecsge lárvák későbbi növekedési paramétereiben azonban nem volt jelentős különbség a csoportok adatai között. Ebből a megfigyelésből következik, hogy a lárváknak a keltetés korai fázisában történő kelése a termelés szempontjából határozottan nem kívánatos. A kelés megindulását kismértékben késleltethetjük a keltetés körülményeinek finomhangolásával (pl. 0,5-1 °C-al a faj számára optimális érték alatt tartva a keltetővíz hőfokát vagy kissé lassítjuk az átfolyás sebességét a keltető edényben), azonban döntően befolyásolni nem tudjuk. Azért, hogy a későbbi gyakorlati munka (ú.m. a lárvák kádjának takarítása, az elhullott egyedek eltávolítása, a higiénia könnyebb fenntartása, a kannibalizmus elkerülése/arányának csökkentése, vagy a későbbiekben az állomány méret szerinti

válogatásának késleltetése) szempontjából megkönnyítsük a dolgunkat, érdemes a kelés korai fázisában kipattant lárvákat külön kezelni a későbbi szakaszban kikeltektől. Természetesen az általunk meghatározott, a keltetés 3 különböző fázisában elkülönített csoport kialakítása számunkra optimálisnak tűnő időpontokban történt, azonban annak pontosabb meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

4.4. A kecsge dunai és szibériai alfaja termelési potenciáljának vizsgálata

4.4.1. A száraz tápra szoktatás

A kecsge dunai és szibériai alfájának termelési potenciálját összehasonlító kísérleteim során a száraz tápra történő átszoktatási kísérlet eredményei közül a túlélési arány nem várt értékeket hozott. A mutató tekintetében ugyan szignifikánsan jobbnak bizonyult a szibériai alfaj, de a korábbi kísérleteim és a szakirodalmi anyagok is azt igazolták, hogy a dunai alfaj esetében megfigyelt adatsor messze az alfajra jellemző átlagos érték alatt volt. Ugyanakkor figyelembe véve, hogy a két alfaj számára a kísérleti körülmények azonosak voltak (az alkalmazott nevelési hőmérséklet is a két alfaj szakirodalomban közölt optimális értéke között került beállításra), a tapasztaltak alapján arra tudunk következtetni, hogy a szibériai alfaj valamilyen általunk nem feltárt stresszhatásnak vagy esetleg megbetegedésnek jobban ellenállt, mint a dunai alfaj. A növekedési mutatók tekintetében a kísérlet második szakaszában azonban a dunai csoport bizonyult erősebbnek. Ez a jelenség igazolhatja akár az fentebb leírt feltételezést, miszerint a kísérlet első szakaszában valamilyen, az ideálistól eltérő körülmény fennállása a dunai alfaj egyedeit jobban megviselte, amely hatás megszűnése után a túlélő egyedek intenzívebb növekedésnek indultak. Habár korábbi, a dunai alfaj egyedeivel beállított kísérleti eredményeimnek részben ellentmond, de akár arra is következtethetünk, hogy a dunai alfaj halait nehezebben lehet átszoktatni a száraz tápra, mint a szibériai kecsgeket. Amennyiben ez a feltevés helytálló, úgy a nevelés egyik legkritikusabb fázisát jobban toleráló szibériai alfaj termelésbe vonása emiatt mindenképp kívánatos lehet. Ennek igazolásához azonban további kísérletek elvégzését tartom szükségesnek.

4.4.2. A két alfaj hőmérsékleti igényeinek meghatározása

A két kecsge alfaj hőmérsékleti igényit feltárni próbáló kísérletünkben az eredmények alapján elmondható, hogy a termelési paraméterekre az alfaji hatás kevésbé volt befolyással, mint a tartási hőmérséklet. Megfigyeléseim szerint egyfelől a 26 °C már mindkét alfaj számára meghaladja az optimális nevelési hőmérsékletet, azonban ebben az esetben a szibériai alfaj termelési mutatói kedvezőbbnek bizonyultak. Ennek alapján feltehető, hogy ez az alfaj talán jobban tolerálja a magasabb tartási hőmérsékletet. Másfelől, ahogyan azt a legtöbb, a témában közzé tett szakirodalom is alátámasztja, a 20°C mindkét alfaj számára elmarad a számukra optimális tartási hőmérséklet értékétől. Itt azonban a dunai alfaj mutatói alakultak kedvezőbben, tehát ez az alfaj valószínűleg az alacsonyabb tartási hőfokok iránt toleránsabb.

Egyértelműen látható, hogy a termelési paraméterek a 23 °C-os nevelés során bizonyultak a legjobbnak, ami arra enged következtetni, hogy a szakirodalmi adatokban közöltekkel ellentétben a két kecsge alfaj számára ideális tartási hőmérséklet nem áll annyira távol egymástól. További vizsgálatok elvégzése szükséges azonban ahhoz, hogy a 23 °C fokos tartási hőmérséklettől csupán $\pm 1-2$ °C-al eltérő nevelési hőfokon milyen termelési mutatók érhetőek el a két alfaj esetében. A saját eredmények és a különböző források közti különbségek adódhatnak az eltérő környezeti körülményekből (táp, vízhőmérséklet, tartástechnológia, stb.).

4.4.3. A növendékhalakkal végzett vizsgálat

A növendékhalakkal végzett, a két alfaj termelési potenciálját összehasonlító kísérletemben a szibériai alfaj végig jobban teljesített, azonban a statisztikai elemzés ezt nem igazolta. Még annak ellenére se, hogy a szibériai alfaj egyedei a kísérlet végére „szemmel láthatóan” nagyobb testtömeeggel rendelkeztek és jobb fizikai állapot jellemezte őket. A 3 ismétlés közül az egyik szibériai csoporthoz tartozó kádban a másik kettőhöz képest jóval magasabb arányban tapasztaltunk kisebb testtömeeggel rendelkező egyedeket. Ezt a megfigyelést vélhetően az ú.n. „istállóhatással” lehet magyarázni. Jelen esetben ez a kád az épület bejárati ajtajának közelében volt elhelyezve, minek köszönhetően jóval több zavaró hatásnak volt kitéve, mint a mellette, sorban elhelyezkedő többi medence. Az ebben a csoportban tapasztalt egyedi testtömegértékek

között mért nagyobb szórás azt eredményezte, hogy az alkalmazott statisztikai próba nem mutatott ki szignifikáns különbségeket a két alfaj termelési paramétere között. Ahhoz, hogy ezt a feltevést igazolni tudjuk, további kísérletek elvégzését javaslom.

4.4.4. Általános tapasztalatok

A növendékhalakkal végzett kísérlet kivételével az általános tapasztalatom, melyet a kísérleti idő alatt bekövetkezett centrális variancia értékeinek változásai is több esetben alátámasztottak, az volt, hogy a szibériai alfaj állományai hajlamosabbak a szétnövésre, mint a dunai alfajtársaié. Ez ugyan gyakorlati szempontból egyrészt kedvezőtlen, mivel a nevelés során a méret szerint történő válogatást gyakrabban kell elvégezni. Másrészt amennyiben a napjainkban a piac által keresett ún. „adagos hal”-ként kívánjuk a kecségét értékesíteni, úgy az átlagosnál nagyobb méretű egyedek révén az állomány egy része hamarabb kerülhet értékesítésre. Ez a termelő számára költségmegtakarítást és gyorsabban realizálható profitot jelenthet.

A két alfajjal végzett kísérleteim eredményei összességében alátámasztják a korábbi megfigyeléseinket, miszerint a kecsége szibériai alfaja akár nagyobb termelési potenciállal is rendelkezhet, mint a dunai alfaj. A kérdés jelenleg nyitott, alátámasztására vagy elvetésére azonban további vizsgálatok szükségesek.

5. Új tudományos eredmények

1. Sikerült bizonyítanom, hogy a valódi tokfélék estében a nedves termékenyítési módszer hatékonysága meghaladja a félszáraz módszerét (Ikrás 2. termékenyülési arány: 87,44% vs. 65,77%; ($P \leq 0,05$)). Amennyiben a fejt ikratételt a termékenyítést megelőzően tiszta vízzel öblítjük át, úgy csökkenteni tudjuk az ovuláris folyadék termékenyülést gátló hatását.
2. Megállapítottam, hogy a „Woynárovich-féle” módszerrel ragadósság mentesített ikrából később kel ki a zsenge ivadék (a termékenyítést követő 89-144. óra), mint a tej (84-122. óra), vagy keményítő (86-126. óra) oldattal kezelt ikrából.
3. Eredményeim alapján megállapítható, hogy habár kecsege esetében a lárva közvetlenül az „exogén” táplálkozásának megkezdésekor képes felvenni és emészteni a száraz tápot, a megfelelő túlélési arány eléréséhez (66,7 és 59,6 vs. 48,1%; ($P \leq 0,05$)) és a későbbi egészséges fejlődéshez szükséges egy néhány napos élő eleséggel történő táplálási időszak.
4. Megállapítottam, hogy a kecsege lárvák élő táplálékról száraz tápra történő átszoktatása azok 14-21. napos korában ajánlatos. Ekkor kedvezőbb megmaradás (7. napos: 36% vs. 14 és 21 napos: 76,1 és 89,9%; ($P \leq 0,05$)) és a termelési mutatók (lehalászási hozam: 7. napos: 5,30 g/L vs. 14 és 21 napos: 11,71 és 11,41 g/L; ($P \leq 0,05$)) elérése érdekében. Annak viszont, hogy az átszoktatás folyamatosan (4 napon keresztül) vagy hirtelen történik, igazolhatóan nem volt jelentősége.
5. A kecsgelárvák táplálására alkalmazott, azonos beltartalmú száraz starter-tápok szemcseméretét tekintve megállapítható, hogy a 0,2-0,4 mm-es frakciójú használatával kedvezőbb túlélési arány (50,0 vs. 36,0% és 81,3 vs. 76,1%; ($P \leq 0,05$)) érhető el. Ezzel szemben a 0,4-0,8 mm nagyságú alkalmazásával viszont jobb növekedési ütem (az elért testtömeg 0,95 vs. 0,63 g és 0,99 vs. 0,68 g; ($P \leq 0,05$)) figyelhető meg. A lehalászási hozamot tekintve azonban a kísérlethez használt, eltérő szemcseméretű száraz táp alkalmazásának nem volt jelentős befolyásoló hatása.

6. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a kelés kezdeti fázisában kelt lárvák megmaradási aránya (30,5%) jelentősen elmarad a 12 (39%) és a 24 (49,5%; ($P \leq 0,05$)) órával később kipattant fajtársaiétól. Sikerült igazolnom továbbá azt is, hogy a túlélő kecsgealárvák későbbi termelési mutatóira a kelés ideje nincs jelentős befolyásoló hatással.
7. Megállapítottam, hogy a szibériai alfaj kisebb elhullási veszteség mellett szoktatható át száraz tápra, mint a dunai alfaj (megmaradási arány: 66,7 vs. 35,4%; ($P \leq 0,05$)). Kijelenthető az is, hogy a két alfaj egyéb termelési mutatói a nevelés ezen kezdeti szakaszában jelentősen nem különböznek egymástól.
8. Egyértelműen sikerült kimutatnom, hogy mindkét alfaj számára a 23 °C tartási hőmérséklet kedvezett legjobban, azaz ebben a hőfoktartományban volt a leggyorsabb a növekedési üteme (SGR: 7,55 %/nap) és a takarmányértékesítési együttható értéke (FCR: 0,94 %/%) is itt volt a legalacsonyabb. Mind a 20 °C-on (SGR: 7,33 %/nap; FCR: 0,99 %/%), mind a 26 °C-on (SGR: 7,17 %/nap; FCR: 1,05 %/%; ($P \leq 0,05$)) tapasztalt értékek elmaradtak ettől.

6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

A tokfélék, köztük a kecsége intenzív nevelése során a mesterséges szaporítás és az ivadéknevelés az a két meghatározó technológiai folyamat, melynek egyes elemei még ma is nehézségeket okozhatnak még a gyakorlott szakemberek számára is. A munkám célja az volt, hogy ezekre az általában kritikus és nagy odafigyelést igénylő munkafázisokra új vagy újszerű megoldásokat találjak vagy a már korábban alkalmazott, de hatékonyságában különböző módszereket összehasonlítsam.

1. Kísérleti eredményeim egyértelműen igazolták a nedves termékenyítési módszer előnyeit a félszárazzal szemben. Ezt az eljárást alkalmazva növelhető a termékenyülési arány a mesterséges szaporítás során, így csökkenthető az erre a célra kijelölt értékes anyaállomány mennyisége és/vagy a technológiai elem járulékos költségei.
2. Kísérletemben három, a szakma számára már többé-kevésbé ismert ikra ragadósság elvételi módszer hatékonyságát mértem fel. Mind a tehéntej oldat, mind a háztartási keményítő oldat használata amellett, hogy igazolhatóan alkalmas a ragadósság elvételére, gyakorlati szempontból is ajánlatos, főként könnyű kezelhetősége és relatív olcsósága okán. Ugyanakkor az eddig főként pontyfélék ikrájának ragadósság elvételére használt Woynárovich II. oldat alkalmazását a gyakorlati munka „gördülékeny kivitelezése” miatt nem javaslom.
3. A kecségék első táplálékául mindenképp élő eleséget szükséges biztosítani, majd 14-21. napos koruktól meg kell kezdeni a száraz tápra való átszoktatásukat. A fiatal halak számára javasolt száraztakarmány fizikai és beltartalmi jellemzői már a gyártók révén rendelkezésünkre állnak, azonban a lehető legjobb termelési mutatók eléréséhez szükséges meghatározni a faj számára optimálisan felvehető tápszemcsék méretét is. Az átszoktatás ideje alatt és az azt követő néhány napban a kisebb 0,2-0,4 mm méretű tápot, majd ezt követően, fokozatosan mihamarabb, az átszoktatás utáni 4-5 nap múltával a 0,4-0,8 mm szemcseméretűt érdemes felkínálni a kecségék számára. Ennek a takarmányozási protokollnak az alkalmazásával kedvező növekedési és túlélési adatok érhetőek el, így fokozva az ivadéknevelés hatékonyságát, az erre fordítandó idő, költség és energia minimalizálása révén.
4. A kecsége ikra keltetése az alkalmazott víz hőmérséklet függvényében akár több napon át is elhúzódhat. A kelés megindulását követően kelt lárvák életképessége jóval

gyengébb, mint a 12 és 24 órával később kikelt fajtársaiké. Gyakorlati szempontból érdemes a korán kipattant lárvák elkülönített kezelése, könnyítve ezzel a frissen kelt lárvák életterének tisztán tartását, ami előfeltétele a későbbi esetleges fertőzések, betegségek elkerülésének.

5. A termelési hatékonyság növelése nem csak a nevelési technológia tökéletesítésével és/vagy új módszerek bevezetésével lehetséges, hanem más, a korábban alkalmazotthoz képest kisebb-nagyobb mértékben eltérő genetikai háttérrel és esetleg környezeti-biológiai igényekkel rendelkező állományok termelésbe vonásával is. A kecsge dunai és szibériai alfaját összehasonlító kísérleteim igazolták az utóbbi létjogosultságát a zárt intenzív rendszerű termelés számára. A piaci méretű hal előállítására rövidebb idő alatt, költséghatékonyabban történhet, kifejezetten azon gazdaságok esetében, ahol a szibériai alfaj számára kedvezőbb nevelési hőmérséklet áll rendelkezésre. Utóbbi paraméter pontosabb meghatározásához azonban még további félüzemi szintű kísérletek elvégzését tartom szükségesnek.

7. Összefoglalás

A tokfélékből előállított haltermékek, elsősorban a fekete kaviár iránti kereslet a világpiacon az utóbbi évtizedekben folyamatosan növekedett. A világ tokhalhús és kaviár termelésének fajok/hibridek szerinti megoszlásában a kecsege (*Acipenser ruthenus*) az 5. legnagyobb mennyiségben előállított faj. Előnye a nagyobb testű tokfélékkel szemben a gyors ivaréérés, a kis termetéből fakadó könnyű kezelhetőség és a rövidebb ivari ciklus. Emellett az ikrájából készített kaviár kiváló minőségű, korábban „carskaya” néven került forgalomba (FELEDI és mtsai., 2013). A tokfélék intenzív tenyésztési és nevelési technológiája már világszerte részletesen kidolgozott, azonban akadnak olyan technológiai elemek – mint amilyen a mesterséges szaporítás vagy az ivadéknevelés – melyek kivitelezése még napjainkban is nehézségeket okoz számos gyakorlott szakember számára is.

A munkám célja az volt, hogy ezekre a munkafázisokra új vagy újszerű megoldásokat találjak vagy a már korábban alkalmazott, de hatékonyságában különböző módszereket összehasonlítsam, így hozzájárulva a tokfélék, elsősorban a kecsege szaporítási és ivadéknevelési technológiájának fejlesztéséhez. Emellett célul tűztem ki egy, a hazai halgazdálkodás számára új alfaj, a szibériai kecsege (*A. ruthenus marsiglii*) zárt, intenzív üzemű rendszerekben való termelési potenciáljának felmérését is.

A mesterséges szaporítás során a tokfélék ikrájának ragadóságát szükséges megszüntetni, hogy a keltetés során az minél kevésbé károsodjon. Három különböző oldat hatékonyságát teszteltem az erre irányuló kísérletem során, melyek a következők voltak: tehéntej-oldat, keményítő oldat és a „Woynárovich-féle” módszer. Vizsgáltam továbbá a félszáraz és a nedves termékenyítési eljárásnak a tokikra termékenyítési és kelési mutatóira gyakorolt hatásait.

A kecsege ivadéknevelési technológiájának fejlesztésére az élő táplálék szükségességét igazoló és a lárvák élő eleségről mesterséges tápra történő átszoktatási kísérleteim szolgáltak. A halak első külső táplálékfelvételétől kezdve csak száraz tápot vagy kezdetben élő táplálékot (aprított *Tubifex*), majd később átszoktatva őket, szintén száraz takarmányt kínáltam fel számukra. Vizsgáltam az átszoktatás optimális idejét (7, 14 és 21 napos kortól), annak fokozatosságát (4 nap alatt fokozatosan vagy hirtelen váltva) és a kecsege lárvák számára optimális tápszemcse méretét (0,2-0,4 vs. 0,4-0,8 mm).

A kecsege lárvák kelése akár több napon át is elhúzódhat, amely folyamatos emberi felügyeletet igényel, így munkaerő és energiaráfordítást jelent a termelőknek. Azért, hogy

ezen feladatok ráfordítás igényét esetlegesen csökkenteni tudjuk, kísérletemben vizsgáltam a kikelt halak életképességét és későbbi termelési adatait az első ikraszemek kipattanásától számítva 12 órás különbségekkel, 3 különböző csoport kialakításával.

A kecsége dunai és szibériai alfajának termelési potenciálját összehasonlító kísérleteimben azonos nevelési feltételeket biztosítva vizsgáltam a két csoport által elért termelési paramétereket. A száraz tápra történő átszoktatás, a két alfaj hőmérsékleti igényeinek feltérképezése és a növedékhalak növekedési ütemének felmérése volt a munkám célja. A tápra szoktatás eredményességét, a három alkalmazott hőmérsékleten (20, 23 és 26 °C) elért mutatókat és a növedékhalak termelési potenciáljának felmérését a megmaradási, növekedési, takarmányhasznosítási és lehalászási hozam adatok összehasonlításával végeztem.

Az ikra ragadóságának elvételére használt háromféle kezelés között nem volt kimutatható különbség a termékenyülési arány tekintetében. Mindegyik eljárás során kedvező, 60% feletti értékeket kaptunk, amelyből arra következtethetünk, hogy erre a mutatóra nézve mindhárom eljárás sikeresen alkalmazható. A kelés sikerességére nem volt jelentős befolyással az ikraragadóság elvételének módja. A kelés ideje a tehéntejes és a keményítő-oldatos kezelés esetében nem haladta meg a 41 órát, amin belül a lárvák legnagyobb része a 15-20. órában pattant ki az ikraszemből. Ezzel szemben azonban a Woynárovich II. oldattal kezelt csoport kelésének ideje jelentősen elhúzódott. Ennek a jelenségnek a hátterében a 60 perces sós-karbamidos duzzasztás és a cersav-oldattal történő 3 x 20 másodperces kezelés állhat.

A félszáraz és a nedves termékenyítési típusok összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a tiszta vízzel való átöblítés kedvező hatással volt a termékenyülés hatékonyságára, azonban nem volt jelentős befolyással a kelés sikerességére.

Sikerült igazolnom azt a megfigyelést, miszerint az élő táplálék alkalmazása a kecségelárva „exogén” táplálkozásának kezdeti fázisa során kedvező hatással van a termelési paraméterek alakulására. A 14. naptól kezdődően tápra szoktatott csoport mutatta ugyan a legkedvezőbb növekedést, azonban a túlélési arány alacsonyabb volt, mint a 21. naptól átszoktatott csoportoknál. A kettő azonban statisztikailag igazolhatóan nem különbözött a lehalászási hozam tekintetében, így eredményeink alapján a kecségék átszoktatása 14. napos koruktól már javasolható. A száraz tápra történő átszoktatás fokozatosságát tekintve esetünkben nem volt jelentős befolyással a kecségék termelési mutatóira a táplálékváltás időben történő elnyújtása.

Az alkalmazott tápok szemcsemérete azonban jelentősen befolyásolta mind a túlélési hatékonyságot, mind a növekedési adatokat. A 0,2 – 0,4 mm-es frakciójú tápszemcsék alkalmazása kedvezőbb megmaradást, míg a 0,4 – 0,8 mm-es gyorsabb növekedést eredményezett. A tapasztalatok alapján feltételezhető, hogy kezdetben a kisebb méretű tápot, majd 4-6 nap múltával a nagyobbat használva érhető el együtt a legkedvezőbb megmaradás és növekedési erély.

