

PANNON EGYETEM
GEORGIKON KAR
KESZTHELY

Állattudományi és Állattenyésztési Tanszék

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

Festetics Doktori Iskola

**RAGADOZÓ HALAK (CSAPÓSÜGÉR, *Perca fluviatilis*; FOGASSÜLLŐ,
Sander lucioperca; LESŐHARCSEA, *Silurus glanis*) NÉHÁNY SZAPORÍTÁS-
ÉS NEVELÉS-TECHNOLÓGIAI ELEMÉNEK VIZSGÁLATA
ÜZEMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT**

DOI:10.18136/PE.2019.712

Témavezető: Dr. Bercsényi Miklós egyetemi tanár

Készítette:

Demeter Krisztián

Keszthely

2019.

**RAGADOZÓ HALAK (CSAPÓSÜGÉR, *Perca fluviatilis*; FOGASSÜLLŐ, *Sander lucioperca*; LESÓHARCSEA, *Silurus glanis*) NÉHÁNY SZAPORÍTÁS- ÉS NEVELÉS-TECHNOLÓGIAI ELEMÉNEK VIZSGÁLATA
ÜZEMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:

Demeter Krisztián

Készült a Pannon Egyetem, Georgikon Kar

Festetics Doktori Iskolája keretében

Témavezető: Dr. Bercsényi Miklós egyetemi tanár

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)**

A jelölt a doktori szigorlaton%-ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

*** Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Veszprém/Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
az EDHT elnöke

TARTALOM

1. KIVONAT	8
2. ABSTRACT	9
3. AUSZUG	10
4. BEVEZETÉS	11
5. CÉLKITŰZÉSEK	16
6. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	17
6.1. Csapósügérral végzett vizsgálatok	17
6.1.1. Szaporodásbiológia.....	18
6.1.1.1. Ivari érés, természetes szaporodás.....	18
6.1.1.2. A megvilágítás és a hőmérséklet hatása a sügér ivari ciklusára	19
6.1.1.3. Hormonindukció alkalmazása a sügér mesterséges szaporításában	22
6.1.1.4. A sperma minőségét befolyásoló tényezők	24
6.1.2. Az ivar-kialakulás és a hőmérséklet összefüggései korai fejlődési szakaszban	25
6.2. Szakirodalmi áttekintés fogassüllővel (továbbiakban süllő) végzett ploidia vizsgálatokhoz.....	29
6.2.1. A triploidok szerepe a haltermelésben	30
6.2.2. A triploidok sterilitása.....	31
6.2.3. A triploidok gazdasági jelentősége	32
6.2.4. Triploidok előállítása gazdaságilag fontosabb édesvízi sügérfélénél	33
6.2.5. Ploidia állapot meghatározás, flow-citometria.....	35
6.3. Szakirodalmi áttekintés lesőharcsa (továbbiakban harcsa) neveléssel végzett vizsgálatokhoz.....	37
6.3.1. Harcsatermelés Európában és Magyarországon.....	37
6.3.2. A tápon történő harcsanevelésnek, mint valós haltermelési módszernek magyar vonatkozású pályája napjainkig	40
6.3.3. Intenzív, fél-intenzív harcsanevelés határainkon túl	44
6.3.4. A tápon történő harcsanevelés környezeti-, biológiai igényei	47
6.3.4.1. A hőmérséklet	47
6.3.4.2. Táplálkozási igények	49
6.3.4.3. Halegészségügy.....	51
7. SÜGÉRREL VÉGZETT VIZSGÁLATOK	53
7.1. Anyag és módszer	53
7.1.1. Alapvizsgálat I.: a sügér ivari érésére vonatkozóan extenzív halastavi- és intenzív nevelési körülmények között.....	53

7.1.1.1.	<i>A csoportok tartási körülményei és a minták feldolgozása</i>	53
7.1.2.	<i>Alapvizsgálat II.: a sügér szezonon kívüli szaporíthatóságát befolyásoló tényezők vizsgálata magyarországi üzemi körülmények között</i>	55
7.1.2.1.	<i>Tartási körülmények és kezelések</i>	55
7.1.3.	<i>A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára</i>	58
7.1.3.1.	<i>Szaporítás, hőkezelés és ivadéknevelés</i>	58
7.1.3.2.	<i>Ivar vizsgálat és tömegmérés, statisztikai elemzés</i>	60
7.2.	Eredmények	61
7.2.1.	<i>Alapvizsgálat I. eredményei</i>	61
7.2.2.	<i>Alapvizsgálat II. eredményei</i>	63
7.2.3.	<i>Eredmények: a hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára</i>	64
7.3.	Eredmények értékelése, következtetések	64
7.3.1.	<i>Alapvizsgálat I.</i>	64
7.3.2.	<i>Alapvizsgálat II.</i>	67
7.3.3.	<i>A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő sügér állományok ivararányára</i> 70	
8.	SÜLLŐVEL VÉGZETT PLOIDIA VIZSGÁLATOK	72
8.1.	Anyag és módszer	72
8.1.1.	<i>Mintavétel, mintaelőkészítés</i>	72
8.2.	Eredmények	73
8.3.	Eredmények értékelése, következtetések	74
9.	AZ INTENZÍV TAVI NAGYÜZEMI EGYNYARAS HARCSANEVELÉS EREDMÉNYESSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ NÉHÁNY TÉNYEZŐ ÉRTÉKELÉSE	76
9.1.	Anyag és módszer	76
9.1.1.	<i>Tartási környezet</i>	76
9.1.2.	<i>A nevelés folyamata</i>	78
9.1.3.	<i>Táplálkozás, takarmányozás</i>	79
9.1.4.	<i>Állományszemle, halegészségügy</i>	80
9.1.5.	<i>A vizsgálathoz szükséges alapadatok</i>	81
9.2.	Eredmények	83
9.2.1.	<i>Takarmányozás intenzív tavi körülmények között</i>	83
9.2.2.	<i>A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra üzemi körülmények között</i> ..	84
9.2.3.	<i>A vízhőmérséklet hatása a napi tömeggyarapodásra kistavas környezetben</i>	85
9.2.4.	<i>Halegészségügyi megfigyelések</i>	86
9.3.	Eredmények értékelése, következtetések	87
9.3.1.	<i>Takarmányozás intenzív tavi körülmények között</i>	87

9.3.2.	<i>A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra üzemi körülmények között ..</i>	89
9.3.3.	<i>A vízhőmérséklet hatása a napi tömeggyarapodásra kistavas környezetben</i>	90
9.3.4.	<i>Halegészségügyi megfigyelések</i>	90
9.3.5.	<i>A gazdálkodás eredményessége</i>	91
9.3.6.	<i>Egyéb következtetések, javaslatok</i>	91
10.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	93
11.	TÉZISPONTOK.....	95
12.	THESIS POINTS	96
13.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	97
14.	IRODALOMJEGYZÉK.....	98
15.	FÜGGELÉK.....	125
16.	SAJÁT PUBLIKÁCIÓK.....	133

1. KIVONAT

RAGADOZÓ HALAK (CSAPÓSÜGÉR, *Perca fluviatilis*; FOGASSÜLLŐ, *Sander lucioperca*; LESŐHARCSA, *Silurus glanis*) NÉHÁNY SZAPORÍTÁS- ÉS NEVELÉS-TECHNOLÓGIAI ELEMÉNEK VIZSGÁLATA ÜZEMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

Doktori (PhD) értekezés 2018.

Demeter Krisztián

Az extenzív tógazdálkodás erőforrásainak hatékonyabb kihasználásában fontos szerepet játszanak a ragadozó halak. Az értekezésben közölt, három fajon végzett üzemi és laboratóriumi vizsgálatok a csapósügér ivaréretté válásának időpont-megállapítását, életképes triploid fogassüllő lárva előállításának lehetőségét és az intenzív tavi egynyaras harcsanevelés sikerét befolyásoló tényezők hatásának értékelését célozták.

A vizsgálatokból kiderül, hogy a hazai haltermelésben egyelőre jelentéktelen súlyú sügér Magyarország dél-nyugati részén egynyaras korára ivaréretté válik. Bebizonyosodott, hogy a sügér ivarának kialakulására jelentős hatással van a korai fejlődési stádiumban alkalmazott környezeti hőmérséklet. Szaporításának ideje egyszerű módszerekkel a természetes ivari ciklusának megfelelő idejét egy-, másfél hónappal megelőzve előrehozható.

Megállapítást nyert, hogy süllő esetében a termékenyítést követően négy perccel, a süllő ikrát két perc időtartamra 36 °C-os vízfürdőbe téve, keltetőházi körülmények között triploid egyedek állíthatók elő. Áramlásos-citometriás vizsgálat valószínűsítette, hogy ez az aneuploid állapot az esetek egy részében apoptózist indukál.

A harcsával végzett vizsgálatok során bebizonyosodott, hogy intenzív kistavas környezetben, évjárattól függően akár több mint 12 t/ha egynyaras harcsa is előállítható. Intenzív tavi, nagyüzemi környezetben az ivadék növekedésére pozitív hatással van az egyedsűrűség csökkentése. Ilyen nevelési feltételek között is igazolódott, hogy a víz napi átlaghőmérsékletének növekedésével nő a napi tömeggyarapodás is. A három hónapos korban mért egyedi növekedés 4,1 db/m² népesítési sűrűség esetén 23,2 °C-on 0,93 g/nap, 25,7 °C-on 2,28 g/nap; 8,2 db/m² népesítésnél 21,3 °C-on 0,65 g/nap, 25,7 °C-on 1,37 g/nap; míg 12,3 db/m² népesítés esetén 23,3 °C-on 0,82 g/nap, 25,7 °C-on pedig 1,2 g/nap mértékű volt.

A termelés során a harcsánál egy eddig még nem tapasztalt, ismeretlen kórokozójú, a bajusz-szalakat támadó betegség került regisztrálásra.

A dolgozatban bemutatott eredmények új, gyakorlatias eszközöket, információkat szolgáltatnak a ragadozó hal termelés növelésére irányuló törekvésekhez.

2. ABSTRACT

STUDIES ON PROPAGATION AND REARING OF THREE PREDATORY FISHES (PERCH, *Perca fluviatilis*, PIKE PERCH, *Sander lucioperca* AND EUROPEAN CATFISH, *Silurus glanis*) AT FARM CONDITIONS

PhD Thesis, 2018

Krisztián Demeter

Predatory fishes play important role in the exploitation of resources of the extensive fish culture. I have studied the propagation and rearing of three predatory fish species (perch, *Perca fluviatilis*, pike perch, *Sander lucioperca* and European catfish, *Silurus glanis*) at farm conditions.

The observations indicate that perch – presently having just insignificant role in the domestic fish culture – can reach sexual maturity by the age of one year, in South-West Hungary. I have found that the development of phenotypic sex of the perch is highly influenced by the ambient temperature applied during the early developmental stages. Higher temperatures than in their natural habitat shift the sex ratio of progenies toward males. I have also found that the time of the perch's propagation can be scheduled before by a simple technology resulting four to six weeks advance compared to the time of natural reproduction.

In case of pike perch it's been shown that heat shocking of the fertilized eggs (4 minutes after fertilization and two minutes duration at 36 °C water temperature) results triploidy in close to 100% of the stock. Flow cytometric studies indicated that this aneuploidy may cause apoptosis in the triploid individuals.

We have proven that even 12 tons/ha production of European catfish yearlings can be achieved at small pond conditions - depending on the climate of the actual year. It also has been proven that there is a negative correlation between the growth and the stocking density of this species at intensive farm rearing conditions. Analysis of growth data showed a combined influence of temperature and stocking density on the daily weight gain of European catfish fingerlings. The daily weight gain of the three month old fingerlings ranged: at 4.1 fish/m² stocking density on 23.2°C temperature 0.93 g/day, while on 25.7 °C 2.28 g/day. At 8.2 fish/m² stocking density: on 21.3 °C 0.65g/day while on 25.7 °C 1.37g/day. At 12.3 fish/m² stocking density on 23.3°C 0.82g/day while on 25.7 °C 1.2 g/day.

In the course of production, a new disease with up to now unknown pathogen attacking the barbs of European catfish was described.

The results of the study provide a base for developing new practical tools for future large scale production of these three fish species.

3. AUSZUG

UNTERSUCHUNG VON EIN PAAR ELEMENTEN DER VERMEHRUNG UND AUFZUCHT-TECHNOLOGIE MANCHER RAUBFISCHARTEN (Barsch, *Perca fluviatilis*; Zander, *Sander lucioperca*; Wels, *Silurus glanis*) UNTER GROSSWIRTSCHAFTLICHEN BEDINGUNGEN

Dissertation, 2018

Krisztián Demeter

In der wirksamen Ausnutzung der Ressourcen der extensiven Teichwirtschaft spielen Raubfische eine wichtige Rolle. Die in der Dissertation vorgestellten Ergebnisse geben den Teichwirten neuen, praktischen Mittel, zur Effizienzsteigerung der Raubfischzucht an die Hand.

Die erste Untersuchung erwies, dass der in ungarischer Teichwirtschaft noch unbedeutende Barsch in Südwest-Ungarn in seinem einsömmerigen Alter die Geschlechtsreife erreicht. Es wurde festgelegt, dass die Wassertemperatur die Entstehung der Geschlechter in der frühen Periode des Wachstums beeinflusst. Man kann den Zeitpunkt der Gewinnung von Barschrogen, mit billigen, einfachen Mitteln mit ein-, zwei Monaten vorverlegen, damit man die natürliche Reproduktionsperiode vorgreift.

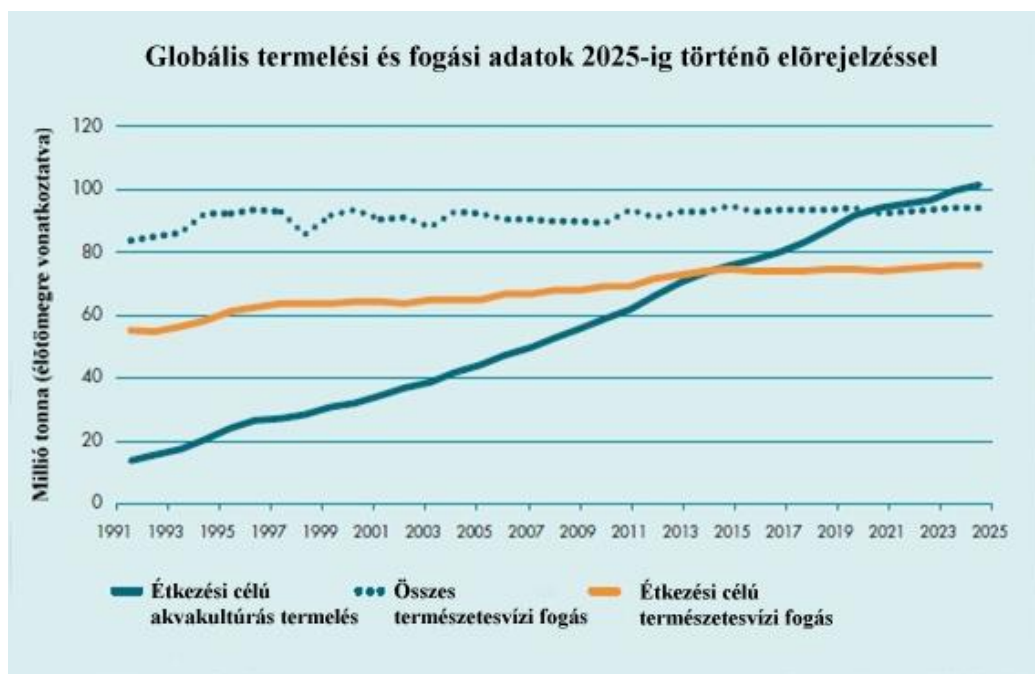
Die Versuche ergründeten, dass man auch in einer Brutanstalt triploid Zander herstellen kann, wenn man den Rogen mit vier Minuten nach der Fertilisation für zwei Minuten ins 36 °C warmen Wasser setzt. Die Messungen mit Flow-cytometer machen wahrscheinlich, dass diese aneuploid Verfassung einige Male Apoptosis induziert.

Beobachtungen, die unter der Zeit der Welsezucht gemacht wurden, bestätigten, dass es in Brutteichen mit intensiver Zucht sogar mehr als 12 Tonnen/Hektar einsömmerigen Welse produziert werden konnten. Auch in Brutteichen beeinflusst den eigenen Massenzuwachs positiv, wenn man die Dichte der Jungfische reduziert. Es wurde auch in teichwirtschaftlicher Umgebung festgelegt, dass mit der Steigung der Wassertemperatur der eigene tägliche Massenzuwachs mitsteigt.

Im Jahr 2017 wurde in der Wallerzucht eine neue Krankheit registriert, die die Bartfäden des Welses beschädigte, der Erreger ist bis jetzt unbekannt.

4. BEVEZETÉS

A világ népességének fejenkénti átlagos halfogyasztása 1960-tól 2013-ig 9,9 kg-ról 19,7 kg-ra emelkedett, ami a világelelmzés állati eredetű fehérje ellátásának 17%-át, az összes fehérje bevitelnek 6,7%-át teszi ki. Az akvakultúrás termékek iránt egyre növekszik az igény, 2013-2015. között az emberi fogyasztásra szánt hal előteremtésében nagyjából 50-50% százalékban osztozott a tengeri halászat és az akvakultúra ágazat, mely arány egyre inkább ez utóbbi irányába kell, hogy eltolódjon (1. ábra). Ezt a kívánalmat sürgeti a tengerek biodiverzitásának túlhalászás miatti csökkenése (Reid és mtsai,2009), ezzel együtt a jelenlegi tengeri fogási mennyiségek tarthatatlansága is (Tacon és Metian, 2008).



1. ábra: A tengeri halászat és az akvakultúrás termelés részesedése- és viszonylatuk középtávon kívánatos iránya az emberi fogyasztásra szánt halmennyiségből. (Forrás: FAO, 2018)

A világ akvakultúrából származó víziállat kibocsátása 2014-re elérte a 73,8 millió tonnát, melynek több mint 60%-át, 45,5 millió tonnát Kína állította elő (FAO, 2018).

Az édesvízi akvakultúra kibocsátás bő 94%-át Ázsia adja, Európában az intenzív akvakultúra művelésében Norvégia, Dánia, Franciaország és Olaszország állnak az élen. Az európai tengeri ketreces halnevelés (mely jelenleg a termelés legnagyobb részét adja) növekedésének üteme a szigorodó környezetvédelmi szabályozások miatt várhatóan csökkenni fog, ez előremozdíthatja a világviszonylatban jelenleg csekély részesedéssel bíró belvízi akvakultúra fejlődését. Áttételesen a belvízi halgazdálkodás erősödését valószínűsíti az a tanulmány is, amelyik a tengerek, óceánok felmelegedése miatt drasztikus visszaesést vetít előre a tengeri halászatból származó termékek terén (Ullah és mtsai, 2018).