A keltetés különböző fázisaiban gyűjtött kecsge-lárvákkal beállított kísérletünkben kimutattuk, hogy a korai csoport életképessége jelentősen elmaradt a közepes, de főként a kései csoport adataitól. Az előnevelés során a kecsge-lárvák későbbi növekedési paramétereire azonban nem volt jelentős különbség a csoportok adatai között.

A két kecsge-alfaj tápra szoktatása során a megmaradási arány tekintetében szignifikánsan jobbnak bizonyult a szibériai alfaj. A napi növekedési sebesség tekintetében azonban a dunai csoport bizonyult erősebbnek.

Eredményeim alapján a 26 °C már mindkét alfaj számára meghaladja az optimális nevelési hőmérsékletet, azonban ebben az esetben a szibériai alfaj termelési mutatói kedvezőbbnek bizonyultak. A 20°C mindkét alfaj számára elmarad a számukra optimális tartási hőmérséklet értékétől. Itt azonban a dunai alfaj mutatói alakultak kedvezőbben. Mindkét alfaj termelési paramétere a 23 °C-os nevelés során bizonyultak a legjobbnak. A szibériai alfaj növekedési mutatói és takarmányértékesítési adatai elmaradtak a dunai alfaj értékeihez képest.

A növendékhalakkal végzett kísérletem során a szibériai alfaj egyedei minden termelési mutató tekintetében kevéssel ugyan, de jobbnak bizonyultak a dunai fajtársak értékeinél. A tokfélék ikrájának ragadósságát az alkalmazott oldatok mindegyike sikeresen megszüntette, azonban a „Woynárovich-féle eljárás a kelési idejét jelentősen meghosszabbította, így ennek alkalmazása gyakorlati szempontból nem javasolható. A nedves termékenyítési mód jobb termékenyülési arányt eredményezett, így annak használata ajánlott a mesterséges szaporítás során. A kecsge-lárvák kezdeti táplálásához először élő táplálékot, majd akár már a lárvák 14. napos korától kezdve 0,2-0,4 mm-es frakciójú tápot érdemes használni. A kelés kezdeti szakaszában kipattant lárvákat ajánlott külön helyre gyűjteni, mivel azok életképessége gyengébb, mint a későbbi kelt társaié. Összességében a kecsge szibériai alfaja akár nagyobb termelési potenciállal is rendelkezhet, mint a dunai alfaj intenzív zárt rendszerben történő tartás esetén.

8. Summary

In the last decades, demand for sturgeon products, above all the black caviar were continuously increasing on the world market. Among the sturgeon species and hybrids, sterlet (*Acipenser ruthenus*) meat and caviar production is at the 5th place in the world ranking. Advantages of sterlet against the “big size sturgeon species” are the rapid maturation and thus shorter reproductive cycle, as well smaller body size implying simple handling. Besides, its roe is of excellent quality, in the past marketed as “carskaya” (imperial). The intensive breeding and rearing technology of sturgeons is generally well-elaborated, however some elements of the artificial propagation and the larval nursing yet cause difficulties for the professionals.

The aim of the present study was to contribute to the improvement of the propagation and larval nursing technology of sterlet by finding new solutions for these bottlenecks as well as to compare the earlier applied methods characterized by different effectiveness. The other goal of the work was to investigate the production potential of a sterlet subspecies, Siberian sterlet (*A. ruthenus marsiglii*) under closed RAS conditions.

The elimination of the egg adhesiveness is inevitable part of artificial propagation in sturgeon in order to enable the proper egg incubation and embryo development. The effectiveness of three different methods were tested for the elimination of egg stickiness in the first experiment: milk, starch solution and the “Woyńárovich” method. Two types of fertilization techniques were also investigated to assess the success of fertilization and hatching parameters.

With the goal to improve the larval nursing technology of sterlet two experiments were carried out. While the first aimed to evaluate the importance of the live food application at the beginning of the exogenous feeding of the larvae, the second investigated the optimal weaning time and method as well as determined the adequate feed particle size in young fish. Thus, some larvae were fed exclusively with dry feed while others got live food initially and were later weaned to artificial diet. Further on, the optimal weaning time (7, 14 and 21 days post hatch), and weaning strategy (sudden or gradual) and applying two different particle size of starter (0.2-0.4 vs. 0.4-0.8 mm) were also investigated.

The hatching procedure of the sterlet larvae can last for some days. This process needs constant human supervision implying extra labour and energy costs for the farmers. In

order to decrease these tasks it is important to know the viability and further the production performance of the larvae hatched in the various time of the hatching process. Finally, experiments aiming to compare the potential of Danube and Siberian subspecies of sterlet evaluated their production performance parameters under the same experimental conditions. The comparative study focused on three issues: weaning, optimal rearing temperature and juvenile growth potential. The effectiveness of weaning, the achieved culture parameters at different nursing temperatures (20, 23 and 26 °C) and the production performance of juveniles were evaluated through parameters of survival, feed conversion and harvested yield.

There were no significant differences among the groups treated different de-adhesion solutions in terms of fertilization and hatching rate. Each of the investigated methods resulted in above 60% value confirming that each techniques is suitable for the egg deadhesion in sturgeon eggs. However, the hatching duration lasted less than 41 hours in case of milk and starch treatment while the highest share of larvae hatched 15-20 hours since hatching initiation. Opposite to this, the eggs treated “Woynárovich II.” solution were hatching longer time.

Comparison of the semidry and wet fertilisation methods showed that the egg-rinsing with clean water positively affected the fertilisation success, however there was no significant influence in terms of the hatching efficiency.

It was stated earlier that the application of live food in sterlet larvae is necessary to achieve the optimal production parameters in the first several weeks of the exogenous feeding. Larvae weaned at 14-days post hatch weaned showed the best growth, however survival rate was lower than it was in fish weaned since 21-day's old fish. The differences in harvested did not statistically differed thus according to the results of the present study, the weaning of the sterlet could be recommended in 14-days post-hatch larvae. The weaning strategy did not show significant influence on the production performances of sterlet. The particle size of the applied dry diets had a significant effect on both the survival success and growth. Using smaller feed particles (0.2-0.4 mm) resulted in better survival, however bigger feed (0.4-0.8 mm) led to better growth. Accordingly, it could be recommended to apply the smaller size feed in the first several days while later it should be changed to the bigger size to achieve the best growth potential and survival rate.

The trial evaluating the performance of larvae from different periods of the hatching showed that the early-hatched fish were of significantly lower viability than the late-

hatched ones had. However, during the pre-nursing phase there were no differences in production parameters of among the evaluated fish groups.

The weaning success of the Siberian sterlet subspecies was significantly higher in terms of survival rate, nevertheless better specific growth rate was detected in the stocks of Danube subspecies. According to the results, the 26 °C water temperature is higher than the optimal value of both subspecies, but at this degree the Siberian sterlet performed better. The water temperature of 20 °C seemed suboptimal for both groups, however the data in Danube subspecies were slightly better. All of the production parameters in both subspecies were the best at 23 °C. At this temperature the Siberian sterlet had worse growth potential and feed conversion than the Danube subspecies. Experiment examining performance of juveniles resulted slightly better production parameters in Siberian subspecies.

Each of the tested egg de-adhesion methods efficiently neutralized adhesiveness in sturgeon eggs. Nevertheless, the hatching duration was significantly prolonged in eggs treated with Woynárovich method and therefore this method is not recommended from practical reasons. The wet fertilization method resulted in higher fertilization rate and therefore is recommended for the process of artificial reproduction. The initiation of the exogenous feeding in sterlet should be done using live food, while already at the age of 14 days post-hatch weaning procedure can be introduced with starter feed of size 0.2-0.4 mm. It is recommendable to separate the early hatched fraction of the larvae into the special rearing units as these appear less viable compare the later hatched larvae. According to the results of the present study it can be stated that the Siberian subspecies has equal or higher production potential than the Danube subspecies under intensive RAS conditions.

9. Irodalomjegyzék

1. AKBULUT, B. – FELEDI, T. – LENGYEL, S. – RÓNYAI, A. (2013): Effect of feeding rate on growth performance, food utilisation and meat yield of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linné, 1758). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7/3: 216-224.
2. ARLATI, G. – BRONZI, P. – COLOMBO, L. – GIOVANNINI, G. (1988): Induced breeding of the Italian sturgeon (*Acipenser naccari*) raised in captivity. Sixth Cong. of European Ichth., Budapest: 15-19. 1988. Aug.
3. ARLATI, G. – BRONZI, P. (1993): Sturgeon farming in Italy. In: Proc. Intern. Sturgeon. Symp. Moscow, VNIRO: 321-332.
4. ASTAFUROVA, A. A. – PETINOVA, L. P. – TIHONOVA, G. N. (1971): Opređenje optimalnogo sootnoshenie mezhdu sodержaniem azota fosfora, primenaemikh dlya udobrenya prудov. Tr. Cent. Nauch.-Issled. Inst. Osetrogo Kh. (CNIORH), Tom 3: 34-45.
5. BACALBASA-DOBROVICI, N. (1989): The Danube river and its fisheries. In: Dodge, D. P. (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 455-468.
6. BACALBASA-DOBROVICI, N. (1997): Endangered migratory sturgeons of the lower Danube River and its Delta. *Environmental Biology of Fishes* 48: 201-207.
7. BACALBASA-DOBROVICI, N. – HOLCIK, J. (2000): Distribution of *Acipenser sturio* L., 1758 in the Black Sea and its watershed. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 16/1-4: 37-41.
8. BARANNIKOVA, I. A. – BUKOVSKAYA, O. V. – EFIMOVA, N. A. (1982): Hormonal control of the reproductive function of sturgeons (Chondrostei). Proceedings of the Int. Symp. on Repr. Phys. of Fish, Wageningen, the Netherlands, 2-6 Aug. 1982.
9. BARDI, R. W. Jr. – CHAPMAN, F. A. – BARROWS, F. T. (1998): Feeding trials with hatchery-produced Gulf of Mexico sturgeon larvae. *The Progressive Fish Culturist* 60: 25-31.
10. BARRUCAND, M. – FERLIN, P. L. – LAMARQUE, P. – SABAUT, J. J. (1979): Alimentation artificielle de l'esturgeon, *Acipenser baeri*. In: J. E. Halver and K. Tiews (Eds.) *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology I*, Heenemann GmbH, Berlin: 411-421.

11. BARTOSIEWICZ, L. (1997): Óskori vizahalászat a Duna vaskapui szakaszán. *Halászatfejlesztés* 30: 92-104.
12. BEMIS, W. E. – KYNARD, B. (1997): Sturgeon rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history. *Environmental Biology of Fishes* 48: 167-184.
13. BEMIS, W. E. – FINEDIS, E. K. – GRANDE, L. (1997): An overview of Acipenseriformes. *Environmental Biology of Fishes* 48: 25-71.
14. BERG, L. S. (1948): *Ryby presnykh vos SSSR I sopredelnykh stran* 1. Izd. Akademi i Nauk SSSR, Moskva-Leningrad.
15. BERINKEY, L. (1966): *Halak-Pisces*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
16. BETANCUR-R, R. – WILEY, E.O. – ARRATIA, G. – ACERO, A. – BAILLY, N. – MIYA, M. – LECOINTRE, G. – ORTÍ, G. (2017): Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evol. Biol.* 17 (162): 1-42.
17. BILLARD, R. – LECOINTRE, G. (2001): Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 355-392.
18. BLANCHETON, J. P. (2000): Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquaculture Engineering* 22: 17-31.
19. BLOESCH, J. – JONES, T. – REINARTZ, R. – STRIEBEL, B. (2005): Action Plan for conservation of Sturgeons (Acipenseridae) in the Danube River Basin. Final Version, 12th December 2005: 88.
20. BLOESCH, J. – JONES, T. – REINARTZ, R. – STRIEBEL, B. (2006): An Action Plan for conservation of Sturgeons (Acipenseridae) in the Danube River Basin. *Öster. Wasser- und Abfallwirtschaft* 58: 81-88.
21. BOUCHARD, H. J. – ALOISI, D. B. (2002): Investigations in concurrent disinfection and de-adhesion of lake sturgeon eggs. *North American Journal of Aquaculture* 64: 212-216.
22. BREHM, A. E. (1958): *Az állatok világa*. Bibliotheca Kiadó, Budapest.
23. BRONZI, P. – CHEBANOV, M. S. – MICHAELS, J. T. – WEI, Q. – ROSENTHAL, H. – GESSNER, J. (2019): Sturgeon meat and caviar production: global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology* 35/1: 257-266.
24. BRONZI, P. – ROSENTHAL, H. (2014): Present and future sturgeon and caviar production and marketing: A global market overview. *Journal of Appl. Ichth.* 30: 1536-1546.

25. BRONZI, P. – ROSENTHAL, H. (2018): Global sturgeon and caviar productions updated to 2017. Proceedings of 9th International Sturgeon Conference, 21.11.2018. Warsaw, Poland: 5.
26. BRONZI, P. – ROSENTHAL, H. – GESSNER, J. (2011): Global sturgeon aquaculture production: an overview. *Journal of Applied Ichthyology* 27: 169-175.
27. BUDDINGTON, R. K. – DOROSHOV, S. I. (1984): Feeding trials with hatchery produced white sturgeon juveniles (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture* 36: 237-243.
28. BURTZEV, I. A. (1967): Nekotore dannie po gametogenezu gibridov osetrovikh ryb. Tr. Cent. Nauch.-Issled. Ins. Osetrogo Khozjajstvo. (CNIORH) Tom 1: 252-257.
29. BURTZEV, I. A. – SEREBRYAKOVA, E. V. (1973): A hybrid beluga × sterlet (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*, Pisces): karyology, gametogenesis and potential status. In: B. Chevassus (Ed.) 1983. Hybridization in fish. *Aquaculture* 33: 245-262.
30. CABRERA, R. – SORIGUER, M. C. – DOMEZAIN, A. – HERNANDO, J. A. (2016): Embryonic development of Adriatic sturgeon, *Acipenser naccarii* (Bonaparte 1836), in farming conditions: a guide. *Acta Zoologica* 97: 334-344.
31. ČESKLEBA, D. G. – AVELALLEMANT, S. – THUENGLER, T. F. (1985): Artificial spawning and rearing of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, in Wild Rose Fish Hatchery, Wisconsin, 1982-1983. *Environmental Biology of Fishes* 14: 79-85.
32. CHANG, J. (2008): Construction of Fishpassages in China: impact on Chinese sturgeons. World Sturgeon Conservation Society, Special Publication No. 2: 22-29.
33. CHARLON, N. – BERGOT, P. (1991): Alimentation artificielle des larves de l'esturgeon Siberien (*Acipenser baeri* Brandt). 'Acipenser' Actes du premier colloque international sur l'esturgeon. Bordeaux, 3-6 Oct. 1989: 31.
34. CHEBANOV, M. S. (2008): Strategy for conservation of sturgeon in the conditions of the Kuban River flow regulation. World Sturgeon Conservation Society, Special Publication No. 2: 70-82.
35. CHEBANOV, M. S. – GALICH, E.V. (2013): Sturgeon Hatchery Manual. FAO, Ankara, 2013. ISBN: 978-92-5-106823-6.

36. CHERR, G. N. – CLARK, W. H. Jr. (1984): Jelly release in the eggs of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. An enzymatically mediated event. J. Exp. Zool., 230/1: 145-149.
37. CHERR, G. N. – CLARK, W. H. (1985): Gamete interaction in white sturgeon *Acipenser transmontanus*: a morphological and physiological review. Environmental Biology of Fishes 14: 11-22.
38. CONTE, F. S. – DOROSHOV, S. I. – LUTES, P. B. – STRANGE, E. M. (1988): Hatchery manual for the white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson) with application to other North-American Acipenseridae. Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources: 103.
39. COSTACHE, M. – DUDU, A. – GEORGESCU, S. E. (2012): Low Danube sturgeon identification using DNA markers. Intech. 1: 243-268.
40. CUI, Y. – HUNG, S. S. O. – DENG, D. F. – YANG, Y. (1997): Growth of white sturgeon as affected by feeding regime. Progressive Fish Culturist 59: 31-35.
41. DABROWSKI, K. – KAUSHIK, S. J. – FACONNEAU, B. (1985): Rearing of sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) larvae. I. Feeding trial. Aquaculture 47: 185-192.
42. DEMÉNY, F. – JÓZSA, V. – MÜLLER, T. (2020): A széles kárász. In: Müller Tamás, Urbányi Béla és Staszny Ádám (Szerk.) Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, réticsík, széles kárász) (második módosított kiadás). Vármédia Print Kft., Gödöllő. ISBN 978-615-81502-1-7.: 143-145.
43. DERYAVIN, A. N. (1914): Iskustvennoe razvedenie osetra i lososa v reke Kura. Tr. Soveshaniya po rybovodstvu. Tom 2. part 2.: 83-88.
44. DERYAVIN, A. N. (1938): Opiti po metodike intensivnogo razvedeniya osetrovyykh ryb na kurynskom eksperimentalnom zavode v 1936 – 1937. Ryb. Khoz. 18/2: 26-31.
45. DETTLAFF, T. A. – GINSBURG, A. S. (1954): Zarodyshevie razvitie osetrovyykh ryb (sevryugi, osetra i belugi) v svyazy s voprosami ikh razvedeniya. Izd. Akad. Nauk. SSSR, Moscow: 248.
46. DETTLAFF, T. A. – GINSBURG, A. S. – SCHMALHAUSEN, O. I. (1993): Sturgeon fishes: developmental biology and aquaculture. Springer-Verlag, Berlin: 300.

47. DOROSHOV, S. I. (1986): Biology and culture of sturgeon Acipenseriformes. In: James F. Muir and Ronald J. Roberts (Eds.) Recent advances in aquaculture 2. Croom Helm. London & Sydney, Westview Press, Boulder, Colorado: 251-274.
48. DOROSHOV, S. I. (1990): Third annual report of domestic white sturgeon broodstock research and development program. Submitted by Aquaculture and Fisheries Program, Univ. of Cal., Davis: 36.
49. DOROSHOV, S. I. – CLARK, W. H. Jr. – LUTES, P. B. – SWALLOW, R. L. – BEER, K. E. – MCGUIRE, A. B. – COCHRAN, M. D. (1983): Artificial propagation of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Aquaculture 32: 93-104.
50. DOROSHOV, S. I. – LUTES, B. B. (1984): Preliminary data on the induction of ovulation in white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson). Aquaculture 38: 221-227.
51. EBRAHIMI, E. (2006): Determination of the best time to transfer Beluga (*Huso huso*) juveniles from natural to commercial diets. J. Appl. Ichthyol. 22: 274-277.
52. EBRAHIMI, E. – ZARE, P. (2005): Growth, survival and body composition of Beluga and Persian sturgeon fingerlings fed natural and prepared food. In: Proceeding of the 5th International Symposium on Sturgeon, 9-13 May, Ramsar, Iran: 40-43.
53. EVGRAFOVA, V. N. – DROBYSHEVA, E. B. – SEMENKOVA, T. B. (1982): The rearing of Siberian sturgeon juveniles on different diets. Rybn. Khoz. (Moscow) 2: 37-38 [in Russian].
54. FAO, Fishstat Plus 2008. [http.: www.fao.org](http://www.fao.org).
55. FAO, 2018. Fishery and Aquaculture Statistics. Global production by production source 1950-2016 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2018. [http.: www.fao.org](http://www.fao.org).
56. FASHTOMI, H. R. P. – MOHSENI, M. (2006): Survival and growth of larval and juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) using formulated diets and live food. J. Appl. Ichthyol. 22: 303-306.
57. FELEDI, T. (2015): A viza első sikeres szaporítása Magyarországon. Halászat 108/1: 10.
58. FELEDI, T. – DAJKA, V. – RIDEG, Á. (2015): A viza (*Huso huso*) első sikeres szaporítása Magyarországon. XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás: 11.

59. FELEDI, T. – KUCSKA, B. – RÓNYAI, A. (2010): A lapátorrú tok szaporításának és előnevelésének hazai tapasztalatai. *Halászat* 103/1: 20-24.
60. FELEDI, T. – LENGYEL, S. – RÓNYAI, A. (2011a): Preliminary results of intraspecific sterlet hybrid (Siberian sterlet x Sterlet) rearing under intensive conditions. *Aquaculture in Central and Eastern Europe: present and future. The II. Assembly NACEE*: 274-276.
61. FELEDI, T. – KUCSKA, B. – RÓNYAI, A. (2011b): Effect of different fertilisation and egg de-adhesion methods in artificial propagation of Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*. *Archives of Polish Fisheries* 19/2: 119-122.
62. FELEDI, T. – LENGYEL, SZ. – RÓNYAI, A. (2012): Egy intraspecifikus kecsege hibrid (szibériai kecsege x kecsege) intenzív rendszerben történő nevelésének előzetes eredményei. *Acta Agraria Debreceniensis* 48: 17-19.
63. FELEDI, T. – RÓNYAI, A. (2013): A szibériai kecsege (*Acipenser ruthenus marsiglii*) intenzív rendszerben történő ivadéknevelésének előzetes eredményei. *Acta Agraria Debreceniensis* 51: 27-31.
64. FELEDI, T. – ADORJÁN, Á. – RÓNYAI, A. (2013): A kecsege dunai (*Acipenser ruthenus ruthenus*) és szibériai (*A. r. marsiglii*) alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása. *Halászat* 106/4: 22-24.
65. FILIPIAK, J. – CZERNIEJEWSKI, P. – SADOWSKI, J. – TRZEBIATOWSKI, R. (1999): Comparison of the effects of cage-rearing of sterlet (*Acipenser ruthenus*) and Russian × Siberian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* × *A. baeri*) hybrid fry in cooling water. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 2/2: 03.
66. GERBILSKII, N. L. (1938): Vliyanie gonadotropnogo faktora gypofiza na nyerestnoe sostoyanie u *Acipenser stellatus*. *Dokl. Akad. Nauk SSSR.*, 19/4: 333-336.
67. GERBILSKII, N. L. (1951): Vnutrividoviye biologicheskiye gruppi osetrovyykh i ikh vosproizvodstvo v nizovyakh rek s zaregulirovannom stokom. *Ryb. Khoz.* 27/4: 24-27.
68. GESSNER, J. – ROSENTHAL, H. (2008): A tokállományok megóvásának, helyreállításának és tenyésztésének lehetőségei, különös tekintettel a kecsegeire. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás: 9-10.