A belvízi-, édesvízi halgazdálkodást tekintve Magyarország két halfaj termelésében is Európa élvonalába tartozik. A magyar intenzív termelési rendszerek fő hala az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*), melynek 2840 tonnás hozamával alig maradunk el Hollandia 2900 tonnás termelésétől, extenzív tógazdaságaink legjelentősebb hala, a ponty termelésében 2015-ben 18.000 tonnával állunk Csehország 20.900 tonna termelése mögött (MAHAL, 2017). E szépen mutató számok ellenére halgazdálkodási ágazatunk adottságainak kihasználtsága meglehetősen alacsony. Ha nem növeljük a termelés hatékonyságát, ha pazarlóan bánunk erőforrásainkkal, nehezen fogjuk tudni kiaknázni a belvízi akvakultúra felé – egyelőre még óvatoskodva – forduló figyelmet.

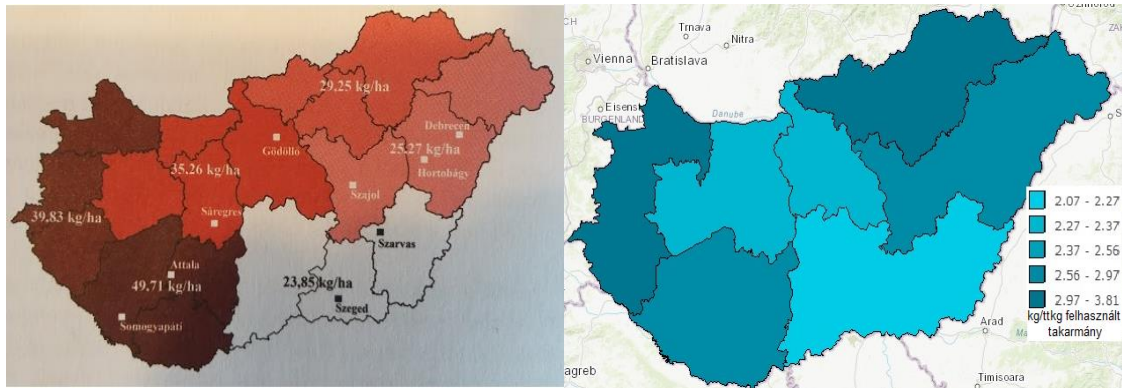
A haltermelés nélkülözhetetlen erőforrása a víz. Bár bizonyos tekintetben Magyarországon víz- és termőterület bőség van, tájegységekre bontva azonban ez a kijelentés már nem teljesen állja meg a helyét. A dombvidéki tározók, völgyzárógátas tavak halastavi hasznosítása a vízkészletek szűkössége és az ökológiai hatások miatt egyre nehezebb lesz, a haltermelési létesítmények területén esetleges bővülés leginkább a szántóföldi művelésre kevésbé alkalmas helyeken vagy jelentős felszíni vízkészlettel rendelkező vízfolyások mentén várható (Simonffy, 2011). Vélhetően nem javít majd a hazai halászat (értsd: haltermelés) helyzetén az a 2017 októberében megjelent kormányhatározat sem (1744/2017. (X. 17.) Korm. határozat), amely arra kötelezte a belügyminisztert, hogy más minisztériumokkal és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamarával együttműködve az Öntözésfejlesztési Stratégiát 2018. április 30-ig készítse elő. A növénytermesztési ágazat komoly erőt képvisel, nemcsak a vízért való versengésben, ilyen versenytárs mellett a hatékonyság növelése a magyar haltermelés fennmaradásának egyetlen záloga lesz.

Jelenleg a magyar halgazdálkodás legnagyobb részét az extenzív halastavi gazdálkodás fedi le. Elnevezéséből is adódik, hogy fajlagos termelési eredményei (**1. táblázat**) nem vethetőek össze az intenzív telepek hozamaival, de az erőforrások kihasználtságában bőven rejlenek még tartalékok. Ez nemcsak akkor tűnik fel, ha eredményeit köbméterenkénti nettó hozamra kalkuláljuk vissza, ami 2016-ban 0,05 kg/m³ vegyes halhozamot eredményezett (Kiss, 2017), hanem akkor is, ha összevetjük a termelt ragadozó állományt a nem szándékoltan termelt vadhal mennyiséggel.

1. táblázat: A magyar tógazdasági termelés néhány – témához fűződő – fontosabb adata (Forrás: Kiss, 2012-2016 (AKI) adatai alapján a szerző számításai,)

Év	Üzemelt tóterület (ha)	Nettó összes hozam (kg/ha)	Nettó ponty (kg/ha)	Vadhal hozam (kg/ha)	Ragadozó nettó összhozam (kg/ha)	Ragadozók részaránya (%)	Vadhal részaránya (%)
2012	26 083	479	377	27,3	10,8	2,3	5,7
2013	24 608	497	375	29,5	11,3	2,3	5,9
2014	24 033	487	385	24,6	9,0	1,9	5,0
2015	26 206	524	389	26,6	8,3	1,6	5,1
2016	26 480	495	379	32,9	12,7	2,6	6,7

A vadhalak pontytermelésre gyakorolt negatív hatását régtől figyelik. A középkorban már könyvben említik a kárász – vélhetően széles kárász (*Carassius carassius L.*) – erőszakos táplálkozási viselkedését (Dubravius, 1596), de készültek vizsgálatok a közelmúltban az ezüstkárász állomány (*Carassius auratus gibelio B.*) egynyaras pontytermelésre gyakorolt hátrányos hatásairól is (Bársony és mtsai, 2005 és Bársony és Szűcs, 2006). A jelenleg hozzáférhető, régióként eltérő takarmányértékesítési adatok (Kiss, 2016) statisztikai elemzése (**2. ábra**) alapján feltételezhető, hogy nemcsak az egynyaras ponty, hanem az összes ponty korosztály fejlődésére negatív hatást gyakorol ez a gyomhal mennyiség.



2. ábra: A régiónkénti átlagos gyomhal sűrűség 2000-2002. közötti adatok alapján (balra), régiónkénti fajlagos takarmányértékesítés átlaga 1 kg halhúsra vonatkoztatva 2015-ben (jobbra). (Forrás: Horváth és mtsai, 2007; HALir (Halászati Információs Rendszer, 2018)

Hazánkban a Halászati Operatív Program (HOP), majd a Magyar Halgazdálkodási Operatív Program (MAHOP) előírásai alapján 2007 óta lehet halászattal kapcsolatos tevékenységek körében támogatásokra pályázni (halaszat.kormany.hu,2018). A pályázati pénzeknek köszönhetően első lépésben sikerült stabilizálni (konzerválni?) az ágazat haltermelő képességének állapotát (**2. táblázat**).

2. táblázat: A magyar haltermelés főbb adatai 2008-2016. között, érdemi növekedés csupán az afrikai harcsa termelésében fedezhető fel (Forrás: FEAP, Production Report 2017)

TERMELÉS (t)											
ORSZÁG	FAJ	ÉV	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Magyarország	Ponty		10.485	10.500	9.927	10.807	9.985	9.632	9.800	10.461	10.925
	Afrikai harcsa		1.911	2.000	1.810	1.913	1.852	2.050	2.000	2.685	2.310
	Fehér busa		2.483	600	1.080	1.545	1.681	1.624	1.600	2.125	1.064
	Amur		591	600	437	719	502	576	600	493	637
	Európai harcsa		167	150	156	175	225	212	220	143	158
	Tokfélék		24	34	14	14	51	56	56	120	110
	Sz. pisztráng (adagos)		42	40	48	56	56	52	52	42	51
	Pettyes busa		157	52	52	68	81	49	50	55	215
Összesen			15.860	13.976	13.524	15.297	14.433	14.251	14.378	16.124	15.470

Ahogy az össztermelésben nem, ugyanúgy a ragadozó hal termelés hektáronkénti nettó hozamában sem fedezhető fel a növekedés, pedig ehhez a lehetőségek a magyarországi gazdaságok jelentős részében, nagyobb beruházások megvalósítása nélkül is adóttak. A tógazdasági termelésnövekedés megvalósításának egyik lehetséges útja a helyi szintek el nem pazarolt erőforrásain keresztül vezet, aminek fontos eleme a

gyomhal állomány szabályozása, jelenlétének ésszerű kihasználása. Élelmezési célra termelő gazdaságok esetében, a hazai fogyasztói preferenciát figyelembe véve, ragadozó halaink közül érdemes előnyben részesíteni a lesőharcst és a fogassüllöt (Törőcsik, 2014). A csuka, bár megbecsült sporthal, ételként nem igazán kedvelt, talán mert a fogyasztók nagy része nem szereti a szálkasságot és az erős szagot (Szűcs és Tikász, 2008). Hazánkban kevésbé népszerű hal a csapósüger. Ez a kisméretű, agresszív ragadozó jól hasznosítja a sekélyebb parti sávokat, növényzettel sűrűbben benőtt extenzív tavakban is jól érzi magát. Egyöntetű, piacképes (> 120 g) állomány előállítására halastóban jelenleg még nehézkes, de siker esetén a Nyugat-európai államok piacain keresett, nagy értékű (7-9 Euro/kg élőhal) termékkel lehet előállni (Fontaine, 2018).

Magyarországon a halászati ágazat jövedelemtermelő képessége csekély, nagyjából 4% (Németh, 2017). A csapadék éves mennyisége, 1901-2009. közötti adatok alapján folyamatosan csökken, a vízmérleg romlik, azaz a beérkező és eltávozó vízmennyiség különbsége nő (Barcza, 2013), ez különösen aggasztó a völgyzárógátas halastavak jövőjét tekintve. Tógazdaságainkban átlagosan 5 dk/m³ halhozamot, javarészt pontyot állítunk elő jelentős vadhal mennyiség mellett, mindezt úgy, hogy erősödik a versengés a legfőbb erőforrásért, a vízért, a ponty önköltségi ára sok helyen gyakran eléri, időnként meg is haladja az értékesítési árat (Horváth és Horváth, 2012). Az európai piac azokat az édesvízi halakat, haltermékeket vásárolja szívesen, melyek húsa a tengeri halakéhoz leginkább hasonlatos, ízük, konzisztenciájuk közel áll azokhoz. Ebből, valamint a termelési adatokból kiindulva vállalható nézet az, hogy a gazdálkodás fő erőforrásainak hatékony, viszonylag kis beruházást igénylő és széleskörben alkalmazható kihasználásához a ragadozó halak részarányának növelése a termelési szerkezetben a legfontosabb lépések egyike.

5. CÉLKITŰZÉSEK

A termelésben dolgozó szakemberek számára mindig fontos kérdés, hogy a kutatások során keletkezett új információ, technológia hogyan, milyen hatásokkal illeszthető be a hétköznapi gyakorlatba. Gyakori az alapkutatásokkal szembeni türelmetlenség. Ez előbbieik alapvető fontosságát kétségbe nem vonva, a gyakorlatban érintettként, úgy igyekeztem kialakítani a címben szereplő három fajjal kapcsolatos vizsgálatokat, hogy az eredmények gyakorlatiassága felhasználhatóságukban is megnyilvánuljon. A munkálatok ezen elvhez igazodva a Dalmand Zrt. halászati ágazatának telephelyein, Bognár Attila családi gazdálkodó attalai halkeltetőjében, valamint a Pannon Egyetem Georgikon Kar Hallaborjában és Állattudományi Tanszékének laboratóriumában zajlottak. A széles spektrumot lefedő vizsgálatok nem egy konkrét téma teljes mélységben való felderítését szolgálják, inkább a ragadozó hal termelés növelésére irányuló törekvésekhez próbálnak új eszközöket, információkat rendelkezésre bocsátani. Ezek alapján a célkitűzések a következők:

- A csapósügér -gyakorlati tapasztalatokon alapuló- korai ivari érésének igazolása extenzív halastavi nevelési körülmények között.
- Költségkímélő eljárás kidolgozása a csapósügér szaporodási szezonot megelőző szaporítására magyarországi üzemi körülmények között.
- A hőmérséklet ivar kialakulást befolyásoló hatásának kimutatása az egyedfejlődés korai szakaszában csapósügér esetében.
- Jó vitalitású triploid fogassüllőlárva előállításának üzemi körülmények között.
- Az intenzív tavi, nagyüzemi egynyaras lesőharcanevelés eredményességét befolyásoló néhány tényező hatásának értékelése

Az értekezés könnyebb átláthatósága érdekében a szakirodalmi feldolgozást összevontan, a többi fejezetrészt (Anyag és módszer, Eredmények stb.) halfajonkénti egységekbe illesztve ismertetem.

6. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

6.1. Csapósügérrrel végzett vizsgálatok

A sügér rendszertani besorolása:

Osztály:	Csontoshalak	(<i>Osteichthyes</i>)
Alosztály:	Sugaras úszójúak	(<i>Actinopterygii</i>)
Főrend:	Valódi csontoshalak	(<i>Teleostei</i>)
Rend:	Sügéralakúak	(<i>Perciformes</i>)
Alrend:	Sügéralakúak	(<i>Percoidei</i>)
Család:	Sügérfélék	(<i>Percidae</i>)
Nem:	<i>Perca</i>	
Faj:	<i>Perca fluviatilis</i> L. 1758	

Magyarországon a csapósügér (továbbiakban: sügér) sem gazdasági-, sem horgászalként nem örvend általános megbecsülésnek, annak ellenére sem, hogy szomszédos és tőlünk távolabbra fekvő országokban horgászatának, valamint fogyasztásának kultúrája is színes és magas szintű. Ez a nálunk is őshonos faj, melynek állományai a hazai sekély, növényzetben gazdag tavakban nagy méreteket ölthetnek (Harka és Sallai, 2004), keresett árucikk az EU piacain, tehát bővítheti a magyar halászat exportlehetőségeit (Fontaine, 2018). A sügér komoly szerepet játszhat továbbá a tógazdaságokban jelentős károkat okozó gyomhalak, főként a kínai razbóra (*Pseudorasbora parva*) ivadék-állományának szabályozásában.

Watson (2008) felmérései szerint a 2005-ben európai piacra került 21 492 tonna sügér mennyiségből mindössze 315 tonna származott halgazdaságból, a fennmaradó részt a természetes vízi fogások összege adta. Svájcban a 2010. évet megelőzően 6000 tonnára nőtt a sügér filé éves felhasználása, amely mennyiség előállításához megközelítően 20 000 tonna hal feldolgozására volt szükség (Kouril és Stejskal, 2010).

Az akvakultúrás termelés 2010-től vett nagyobb lendületet, 2013-ban elérte az 500 tonnás mennyiséget is (Fontaine, 2018). Valójában elmondható, hogy a 2012. évi ugrás (435 tonna) óta nem csökkent a termelés éves szinten 400 tonna alá, az egyelőre kiegyensúlyozottnak tekinthető évi 28,5 ezer tonna (2014-ben 28,6 ezer tonna) természetes vízi fogás mellett (FAO, 2018). Mindezek mellett a kereslet növekedését, ill. a természetes élőhelyek védelmét figyelembe véve kijelenthető, hogy a sügér szabályozott körülmények között nagy mennyiségben történő tenyésztése egész Európában kívánatos.

A sügér- és a sügérfélék akvakultúrában alkalmazható tenyésztéstechnológiájának vizsgálatában a kétezres évektől felgyorsultak az események, főként a franciaországi székhelyű Percatech nemzetközi kutatási projekt 2004. évi megalakulása után (Fontaine, 2008). Bár a Percatech létrejötte fordulópontként értékelhető, az ezt megelőző időszakban is számos kísérlet eredménye látott napvilágot úgy a szaporodásbiológia, mint a táplálkozásbiológia tekintetében. Ez utóbbi témakörben, a sügérfélék lárwanevelése és tápra szoktatása kivitelezésében magyar (keszthelyi) kutatók is jelentős eredményeket értek el (Bercsényi és mtsai, 2001; Bódis és mtsai, 2002), és folyamatosak a szaporodásbiológiai kutatások a Szent István Egyetemen is (Bokor, 2009; Zarski és mtsai, 2011; Bernáth és mtsai, 2015a,b)

6.1.1. Szaporodásbiológia

6.1.1.1. Ivari érés, természetes szaporodás

A sügér ivarérettsége elérésének idejét számos tényező befolyásolhatja. A földrajzi elhelyezkedésen túl szerepet játszhatnak a vízkémiai paraméterek is, főleg az északi országok gránit alapú, gyenge pufferkapacitással bíró tavaiban. Korábbi elgondolásokkal szemben a más fajokhoz tartozó ragadozók jelenléte nem befolyásolja az ivari érést, mint pl. a guppí (*Poecilia reticulata*) esetében (Heibo, 2003; Raitaniemi és mtsai, 1988). Általánosságban elmondható, hogy a hím egyedek a populáción belül mindig korábban érik el az ivarérettséget, mint a nőstények (Craig, 2000). Svédországban és Norvégiában élő populációk vizsgálata során a savasabb kémhatású

vizek halai korábban (2,5-3,5 évesen), az enyhébben savas tavak sügerei később, 3,6-4,5 éves korukban váltak szaporodásképesé (Heibo, 2003). Más – Svédországban végzett – kutatások szerint a tejes sügerek hároméves kor felett 100, az ikrások hároméves kor felett 79%-ban ivarérettek lettek (Holmgren, 2003). Cren (1958) Észak-Angliában egyebek mellett arra jutott, hogy a szigetország északi részén élő állományokban a hímek átlagosan kettő, az ikrások három éves korukra válnak ivaréretté. A Mosel-folyó francia szakaszán élő ikrás sügerek ivari érése másodnyaras korukban kezdődik, és a harmadik évükben válnak alkalmassá a szaporodásra (Sulistyo és mtsai, 1998). Ceccuzzi és mtsai.(2011), az Észak-Olaszországban lévő Varese tó sügérállományát mérték fel, ahol a következő eredményekre jutottak: a tejes halak döntő többsége (73%) kétéves kora előtt már ivarérett, a nőstények nagy része ugyanakkor csupán harmadéves korára érte el a szaporodóképességet. Új-Zélandon a hímek 86%-a egyéves korára ivarérett, míg másodéves korban a teljes populáció szaporodásra alkalmas (Jellyman, 1980). Magyarországi felmérésekről eddig nem lehetett olvasni. A hazai állományról azt tartják, hogy a természetben általában 3-4 éves korában éri el az ivarérettséget, de a tejes példányok már kétéves korukban szaporodóképesek lehetnek (Harka és Sallai, 2004). Az ívás a partmenti részeken 8-12 °C vízhőmérsékleten történik. A testmérettől függően 10-20 ezer ikraszemet tartalmazó szalagot az ikrás a növényzetre, vagy a kemény aljzatra ragasztja. Az ikrák a hőmérséklettől függően két-három hétre kelnek ki, az ivadék hosszú időn át planktonon él.