69. GINZBURG, A. S. (1963): Intruktsiya po isskustvennomu osemneniyu osetrovikh ryb. GLAVRYBVOD, Moscow: 23.
70. GISBERT, E. – WILLIOT, P. (2002): Advances in the larval rearing of Siberian sturgeon. Review paper. Journal of Fish Biology 60: 1071-1092.
71. GISBERT, E. – WILLIOT, P. – CASTELLÓ-ORVAY, F. (2000): Influence of egg size on growth and survival of early stages of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery conditions. Aquaculture 183: 83-94.
72. GONTSHAROV, B. F. – IGOUMOVA, L. V. – POLOUPAN, I. S. – SAVELIEVA, E. A. (1989): Induced oocyte maturation, ovulation and spermiation in sturgeon (*Acipenseridae*) using synthetic analogue of gonadotropin-releasing hormone. 'Acipenser' Premier Collogue Int. Symp. sur l'esturgeon, 3-6 Oct., 1989. Bordeaux, France: 351-364.
73. GULYÁS, T. – KÉRI, GY. – HORVÁTH, A. – NIKOLICS, K. – SZŐKE, B. – TEPLÁN, I. – BÖKÖNYI, I. (1988): Nem emlős GnRH analógok dózis – hatás összefüggései a kecsge és a harsca mesterséges szaporításában. XII. Halászati Tudományos Tanácskozás: 8-9.
74. GUTI, G. (2008): Past and present status of sturgeons in Hungary and problems involving their conservation. Fundam. Appl. Limnol./Arch. Hydrobiol., Suppl. 162., Large Rivers 18/1-2: 61-79.
75. GUTI, G. (2015): Kecsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) az év hala Magyarországon 2015-ben. Halászat 108/1: 26-31.
76. GUTI, G. – BERCSIK, Á. (2014): Criteria of sustainable management of large river systems – ecological aspects and challenges of the 21st century. Opusc. Zool. Budapest 45/1: 95-99.
77. HARKA, Á. – SALLAI, Z. (2004): Magyarország halfaunája. Nimfea Természetvédelmi Egyesület Kiadó, Szarvas.
78. HAVASI, M. – LEFLER, K. K. – TAKÁCS, D. – RÓNYAI, A. (2018): How do long- term effects of temperature influence sex ratio, somatic and gonadal development in juvenile sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) – one more climate change consequence? Aquaculture Research 49/11: 3577-3585.
79. HECKEL, J. – KNER, R. (1858): Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder. W. Engelmann, Leipzig: 388.

80. HENSEL, K. – HOLCIK, J. (1997): Past and current status of sturgeons in the upper and middle Danube River. *Env. Biol. of Fish.* 48: 185-200.
81. HERMAN, O. (1887): *Magyar Halászat Könyve*. AK. M. Természettudományi Társulat, Budapest.
82. HORVÁTH, L. – LUKOWICZ, M. (1982): Tables with data of hatchery procedures and rearing process of some bred warmwater fishes. *Aquacult. Hung.* 3: 191-196.
83. HORVÁTH, L. – PÉTERI, A. – KOURIL, J. (1985): Eredményes kecsge szaporítás LHRH-val. *X. Halászati Tudományos Tanácskozás*: 20.
84. HORVÁTH, L. – PÉTERI, A. – KOURIL, J. (1986): Successful sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) propagation with synthetic LH-RH hormone. *Aquacult. and Fish. Manag.* 17: 113-116.
85. HORVÁTH, L. – RIDEG, Á. – H. TAMÁS, G. (1991): Ősi halfajunk: a kecsge. *Halászat* 84/4: 169-170.
86. H. TAMÁS, G. (1975): Csuka, kecsge, vicsege és harcsa ivadékainak előnevelése műanyag vályúban és kádakban. *Halászat* 68/6: 168-170.
87. <https://seatemperature.ru> Hozzáférés dátuma: 2021.03.01.
88. <https://travel.org.ua/water.php> Hozzáférés dátuma: 2021.03.01.
89. IEGOROVA, V. – PSENICKA, M. – LEBEDA, I. – RODINA, M. – SAITO, T. (2018): Polyspermy produces viable haploid/diploid mosaics in sturgeon. *Biology of Reproduction* 99/4: 695-706.
90. IGUMNOVA, L. V. – DUBININ, V. I. (1987): Effects of gradients and short-term depressions of temperature during embryonic development of beluga, *Huso huso*, on the structure and survival rate of the prolarvae. *Journal of Ichthyology* 27: 167–170.
91. JACZÓ, I. (1953): Kísérletek a kecsge mesterséges szaporítására a Dunán. *Hidrológiai közlöny* 33/3-4: 149-152.
92. JACZÓ, I. (1969): A kecsge mesterséges szaporítása. *Kandidátusi Értekezés*. Hal. Kut. Int., Szarvas: 69.
93. JACZÓ, I. (1974a): A kecsge mennyiségének változása folyóinkban az 1947-70. évi fogások és vizsgálatok alapján. *Halászat* 67/1: 12.
94. JACZÓ, I. (1974b): Jelölt kecsge kihelyezése a Tiszába. *Halászat* 67/2: 39.
95. JÓZSA, V. – FAZEKAS, GY. – GUTI, G. (2016): A kecsge (*Acipenser ruthenus*) fajmegőrzési terve. FM kiadvány. ISBN: 978-962-7120-39-8.

96. KAUSHIK, S. J. – OLIVA-TELES, A. (1985): Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. *Aquaculture* 50: 89-101.
97. KAZANSKII, B. N. – MOLODTCOV, A. N. (1973): Metodika raboty s proizvoditelemi osetrovikh v cegah s regulirujemoj temperaturoj vody. Tr. VNIRO 92: 21-33.
98. KÁLDY, J. – ZSÉDELY, E. – SZILÁGYI, Á. – SZATHMÁRY, L. (2011): A kecsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) és a szicsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 \times *Acipenser baeri* Brandt, 1869) korai növekedésének és takarmányhasznosításának összehasonlítása intenzív halnevelő rendszerben. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* 7 (Klnsz): 221-227.
99. KÁROLI, J. (1877): A Duna halóriásai. *Természetrizsi Füzetek* 1/12-16: 77-81.
100. KHAKIMULLIN, A. A. (1984): Raschot rashoda vody pri inkubatsii ikry sibirskogo osetra. *Ryb. Khoz.* 10: 27-28.
101. KHIN, A. (1957): A magyar vizák története. *Mezőgazdasági Múzeum Füzetei* 2: 1-24.
102. KISS, I. (1997): Csontos vázúak (Osteognathomata) ágazata. In: Papp L. (Szerk.) *Zootaxonómia. A Magyar Természettudományi Múzeum és a Dabas-Jegyzet Kft. közös kiadása, Dabas*: 286-290.
103. KOTTELAT, M. – FREYHOF, J. (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany: 646.
104. KOVEN, W. – KOLKOVSKI, S. – HADAS, E. – GAMSIZ, K. – TANDLER, A. (2001): Advances in the development of microdiets for gilthead seabream, *Sparus aurata*: a review. *Aquaculture* 194: 107-121.
105. KOWTAL, G. V. – CLARK, N. H. – CHERR, G. N. (1986): Elimination of adhesiveness in eggs from the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*: chemical treatment of fertilized eggs. *Aquaculture* 55: 139-143.
106. KOZLOV, V. I. (1993): *Sturgeon farming*. Publ. by VNIIRH, Moscow: 64.
107. KOZLOV, V. I. – ABRAMOVICH, L. (1986): *Market sturgeon farming*. Moscow, Rosselhozizdat: 117. [in Russian].
108. KRIESCH, J. (1876): *Hasznos és kártékony állatainkról: Halak*. Szent István Társulat, Budapest: 149.
109. KURAPOVA, T. – KHRUSTALEV, E. – SAVINA, L. – SEMENTINA, E. (2007): Influence of different rearing conditions for physiological indexes of sterlet fries. In: *Warm water aquaculture and biological productivity of basins of*

- arid climate. International symposium (16-18 April, 2007). Collection of papers. Astrakhan, Russia: 470-473. [in Russian].
110. LÁNYI, GY. (1961): Élet a víz tükre alatt. Gondolat Kiadó, Budapest.
 111. LELEK, A. (1987): The Freshwater Fishes of Europe. Threatened Fishes of Europe. AULA-Verlag, Wiesbaden 9: 343.
 112. LENHARDT, M. – HEGEDIS, A. – GACIC, Z. – JARIC, I. – CVIJANOVIC, G. – SMEDEREVAC-LALIC, M. – VISNJIC-JEFTIC, Z. – MICKOVIC, B. (2008): A kecs ege (*Acipenser ruthenus*, L.) helyzete Szerbiában. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás: 15.
 113. LINDBERG J. C. – DOROSHOV, S. I. (1986): Effects of diet switch between natural and prepared foods on growth and survival of white sturgeon juveniles. Transactions of the American Fisheries Society 115: 166-171.
 114. LOVÁSZ, GY. (2012): Water temperatures of the Danube and Tisza Rivers in Hungary. Hung. Geog. Bull. 61/4: 317-325.
 115. MAGYAR KÖZLÖNY (2013): 2013. évi CII. törvény a halgazdálkodásról és a hal védelméről. Magyar Közlöny 102: 55448.
 116. MAGYARY, I. – RÓNYAI, A. – VÁRADI, L. – HORVÁTH, L. (1993): Kísérletek a kecsége (*Acipenser ruthenus*) és a lénai tok (*Acipenser baeri*) spermájának mélyhűtésére. Halászatfejlesztés 16: 13-25.
 117. MAI, L. – LIU, X. – PAN, P. – SUN, D. J. (2014): Effects of water temperature on growth performance in juvenile Amur sturgeon, sterlet and Siberian sturgeon. Chinese Journal of Fisheries 4: 15–22.
 118. MICHAELS, J. T. – HAMLIN, H. J. – BEAULATON, C. – MAIN, K. L. (2006): Larval and juvenile feeding practices for the commercial production of Siberian sturgeon *Acipenser baeri*. Aquaculture Europe 2006, May 9-13, 2006. Firenze, Italy. Abstracts in CD: 606.
 119. MILSTEIN, V. V. (1972): Osetrovodstvo. Izd. Pischevaya promyshlennost, Moscow: 128.
 120. MIMS, S. D. – SHELTON, W. L. – WYNNE, F. S. – ONDERS, R. J. (1999): Production of paddlefish. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No. 437.
 121. MOHLER, J. W. (2000): Early culture of the North American Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* Mitchill, 1815 and preliminary stocking trials. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 16: 203-208.

122. MOHLER, J. W. – KIM-KING, M. – FARRELL, P. R. (2000): Growth and survival of first-feeding and fingerling Atlantic sturgeon under culture conditions. *North American Journal of Aquaculture* 62: 174-183.
123. MÜLLER, F. – VÁRADI, L. (1980): The results of cage fish culture in Hungary. *Aquacult. Hung.* 2: 154-168.
124. NAPORA-RUTKOWSKI, L. – KAMASZEWSKI, M. – BIELAWSKI, W. – OSTASZEWSKA, T. – WEGNER, A. (2009): Effects of starter diets on pancreatic enzyme activity in juvenile sterlet (*Acipenser ruthenus*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah* 61: 143-150.
125. NATHANAILIDES, C. – TSOUMANI, M. – PAPAZOGLIOY, A. – PASCHOS, I. (2002): Hatching time and post-hatch growth in Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Journal of Applied Ichthyology* 18: 651-654.
126. NAVODARU, I. – STARAS, M. – BANKS, R. (1999a): Management of sturgeon stocks of the lower Danube River system. Proceedings of “The Delta’s: State-of art protection and management”, Tulcea, Romania 26-31, July: 229-237.
127. NAVODARU, I. – CONSTANTINESCU, A. – MUNTEANU, I. (1999b): Reproducerea speciilor comerciale de pesti de apa dulce in zona Deltei Dunarii. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute* 7: 159-164.
128. NIKOLSKAYA, N. T. (1978): Temperaturnie uslovija, neobhodymie dlja razvitiya ikri lenskogo osetra. *Ryb. Khoz.* 9: 17-20.
129. NIKOLYUKIN, N. I. (1967): Znachenie gibridizacii v osetrovodstve. *Tr. Cent. Nauch.-Issled. Ins. Osetr. Khoz.* 1: 247-251.
130. NOORI, F. - VAN STAPPEN, G. – SORGELOOS, P. (2012): Preliminary study on the activity of protease enzymes in Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) larvae in response to different diets: effects on growth and survival. *Aquaculture Research* 43/2: 198-207.
131. NYESTE, K. – SOMOGYI, D. – SALLAI, Z. – ANTAL, L. (2020): Adatok a tokfélék (*Acipenseridae*) Kárpát-medencei recens előfordulásairól. *Pisces Hungarici* 14: 107–114.
132. NYÍRÓ, L. (1955): A kecsege. *Jászkunság* 2/4: 32-36.
133. OGNJANOVIC, D. – NIKOLIC, V. – SIMONOVIC, P. (2008): Morphometrics of two morphs of sterlet, *Acipenser ruthenus* L., in the middle course of the Danube River (Serbia). *Journal of Applied Ichthyology* 24: 126-130.

134. OVSYANNIKOV, F. V. (1870): Ob iskustvennom razvedenni sterljedej. In: T. A. Dettlaff and A. S. Ginsburg (Eds.), *Zarodishhevoe razvitie osetrovkykh ryb (sevriyugi, osetra i belugi) v svyazi s voprosami ikh razvedenii*. Akad. Nauk SSSR, Moscow, 1954: 248.
135. PARK, C. – LEE, S. Y. – KIM, D. S. – NAM, Y. K. (2013): Embryonic development of Siberian sturgeon *Acipenser baerii* under hatchery conditions: an image guide with embryological descriptions. *Fisheries and Aquatic Sciences* 16/1: 15-23.
136. PÉTERI, A. (1983): A lénai tok (*Acipenser baeri* Brandt) nevelésének magyarországi tapasztalatai. VIII. Halászati Tudományos Tanácskozás: 20.
137. PÉTERI, A. – HORVÁTH, L. – RÓNYAI, A. – RIDEG, Á. (1988a): A tokfélék tenyésztése és termelése (I.). *Halászat* 34/5: 135-138.
138. PÉTERI, A. – HORVÁTH, L. – RÓNYAI, A. – RIDEG, Á. (1988b): A tokfélék tenyésztése és termelése (II.). *Halászat* 34/6: 167-171.
139. PINTÉR, K. (1977): A kecsge (*Acipenser ruthenus* L.). *Halászat* 70: 2. sz. melléklet.
140. PINTÉR, K. (1989): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
141. PINTÉR, K. – PÓCSI, L. (2002): A hal. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
142. PODUSHKA, S. B. (1999): New method to obtain sturgeon eggs. *Journal of Applied Ichthyology* 15: 319.
143. REINARTZ, R. (2002): Sturgeons in the Danube River. Literature study on behalf of IAD, Landesfischereiverband for Bayern e. V. and Bezirk Oberpfalz: 150.
144. RIDEG, Á. (2002): Kecsege (*Acipenser ruthenus*), vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*) és lénai tok (*Acipenser baeri*) növekedésének összehasonlítása recirkulációs rendszerben. Szakdolgozat, Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Állatélettani és Takarmányozástani Tanszék: 36.
145. RIDEG, Á. (2003): A tokfélék múltja, jelene és jövője vizeinkben. *Halászat* 96/4: 132-135.
146. RIDEG, Á. – RIDEG, G. (1992): A lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) ivadéknevelése recirkulációs rendszerben. *Halászat* 85/3: 141-144.
147. ROCHARD, E. – CASTELNAUD, G. – LEPAGE, M. (1990): Sturgeons (Pisces Acipenseridae); Threats and prospects. *Journal of Fish Biology* 37: 123-132.

148. RÓNYAI, A. (1991): Szaporodásbiológiai adatok a lénai tok (*Acipenser baeri* Brandt) és a kecsege (*Acipenser ruthenus* L.) korai és szezonális szaporításáról tokhipofízis és GnRH kezelés mellett. Halászat 84/4: 190-192.
149. RÓNYAI, A. (1992a): A tubifex részleges kiváltásának lehetősége lazac-starter tápokkal kecsege × lénai tok (*Acipenser ruthenus* L. × *Acipenser baeri* Brandt) hibrid ivadék nevelésében. Halászat 85/2: 87-90.
150. RÓNYAI, A. (1992b): A kecsege x lénai tok (*Acipenser ruthenus* L. x *Acipenser baeri* Brandt) hibrid ivadék növekedése és takarmányhasznosítása a takarmányozási szint és az aktuális testtömeg függvényében. Halászat 85/4: 185-190.
151. RÓNYAI, A. (1993): A kecsege x lénai tok hibrid (*Acipenser ruthenus* L. x *Acipenser baeri* Brands) fehérjeigénye. Halászatfejlesztés 16: 126-133.
152. RÓNYAI, A. (2009): The effect of different synthetic gonadotrop-releasing hormone analogues and their combinations with anti-dopaminergic compound on the reproduction performance of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.). Aquaculture Research 40: 315-322.
153. RÓNYAI, A. – FELEDI, T. (2013): Co-feeding as a weaning procedure in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) larvae. Aquaculture Research 44: 1489-149.
154. RÓNYAI, A. – PÉTERI, A. – RADICS, F. (1990a): Cross-breeding of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) and Lena River's sturgeon (*Acipenser baeri stenorrhynchus* Nikolsky). Aquacultura Hungarica 6: 13-18.
155. RÓNYAI, A. – RUTTKAY, A. – PÉTERI, A. (1990b): A kecsege és a kecsege x lénai tok ivadék növekedésének összehasonlítása recirkulációs rendszerben. Halászat, 83/2: 33-34.
156. RÓNYAI, A. – RIDEG, Á. – PANNONHALMI, M. – GUTI, G. – FELEDI, T. (2010): Akcióterv a tokfélék (*Acipenseridae*) védelmére a Duna magyarországi szakaszán és nagyobb folyóinkon. VKKI tanulmány, Szarvas.
157. SEMENKOVA, G. B. (1983): Rost vyshivaemost i fiziologcheskie pokazateli u molodi lenskogo osetra (*Acipenser baeri stenorrhynchus* Nikolsky), vyrashivaemikh na kormah tipa Ekvizo. In: I. N. Ostroumova (Ed.) Voprosi fiziologii i kormlenia ryb. Sbornik nauchnik trudov Gos. NIROH VNPO, Leningrad 194: 107-111.

158. SEMMENS, K. J. (1986): Evaluation of paddlefish hypophysis, carp hypophysis and LH-RH analogue to induce ovulation in paddlefish. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. Auburn University, Alabama: 74.
159. SION, C. – CALIN, P. G. – OPREA, L. – NICA, A. – BACANU, M. G. (2011): The influence of pellets quality on the growth of sterlet, in recirculating aquaculture system, *AAFL Bioflux* 4/2: 129-130.
160. SOKOLOV, L. S. – BERDICHEWSKII, L. S. (1987): *Acipenseridae* Bonaparte 1831. In: J. Holcik (Ed.): *The freshwater fishes of Europe. I/II. General Introduction to fishes Acipenseriformes.* AULA-Verlag, Wiesbaden: 470.
161. SOKOLOV, L. I. – VASIL'EV, V. P. (1989): *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758. In: J. Holcik (Ed.): *The freshwater fishes of Europe. I/II.* AULA-Verlag, Wiesbaden, 1989: 227-262.
162. STEFFENS, W. – JACHINEN, H. – FREDRICH, F. (1990): Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. *Aquaculture* 89: 101-122.
163. SUCIU, R. (2008): A tokállományok megőrzésének jelenlegi helyzete és lehetőségei Romániában, különös tekintettel a kecségre. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás: 21.
164. SZABÓ, T. (2000): Az indukált halszaporítás módszerei. In: Horváth L. (Szerk.) *Halbiológia és haltenyésztés.* Mezőgazda Kiadó, Budapest: 440.
165. SZABÓ, T. – HORVÁTH, L. – ITTZÉS, I. – HORVÁTH, Á. (2019): A tokalakúak szaporodásbiológiája. In: Urbányi Béla és Horváth Ákos (Szerk.) *A tokalakúak biológiája és tenyésztése.* Vármédia Print Kft., Gödöllő: 119.
166. SZALAY, M. (1956): Mentsük meg a kecsége és márna állományunkat! *Halászat* 3/5: 83.
167. TIMMONS, M. B. – GUERDAT, T. – VINCI, B. J. (2018): *Recirculating Aquaculture* 4th Edition. Ithaca Publishing Company LLC.
168. TÓTH, Á. – SZALANYIKOV, NY. (1983): A kecsége földrajzi elterjedése. *Halászat* 76/3: 89-90.
169. TÓTH, J. (1960): Kecsege a magyar Dunán. *Halászat* 7/6: 116-117.
170. URBÁNYI, B. – HORVÁTH, Á. (2008): A tokalakúak spermájának mélyhűtése. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás: 31.
171. VAN EENENNAAM, J. P. – LINARES-CASENAVE, J. – MUGUET, J. B. – DOROSHOV, S. I. (2008): Induced spawning, artificial fertilization, and egg