6.1.1.2. A megvilágítás és a hőmérséklet hatása a sügér ivari ciklusára

A sügér szaporodási időszaka természetes körülmények között néhány hétre korlátozódik. A gametogenezis nyáron kezdődik, majd egy hosszabb, hideg időszak átvészélése után az ikrázásra tavasz elején kerül sor (Sulistyo és mtsai, 1998).

A sügérfélék szeme igen fejlett érzékszerv, a látás mellett az elektromágneses sugárzás legtöbb egyéb hatása is ezen a szerven keresztül érvényesül, mely fontos mozgatórugója számos hormonális folyamatnak. A termelésbe vont, vagy vonni kívánt fajok fényigényének ismerete nemcsak tartástechnológiai, hanem szaporodásbiológiai szempontból is fontos. Azonos fajnál is eltérőek az igények a fiatalkori fejlődés során, a vitellogenezis, vagy az oocyták végső érésénél. A nappal aktív sárga sügér ivadék (15

mm méretig) retinájának az abszorbancia maximuma 400 nm (Perkin és mtsai, 2011), ez jellemző a sügérre is (Sandström, 1999).

A szem szerepe az élőlények életében nem korlátozódik csupán a vizuális jelek előzetes feldolgozására és továbbítására. A retinában elhelyezkedő ganglionsejtek közt vannak olyanok, melyek nem kontrasztokat érzékelnek, hanem a megvilágításra érzékenyek. Ezek a melanopszin pigmentet tartalmazó sejtek részt vesznek a pupilla fényreflexeinek közvetítésében, a cirkadián ritmus nappal/éjjel váltásában, de bizonyos évszakok szerinti élettani változásokban is. A sejteket a retinotectalis pálya kapcsolja a suprachiasmaticus maghoz. Innen indulnak ki azok a fel- és hátrafelé ívelő pályák, amelyek a különböző funkciókban (alvás/ébredés, szomatomotoros aktivitás, táplálékkeresés-, felvétel, kortikoszteroid-hormon elválasztás) megjelenő cirkadián ritmust vezérlik, azaz a belső órát szabályozzák (Fonyó, 2011). Mivel a szervezet belső órája önmagát a kívülről érkező jelek alapján állítja be, a környezeti feltételek –többek között a megvilágítás megváltoztatásával manipulálható is (Good és mtsai, 2015; Shahkar és mtsai, 2015; Lee és mtsai, 2017). A retinális ganglionsejtekben lévő melanopszin, melyből a zebradániónál (*Danio rerio*) öt félélt tudtak megkülönböztetni: *opn4m-1*, *opn4m-2*, *opn4m-3*, *opn4x-1* and *opn4x-2* (Davies és mtsai, 2011) abszorbancia maximuma az opszin fajtájától függően eltérő csúcsokat mutat, de mind beleesik a 470-485 nm hullámhosszú tartományba (Díaz és mtsai, 2015), ami a látható fény kék spektruma. A hipotalamusz-hipofízis-gonád tengely működésében a melatonin szerepe halaknál is jelentős (Maitra és mtsai, 2013; Chattoraj és mtsai, 2009; Falcón és mtsai, 2010). Mivel a kék fényt abszorbeáló melatonin kiválasztásának folyamata a tobozmirigyben a melanopszin molekulák fényelnyelésével indul (Takeuchi és mtsai, 2014; Ramos és mtsai, 2014), fontos szerep juthat a halak reprodukciós ciklusának manipulációjához a kék fénynek.

A sügér reprodukciós ciklusa vizsgálatának kezdeti szakaszában először csak a megvilágítás hosszára helyezték a hangsúlyt. Az eltérő időtartamú fotoperiódusok függvényében vizsgálva a halak GSI-ét, 17β -ösztadiol, tesztoszteron és ketoteszoszteron szintjét, arra a következtetésre jutottak, hogy bár a fotoperiódusnak fontos szerepe van a reprodukciós ciklusban, egyedüli tényezőként nem alkalmas a gonád építés folyamatainak beteljesítésére (Jourdan és mtsai, 2000). Migaud és mtsai. (2004) későbbi, de az előzőhöz kapcsolódó vizsgálataikban leszögezték, hogy a folyamatos megvilágítás, vagy folyamatos sötét gátolja a nemi készülékek kialakítását,

az állandó megvilágítás viszont (periódustól függően) csak bizonyos szakaszokig viszi el a fejlődést, ahol az meg is reked.

A sügér természetes ivari ciklusát figyelembe véve (Migaud és mtsai, 2001) kísérleteztek a telelési folyamatot imitáló hűtési szakasz hosszának változataival, a megvilágítás hosszától függetlenül. Kísérletük számos eredmény mellett kimutatta, hogy az ikrás halaknak szaporodó képességük kiteljesedéséhez legalább öt hónapot kell 6 °C alatti hőmérsékleten tölteniük. Az így kezelt halaknál majdnem 6%-kal nagyobb GSI-t mértek azokkal az egyedekkel szemben, amelyek csak három hónapos hűtésben vettek részt. A kizárólagosan fényprogramot használó kezelésekhez hasonlóan itt is leírták, hogy a programozott hőkezelés nagy előrelépést jelent a sügér szaporodásbiológiájának feltárásában, de önmagában alkalmazva nem hoz elégséges eredményt.

Egy évvel később bizonyították, hogy a mesterséges teleltetést (6 °C alatt) megelőző hűtési szakasz hosszának növelése (min. 6 hét) kedvezően befolyásolja az ivari érést, nagyobb ikra átmérőt, magasabb tesztoszteron szintet eredményez (Migaud és mtsai, 2002).

A fenti eredmények ismeretében került sor 2004-ben egy átfogó kombinált kísérlet végrehajtására, melynek összefoglalásaként a következő, fontosabb megállapításokat tették:

- Az állandó fotoperiódus és hőmérséklet megállítja az ivari ciklust. Az eredményesen zajló ivari folyamatok érdekében a megvilágítás hosszának csökkentését, két héttel a hőmérséklet fokozatos csökkentése előtt lépcsőzetesen 13 órától 8 órára kell csökkenteni.
- Nagy jelentőséggel bír az anyahalak kezelésében a felesleges zaklatás elkerülése, kiváltképp a vitellogenézis időszakában. A négy fok alatt tartott sügerek kortizol szintje (60-80 ng/ml) összhangban Wang és mtsai. (2004) előzetes kísérletével, jóval magasabb, mint a hasonló körülmények között, de húsz fokon tartott sügereké (0-5 ng/ml). A hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan csökkenő kortizol szint természetes folyamat. Az előzővel ellentétes irányú, a hőmérséklet növekedésével, a vér 17 β -ösztadiol szintjének emelkedése, mely hormon a vitellogenézis bizonyos részfolyamatainak

serkentéséért felelős. Amennyiben a hőmérséklet emelése közben a halak zaklatásnak vannak kitéve, a megemelkedő kortizol szint leszabályozza a 17 β - α -ösztradiol mennyiségét a vérben, késlelteti az oocyta növekedést, ezzel együtt a szik beépülést. A sűgéalakúak rendjébe tartozó fajoknál a 20 β -S (21-trihidroxi-4-pregnen-3-on) szteroid indukálja az oocyták végső érését (Szabó, 2000).

- A megfelelő zsírtartalékkal (FI = 5,27%) rendelkező egyedek tartalékaik 37%-ának felhasználása mellett etetés nélkül is gond nélkül érlelték be ikrájukat, szemben a kevés tartalékkal (FI = 1,27%) rendelkező egyedekkel, amelyeknek az ikraérleléshez hozzátáplálásra volt szükség (Wang és mtsai, 2006).

A fentiek tükrében a sikeres szezonon kívüli szaporítás alapvető elemeit a következőképpen foglalják össze:

- A sűgér szaporodásához minimum 160 napnyi 8 °C alatt eltöltött idő szükséges.
- Az anyahalak mennyisége köbméterenként ne haladja meg a 20 kg-ot, a relatív oxigénszint 80 %-nál ne legyen kisebb.
- A megvilágítás csökkenése két héttel előzze meg a vízhőmérséklet csökkentését (felmelegítésnél ugyanez fordítva).
- A víz hűtése 22-ről 14 °C-ra haladja meg a három hetes időtartamot.
- Az ivás előtti felmelegítés 6-ről 14 °C-ra legyen gyors (egy hét).

Ezekkel a feltételekkel az állomány 90-100%-át ivásra lehet készíteni, az 50%-os termékenyülés még elfogadható. A módszer hátránya a rendkívüli hossza (8-10 hónap) és költségessége. Szűk keresztmetszetet jelent ezek mellett, hogy az így kapott lárva minősége rendkívül változékony (Toner és Rougeot, 2008).

6.1.1.3. Hormonindukció alkalmazása a sűgér mesterséges szaporításában

A sűgér és a hozzá több vonatkozásban is hasonlító észak-amerikai rokona, a sárga sűgér ivási szezonon belüli indukált szaporítására már a fentebb idézett kutatások előtt is voltak próbálkozások (Kayes és Calbert, 1979; Dabrowski és mtsai, 1994; Kouril és

mtsai, 1997; Kucharczyk és mtsai, 1998). Az a szükség hozta ezt, hogy a nagyjából három hétig tartó szaporodási szezon alatt, az ívás szinkronizálása nélkül, kiegyenlített minőségű lárvához jutni nem lehetett, csak egyöntetű, nagy mennyiségű lárvát szolgáltatott biztos alapot a jó minőségű, piacképes ivadékok előállításához.

Míg korábban az anyahalak, különösen az ikrások hormonkezelés utáni túlélésével akadtak problémák (Dabrowski és mtsai, 1994; Kouril és mtsai, 1997), addig mások arról számoltak be, hogy az ívási szezonon belül hormonkezelt – ponty hipofízis ill. Ovopel – anyahalak túlélési rátája 95% volt, az ikra 65%-os termékenyülése mellett (Kucharczyk és mtsai, 2001).

A sügér szaporodásbiológiájának vizsgálatai a későbbiekben is folytatódtak. Szczerbowski és mtsai. (2009) beszámolója szerint a nagyobb méretű (200-400 g) ikrák egyedei szezonon kívül, már 3 hónapos fototermális protokoll után, 2 db Ovopel/tt.kg hatására 100%-ban ovuláltak, az ikra 62%-os termékenyülése mellett. A beszámolóhoz hozzátartozik, hogy a hormonindukcióra a reakció 4-5 nap elteltével érkezett, és az anyahalak kezelés utáni elhullása is magas volt.

Kouril és Stejskal (2010) közleményében a Kobarelin (D-Ala6, ProNHE t9 mGnRH) 125 µg/tt.kg és a Lecirelin (D-TIe6, ProNHEt9, mGnRH) 50 µg/tt.kg-os szezonon belüli sikeres felhasználásáról tudósít, összefoglalójában kihangsúlyozva a sügerek fokozott érzékenységét a zsírok avasodására, mely probléma orvoslására az ethoxyquin-t is tartalmazó komplex tápok etetését javasolják minden korosztály számára. Zarski és mtsai. (2011) az ovulált ikra termékenyítés előtti vizsgálatára tesznek javaslatot. A hormonindukció után kapott ikrán belül található olajcsepp fragmentálódása alapján az ikra négy kategóriába sorolható, mely kategóriák alapján jól jellemezhető a termékenyítés után kelő lárvák minősége. Az I. kategóriába tartozó, egy tiszta, kb 0,5 mm átmérőjű olajcseppel tartalmazó ikrából keltetett lárvák minősége és túlélési rátája mutatta a legkisebb változékonyságot, míg azok az ikraszalagok, amelyek túlnyomó része erősen fragmentálódott olajcseppekkel rendelkező ikrát tartalmazott, zömében torz, magas mortalitási százalékos lárvákat eredményeztek a termékenyítés és inkubáció után.

6.1.1.4. A sperma minőségét befolyásoló tényezők

A szaporodási szezonban vételezett sperma minták alapján Wirtz és Steinmann, (2006) az alábbi következtetésekre jutottak: A méret alapján három csoportba (kicsi, közepes, nagy) sorolt hímek közül a legnagyobbak adják a legtöbb és legnagyobb sűrűségű spermát. A spermiumok flagellumának hossza nem a hím tömegével mutat pozitív korrelációt, hanem a hím kondíciójával. Ezzel együtt kimutatható, hogy a legsűrűbb spermákban lévő spermiumok flagellumai a leghosszabbak. A sügérhímek ezek alapján háromféle taktikát alkalmaznak, hogy az utódnemzésből kivegyék a részüket: A legkisebb hímek alkotják az első csoportot, melyek kis mennyiségű híg spermájukkal alkalmatlanok az egyedüli termékenyítésre, a szerzők „settenkedők”-nek nevezik őket, mert a csoportosan ívó közepes méretű hímek csoportosulása körül ólálkodva be-be kapcsolódnak a párzásba. A közepes méretű hímek csoportos ívása viszonylag jó termékenyülést biztosít, a nagy testű hímeknek, nagy mennyiségű, sűrű spermájukkal nincs szükségük segítségre a termékenyítésben, egyedül párosodnak a nősténnyel.

Alavi és mtsai (2010) vizsgálva a sügér sperma változását, azt tapasztalták, hogy a sperma sűrűsége alacsonyabb térfogat mellett novembertől januárig a legnagyobb, majd februártól áprilisig a térfogat nő, ezzel együtt a koncentráció csökken. Érdekesség, hogy a spermiumok motilitása, és haladási képessége havi viszonylatban szignifikánsan nem változott, az viszont bizonyítást nyert, hogy a hosszabb flagellummal rendelkező spermiumok gyorsabb mozgásra képesek. Amennyiben csak a szaporodási szezon időtartamára vonatkoztatunk, a spermiumok koncentrációja nem változik az ívási időszak kezdetéhez képest a későbbiekben sem, ha a víz hőmérséklete a vizsgálat alatt folyamatosan 10 °C (Krol és mtsai, 2006). Természetes körülmények között vizsgálva a sügér sperma koncentrációja a szaporodási szezon közepére éri el a csúcát ($66.90 \pm 13 \times 10^9$ spermium* ml⁻¹), majd csökkenni kezd, a szezon végére $54 \pm 10 \times 10^9$ spermium* ml⁻¹-ig (Shaliutina és mtsai, 2012).

A csontos halaknál általában a spermiumok motilitásának fenntarthatósága a külső megtermékenyítés során kevesebb, mint 90 másodperc. A mesterséges szaporítás szempontjából viszont figyelemre méltó, hogy megfelelő koncentrációjú oldatban (75 mmol/l NaCl, 5 mmol/l KCl, 1 mmol/l MgSO₄, and 1 mmol/l CaCl₂) aktiválva, 4 perc elteltével a motilitás $72.6 \pm 17.6\%$ -ról $42.8 \pm 14.0\%$ -ra és a hímivarsejtek gyorsasága ugyan 126.4 ± 14.2 μm/s-ról 102.2 ± 14.3 μm/s-ra csökken, de ez az állapot

önmagában (külső energiabevitel nélkül) több mint két órán keresztül fenntartható (Lahnsteiner, 2011). A sperma mélyhűtés a sügér esetében is megoldott, felhasználhatósága az utóbbi évek tapasztalatainak köszönhetően egyre javul (Bernáth és mtsai, 2015a; Bernáth és mtsai, 2015b).

6.1.2. Az ivar-kialakulás és a hőmérséklet összefüggései korai fejlődési szakaszban

Az ivar kialakulása a madaraknál és emlősöknél az embrionális fejlődés során viszonylag szabályozott környezeti feltételek között zajlik, ami magába foglalja a hőmérsékletnek az embrió aktuális fejlettségi szakaszához igazodó szabályozottságát is. Ezzel szemben a változó testhőmérsékletű állatok, jelen esetben a csontos halak embrionális fejlődése a környezeti tényezők folyamatos változásainak kitéve történik, ahol a hőmérséklet ingadozása fontos szerepet játszhat a leendő hal további életében (Conover, 2004).

Régóta tudott, hogy a környezeti feltételek befolyással bírnak bizonyos halak populációinak ivari összetételére, hogy a hőmérséklet változása változtathatja a csoporton belül a nemek arányát. Természetes körülmények között ritka eset, hogy a populáció ivararánya extrém módon eltolódjon egyik, vagy másik irányba kizárólag a hőmérséklet hatására, de időnként bizonyos poikilotherm fajoknál előfordulhat.

A svájci Thun tó pénzespér (*Thymallus thymallus*) állományát 1948-óta rendszeresen vizsgálják és megállapították, hogy a tóban lévő populáció viselkedésére, ivási szokásaira részben igen, de ivari összetételére nincs hatással a hőmérséklet változása. Feltehető, hogy az itt megfigyelt hőmérsékleti különbségek nem bizonyultak elég szélsőségesnek ahhoz, hogy komolyabb élettani változásokat indukáljanak (Wedekind és mtsai, 2012). A természetes környezetben végzett megfigyelésekből fontos következtetéseket lehet levonni, amik elősegíthetik a változó klíma hatásának (Hawkes és mtsai, 2007), jövőbeni következményeinek megértését, az irányított kísérletek viszont közelebb visznek a hőmérséklet által befolyásolt folyamatok megismeréséhez.

Az első halfaj, amelynél laboratóriumi kísérletekkel is bizonyították a hőmérséklet ivar kialakulásra gyakorolt hatását, az atlanti ezüstösoldalú hal (*Menidia menidia*) volt. Az 1981-ben végzett kutatások igazolták, hogy a faj lárvafejlődésének egy

meghatározott szakaszában végzett hőkezeléssel a genetikailag meghatározott ivar átfordítható ellenkező neművé (Conover és Kynard, 1981). Az első publikált eredmények után számos halfajról derült ki, hogy a hőmérsékletváltozás befolyásolhatja az ivaruk kialakulását (Ospina-Alvarez és Piferrer 2008), többek között olyanok is, amely fajokat, vagy közeli rokonaikat Európában is tenyésztik, mint a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) (Magerhans és mtsai, 2008), vagy a nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Wessels és Hörstgen-Schwark, 2011).

A hőkezelések hatásának biztosítására nincs általános, fajokon felül álló recept. Fajtól függően változó, hogy az ikra termékenyítésétől, vagy a keléstől számítva milyen hőmérséklet, és milyen időintervallum szükséges a kívánt eredmények eléréséhez. Az európai tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax*) jól reagál a termikus befolyásolásra (Saillant és mtsai 2002), amennyiben az már a termékenyítéstől számított 0. naptól a 17-18 mm-es testhossz kialakulásáig tart, és 13 °C-on történik. Ekkor a populáció 72-74%-a nőstény lesz (Piferrer és mtsai, 2005). A kékkopoltyús naphal (*Lepomis machrocirus*) esetében kívánatos, hogy a melegebb vízben tenyésztett populáció zömét hímek alkossák, mivel 29-34 °C-on nagyobb egyedi testtömeg elérésére képesek. 17 °C-on viszont az ikrások értek el nagyobb egyedi testtömeget. Kísérletek által igazolt, hogy amennyiben a lárvát 29-34 °C hőmérsékleten tartják négy napos korától kezdve, akkor a 60 napos korban vizsgált ivadék 76,6, ill. 66,6%-a hím lesz (Wang és mtsai, 2012). A kékkopoltyús naphal korábbi vizsgálatai során arra a felismerésre jutottak, hogy az ivar kialakulása sokkal inkább a lárv méretéhez, mintsem korához köthető, így az ivar kialakulásának befolyásolásához szükséges hőkezelés indításánál a lárv testhosszát kell elsősorban figyelembe venni (Gao és mtsai, 2009).