- incubation techniques for green sturgeon. *North American Journal of Aquaculture* 70: 434-445.
172. VASIL'EV, V. P. – SOKOLOV, L. I. – SEREBRYAKOVA, E. V. (1980): Kariotyp sibirskogo osetra *Acipenser baeri* Brandt reky Leni i nekotorie voprosy evolutii kariotipov osetroobraznikh. *Vopr. Icht.* 20: 814-822.
173. VDOVCHENKO, M. A. – ROZHDESTVENSKIY, M. I. (2009): Experience of all-year-round rearing of Siberian sturgeon and Irtysh sterlet in tanks and wells with warm water. Theses of the 2nd international symposium "Resource-saving technologies in aquaculture". Adler, October 4-7, 1999: theses. Krasnodar, 2009: 23 [in Russian].
174. WEGNER, A. – OSTASZEWSKA, T. – KAMASZEWSKI, M. (2008): Morphological change in digestive tract of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) larvae during yolk feeding. In: *Aquaculture Europe 2008*, Sep. 15-18, Krakow: 685-686.
175. WILLIOT, P. – BRUN, R. (1982): Résultats sur la reproduction de *Acipenser baeri* en 1982. *Bull. Fr. Piscic.* 287: 19-22.
176. WILLIOT, P. – BRUN, R. – ROUAULT, T. – PELARD, M. – MERCIER, D. (2005): Attempts at larval rearing of the endangered western European sturgeon, *Acipenser sturio* (Acipenseridae) in France. *Cybium* 29/4: 381-387.
177. WILLIOT, P. – ROUAULT, T. (1982): Compte rendu d'une premiere reproduction en France de l'esturgeon siberien, *Acipenser baeri*. *Bull. Fr. Piscic.* 286: 255-261.
178. WILLIOT, P. – BRUN, R. – ROUAULT, T. – ROORYCK, O. (1991): Management of female spawners of the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt). 'Acipenser' Actes du Prem. Col. Int. Symp. sur L'esturgion, 3-6, Oct., 1989. Bordeaux, France: 365-381.
179. WILLIOT, P. – ROUAULT, T. – BRUN, R. – MIOSSEC, G. – ROORYCK, O. (1988): Grossissement intensive de l'esturgeon Siberian (*Acipenser baeri*) en bassin, Iere partie. *Aqua. Revue* 17: 27-32.
180. WILLIOT, P. – SABEAU, L. – GESSNER, J. – ARLATI, G. – BRONZI, P. – GULYAS, T. – BERNI, P. (2001): Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. *Aquat. Living Resour.* 14: 367-374.
181. WOYNÁROVICH, E. (1965): A ponty mesterséges szaporításának továbbfejlesztése. *Halászat* 58/2: 51.

182. WOYNÁROVICH, E. – WOYNÁROVICH, A. (1980): Modified technology for elimination of stickiness of common carp (*Cyprinus carpio*) eggs. *Aquacultura Hungarica (Szarvas)* 2: 19-21.
183. ZADELENOV, V. A. (2010): A scientific support for maintaining of an ecological stability and preservation of rare species in water bodies of Krasnoyansk region. PhD. Thesis, Krasnoyansk: 35 [in Russian].

10. Megjelent saját tudományos közlemények



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/148/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Feledi Tibor
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10077287

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. **Feledi, T.**, Adorján, Á., Rónyai, A.: A kecsége dunai (*Acipenser ruthenus ruthenus*) és szibériai (*A. r. marsiglii*) alfaja termelési potenciáljának összehasonlítása.
Halászat. 106 (4), 22-24, 2013. ISSN: 0133-1922.
2. **Feledi, T.**, Rónyai, A.: A szibériai kecsége (*Acipenser ruthenus marsiglii*) intenzív rendszerben történő ivadéknevelésének előzetes eredményei.
Agrártud. közl. 51, 27-31, 2013. ISSN: 1587-1282.
DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/51/2057>
3. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Egy intraspecifikus kecsegehibrid (szibériai kecsége x kecsége) intenzív rendszerben történő nevelésének előzetes eredményei.
Agrártud. közl. 48, 17-19, 2012. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

4. Rónyai, A., **Feledi, T.**: Co-feeding as a weaning procedure in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) larvae.
Aquac. Res. 44, 1489-1491, 2013. ISSN: 1355-557X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03167.x>
IF: 1.32
5. Akbulut, B., **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Effect of feeding rate on growth performance, food utilization and meat yield of sterlet (*Acipenser ruthenus* Linne 1758).
J. FisheriesSciences.com. 7 (4), 215-224, 2013. ISSN: 1307-234X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3153/jfsc.com.2013022>
6. **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Preliminary results on Siberian sterlet fry rearing and their comparison with some production performance parameters of "European" sterlet.
J. Fish. Quat. Sci. 13 (3), 551-553, 2013. ISSN: 1303-2712.
DOI: http://dx.doi.org/10.4194/1303-2712-v13_3_20
IF: 0.384





7. **Feledi, T.**, Kucska, B., Rónyai, A.: Effect of different fertilisation and egg de-adhesion methods in artificial propagation of Siberian sturgeon, *Acipenser baeri*.
Arch. Pol. Fish. 19 (2), 119-122, 2011. ISSN: 1230-6428.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/v10086-011-0014-7>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

8. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: A lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) és a szibériai kecsege (*Acipenser ruthenus marsiglii*) szaporításának 2011. évi tapasztalatai.
Halászatfejlesztés. 35, 66-70, 2012. ISSN: 1219-4816.

Idegen nyelvű konferencia közlemények (2)

9. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Preliminary results on Siberian sterlet (*Acipenser ruthenus marsiglii*) fries rearing.
In: Domestication in finfish aquaculture. Ed.: Dariusz Kucharczyk, Pracownia Wydawnicza "EiSet", Olsztyn, 83-86, 2012. ISBN: 9788362863310
10. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Preliminary results of intraspecific sterlet hybrid (Siberian sterlet x Sterlet) rearing under intensive conditions.
In: Aquaculture in Central and Eastern Europe: present and future : The II. Assembly NACEE and the Workshop on the Role of Aquaculture in Rural Development, Pontos, Kishinev, 274-276, 2011. ISBN: 9789975512930

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

11. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Egy intraspecifikus kecsege hibrid (szibériai kecsege x kecsege) intenzív rendszerben történő nevelésének tapasztalatai.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 39, 2012, (ISSN 0230-8312)
12. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: A lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) és a szibériai kecsege (*Acipenser ruthenus marsiglii*) szaporításának 2011. évi tapasztalatai.
In: XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 34, 2011, (ISSN 0230-8312)

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

13. **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Comparison of the production potential of Siberian and Danube sterlet in recirculating aquaculture conditions.
In: 7th International Symposium on Sturgeons : Book of abstracts, [s.n.], [Nanaimo], 257, 2013.
14. **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Preliminary data on the production performance of Siberian sterlet (*Acipenser ruthenus marsiglii*).





15. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Preliminary results on Siberian sterlet (*Acipenser ruthenus marsiglii*) fries rearing.
In: Domestication in finfish aquaculture. Ed.: Dariusz Kucharczyk, Pracownia Wydawnicza "ElSet", Olsztyn, 44, 2012. ISBN: 9788362863310

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

16. Adorján, Á., Jakabné Sándor, Z., **Feledi, T.**, Percze, V., Nagy, Z., Ardó, L., Dankó, I., Csengeri, I., Rónyai, A.: Növényi összetevőket tartalmazó utónevelő pontytáp tesztelése tavi termelésben.
Halászat. 107 (3), 22-28, 2014. ISSN: 0133-1922.
17. Csengeri, I., Gál, D., Kosáros, T., Pekár, F., Bakos, J., Potra, F., Kovács, G., **Feledi, T.**, Fazekas, J., Biró, J., Jakabné Sándor, Z.: A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül?
Állatteny. takarm. 60 (3), 277-290, 2011. ISSN: 0230-1814.
18. **Feledi, T.**, Kucska, B., Rónyai, A.: A lapátorrú tok mesterséges szaporításának és előnevelésének hazai tapasztalatai.
Halászat. 103 (1), 20-24, 2010. ISSN: 0133-1922.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

19. Kucska, B., **Feledi, T.**, Adorján, Á., Molnár, T.: The effects of three commercial diets differing in protein and energy ratios on product quality of pike (*Esox lucius*).
Acta Aliment. 45 (1), 112-118, 2016. ISSN: 0139-3006.
DOI: <https://doi.org/10.1556/066.2016.45.1.14>
IF: 0.357

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

20. Ljubobratović, U., Csengeri, I., Kucska, B., Balogh, E., Lengyel, S., Kovács, G., Adorján, Á., **Feledi, T.**, Janurik, E., Rónyai, A.: Comparison of the Procedures for Adhesiveness Removal in Pikeperch (*Sander lucioperca*) Eggs with Special Emphasis on the Effect of Tannic Acid.
J. Fish. Quat. Sci. 17 (3), 461-469, 2017. ISSN: 1303-2712.
DOI: http://dx.doi.org/10.4194/1303-2712-v17_3_02
IF: 0.482





21. Ljubobratović, U., Kucska, B., **Feledi, T.**, Poleksić, V., Marković, Z., Lenhardt, M., Péteri, A., Kumar, S., Rónyai, A.: Effect of Weaning Strategies on Growth and Survival of Pikeperch, *Sander lucioperca*, Larvae.
J. Fish. Quat. Sci. 15 (2), 327-333, 2015. ISSN: 1303-2712.
DOI: https://www.doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_15
IF: 0.553
22. Treasurer, J., **Feledi, T.**: The physical Condition and Welfare of Five Species of Wild-caught Wrasse Stocked under Aquaculture Conditions and when Stocked in Atlantic Salmon, *Salmo salar*, Production Cages.
J. World Aquacult. Soc. 45 (2), 213-219, 2014. ISSN: 0893-8849.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12099>
IF: 0.732
23. **Feledi, T.**, Gyalog, G., Rónyai, A., Váradi, L.: Hungary for Success: Casting an eye on Eastern Europe.
Fish Farmer Magazine 36 (1), 16-19, 2013.