A magasabb hőmérséklet, magasabb hím részarány tipikus példái a medaka (*Oryzias latipes*) (Sato, 2005), az aranyhal (*Carassius auratus*) és a kék tilápia (*Oreochromis aureus*). A magasabb hőmérséklet – több hím, alacsony hőmérséklet – több ikrás képviselői a guppi, a tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax*), a tilápia és az atlanti ezüstösoldalú hal. A pettyes harsa (*Ictalurus punctatus*) példázza azt az esetet, amikor a hőmérséklet emelésével nő a nőivarú egyedek száma, de van példa arra is, hogy mind az alacsony, mind a magas hőfokú kezelés hatására a hímek aránya növekszik meg a csoporton belül, mint a japán lepényhal (*Paralichthys olivaceus*) és a déli lepényhal (*Paralichthys lethostigma*) esetében (Selim és mtsai, 2009). Vizsgálatok bizonyítják, hogy számos halfajnál befolyásolható az ivar kialakulása külső fizikai

behatások, mint pl. a hőmérséklet segítségével. Bizonyos fajok képesek stratégiaként a saját maguk hasznára fordítani ezeket a hatásokat reprodukciós sikerük érdekében, míg más fajoknál ez természetes körülmények között nem fordul elő, de ha valamely szélsőséges időjárási esemény révén mégis, ott nehezzé teszi a nemek genetikai vizsgálat nélküli megkülönböztethetőségét (Devlin és Nagahama, 2002).

Bizonyos gazdaságilag fontos halfajoknál, mint pl. a szivárványos pisztráng, már meghatározásra került a hőmérséklet által befolyásolt ivarkialakítás optimális időpontja is, ami a termékenyítést követő negyvenedik naptól tart kb. harminc napon át (Magerhans és Hörstgen-Schwark, 2010). A nílusi tilápia esetében újabban vonalakat is alakítanak ki, genetikailag ikrásokból átalakított, fertilis XX hímekre alapozva (Tessema és mtsai, 2006). Kutatások alapján úgy tűnik, hogy a nílusi tilápia YY „szuperhímek” szülőként való alkalmazása lecsökkenti a hőmérséklet befolyását az utódok ivarának kialakulása terén (Wessels és Hörstgen-Schwark, 2011).

A fenti példák jól mutatják, hogy bizonyos fajok esetében a hőmérséklet befolyása az ivar kialakulására az ivarmirigyek differenciálódása előtti időszakban jól kimutatható. Nem állítható azonban az, hogy az ivar kialakulását befolyásoló külső környezeti tényezők közül egy-egy kizárólag önmagában vizsgálható lenne. Egy tényező megváltozása, több más változást is indukál (pl. a hőmérséklet növelésével csökken az oxigénszint, ami stresszeli a halat, ezáltal emeli a kortizol szintet stb.), ezért kimondható, hogy a hőmérséklet változtatása úgy van hatással az ivar kialakulására, hogy külső fizikai, és bonyolult belső biokémiai folyamatok láncolatát indítja meg (Marshall, 2004). A hőkezelést, a folyamatok endokrinológiai indítórugójának tartják japán kutatók is, akik a kortizolszint növekedést, a láncolat folyamányaként vizsgálták japán lepényhalaknál (Yamaguchi, 2010). Nílusi tilápián, a gonadogenezis előtti szakaszban végzett kísérletek arra utalnak, hogy fontos szerepük van a folyamatban az agyi aromatózoknak, tulajdonképpen a halak agyát kell egyik, vagy másik ivar kialakulása irányába „billenteni” a kezeléssel (D’Cotta és mtsai, 2001; Rougeot és mtsai 2008).

2014-15. évben vörösfülű ékszerteknősökkel végzett vizsgálatok eredményeiből többek között az is kiderült, hogy amennyiben az ivar kialakulás szempontjából érzékeny időszakban „hímtermelő” (26 °C) hőmérsékletre „nősténytermelő” hőmérsékletre lettek átállítva a tojások, a kezdetleges stádiumban lévő ivarmirigyekben

nőtt az aromatáz mRNS expresszió, míg fordított esetben csökkent (Matsumoto és mtsai, 2016). A korábban már gerinceseknél (Ferguson-Smith, 2007), majd mélyrehatóbban egereknél (Matson és mtsai, 2011) vizsgált funkciójú *Dmrt1* (számos gerincesnél a hím ivar kialakulásáért felelős) gén működését vörösfülű ékszerteknősön vizsgálva megállapítást nyert, hogy a gén gyorsan reagál a hőmérséklet eltolódásra és aromatáz inhibitorral történő kezelésre, és ennél a fajnál is elsődleges szerepe van a hím ivar kialakulásában (Ge és mtsai, 2017). Ugyanennél a fajnál a *KDM6B* gén kiütésével „hímtermelő” (MPT) hőmérsékleten sikerült a nemek arányát több mint 80%-ban a nőstények felé irányítani, emellett az is kiderült, hogy a *Dmrt1* gén fokozott expressziójával a *KDM6B* gén kiütése során elindult „nősténytermelő” (FPT) folyamat megállítható (Ge és mtsai, 2018).

Az XX/XY ivari kromoszómákkal rendelkező medaka esetében az Y kromoszómán elhelyezkedő *dmrt1* gén szerepe és helye már korábban is ismertetésre került (Nanda és mtsai, 2002). Az ivar kialakulásának periódusában végzett hőkezelés (32–34°C) azonban maszkulinizációt eredményez az XX kromoszómájú egyedeknél is, azáltal, hogy a megnövekedett kortizol szint gátolja a női csírasejtek osztódását, valamint a folliculus stimuláló hormon receptor mRNA expresszióját a nemi differenciálódás során. Ugyanezen hőkezelés metirapon (kortizol inhibitor) együttes alkalmazásával nem váltja ki az előbb említett hatásokat (Hayashi és mtsai, 2010).

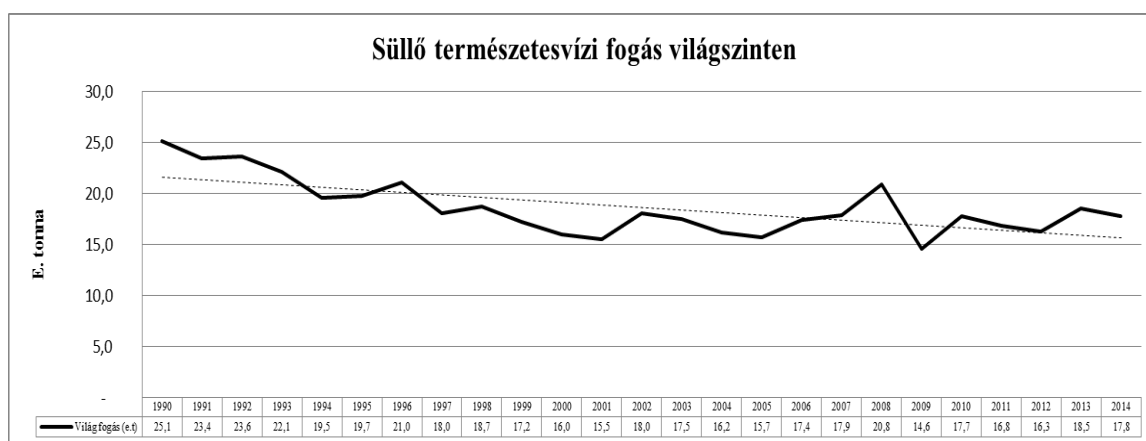
A halak ivari differenciálódásának befolyásolhatósága hormonkezelések által az 1930-as évek óta ismert tény, de, hogy ez egyes környezeti faktorok (hőmérséklet, pH, szociális közeg stb.) megváltoztatása révén is elérhető bizonyos fajoknál, még sok ismeretlen információt tartalmazó terület (Baroiller, 2001). Mivel a csontshalak genomjában a gerincesekre jellemző kettőződéseken túl egy plusz genom duplikáció is lezajlott (Braasch és Postlethwait, 2012), az ennek köszönhető változatosság a csoporton belül az ivar kialakulás mechanizmusának sokféleségében is megnyilvánul. A hőmérséklettől függő ivar kialakulás mechanizmusának ismerete olyan eszközt adhat az ember kezébe, amely által a testméretben is jelentkező ivari dimorfizmussal rendelkező tenyésztett halak populációinak gazdasági szempontból kívánatos nemi összetételének szabályozására hormonok, és vegyszerek nélkül is képessé válhat (Shen és Wang, 2014).

6.2. Szakirodalmi áttekintés fogassüllővel (továbbiakban süllő) végzett ploidia vizsgálatokhoz

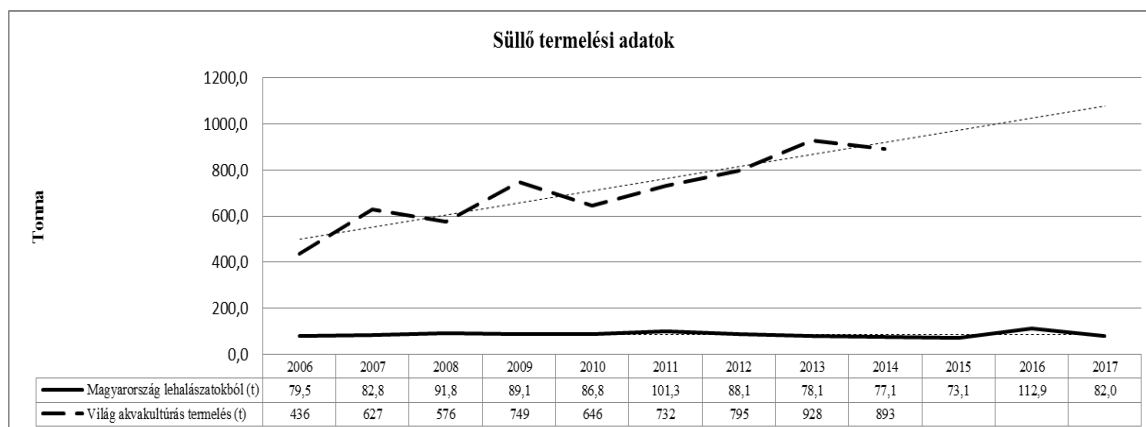
A süllő rendszertani besorolása:

Osztály:	Csontoshalak	(<i>Osteichthyes</i>)
Alosztály:	Sugaras úszójúak	(<i>Actinopterygii</i>)
Főrend:	Valódi csontoshalak	(<i>Teleostei</i>)
Rend:	Sügéralakúak	(<i>Perciformes</i>)
Alrend:	Sügéralakúak	(<i>Percoidei</i>)
Család:	Sügérfélék	(<i>Percidae</i>)
Nem:	<i>Sander</i>	
Faj:	<i>Sander lucioperca</i> L. 1758	

A süllő Magyarországon is kedvelt faj, magas ára ellenére a halételek éttermi eladási listáján harmadik helyen szerepel a második harcsa, és az olcsóságával minden negatív tulajdonságát leplezni tudó, lista vezető pangasius mögött (Ivancsóné és Kőmives, 2018). A halfaj természetesvízi halászatának fogási eredményei tartósan gyengülnek (**3. ábra**), a világ akvakulturás süllő termelése folyamatos emelkedést mutat (FAO, 2018), a magyar termelés stagnál (**4. ábra**) (Kiss, 2018).



3. ábra: A süllő világszintű természetesvízi halászatának éves eredményei 1990-től 2014-ig (Forrás: FAO 2018)



4. ábra: A süllő akvakultúrák termelésének eredményei és a magyar halgazdaságok eredményei (Forrás: FAO 2018, Kiss, 2018)

Az utóbbi években Európában egyre több süllő termelésre alapozott recirkulációs üzem hoznak létre (Fontaine, 2018), az európai termelésben Dánia vezető szerepe megkérdőjelezhetetlen, de színvonalas termelés zajlik még számos országban, mint pl. Németország, Csehország, Belgium, Finnország stb. (Steenfeldt és mtsai, 2015). Erősödik a süllőállomány Tunéziában, ahol az ország belső fogyasztása is nő ezzel együtt (Steenfeldt és mtsai, 2015), az Iráni ivadékellátás mértéke pedig a kilencvenes évekhez képest közel nyolcszorosára nőtt (Falahatkar és mtsai, 2017).

6.2.1. A triploidok szerepe a haltermelésben

A mesterségesen létrehozott triploid halállományok gondolata az 1970-es évek közepe táján került a haltermelők, hallal foglalkozók érdeklődésének homlokterébe. A korábbi, különböző halfajokon végzett indukált poliploidia vizsgálatok (Makino és Ozima, 1943; Svärdson, 1945; Swarup, 1959a) eredményei, valamint a triploid egyedek feltételezett sterilitása, felételezett nagy növekedési erélye, számos halfaj kísérletbe vonását eredményezte a XX. század utolsó évtizedeiben (Valenti, 1975; Wolters és mtsai, 1981; Thorgaard és mtsai, 1982; Benfey és Sutterlin, 1984; Solar és mtsai, 1984; Krasznai és Marián, 1986; Baldwin és mtsai, 1990; Linhart és mtsai, 1991; Manickam, 1991; Malison és mtsai, 1993).

A csontos halak osztályának változatossága miatt a triploidia tenyésztői szempontú előnyei és hátrányai fajonként eltérőek lehetnek. Az eredeti elvárás az lenne, hogy a létrehozott triploid egyed, a felhasználási célokhoz igazodva legyen előnyösebb

tulajdonságokkal felruházva, mint diploid társai, előállításuk ne legyen költséges, ne sértse környezetvédelmi, állatvédelmi, egészségügyi előírásokat.

6.2.2. A triploidok sterilítése

Benfey és mtsai. (1989) szerint a triploid nőstények petefészke alulfejlett, a nemi érésnek sem morfológiai, sem fiziológiai jelét nem mutatják. Az ikrás halaknál az aneuploidia zavarja a meiózis kezdeti szakaszában a homológ kromoszómák párba rendeződését, míg a hímeknél a triploidia a meiózis későbbi fázisát blokkolja (Krisfalusi és Cloud, 1999). A triploid halak gametogenezisének károsodása lehetővé teszi, hogy az ivari érés hiányán megtakarított energiát testük növekedésére fordítsák. Előnyt jelent a sterilitás a kiegyenlített húsminőség biztosításában (nem változik a húsminőség a nemi érés, vagy a szaporodási ciklusokhoz köthető hormonális változások révén), valamint csökkenti az aggodalmakat a tenyészetekből megszökött egyedek természetes életközösségekre gyakorolt káros hatásait illetően (Peruzzi és mtsai, 2005). Atlanti tőkehallal (*Gadus morhua*) végzett kutatások némiképp árnyalják ez utóbbi kijelentést. Szintén Peruzzi és munkatársai (2009) végezték azt a vizsgálatot, ahol diploid hímek mellett triploid hímek spermájával is termékenyítettek diploid nőstényektől származó ikrát mesterséges módon és természetszerű ivatás folyamán. A mesterséges ($2n_{\text{♀}} \times 3n_{\text{♂}}$) szaporításból a termékenyítést követő 13. npra az ikrák 12%-a kelt ki 100% morbiditás mellett, természetközeli ($2n_{\text{♀}} \times 3n_{\text{♂}}$) szaporítás esetén 10%-os volt a kelés, szintén teljes gerincorvult lárvaállománnyal. A lárvák mindkét esetben még az első külső táplálékfelvételt megelőzően elpusztultak.

A sterilitás ugyan csak jó eséllyel feltételezhető (2. éves halakról lévén szó) Krasznai és Márián 1986-os cikkében. Leírásuk szerint a triploid európai harcsák (*Silurus glanis*) petefészkei a diploidokénál szignifikánsan kisebbek voltak, nagy mennyiségű sejtközötti állománnyal, elmaradott fejlettségű petesejtekkel, mindezek mellett a növekedési erély a triploidok esetében volt nagyobb. Szivárványos pisztrángok (*Salmo gairdneri*) esetében a triploid nőstények ivarszerveit a diploid ikrásokéhoz viszonyítva csak zsinórszerű képződménynek írta le a szerző, kiemelve primer oocyták hiányát. A hímeknél a herék méretében, fejlettségében nem tapasztalt különbséget diploid és triploid egyedek között, ugyanakkor a triploid hímek spermiuma nagyobb és szélesebb, mint a diploidoké (Lincoln és Scott, 1984).

6.2.3. A triploidok gazdasági jelentősége

A triploidok hasznosításba vételének első időszakában feltűnt, hogy ezek a halak sokkal érzékenyebben reagáltak a termelés technológiából adódó stresszre, mint diploid társaik, ami ahhoz vezetett, hogy egy időre megtört a triploidok tenyésztésbe vonásának lendülete. Újabb azonban az akvakultúra ágazat fenntarthatósága miatti aggodalmak, a triploidok fiziológiájának és nevelési módszereinek újabb eredményei, és megértésük, ismét a felszínre hozták a triploid halak iránti érdeklődést. A leggyakrabban tenyésztett triploid fajok manapság a lazacfélék, mint a szívárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*), a sebes pisztráng (*Salmo trutta*), és az atlanti lazac (*Salmo salar*), valamint az ayu, vagy édeshal (*Plecoglossus altivelis*), a mandzsu csík (*Misgurnus anguillicaudatus*), és az amur (*Ctenopharyngodon idella*) (Powell és mtsai, 2009; Beaumont és mtsai, 2010; Fraser és mtsai, 2012).

Mivel a haltermelés legnagyobb mértékben az étkezési igények kielégítésére szolgál, elsődleges szempontok közé tartozik egy-egy faj tenyésztésénél a növekedési erély és a húskihozatal (carcass méret és minőség). Számos faj esetében történtek – diploid versus triploid viszonylatban – növekedéssel kapcsolatos összehasonlító vizsgálatok, melyek eredményei nem minden esetben csengenek össze (Tiwary és mtsai, 2004):

- Níluszi tilápiánál (*Oreochromis niloticus*) Hussain és mtsai. (1995) nem találtak növekedésbeli különbséget a különböző ploidia szintű egyedek közt, ezzel szemben Bramick és mtsai. (1995) szignifikáns különbségről számolnak be, a triploid egyedek javára.
- Hasonló eset a kék tilápiáé (*Oreochromis aureus*), melynél Valenti (1975)-ben nagyobbak ítélte a triploidok növekedési erélyét, míg Chang és mtsai. (1993)-ban nem észlelték ezt az előnyt.
- Atlanti lazacnál (*Salmo salar*) a triploid példányok gyengébben teljesítettek Galbreath és Thorgaard (1995)-ös vizsgálatában, ezzel szemben McGeachy, munkatársaival (1995) nem tapasztalt ilyen jelenséget.
- Pozitív eltérésre bukkantak még a triploidok javára a csatorna harcsa (*Ictalurus punctatus*) (Wolters és mtsai, 1982b), a szúrós- vagy májharcsa (*Heteropneustes fossilis*)

(Tiwary és mtsai, 1997) és az európai harcsa (Krasznai és Marián, 1986) vizsgálatainál, de a diploidokhoz képest gyengébb növekedésűnek ítélték meg a kutatók a szivárványos pisztráng (*Solar és mtsai, 1984*), a naphal (*Lepomis gibbosus*) (Kerby és mtsai, 1995) és az ezüstlazac (*Oncorhynchus kisutch*) (Withler és mtsai, 1995) triploid egyedeit.

- A kínai iszap csík (*Misgurnus mizolepis*) esetében szintén nem sikerült növekedési erélybeli különbséget kimutatni diploid és triploid egyedek közt (Kim és mtsai, 1994).

Valójában a triploid halak nagyobb növekedési erélyének feltételezése három alapon nyugszik (Piferrer és mtsai, 2009):

-Az első a sejtek méretének növekedése. A megsokasodott kromoszóma készlethez alkalmazkodva a triploid sejt sejtmagi és citoplazmatikus térfogata is nagyobb a diploidokénál, bár a sejten belül egymáshoz viszonyított arányuk nem változik (Small és Benfey, 1987; Flajshans és mtsai, 2011). Ugyanakkor, mivel a triploidok szervei általában nem nagyobbak, mint diploid társaiké, kevesebb sejtből épülnek fel (Swarup, 1959; Aliah és mtsai, 1990). Az izomsejtekben, ahol a sejtmag a teljes sejttérfogatnak csak kis hányadát foglalja el, a triploid és diploid sejtek közti méretkülönbség csupán 30% (Johnston és mtsai, 1999).

- A második a triploid állományok magasabb heterozigotitása a diploidokhoz képest (Allendorf és Leary, 1984; Leary és mtsai, 1985).

- A harmadik, a már korábban is említett sterilitásból származó, növekedésre fordítható energia megtakarítás.

E három közül az első kettő már a keléstől számítva érvényes, a harmadik tényező értelemszerűen a felnőttkori növekedésben érdekelt, ami arra enged következtetni, hogy a nemi érés időszaka előtt a triploid halak nem nagyon juthatnak előnyhöz, a növekedés terén (Sheehan és mtsai, 1999).

6.2.4. Triploidok előállítása gazdaságilag fontosabb édesvízi sügérfélénél

A csontshalaknál a normális egyedek az esetek többségében diploidok. Négy kromoszóma garnitúrával rendelkező tetraploid halakat sikerült már ivarérisig felnevelni, sőt azok segítségével triploid és tetraploid állatokat létrehozni. Egy tetraploid és egy normál diploid szülőnek is triploid utódja lesz, hiszen a tetraploid

szülő gamétája diploid. Triploid halakat úgy is létre lehet hozni, hogy normál termékenyítést követően valamely módon (pl. hőkezelés, magas nyomás) megakadályozzuk a sarki test kiválását (Hancz, 2007).

A triploid állományok létrehozásának igénye az édesvízi sügérnél is felmerült. Jó eredményeket értek el az Észak-amerikai sárga sügér (*Perca flavescens*) estében az ikra termékenyítés utáni hőkezelésével, ill. magas nyomás alá helyezésével (Malison és mtsai, 1993a; Malison és Garcia-Abiado 1996), igaz, további vizsgálatok során a triploid ivadékok növekedése a diploid kontrollhoz képest elmaradást mutatott (Crane és mtsai, 1991; Malison és mtsai, 1993b). Eurázsiai rokonával, a csapó sügérral (*Perca fluviatilis*) végzett kísérletekben a termékenyítést öt perccel követő 30 °C-on 25 percen át tartó hőkezelés bizonyult a leghatékonyabbnak (Rougeot és mtsai, 2003).

Míg az Észak-Amerikában honos walleye-vel (*Sander vitreus*) folytatott korábbi kutatások során a hőkezeléssel indukált triploidizációt hatékonyabbnak tartották a hidrosztatikus nyomás által indukálttal szemben (Malison és mtsai, 2001), későbbi kísérletekben már egyértelműen az utóbbi módszer tovább finomított változata vált eredményesebbé (Fetherman és mtsai, 2015).

A saugeye (*Sander Vitreus x Sander canadensis*) a walleye és a sauger (*S. canadensis*) szaporodóképes hibridje. Növekedésében, vitalitásában megelőzi mind a walleye-t, mind a saugert (Malison és mtsai, 1990; Quist és mtsai, 2010), ökológiai szempontból viszont biztonságosabb lenne a steril triploid tenyészetek alkalmazása még akkor is, ha egyes vizsgálatok szerint a diploid hibrid ügyesebb, életképebb triploid társainál (Czesny és mtsai, 2002; Garcia-Abiado és mtsai, 2007). A saugeye-vel végzett kutatások alapján, a termékenyített ikra kezelésének hatékonysága szempontjából a következő sorrend vázolható fel: a hidegsokknál eredményesebb a hősokk (Garcia-Abiado és mtsai, 2002) alkalmazása, de a legjobb eredményt a termékenyített ikrára a termékenyítéstől számított 4-5. percben elkezdett, 12 percen keresztül gyakorolt 0,62 bar nagyságú nyomás adja (Garcia-Abiado és mtsai, 2001).

Triploid süllő előállításról 2016-ig nem volt beszámoló. 2015-ben viszont, egymástól függetlenül két kísérlet is lezajlott ezzel kapcsolatban, az egyik Csehországban, a másik Magyarországon. A cseh kutatásban (Blecha és mtsai, 2016) a termékenyítést követő 1., 3., 5., 7. és 10. percben helyezték az ikrát 29 vagy 31°C-os vízfürdőbe, húsz, vagy negyven perc időtartamra. Megállapítást nyert, hogy a

termékenyítést követő 1., 3., 5. perc után 31°C-on 20 percreig kezelt ikrából, gyenge kelés mellett, a kikelt lárva állomány csaknem 100%-ban triploid egyedekből állt (**5. ábra**). Érdekes, hogy a 29 °C-os hőkezelés során a kelés is sokkal gyengébb volt (a 40 perces időtartamnál gyakorlatilag 0%), és a kikelt triploidok aránya is nagyon alacsony maradt (11-25%).

Kelési arány (HR), deformált lárvák aránya (Malf), triploidok aránya (Triploid), kontroll (Control group) A kezelés kezdete percben megadva a termékenyítéstől számítva (TI)							
TI,	1	3	5	7	10	Control group	P-value
HR, %	2.3 ± 2c	11.8 ± 8.8b	7.8 ± 10.1b	15.3 ± 5.1b	20.0 ± 5.2b	61.6 ± 7.3a	<0.000*
Malf, %	74.1 ± 0a	9.6 ± 9c	35.5 ± 33.5b	7 ± 2.5c	5.2 ± 1.4c	1 ± 0.8d	<0.000*
Triploid, %	100 ± 0a	95.8 ± 7.2a	100 ± 0a	86.3 ± 15.1a	53.3 ± 5.7b	0c	<0.000*

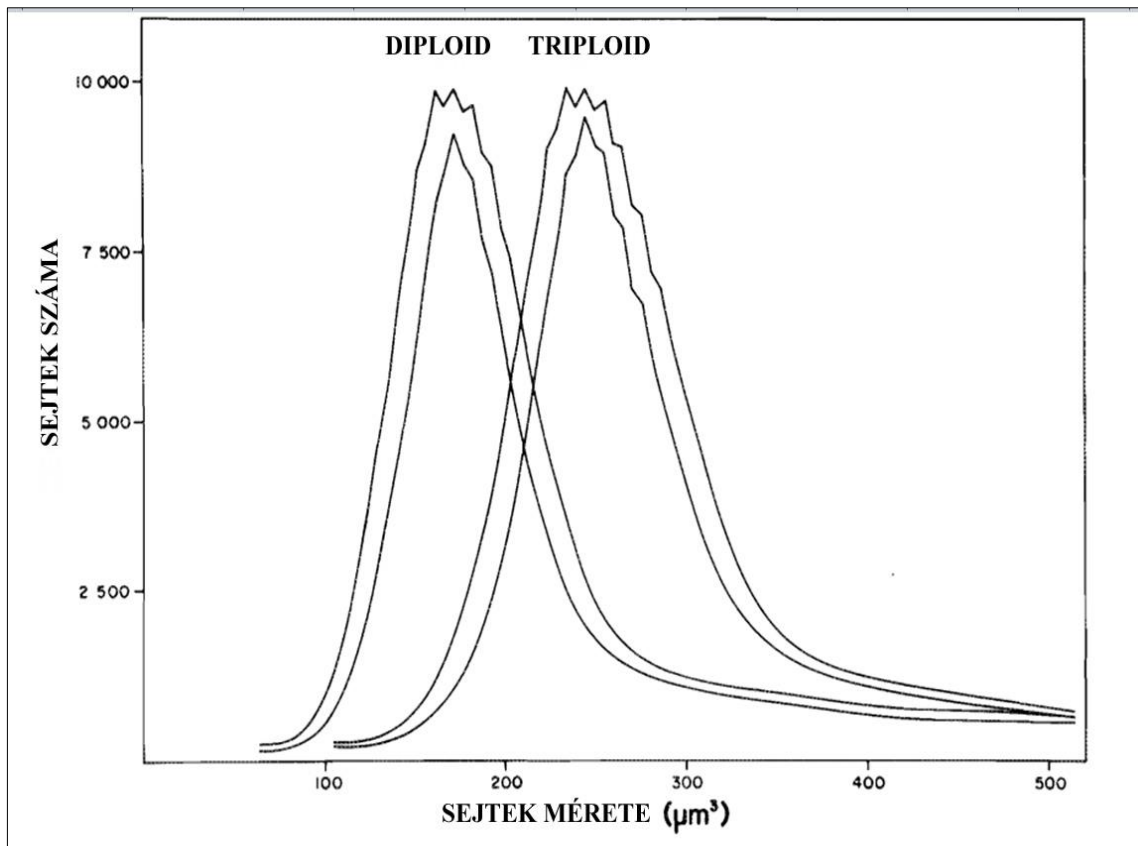
5. ábra: A legsikeresebb kezelés: a 20 perces időtartamú 31°C-os vízfürdőt a termékenyítést követő 1., 3., 5., 7., 10. perc elteltével alkalmazva (Forrás: Blecha és mtsai, 2016)

Magyarországon az attalai halkeltetőben Bognár Attila és Faidt Petra közreműködésével az ottani süllőállományból, rokon fajok triploid példányainak előállításáról szóló közlemények alapján sikerült triploid süllő lárvét létrehozni 2015-ben, erről bővebben a következő fejezetekben lesz szó.

6.2.5. Ploidia állapot meghatározás, flow-citometria

A ploidia szint megállapítására az egyik legérzékenyebb, régóta használt technika a flow-citometriás meghatározás. Széleskörű felhasználhatóságát halakkal végzett vizsgálatok esetében is számos kutatás igazolja (Allen és mtsai, 1986; Benfey és mtsai 1986; Echelle és mtsai 1988; Goddard és Dawley 1990; Johnson és mtsai 1984). Szintén gyakran alkalmazott módszer a ploidia állapot kimutatásában az eritrociták sejtmag mérete alapján történő meghatározás (Tiwary és mtsai 2004; Wolters és mtsai 1982; Benfey és Sutterlin 1984; Benfey és mtsai 1984; Flajšhans 1997; Peruzzi és mtsai 2005), mivel az eritrociták mérete szoros korrelációt mutat a sejtmagban található DNS mennyiségével (**6. ábra**), azaz a ploiditás szinttel (Patakiné Várkonyi és mtsai 2004).

Walleye és saugeye ploidia szintjének vizsgálatakor mindkét módszer használatára sor került már (Ewing és mtsai 1991; Garcia-Abiado és mtsai 1999), a most ismertető, süllővel végzett kutatásban a flow-citometriás eljárás került alkalmazásra.



6. ábra: Triploid és diploid atlanti lazac eritrocita méretének összevetése
(Forrás: Benfey és mtsai, 1984)

A ploidia-fok gyors és hatékony megállapítására jól alkalmazható az áramlásos (flow-) citometria (Ewing és Scalet, 1991; Lecommandeur és mtsai, 1994; Zhang és Arai, 1996; Bonnet és mtsai, 1999; Lamatsch és mtsai, 2000), mely technológia alkalmazásakor rövid időn belül, nagyszámú sejt DNS-mennyisége mérhető meg a sejtek fluoreszcencia-intenzitása alapján. A sejtek DNS-tartalma nukleinsav-specifikus fluoreszcenciás jelzőkkel követhető. Ilyen festékek például: a propidium jodid (PI), a mithramycin, a chromomycin A3 stb. A festékek nagy affinitással kötődnek a DNS-hez, ennek eredményeképpen a fluorofórok fluoreszcenciás kvantumhatásfoka nagymértékben megnövekszik. A bekötött festékek fluoreszcencia intenzitása a DNS-tartalommal arányos. A programozott sejthalál (apoptosis) során a sejtek DNS-tartalma megváltozik. Az áramlási citometria ennek a detektálására is kiválóan használható, a csúcsok alatti területek összehasonlítása révén megállapítható az apoptotikus sejtek aránya (Damjanovich és mtsai, 2007).

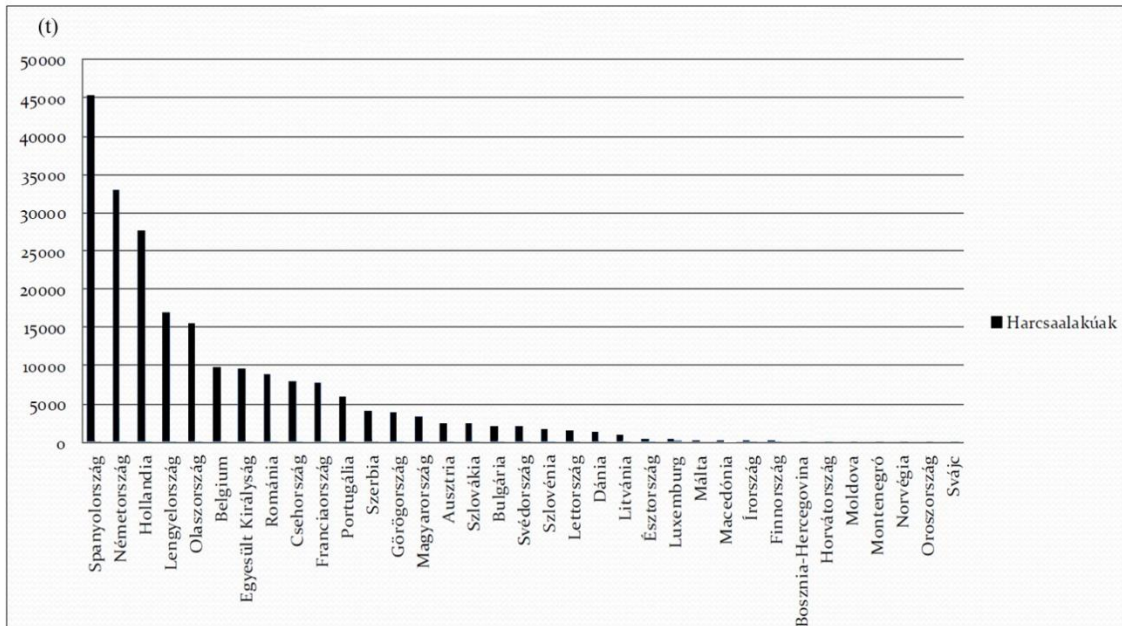
6.3. Szakirodalmi áttekintés lesőharcsa (továbbiakban harcsa) neveléssel végzett vizsgálatokhoz

A harcsa rendszertani besorolása:

Osztály:	Csontoshalak	(<i>Osteichthyes</i>)
Alosztály:	Sugaras úszójúak	(<i>Actinopterygii</i>)
Főrend:	Valódi csontoshalak	(<i>Teleostei</i>)
Rend:	Harcsa alakúak	(<i>Siluriformes</i>)
Alrend:	Harcsa alkatúak	(<i>Siluroidei</i>)
Család:	Harcsafélék	(<i>Siluridae</i>)
Nemzetség:	<i>Silurus</i>	
Faj:	<i>Silurus glanis</i> L. 1758.	

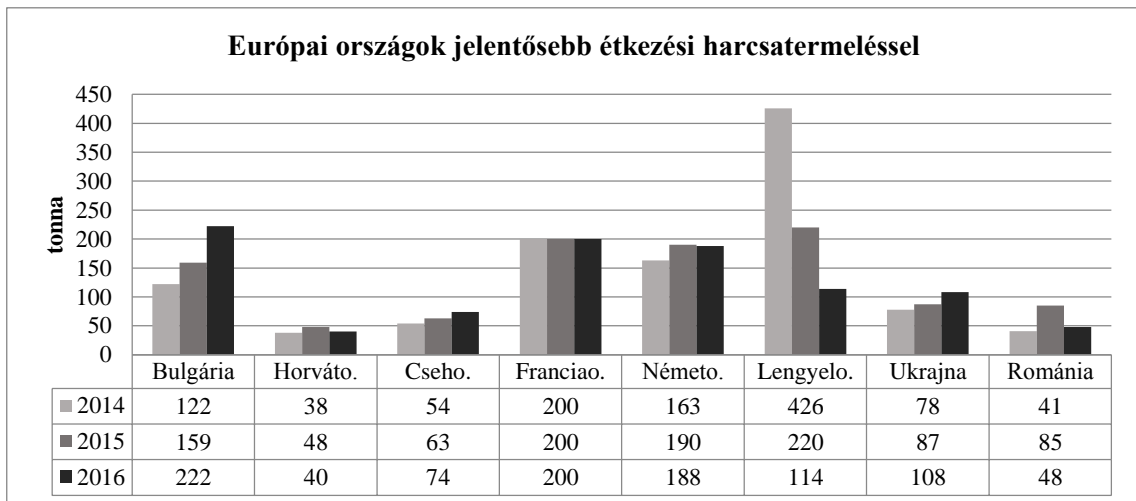
6.3.1. Harcsatermelés Európában és Magyarországon

Bár a vizsgálat tárgyát az egynyaras harcsa nevelése képezi, mindenképpen érdemes szót ejteni az európai étkezési harcsatermelés alakulásáról is, mivel annak eredménye az ivadéktermelés sikerességével szorosan összefügg. Emellett, ha az európai országok importját-, import igényét figyelembe vesszük, jelentős érdeklődést tapasztalhatunk a harcsa alakúak iránt (7. ábra). Az akvakultúras harcsatermelés Európában nagyon változatos képet mutat, nem csak területi, de időbeli eloszlásban is (amihez hozzá kell tenni, hogy nagyon nehéz kiigazodni a különböző országok által szolgáltatott adatok között, mert gyakoriak a különféle szervezetek (pl. FAO, FEAP) adatai között az ellentmondások).