Egyéb folyóiratközlemények (1)

24. **Feledi, T.**: A viza első sikeres szaporítása Magyarországon.
Halászat. 108 (1), 10, 2015. ISSN: 0133-1922.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

25. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: Négy különböző összetételű táp alkalmazásának hatása a barramundi (*Lates calcalifer*) termelési mutatóira.
In: VII. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Nap : intézeti tudományos diákköri konferencia : 2011. november 17. : Magyar Tudomány Ünnepe : konferenciakiadvány. Szerk.: Barancsi Ágnes, Hernyák Gábor, Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Szolnok, 172-176, 2011. ISBN: 9789638933911

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

26. Lengyel, S., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Artificial propagation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) under controlled conditions.
In: 50. Georgikon Napok : jubileumi nemzetközi tudományos konferencia, PE Georgikon Kar, Keszthely, 137-140, 2008. ISBN: 9789639639324(CDROM)

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (15)

27. **Feledi, T.**, Dajka, V., Rideg, Á.: A viza (Huso huso) első sikeres szaporítása Magyarországon.
In: XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás Szarvas, 2015. május 20-21. Szerk.: Rónyai András, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Halászati Kutatóintézet, Szarvas, 11, 2015, (ISSN 0230-8312)





28. Ardó, L., Adorján, Á., **Feledi, T.**, Jakabné Sándor, Z., Rónyai, A., Dankó, I., Csengeri, I., Jeney, G.: Anyahalak takarmányozásának hatása pontylárvák növekedésére és az előnevelt ivadék stressztűrésére.
In: XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás Programfüzet : Szarvas 2014. május 28-29, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 32-33, 2014, (ISSN 0230-8312)
29. Jakabné Sándor, Z., Adorján, Á., **Feledi, T.**, Percze, V., Dankó, I., Rónyai, A., Csengeri, I.: Különböző takarmányon nevelt pontyivadékok növekedésének és testösszetételének vizsgálata.
In: XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás Programfüzet : Szarvas 2014. május 28-29, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 18-19, 2014, (ISSN 0230-8312)
30. Adorján, Á., **Feledi, T.**, Dankó, I., Biró, J., Jakabné Sándor, Z., Szabó, T., Mészáros, E., Rónyai, A., Csengeri, I.: Zárt rendszerben nevelt ponty anyajelöltek növekedési és reprodukciós paramétereinek értékelése a takarmányozás függvényében.
In: XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás Programfüzet : Szarvas 2014. május 28-29, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 16-17, 2014, (ISSN 0230-8312)
31. Csengeri, I., Biró, J., Dankó, I., Jakabné Sándor, Z., **Feledi, T.**, Szabó, T., Rónyai, A.: Esszenciális zsírsav hiány okozta csökkent növekedés és ikratermelés ponty anyajelölteknél.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2013. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 70, 2013, (ISSN 0230-8312)
32. Ardó, L., Rónyai, A., **Feledi, T.**, Guojun, Y., Goosen, N. J., de Wet, L., Jeney, G.: Háromféle gyógynövénykivonat hatása a barramundi (Lates calcarifer) természetes immunválaszára.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2013. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 25, 2013, (ISSN 0230-8312)
33. Ljubobratović, U., Kucska, B., **Feledi, T.**, Péteri, A., Rónyai, A.: Különböző anyagok alkalmazhatósága a süllő (Sander lucioperca) ikrák ragadóságának megszüntetésére.
In: XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2013. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 35, 2013, (ISSN 0230-8312)
34. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: A barramundi (Lates calcarifer) különböző zsirtartalmú tápokkal végzett takarmányozásának eredményei.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 51, 2012, (ISSN 0230-8312)
35. Jakabné Sándor, Z., Csengeri, I., Gyöngyösiné Papp, Z., Biró, J., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Élőtáplálék szervezetek dúsítási technológiájának fejlesztése.
In: XXXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás : Szarvas, 2012. május 23-24, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 19, 2012, (ISSN 0230-8312)





36. **Feledi, T.**, Kovács, G., Rónyai, A., Jeney, Z., Jakabné Sándor, Z., Gyöngyösiné Papp, Z., Bakos, J., Csengeri, I.: Három ponty alfaj/fajta (Dunai, Amúri, Szegedi tükrös) növekedése és takarmányhasznosítása különböző zsírsav tartalmú tápok alkalmazásakor.
In: XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 50, 2011, (ISSN 0230-8312)
37. Csengeri, I., **Feledi, T.**, Kovács, G., Jakabné Sándor, Z., Gyöngyösiné Papp, Z., Bakos, J., Rónyai, A.: Három ponty alfaj/fajta (Dunai, Amúri, Szegedi tükrös) testösszetételének és húsmínőségének alakulása különböző zsírsav tartalmú tápok alkalmazásakor.
In: XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 51, 2011, (ISSN 0230-8312)
38. Kucska, B., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: A lapátorrú tok (*Polyodon spathula*) medencés és tavi ketreces nevelésének tapasztalatai.
In: XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 13, 2010, (ISSN 0230-8312)
39. **Feledi, T.**, Rónyai, A., Gál, D., Kosáros, T., Pekár, F., Potra, F., Csengeri, I.: Növényi takarmánykiegészítők alkalmazása az intenzív tavi pontytermelésben.
In: XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 15-16, 2010, (ISSN 0230-8312)
40. Kucska, B., **Feledi, T.**, Kovács, G., Rónyai, A.: A csuka (*Esox lucius*) előnevelése megvilágított ketrecekben.
In: XXXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 20, 2009, (ISSN 0230-8312)
41. **Feledi, T.**, Borbély, G., Kucska, B., Kovács, G., Rónyai, A.: A hibrid csíkos sügér (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) nevelése recirkulációs és "tó a tóban" rendszerben.
In: XXXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás : Kivonatok, Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas, 21-22, 2009, (ISSN 0230-8312)

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (12)

42. Ardó, L., Rónyai, A., **Feledi, T.**, Guojun, Y., Jeney, G.: Extract of a Chinese medicinal herb, *Astragalus membranaceus* enhances the non-specific immune response of barramundi (*Lates calcarifer*).
Fish Shellfish Immunol. 34 (6), 1694, 2013. ISSN: 1050-4648.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.03.175>
43. Rónyai, A., **Feledi, T.**: Results of paddlefish (*Polyodon spathula*) fry rearing on different feeding regimes.
In: 7th International Symposium on Sturgeons : Book of abstracts, [s.n.], [Nahaímo], 256, 2013.





44. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: The effects of four commercially available dry diets on production performance parameters of Barramundi (*Lates calcarifer*).
In: AQUA 2012 : Global Aquaculture Securing our future : Abstracts, [s.n.], [Prague], 344, 2012.
45. **Feledi, T.**, Lengyel, S., Rónyai, A.: The effects of four feeding rates on production performance parameters of Barramundi (*Lates calcarifer*).
In: AQUA 2012 : Global Aquaculture Securing our future : Abstracts, [s.n.], [Prague], 343, 2012.
46. **Feledi, T.**, Rónyai, A., Gál, D., Kosáros, T., Pekár, F., Csengeri, I.: Application of vegetal feed supplements in intensive common carp production.
In: Second NACEE Conference of Young Researchers : Abstracts. Ed.: Laszlo Varadi, Peter Lengyel, Emese Bekefi, Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, 42, 2010.
47. Kucska, B., **Feledi, T.**, Rónyai, A., Borbély, G.: Development of a multifunctional fish culture system.
In: Second NACEE Conference of Young Researchers : Abstracts. Ed.: Laszlo Varadi, Peter Lengyel, Emese Bekefi, Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, 48, 2010.
48. **Feledi, T.**, Rónyai, A., Csengeri, I., Péteri, A., Gyalog, G.: Intensive carp production in ponds.
In: 4th International Freshwater Fishery Conference : Proceeding summary, [s.n.], [Vukovar], 3, 2010.
49. Kucska, B., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Intensive rearing of pike (*Esox lucius*) in illuminated cages.
In: Second NACEE Conference of Young Researchers : Abstracts. Ed.: Laszlo Varadi, Peter Lengyel, Emese Bekefi, Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, 47, 2010.
50. Kucska, B., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Possibilities of rearing paddlefish (*Polyodon spathula*) fry in protected conditions - Hungarian experiences.
In: Second NACEE Conference of Young Researchers : Abstracts. Ed.: Laszlo Varadi, Peter Lengyel, Emese Bekefi, Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, 29-30, 2010.
51. **Feledi, T.**, Rónyai, A., Csengeri, I., Péteri, A.: Intensive carp production in ponds.
In: 6th Hungarian-Vietnamese International Conference on Cooperation in Sustainable Animal Production and Aquaculture : Proceedings of the conference, [s.n.], [Gödöllő], 24, 2009.
52. Rónyai, A., **Feledi, T.**, Kucska, B.: Results of cage and tank rearing of paddlefish *Polyodon spathula* Walbaum fry - Hungarian experiences.
In: 6th International Symposium on Sturgeons, [s.n.], [Wuhan], 180-182, 2009.





53. Lengyel, S., **Feledi, T.**, Rónyai, A.: Artificial propagation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) under controlled conditions.

In: 50. Jubileumi Georgikon Napok. Szerk.: Palkovics Miklós, Kondorosné Varga Erika, Pintér Gábor, Weiss Miklós, PE Georgikon Kar, Keszthely, 62, 2008. ISBN: 9789639639317

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 3,828

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 1,704

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2021.04.01.



11. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2021. 04. 15.

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy FELEDI TIBOR doktorjelölt 2010 - 2021. között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javasoljuk.

Debrecen, 2021.04.15.

.....
Dr. Nagy Sándor Alex

.....
Dr. Váradi László

a témavezető(k) aláírása

12. Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönettel tartozom **Dr. Rónyai Andrásnak** a kísérleti munkám folyamatos és gondos felügyeletéért, a szakmai irányításért, segítő támogatásért és minden egyéb tanácsért és segítségért, amellyel az közös munkánk során ellátott.

Köszönöm a témavezetőim, **Dr. Váradi László** és **Dr. Nagy Sándor Alex** szakmai támogatását és a dolgozat elkészüléséhez nyújtott hozzáértő megjegyzéseit, javaslatait.

Köszönöm továbbá **Dr. Komlósi István, Dr. Kovács András, Dr. Bársony Péter** és **Dr. Fehér Milán** támogatását, hogy tanácsaikkal segítve, és a doktori iskola keretein belül lehetőséget biztosítva támogatták a dolgozat elkészülését.

Továbbá köszönet illeti az egykori, HAKI-ban dolgozó munkatársaimat. Többek között hálával tartozok **Dr. Uros Ljubobratovic**-nek a statisztikában és az angol nyelvű részek lektorálásában, és **Dr. Gyalog Gergőnek** az irodalmi feldolgozás részhez rendelkezésemre bocsátott adatsorok révén nyújtott segítségéért. A kísérletek tervezésében, beállításában és azok publikálásában nyújtott közreműködéséért köszönettel tartozom **Dr. Kucska Balázsnak, Lengyel Szvetlánának, Lengyel Péternek** és **Kovács Gyulának**. Köszönöm a kísérletek felügyeletéhez és kivitelezéséhez nyújtott segítségét **Dr. Janurik Endréné Anikónak, Szilágyi Béláné Jutkának** és **Adorján Ágnesnek**. Továbbá köszönöm a gyakorlati kivitelezéshez nyújtott segítségét a kísérleti halászoknak és a recirkulációs üzem dolgozóinak.

Köszönöm **Nagy Gábor** (Aranypony Zrt.) segítségét, melyet az ikraragadósság-mentesítési kísérlethez nyújtott.

Köszönet illeti **Dr. Paolo Bronzi**-t és **Rideg Árpádot**, hogy a dolgozat tartalmi értékét emelni tudtam azáltal, hogy értékes adatsorokat bocsátottak rendelkezésemre.