7. ábra: Az európai országok importja (t) a harcsa alakúak szempontjából 2011-ben (Forrás: Lengyel és Udvari, 2015.)

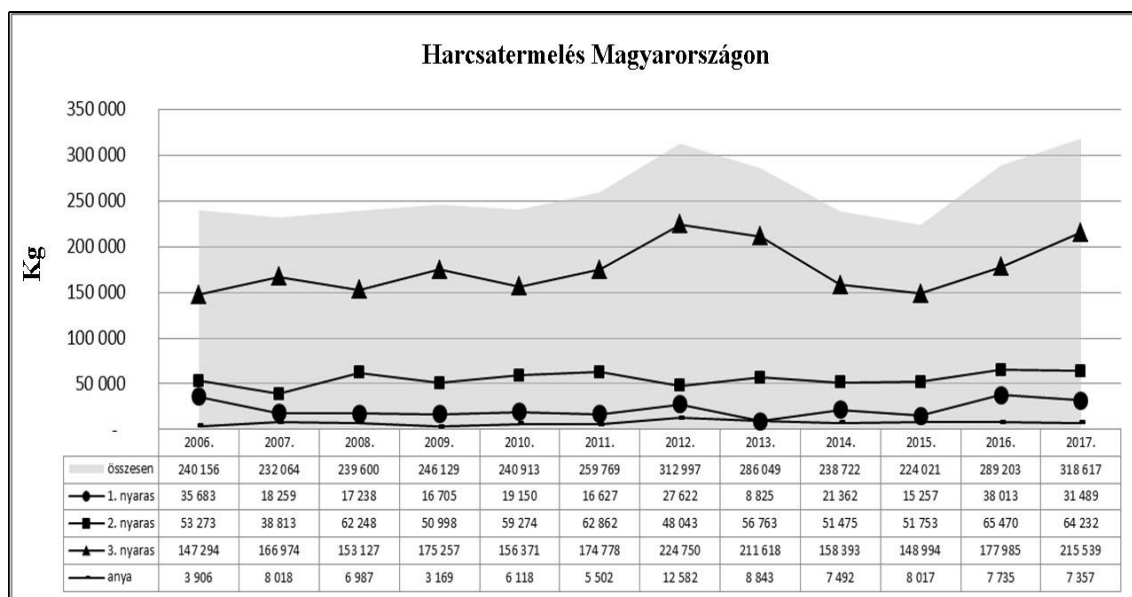
Magyarországon kívül az európai nagy termelők közé tartozik (ide nem értve a természetes vízi fogást) Franciaország, Németország, Bulgária, Lengyelország, bár itt az utóbbi években folyamatos visszaesés tapasztalható, és Ukrajna, ahol az utóbbi években nagy hangsúlyt fektetnek a tenyésztés feltételeinek javítására (8. ábra).



8. ábra: Jelentősebb harcsatermeléssel bíró országok Európában (Forrás: AKI - Kiss és Bojtárné., 2018.)

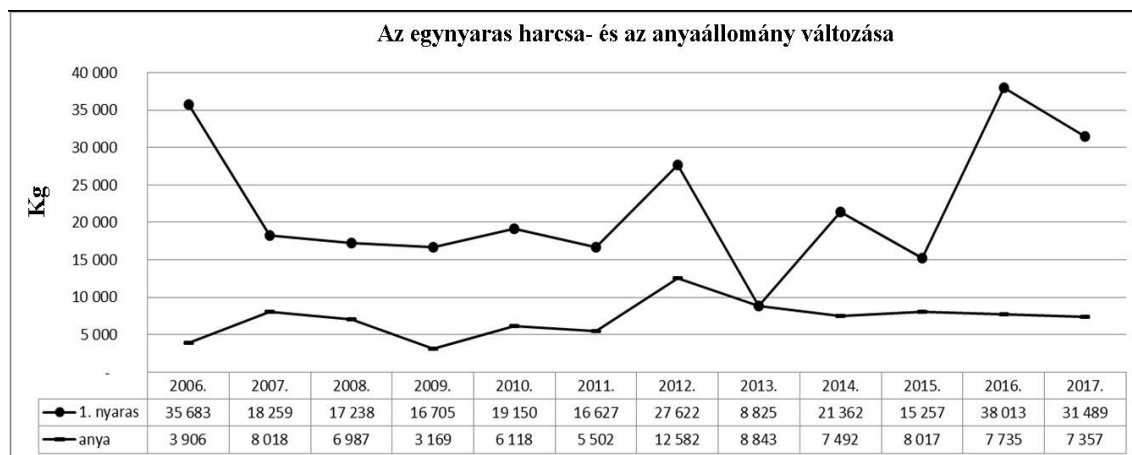
A magyarországi össztermelés (9. ábra) kisebb-nagyobb hullámokkal tarkított enyhe emelkedést mutat (Kiss, 2018a), 2012-ben és 2017-ben meg is haladta a 300

tonnát, ezzel együtt is a 2017. évben csak az összes magyar haltermelés 1,4%-át tudta kitenni (Kiss, 2018b). Európai viszonylatban az akvakultúrák étkezési harcsatermelésünkkel az élbolyhoz tartozunk.



9. ábra: Magyarország harcsatermelése 2006-2017. között (Forrás: Kiss, 2018a)

A termelési eredmények változékonysága még inkább érzékelhető az ivadék előállítás esetében. A Magyarországon többségében extenzív polikultúrában nevelt egynyaras harcsa mennyiségének ingadozása láthatóan nem felel meg a kiegyensúlyozott alapanyag ellátás követelményeinek (10. ábra).

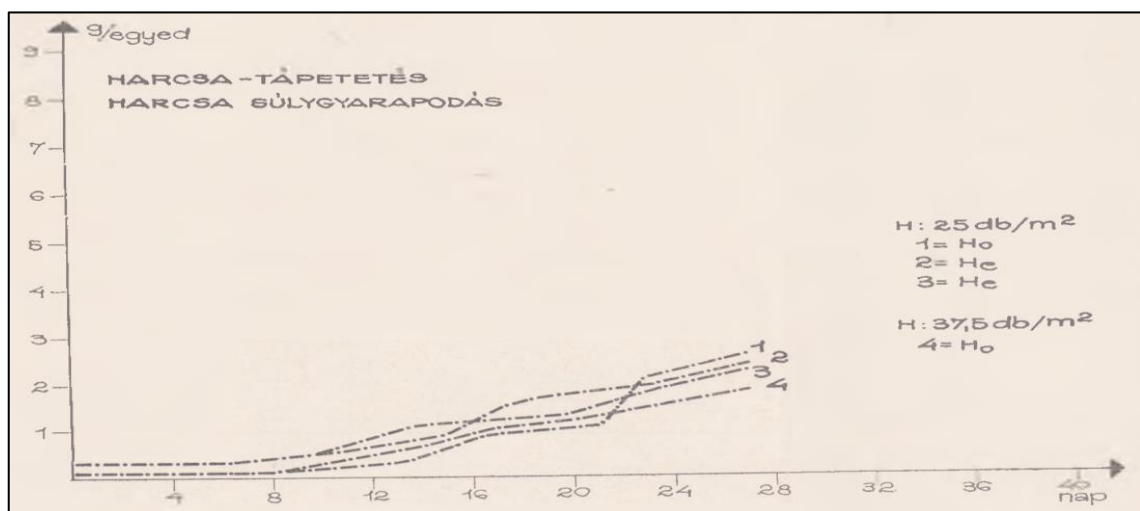


10. ábra: Magyarország egynyaras harcsa termelésének adatai, alul az anyaállomány változása (Forrás: Kiss 2018a)

6.3.2. A tápon történő harcsanevelésnek, mint valós haltermelési módszernek magyar vonatkozású pályája napjainkig

A magyarországi halgazdálkodás irodalmában a harcsa egynyaras korrig történő nevelésének számos módozata ismertetésre kerül. Érdekesség, hogy a múlt század második felében viszonylag nagy gyakorisággal kutatott harcsatenyésztés eredményei nem nagyon ragadtak meg a gyakorlatban. A jelenleg leggyakrabban alkalmazott módszer, hogy a néhány napos, beszürkült, táplálkozásra kész harcsa lárvát néhány száz m²-es tavakban 3-4 cm-es méretig előnevelik, majd extenzív tavakban polikultúrás népesítésben tartják tovább egynyaras korrig. A lehetőségek tárháza még a gazdálkodási módtól, pénzügyi lehetőségektől függővé téve is bővebb ennél.

„A harcsa hazánkban és egész Európában azon halfajok közé tartozik, amelyekből a haltenyésztők halgazdálkodási célokra nehezen tudnak megfelelő mennyiségű egynyaras ivadékot előállítani. A nehézségeket elsősorban az ivadéknévelési technológiák hiányosságai okozzák...” - írták cikkükben Kiss és Horváth (1978), akik ebből kiindulva széleskörű vizsgálatokat végeztek a harcsa kistavas környezetben történő harminc napos előnevelésével kapcsolatban. A szerzők különböző táplálékbázisokon, különféle népesítési struktúrákban vizsgálták a csoportok egyedeinek teljesítőképességét. Tanulságos eredményeik közül jelen téma szempontjából mindenképpen meg kell említeni a planktonszelektált tóban, monokultúrában, takarmány kiegészítéssel végzett nevelés végeredményét (**11. ábra**).



11. ábra: Monokultúrás harcsanevelés eredményei (H₀: zsenge lárva kihelyezés, H_c: 2 cm-es méretben kihelyezett ivadék) (Forrás: Kiss és Horváth 1978)

Ebben a kísérletben a tápetetés a zooplankton-, zoobentosz állományra alapozott nevelés kiegészítéséül szolgált, a por alapú tápot nedvesen gombóccá gyúrva, 0,5-1 kg/100 m² adagban kapta az ivadék napi egyszeri alkalommal. A 25 db/m² népesítésnél átlagos 48%-os megmaradásról számoltak be, kiugróan magas volt emellett a 37,5 db/m²-es kihelyezés 98,5%-os megmaradási aránya. Véleményem szerint ez a rendkívül magas megmaradási arány esetlegesen betudható a kihelyezett lárva mennyiség pontatlan kimérésének is.. A földmedrű tavakban végzett vizsgálatok eredményei alapján a szerzők nagy perspektívát láttak a tápos nevelésben (1976-77-ben járunk), és további kutatásokat javasoltak a témán belül. Pintér (1976)-os közlése szerint az Antalffy –féle harcsaladás előnevelés során az ivadék már a ládában töltött időszak során is kap mesterséges táplálékot, igaz, ennek mibenlétére nem tér ki.

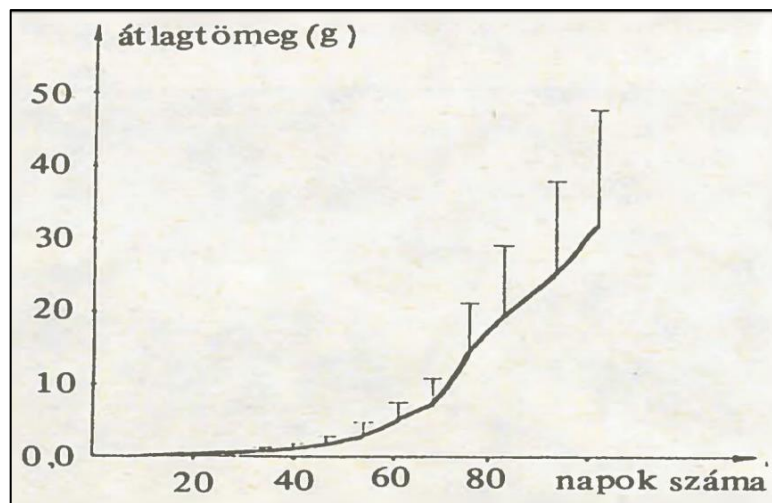
Az előnevelés szakaszánál tovább, egészen a másodnyaras hal előállításáig tekintettek Szarvason, ahol Krasznai és mtsai. (1980) dolgoztak ki 1977-78-ban egy nagyrészt tápos kiegészítéssel zajló harcsanevelési technológiát. A nevelés első szakaszában, 14 napos korig, a medencékben tartott lárva állomány táplálása apróra vágott *Tubifex*-szel történik, majd a már szürke jól táplálkozó lárvát monokultúrában, planktonban dús kistavakban (5-10 db/m²) 32 napos korig csak a zooplankton szervezeteken, majd a szezon végéig, 71 db/m² népesítési sűrűséggel, granulált táp kiegészítéssel nevelik. Ezzel a módszerrel az egynyaras harcsa a nevelési szezon végére 10-12 cm-es testhosszt és 60 grammos testsúlyt ér el. A következő évben a harcsa polikultúras tavi nevelésbe kerül, ahol granulált táppal tovább folyik a kiegészítő takarmányozás. A technológia eredményeképpen átlagosan 0,5 kg egyedsúlyú kétnyaras harcsát állítottak elő a második szezon végére.

Kepenyés és munkatársai (1983) olyan fóliamedrű árokpáros, részben recirkulációs harcsanevelésről számoltak be, ahol az 50 g átlagtömegű ivadékot 24°C hőmérsékletű termálvízben 72 nap alatt 182 g méretig növelték 85%-os megmaradással.

Litkei (1990)-ben az intenzív harcsanevelés gyors fejlődésére hivatkozva ismerteti 1980-82-ben végzett kutatásai eredményeit, melyek célja a kannibalizmus visszaszorítása volt a medencés nevelés során. A négy m²-es medencékben harcsaivadékot nevelt harcsatápon. Tapasztalatai szerint fontos az állomány méret szerinti válogatása, mivel a kisebb példányok egy része zaklatja, harapja a nagyobb, jóllakott, nyugalomban lévő egyedeket. A „zaklató” egyedek figyelmének lekötésére

pontyokat helyezett az állományba (10:1-től 60:1-ig harcsa: ponty arányban), melyek a csoportban számarányuktól függetlenül javították a megmaradás, növekedés és takarmányhasznosítás mutatóit.

Franciaországi, 1990-ben végzett 100 napos intenzív harcsanevelési kísérletéről számol be részletesen Rideg és Heymann (1991). Medencés vizsgálataikat zsenge lárvaival indították, legsikeresebb kezeléseiknél a haltömeg elérte a 95 kg/m^3 arányt is. Véleményük szerint a harcsaivadék 5 és 50 gramm átlagtömeg között megfelelő oxigén ellátás és jó vízátfolyással – ugyan magas költségek mellett, de intenzíven – nagy sűrűségben ($80\text{-}100 \text{ kg/m}^3$ -ig) nevelhető. Az élőtömeghez viszonyított 3-4%-nyi napi takarmánymennyiség fogyasztása mellett 30 grammos méretig 0,6-0,8 kg takarmányból állt elő egy kg harcsa. A százkét napos nevelés során elért tömeggyarapodást a **12. ábra** szerint tették közzé.



12. ábra: Kizárólag száraz harcsatápon (ALMA) nevelt harcsaivadék növekedése 102 napos korig (Forrás: Rideg és Heymann, 1991)

Inkább ökonómiai szempontból elemzi a harcsatermelés lehetőségeit családi gazdaság méretek között Müller és Müller (1993) cikke. Problémásnak tartják, hogy az extenzív körülmények között nevelkedett 10-20 g/db méretű harcsaivadék csak jelentős veszteségek mellett telettethető. A megoldást a tápos intenzív nevelésben kereső szerzőpáros halai termálvizes medencés körülmények között 14 grammról 508 napos tenyésztés alatt 1000 grammra növekedtek, a fajlagos takarmányértékesítési együttható 2,3 volt. Földmedrű kistavas nevelés során a polikultúrában kétnyarasból piaci méretűre nevelt harcsa takarmányértékesítése 3,6 kg/ttkg-ot tett ki.

A harcsa intenzív nevelésével kapcsolatban Horváth és mtsai. (2011) kiemelik a magas önköltséget - ez egyébként más fajok esetében is komoly tényező, mint eme gazdálkodási mód elterjedésének egyik fő akadályát. A teletető tavakban történő tápos neveléshez 100.000-200.000 darab/teelő mennyiségben határozzák meg a népesítés sűrűségét, hozzátéve, hogy a nevelés második felétől érdemes az oxigénpótlásra is figyelmet fordítani.

Lévai és Bercsényi (2012) a tavi tápos- és tavi ketreces nevelést elemző cikkükben az egészségügyi problémák és kisebb technológiai buktatók lehetősége mellett az előrehozott szaporítást az év végi összömeget pozitívan befolyásoló lehetőségként említik. Ez véleményem szerint tavi intenzív továbbnevelés esetén korlátozottan jár együtt gazdasági haszonnal, ugyanis a kihelyezéshez meg kell várni a víz 20 °C fölé emelkedését, addig a költségeket a recirkulációs üzem viseli.

Nagy és mtsai, (2014) az Aranyponty Zrt. kisméretű tavaiban folytattak termelési kísérleteket. Előre hozott szaporítás és tápon történt medencés előnevelés után az előnevelt harcsákat nagy egyedsűrűségben (150 000 db/ha) kis alapterületű tavakba helyezték ki, egynyaras nevelés céljából. A zooplankton-állomány teljeskörű kihasználása érdekében lapátorru tokkal (*Polyodon spathula* W.), illetve kecsegével (*Acipenser ruthenus* L.) (1000 db/ha) egészítették ki a népesítési szerkezetet. A tenyésztési időszak végén hektárra vetítve 5500 kg 110 g/db átlagtömegű egynyaras harcsa, 200 kg lapátorru tok és 150 kg kecsége hozamot értek el. A tenyésztési időszak során a takarmányozási együttható értéke 1,1 kg granulált takarmány/ttkg volt. A szerzők vizsgálták kisméretű tavakon a zárt, vízcsere nélküli üzemeltetés lehetőségeit, korlátait is, ebben az esetben túlevegőztetők folyamatos használata mellett 25-30 t/ha bruttó harcsahozamokról számoltak be, vegyük azonban figyelembe, hogy itt kis alapterületű kísérlet eredményéből *hektárra vetített*, hozamokról beszélünk.

2014-ben a Dalmand Zrt. teletető tavainak 8420 m² felületén, az Öreglaci Halász Kft. és az Aranyponty Zrt. előzetes eredményei, valamint a PE. Georgikon Kar szakmai támogatása alapján 7500 kg egynyaras harcsát (8910 kg/ha) sikerült előállítani tápos neveléssel, táplálkozó lárva kihelyezésével (Demeter és Felföldi, 2015). A vállalatnál a termelés továbbra is folyamatosan zajlik.

Saját tapasztalataim alapján a gyomhalban bővelkedő tóba került, granulált takarmányon, teelőben felnevelt egynyaras harcsa jól alkalmazkodik az új

körülményekhez, és jó megmaradással, jó tömeggyarapodással halászható le a polikultúras extenzív halastavakról másodnyaras korában (Demeter, 2015).

Egy több kutatóintézetet és haltermelő gazdaságot felölelő harcsa szelekciós program célja, hogy DNS alapú rokonsági vizsgálati eljárások segítségével a tenyésztők egy jó növekedési erélyű, jó megmaradási százalékkal rendelkező fajtához jussanak (Szabolcsi, 2018). E program egyik ágaként a NAIK HAKI ivadéknevelő recirkulációs rendszerében háromfázisú, 14 hónapig tartó intenzív nevelés alatt sikerült egy kevert genetikai állományú harcsa csoporttal lárváról indulva 3,6 kg-os átlagtömeget elérni. Az intenzív rendszer végső népesítési sűrűsége 210 kg/m^3 volt, ezt $32,5 \text{ kg/m}^3$ (III. szakasz kezdete) induló értékről sikerült elérni, 1,24 kg/ttkg takarmányozási együttható mellett. A szerzők egyebek mellett a harcsa magas vízhőmérséklet igényét ($26-28 \text{ }^\circ\text{C}$) külön hangsúlyozzák (Kovács és mtsai, 2018).

Jelenleg (2018-ban), az előzőekben említettek mellett kisebb mennyiségekben felbukkan a tápon nevelt egynyaras harcsa a hazai piacokon. A TEHAG Halszaporító Kft. 5-10 tonna egy- és kétnyaras harcsát termel teljesen intenzív rendszerében és ketreces tartásban. Teletetőben, tápon nevelve a röszei Tisza Halászati Szövetkezet várhatóan nagyjából 6 tonna egynyaras harcsával fogja zárni a 2018. évet. A Baranya-megyei Bólyban épülő kb. 260 tonnára tervezett intenzív halnevelő telep az afrikai harcsa termelés mellett várhatóan európai harcsával is fog foglalkozni (Rideg, 2018). A felsoroltakon túl évente jelennek meg 0,5-2 tonnás tápon nevelt egynyaras harcsa tételek különböző termelőktől, leginkább intenzív üzemből, ahol vagy melléktermékként, vagy a lehetőségek próbálgatásaként jelenik meg a halfaj (Sziráki, 2018).

6.3.3. Intenzív, fél-intenzív harcsanevelés határainkon túl

Az üzemszerűen működő haltermelés eredményeiről a hazai környezetet tekintve is nehéz tiszta képet alkotni. A termelők általában az eredményeikről és a tartástechnológiájáról is, részben érthető okok miatt, szűkszavúan nyilatkoznak. Pontos, korrekt adatokkal szolgálni a külföldi intenzív harcsatermelés aktuális állapotáról, a hazaihoz hasonló zárkózottság folytán kihívásokkal teli feladat.

Az intenzív harcsatermelés Európában, azon belül is Francia- és Németországban a múlt század kilencvenes éveiben volt igazán elterjedt halgazdálkodási mód. Franciaországban már akkor megvolt az IFREMER által harcsára kidolgozott recirkulációs-technológia. Ökonómiai elemzések, piackutatások segítették a jó húsminőség, jó termelési perspektívák megalapozását, ennek ellenére most elsősorban horgászhalaként tartják számon a harcsát (Lengyel és Udvari, 2015). Az akkoriban létesült rendszerekben ma már kevésbé jellemző a harcsatermelés, inkább afrikai harcsa, sügér, és ha mód van rá tilápia, esetleg pangasius előállítás folyik (Rideg, 2018). A cseh és francia harcsatermelésről szóló közleményükben Linhart és mtsai. (2002) az intenzív üzemekről is szót ejtenek. A cseh zárt rendszerű termelésben folyamatosan 25-28 °C-t tartanak és a takarmányozást pisztrángtáppal folyik. A három hónapos nevelési időszak végén a 10-15 cm méretű halak zömét halastavakba, természetes vizekbe helyezik ki. 1993 és 1999 között a zárt rendszerű harcsatermelés Csehországban két tonnáról tíz tonnára emelkedett, akkoriban a legnagyobb termelő cég, a Švarc Fish Farm évente 8 tonna intenzíven nevelt étkezési harcsát állított elő. A Švarc Fish Farm-ról a későbbiekben csak egy rövid említés található, továbbra is piaci harcsa előállító és üvegangolna-nevelő recirkulációs üzemként jellemezve azt (Kouřil és mtsai, 2013). Ugyanebben az időszakban, 1999 környékén Franciaországban már az év bármely időszakában képesek voltak zárt rendszerben harcsaszaporításra. A termál-vizes rendszerekben ketrecben (15 kg/m³), vagy 500 m³-es medencékben (több, mint 20 kg/m³) kizárólag tápon nevelt halak másodéves korukra érték el a piacképes méretet (1,5-3 kg). A takarmányuk 40-50% nyersfehérjét és 10-12% zsírt tartalmazott. Akkoriban Franciaország a második legnagyobb harcsatermelő országnak számított, ennek ellenére a harcsahúsnak Csehországban nagyobb elfogadottsága volt, mint Franciaországban (Linhart és mtsai, 2002), vélhetően a halfaj természetes elterjedtségéből adódó hagyományok miatt.

A német édesvízi recirkulációs rendszerek termelése 2012-től 2015-ig 1235 tonnáról 2820 tonnára emelkedett (**3. táblázat**). Legfontosabb tenyésztett fajok az afrikai harcsa és az angolna, az európai harcsa előállítása az előbb említett időszakban 115-ről 166 tonnára nőtt. 2015-ben a német piacokon az élő étkezési méretű harcsa nagykereskedelmi átlagára 5,36 EUR/kg volt (AFC Consulting Group AG / COFAD GmbH, 2017), pozitív eredmény eléréséhez az ily módon megtermelt harcsával valószínűleg csak feldolgozott formában érdemes ott piacra lépni.

3. táblázat: Németországi édesvízi recirkulációs üzemek termelési adatai 2012-2015 között (Forrás: AFC Consulting Group AG/COFAD GMBH: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2017)

Év	2012	2013	2014	2015
Össztermelés (t)	1 235	1 679	2 212	2 820
<i>fajonként (t)</i>				
Angolna	744	758	926	1 176
Afrikai harcsa	607	675	919	1 309
Európai harcsa	115	136	160	166
Ponty	289	259	225	210
Tokfélék	81	72	95	29
Egyéb	75	73	163	147

Németországban az Ahrenhorster Edelfisch GmbH & Co. KG 1993-óta termel harcsát recirkulációs rendszerben. A cég működése a szaporítástól a feldolgozott áru eladásáig a teljes vertikumot felöleli, éves átlagos termelésük eléri a 120 tonnát (<https://ahrenhorster.de>).

Romániában az étkezési halak piacán egyre nagyobb az érdeklődés a harcsa és a süllő iránt. Mivel a keresleti többlet fedezetének biztosítására nem lehet válasz a természetesvízi fogás növelése, a figyelem mindinkább az intenzív, félintenzív termelési technológiák felé fordul. Talpeş és mtsai. (2009) egy új recirkulációs üzem működésén keresztül mutatnak be egy 365 nap időtartamú technológiát, ahol 1 grammról 1,2 kg-ra nevelik a harcsát tápon. A halak a nevelés kezdeti szakaszában természetes táplálék kiegészítést is kapnak (*Artemia sp.*, *Tubifex sp.*, *Chironomus sp.*). A két szakaszra osztott termelés első időszakának végén az átlagosan 33 grammos halak, amik kezdetben 2,11 kg/m³ népesítéssel indultak, a második szakaszban 4,5 kg/m³ népesítési sűrűséggel nagyobb kádakba kerültek. A kezdeti, hal tömeghez viszonyított 35% takarmánymennyiség a nevelés második szakaszában 2,5%-ra módosul. A nevelési időszakban feleltett takarmány fehérje tartalmát egységesen 46%-ban határozták meg.

Lengyelország mindig a nagy európai haltermelő országok közé számított, jelentős tengeri és édesvízi halászati múlttal rendelkezik. Harcsatermelésük több nemzetközi

statisztikai közlemény adataival szemben 2012. és 2016. között a **4. táblázat** számai szerint alakult.

4. táblázat Lengyelország harcsatermelése 2012-2016. között (Forrás: IRS Olsztyn 2018)

Faj (t)	Év				
	2012	2013	2014	2015	2016
Európai harcsa	258,31	349,69	454,44	220,4	114,18

A 2015-ben megtermelt harcsa 46,71%-a halastavi, 0,4%-a medencés, 52,98%-a ketreces, vagy rácsokkal szeparált rendszerből származott. A 2016-ra majdnem felére csökkenő termelés arányai: 92,67% halastavi, 7,33% ketreces nevelés. Látható, hogy 2016-ban az intenzív (félintenzív) nevelés erősen visszaesett, a közlemény szerint egy villamos erőmű hűtőcsatornájára települt harcsanevelő létesítmény felszámolása miatt (Hryszko és mtsai, 2018).

Az EUROFISH I. O. (2017) közlése alapján az elmúlt évtizedben komoly beruházások születtek harcsatermelés céljából Moldovában, Ukrajnában, Oroszországban és más poszt-Szovjet köztársaságokban, ez korábban már más beszámolókból is megjelent (Lengyel és Udvari, 2015). Mindezek ellenére a FishStatJ adatbázisa szerint Ukrajnán kívül nem látszik markáns fejlődés ezekben az országokban az akvakultúrás harcsatermelés tekintetében, hozzátevé, hogy az adatokból nem derül ki, hogy Ukrajna növekménye az akvakultúrás termelés mely területéről származik.

6.3.4. A tápon történő harcsanevelés környezeti-, biológiai igényei

6.3.4.1. A hőmérséklet

A harcsa, mint azt elterjedtségén is látszik, nagymértékben képes alkalmazkodni a különböző minőségű vizekhez. Hazánkban május-júniusra (20-22 °C) eső ívása mutatja a faj szaporodáshoz szükséges meleg igényét, hidegebb patakokban, folyókban szaporodási szezonon kívül sem nagyon tűnik fel (Harka és Sallai, 2004). Ezt a szaporodáshoz szükséges hőmérsékleti igényt az indukált szaporítás során is érdemes szem előtt tartani, a ponty hipofízissel injektált ikrások ovulációjához 23-24 °C-os

érelővíz szükséges (Horváth és mtsai, 2007). Mivel a szaporodás viszonylag meleg vízben történik, logikusan a harcsaivadék jó fejlődését biztosító hőmérsékleti optimumnak is magasabb tartományba kellene esnie. Ennek a sávnak a meghatározására több vizsgálat is született. Az optimális takarmány felhasználásra, ebből adódóan a harcsa gazdaságos növekedésére vonatkozó javasolt hőmérsékleti értékeket az **5. táblázat** tartalmazza.

5. táblázat: Az intenzív harcsanevelés optimálisnak vélt hőmérsékleti tartományai különböző források alapján (Szerkesztette: Demeter, 2018)

Korosztály	Mérettartomány (g)	Javasolt optimális nevelési hőmérséklet (°C)	Referencia
Ivadék	6,4	25	<i>O. Tóth E. és mtsai (1981)</i>
Ivadék	24 - 127	27	<i>Hilge (1984)</i>
Mind	n.r.	20<	<i>Proteau és mtsai (1996)</i>
Ivadék	65 - 110	24 - 27	<i>Filipak és mtsai (1997)</i>
Lárva	n.r.	28	<i>Wolnicki és Myszkowski (1998)</i>
Ivadék - étkezési	115 - 1172	28	<i>Gasset és mtsai (2002)</i>
Ivadék	0,001 - 150	25 - 28	<i>Linhart és mtsai (2002)</i>
Ivadék	46 - 106	27±1	<i>Beckan és mtsai (2006)</i>
Ivadék	39 - 107	22 - 28	<i>Zaikov és mtsai (2008a)</i>
Ivadék	4,2 - 16	23<	<i>Florczyk és mtsai (2013)</i>
Lárva - étkezési	0,001 - 3600	26 - 28	<i>Kovács és mtsai (2018)</i>

A táblázatban szereplő, magas vízhőmérsékletek alkalmazása az intenzív, félintenzív nevelésben nem képzelhető el levegőztetés, folyamatos oxigénbeoldás nélkül. Bár a harcsa igényei a környezettel szemben nem túl nagyok, még néhány mg/l oldott oxigéntartalom mellett is képes megélni és táplálkozni (Horváth és Magyary, 2007), az

optimális környezet biztosítása a takarékos gazdálkodás, a növekedési erély teljes kihasználása érdekében elengedhetetlen.

6.3.4.2. Táplálkozási igények

A ragadozó halfajoknál általánosnak tekintett magas fehérje igény, nem a nagy fehérjeanyagcsere-kapacitásnak a következménye, hanem a szénhidrátok alacsony hatásfokú hasznosításának (Cowey és Luquet, 1983), így a pontytakarmányozással szemben, ahol a szénhidrátok nagy jelentőséggel bírnak, fontosabbá válik a kiegyensúlyozott nyerszsír-nyersfehérje arány (Filipak és mtsai, 1993). Az előbbieket mellett fontos megjegyezni, hogy az eltérő növekedési fázisokban nemcsak a fehérje szükséglet változik (Árnason és mtsai, 2009), hanem – ahogyan azt a harcsaféléknél többen is leírták – eltér a különböző fejlettségű egyedek zsírigénye is (Stickney és Hardy, 1989; Paschos és mtsai, 2004; Fu és Cao, 2006). A harcsaivadék nevelésében a nyersfehérje optimális aránya a takarmányban nagyjából 40-45% közé tehető (Mares és mtsai, 2003; Has-Schön és mtsai, 2004; Beckan és mtsai, 2006). A **6. táblázatban** különböző intenzív-, félintenzív technológiával nevelt harcsa-állományok takarmánya, ill. azok nyersfehérje és nyerszsír-tartalma tekinthető meg.

6. táblázat: Néhány harcsaneveléshez használt takarmány 1978-tól napjainkig

(Szerkesztette: Demeter, 2018)

Táp típus	Fehérje tartalom (%)	Zsír tartalom (%)	Megjegyzés	Referencia
PHYLAXIA	n.a.	n.a.	por alakú harcsatáp	Kiss és Horváth (1978)
HT Slaughter House	41,5	6,5	granulált harcsatáp	Krasznai és mtsai (1980)
n.a.	47,6	6,24	granulált haltakarmány	Krasznai és mtsai (1980)
ALMA	50	14	német granulált harcsatáp	Rideg és Heymann (1991)
HAKI (saját receptúra)	48	8,9	magyar granulált harcsatáp	Müller és Müller (1993)
Aqualim S.A.	46	n.a.	francia granulált haltakarmány	Boujard (1995)
n.a.	48,5	14,4	granulált haltakarmány	Filipak és mtsai (1997)
n.a.	50-40	10-12	adott időszakban Franciaó.-ban haszn. tápok ált.-ban	Linhart és mtsai (2002)
Kísérleti granulátum	39,5	9	több változatból a legkedvezőbb összetételű	Has-Schön és mtsai (2004)
Trouvit Nutra Classic	43	18	pisztrángtáp: itt harcsanevelés teljes vertikumára	Jankowska és mtsai (2006)
SARB Special HP'	50	12	granulált befejező harcsatáp	Hallier és mtsai (2007)
Aller Möller	53	14	pisztrángtáp: itt harcsanevelés teljes vertikumára	Jamroz és mtsai (2008)
Aller Safir	45	20	lengyel granulált haltakarmány	Florczyk és mtsai (2013)
Coppens S. Supr.-10	49	10	holland gran. haltak.: harcsa, sügér, stülő számára	Havasi (2014)
Aller Aqua Futura 0-4	64	9-12,5	ivadéknevelési szakaszban	Kovács és mtsai (2018)
Haltáp K.ft. Harcsatáp	42	11	befejező táp	Kovács és mtsai (2018)

A manapság kapható korszerű, komplex haltakarmányokban a halak fejlettségéhez igazított szemcsemérettel együtt változik a tápok beltartalmi értéke is. Ezek a kifejezetten intenzív tartási módhoz készült haltakarmányok biztosan tartalmazzák a halak számára esszenciális tíz aminosav mindegyikét (Tytler és Calow, 1985).

A jelenlegi haltermelésben a takarmányok fehérjetartalmának döntő hányadát a halliszt szolgáltatja. Ennek az alapanyagnak minimum részleges kiváltására a harcsa takarmányozásában hazai törekvések is vannak szója-, csont-, húsliszt vagy egyéb fermentumok felhasználásával (Havasi, 2014; Kumar és mtsai, 2017), illetve szép jövő jósolható a fehérje kiegészítésben a rovarliszteknek is (Révész, 2017).

A harcsaivadék optimális fejlődése, a jó vízminőség megtartása (Beliczky és mtsai, 2013) és az eredményes gazdálkodás érdekében fontos tudni, hogy a nevelt állomány milyen mértékben és milyen időközönként igényli a takarmányt. A harcsa természetes táplálkozásáról, emésztéséről egészen korai adatokkal is rendelkezünk. Molnár és Tölg (1962) megállapítása szerint egy-egy táplálékadag megemésztésére a harcsának a vízhőmérséklettől függően, a következő időre van szüksége: 5 °C—206 óra, 10 °C—86 óra 31 perc, 15 °C—49 óra 26 perc, 20 °C—28 óra 52 perc, 25 °C—20 óra 36 perc. Ezek az adatok a harcsa által elfogyasztott hal áthaladásáról tájékoztatnak (Pintér, 1976). Havasi és mtsai. (2013) száraz táppal és halfilével végzett mérései szerint 20°C-on a takarmány kiürülése az etetést követő 36. és 49. óra között történt. 24°C-on a halak anyagcseréje jelentősen felgyorsult, az ürítés kezdete és vége 19 és 35 órára tehető. A takarmányhal és a száraz táp áthaladási ideje között a szerzők nem észleltek különbséget. Jelen téma szempontjából kiemelendő, hogy 15 °C hőmérsékleten a kísérleti állomány tápos csoportjaiban az egyedek csupán 42,4%-a fogyasztott takarmányt, szemben a halfilével táplált csoportok 90,9%-os fogyasztásával.

A napi takarmányigény meghatározásában nem tekinthetünk el a környezeti feltételektől, a népesítési sűrűségtől, a hőmérséklettől, ezek függvényében több eredmény közlésre került, beleértve az *ad libitum* etetést is (Boujard és mtsai, 1995; Wilson és mtsai, 1996; Filipiak és mtsai, 1997; Havasi, 2014; Adamek és mtsai, 2015; Florczyk és mtsai, 2013). Könnyíti a termelők helyzetét, hogy egyre több haltakarmány gyártásával foglalkozó nagyvállalat rendelkezik saját kísérleti rendszerrel. Az ott végzett vizsgálatoknak köszönhetően az általuk gyártott tápok felhasználásához széles körű útmutatást tudnak adni, mely magába foglalja akár a fajonkénti, korosztályonkénti

javasolt napi takarmányadag mennyiségét is (www.alltechcoppens.com, www.aqua-garant.at, www.aller-aqua.com).

A harcsa természetes táplálkozási ritmusa szerint az éjszaka lenne a legalkalmasabb időszak a takarmányozásra, mégsem okoz gondot a halaknak a nappali táplálékfelvételhez való alkalmazkodás (Boujard, 1995; Bolliet és mtsai, 2001). Havasi (2014) megállapította, hogy egynyaras harcsa esetében az etetési gyakoriságnak nincs szignifikáns hatása a növekedés ütemére, illetve a takarmányértékesítésre, ettől függetlenül a vízterhelés csúcsainak mérséklése és időbeli eloszlása miatt inkább a napi három- vagy annál többszöri etetést javasolja.

6.3.4.3. *Halegészségügy*

Modern recirkulációs rendszerekben a kórokozók egy része kiszűrhető, a halállomány kis víztérfogatban szinte állandóan szem előtt van, a megbetegedések kezelésére valamivel szélesebbek a lehetőségek, mint kistavas, vagy ketreces tartás esetében. A harcsa kültéri nevelésének bármely módozatánál, amelyik nagy népesítési sűrűséget igényel, sem a nagyobb problémákat okozó kórokozók nem változtak, sem az ellenük való védekezés lehetőségei nem bővültek, inkább tovább korlátozódtak. A harcsa nevelése kapcsán lassan ötven éve két betegség kerül elsősorban szóba: a darakór (kórokozója az *Ichthyophthirius multifiliis*, körülcshellós egysejtű parazita) és a kopolyúférgesség (kórokozója *Thaparocleidus vistulensis*, monogenetikus mótely). Mindkét betegségnek kiterjedt hazai irodalma van a harcsára vonatkozóan (Papp, 1955; Antalffy, 1958; Molnár, 1968; Molnár, 1973; Pintér, 1976; Molnár, 1980; Székely és Molnár, 1990a; Székely és Molnár, 1990b; Szokolczay, 1997; Csaba és mtsai, 2008; Székely, 2015; Molnár és Baksa, 2017; Baksa és mtsai, 2018). A kopolyúférgesség kezelésére benzimidazol származékokat érdemes használni 1 ppm koncentrációban 24 órás tartós fürdőben (Baksa és mtsai, 2018). A malachitzöld étkezési célú halat termelő gazdaságokból való kitiltása után (2004) újra felerősödött a darakór kezelésének lehetősége iránti igény (Horváth és Csorbai, 2004; Németh és mtsai, 2012; Németh és mtsai, 2013), de megbízható, üzemi termelésben is jól használható módszer egyelőre még nem született a témakörben.

A fent említett két legismertebb / legelterjedtebb betegségen kívül intenzív, félintenzív rendszerekben bármikor felléphetnek vírusos (pl. papillomatózis,

harcshimlő, vöröshaskór), bakteriális (pl. Edwardsiellosis, Columnaris betegség), egyéb parazitás (pl. nyálkaspórási fertőzőség, galandférgesség) és gombás (pl. Branchiomyces fertőzés) megbetegedések, valamint ezek kombinációi, amik könnyen veszélybe sodorhatják akár az egész éves termelést is (Székely, 2015).

7. SÜGÉRREL VÉGZETT VIZSGÁLATOK

7.1. Anyag és módszer

7.1.1. Alapvizsgálat I.: a sügér ivari érésére vonatkozóan extenzív halastavi- és intenzív nevelési körülmények között

A Pannon Egyetem Georgikon Karának keszthelyi Hallaborjában 2011 márciusában csapó sügér indukált szaporításból származó ikraszalagokból keltetett sügérlárvák életútja került megfigyelésre egyéves korukig, azt vizsgálva, hogy hogyan befolyásolja az eltérő nevelési környezet, valamint a teleltetés módja a fiatal sügerek ivari érését. Gyakorlati tapasztalatokon alapult a feltételezés, hogy a dél-magyarországi sügérállomány döntő része egyéves korára szaporodásra alkalmassá válik. Ez a feltevés viszont nem felelt meg azoknak az irodalmi adatoknak, melyek a faj ivari érését Magyarországon későbbi időszakokra teszik (Pintér 2002, Harka és Sallai 2004).

A kísérlet első szakaszában a táplálkozásra képes lárvákat két csoportra osztottam. Az első csoport (A) intenzív körülmények közé került, a második csoport (B) november közepéig extenzív tógazdasági környezetben nevelkedett. A második csoportot az őszi lehalászás után újabb két csoportra osztottam, az állomány egy része (B1) intenzív körülmények között, a másik része (B2) tógazdasági körülmények között töltötte a téli időszakot. 2012. április 5-én mindhárom csoportból mintát vettem, majd az egyedek túllaltatása után tömeget mértem, vizsgáltam az ivarszervek állapotát és méretét, majd meghatároztam az ivarszervek testtömeghez viszonyított százalékos arányát ($GSI = \text{ivarszerv tömege} \cdot \text{teljes testtömeg}^{-1} \cdot 100$). A kapott adatokat más szerzők közleményeiben szereplő, bizonyítottan ivarérett sügerektől származó referenciáival összevetve értékeltem.

7.1.1.1. A csoportok tartási körülményei és a minták feldolgozása

A táplálkozó lárvák első csoportja a keszthelyi Georgikon Kar Hallaborjának egyik recirkulációs rendszerében került elhelyezésre. Hat db 350 l-es kád mindegyikébe tízezer lárva került, így alakult ki az (A) csoport. A lárvák táplálására az első harminc napban *Brachionus* spp. és frissen kelt *Artemia* szolgált, majd fokozatos átszoktatás

után pelletált komplex haltakarmányt kaptak (Skretting: Perla larva, ill. Nutra sorozat). A vízhőmérséklet állandó 20-22 °C közötti tartományban mozgott, az oldott oxigén mennyisége átlagosan $7,4 \pm 0,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ volt. A kádakban a halak számát a tömegnövekedéssel párhuzamosan csökkentettem, így a kísérlet végére száz-száz egyed maradt tartályonként, ami hozzávetőleg $11 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ biomasszának felel meg. A megvilágítás a terem tájolásából adódóan a napi természetes fotoperiódusnak megfelelő volt, mesterséges kiegészítés nélkül. A csoport tartási körülményei a kísérlet végéig nem változtak.

A második (B) csoportba tartozó lárvák a Dalmand Zrt. három db, egyenként 1 hektáros, 1 m átlagos mélységű, vízi növényzetben gazdag tavába kerültek ki 150.000-es csoportokban. A sügerek mellé június elején mindegyik tóba előnevelt pontyokat (*Cyprinus carpio*) telepítettünk $80.000 \text{ db} \cdot \text{ha}^{-1}$ mennyiségben. A kihelyezett sügér külön takarmányozásban nem részesült, az extenzív halastavak adta táplálékbazison fejlődött november 18-ig. 2011. november 18-án a lehalászott tavak hőmérséklete 8 °C volt. A lehalászást követően a tavak összegyűjtött sügérállományát két csoportra (B1) és (B2) osztottam.

A (B1) csoportot 300 egyed véletlenszerű kiválasztásával alakítottam ki. A kiválasztott halakat a Georgikon Kar Hallaborjába szállítottam, és megfelelő temperálás után az (A) csoporttal azonos körülmények között helyeztük el. Ezután a (B1) csoport környezete a kísérlet végéig nem változott.

A három halastóból összegyűjtött extenzíven nevelkedett sügerek megmaradt csoportját (B2) egy egynyaras ponty korosztállyal közös teletető tóban április elejéig teletettük, majd április 5-én mintát vettem belőle, amit a többi csoport mintáival együtt feldolgoztam.

Mivel a sügér szaporodása a kora tavaszi időszakban zajlik, értelemszerűen az ivarszervek is erre az időre válnak a legkifejezettebbé, ezért a kísérletben résztvevő csoportok mindegyikéből 2012. 04. 05-én véletlenszerűen, szákos merítéssel hozzávetőlegesen ötven példányt kiemeltem, majd a mintába került egyedeket 2-fenoxietanol vizes oldatának alkalmazásával túlaltattam. Ezután következett a halak egyedenkénti mérése, felnyitása, az ivar meghatározás, valamint az ivarszervek tömegének mérése és szemrevételezése. Korábbi gyakorlati tapasztalataim, és azokat megerősítő, különböző élőhelyek állományának vizsgálatából származó irodalmi

vonatkozások alapján (Jellyman, 1980; Sulistyó és mtsai, 1998) az ivarérett sügérre jellemző GSI-t hímek esetében $5\% \leq$, nőstények esetében $15\% \leq$ -ban határoztam meg.

7.1.2. Alapvizsgálat II.: a sügér szezonon kívüli szaporíthatóságát befolyásoló tényezők vizsgálata magyarországi üzemi körülmények között

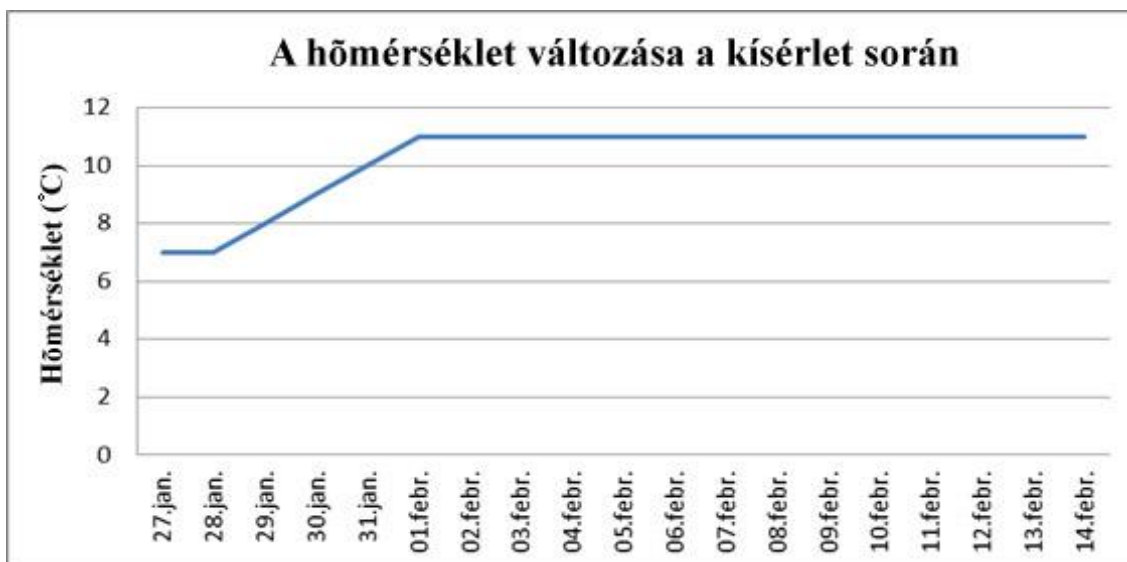
2013-ban a Dalmand Zrt. halkeltetőjében és tárolómedencéiben végzett kísérletemmel a természetes szaporodási szezon előtti indukált szaporítást kívántunk megoldani, hogy egyszerű és olcsó módszerekkel a tenyészidő hosszát legalább egy hónappal meghosszabbítsuk. Kísérletemben különféle fény- és hő viszonyok között tartott sügércsoportokat vizsgáltam 18 napon át, nyolc csoportban (A-H), három ismétlésben.

7.1.2.1. Tartási körülmények és kezelések

A Dalmand Zrt. állományából származó, 0,18 kg átlagtömegű ikrás és 0,1 kg átlagtömegű tejes sügereket 2013. 01. 27-én a cég egyik teleltető tavából (7 °C hőmérsékletű vízből) a halkeltetőbe szállítottam, majd csoportokra osztottam. Összesen huszonnégy ketrecet helyeztem el négy, egyenként 4 m³ térfogatú medencében. A három ikrásból és hat tejesből álló csoportokat a 70*50*50 cm nagyságú ketrecekbe helyeztem, amelyek mindegyikébe műfényből készített ívási szubsztrát, „fészek” került.

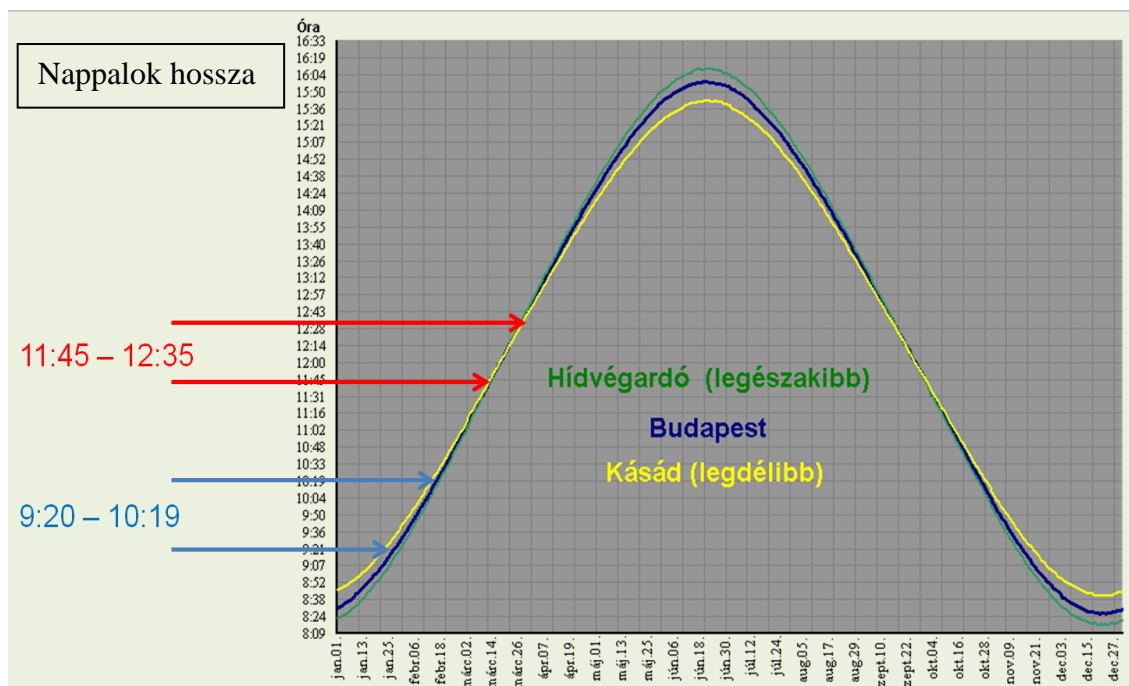
A nyolc csoportból négy esetében (A; E; F; G) minden egyed hasüregébe a kísérlet indítását követő negyedik napon 5 NE/ttkg (előadag), a nyolcadik napon 50 NE/ttkg (dőntő adag) hCG-t (human chorionic gonadotropin) injektáltam. A sügér indukált szaporításánál a hCG-ből felhasznált dózis ennél általában jóval nagyobb, 400-1500 NE/ttkg (Kucharczyk és mtsai, 2000; Milla és mtsai, 2009; Zarski és mtsai, 2012a; Zarski és mtsai, 2012b), de a manipulált környezeti feltételek stimuláló hatására alapozva feltételeztem, hogy a kisebb mennyiségű hormon adag is elegendő hatást fog kifejteni.

A 2013. január 28-án kezdődő kísérletben a fényviszonyokat és a hőmérsékletváltozást a március 15-től kezdődő időszak nappalainak hosszához, valamint a sügér szaporodásához szükséges minimum hőmérséklethez szükséges felfutáshoz igazítottam. A hőmérsékletet az A; B; C; E csoportok esetében 1 °C/nap léptékben 7 °C-ról 11 °C-ra emeltem és a vizsgálat végéig tartottam (**14. ábra**).



14. ábra: A vizsgált időszakban a hőmérséklet az A; B; C; E csoportoknál 7 °C-ról 11°C-ra emelkedett

A napi megvilágítás hossza január 28-tól február 14-ig 9 óra 20 percről 10 óra 19 percre nő. A sügér természetes szaporodásának időszakában, március közepétől-végéig jellemző 11 óra 45 percről 12 óra 35 percre növekvő (15. ábra) megvilágítás szimulációjához 2*3 db 11 W teljesítményű Osram „Blue” izzót használtam, melyek a természetes megvilágítás mellett a hajnali korábbi derengés és a késő délutáni tovább tartó szürkület imitálására szolgáltak az A; B; G; H csoportoknál. A többi csoport esetében maradt a január végi- február eleji természetes fotoperiódus. Mivel kísérletemmel végső soron a hipotalamusz-hipofízis-gonád tengely működésébe kívántam beavatkozni, fontosnak tartottam, hogy a természetes megvilágítás időtartamát meghosszabbító fényforrás által kibocsátott elektromágneses sugárzás hullámhossza a retinális ganglionsejtekben lévő melanopszin abszorbancia maximumának (470-485 nm között, az opszin féleségétől függően) tartományába essen. A kísérlet helyigénye nem tette lehetővé, hogy további csoportokat hozzak létre a kiegészítő megvilágítás eltérő spektrumainak vizsgálatára, kontrollálására, ezért a fényforrás színéhez való ragaszkodásom pusztán feltételezéseken alapult, és további ez irányú kutatások híján, egyelőre spekuláció marad.



15. ábra: A nappalok valódi hossza (kék) és szimulálni kívánt hossza (piros) vizsgálat időszakában (a grafikon forrása: old.eumet.hu)

A fentiek alapján kialakított csoportok végleges formáját a 7. Táblázat szemlélteti. A hétféle kezelés egy kontroll csoporttal, három ismétlésben valósult meg. A táblázatban a vonatkozó kezelés hiányát „0”, meglétét „1” szám jelzi. A kísérlet elrendezésének sematikus szemléltető ábrája a függelékben található.

7. Táblázat: A kezelések csoportonkénti kialakítása

Csoportok	A	B	C	D	E	F	G	H
Hormonindukció 5+50NE	1	0	0	0	1	1	1	0
Fényprogram	1	1	0	0	0	0	1	1
Hóprogram	1	1	1	0	1	0	0	0

A vizsgálat idején az állomány folyamatos megfigyelés alatt állt, a „fészkek” ellenőrzése mindennap 10:00 óra után történt. Legfőbb megfigyelési szempont volt, hogy történt-e bármely csoportnál ivás, illetve, hogy indukál-e szembeötlő élettani változásokat bármely kezelés.

7.1.3. A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára

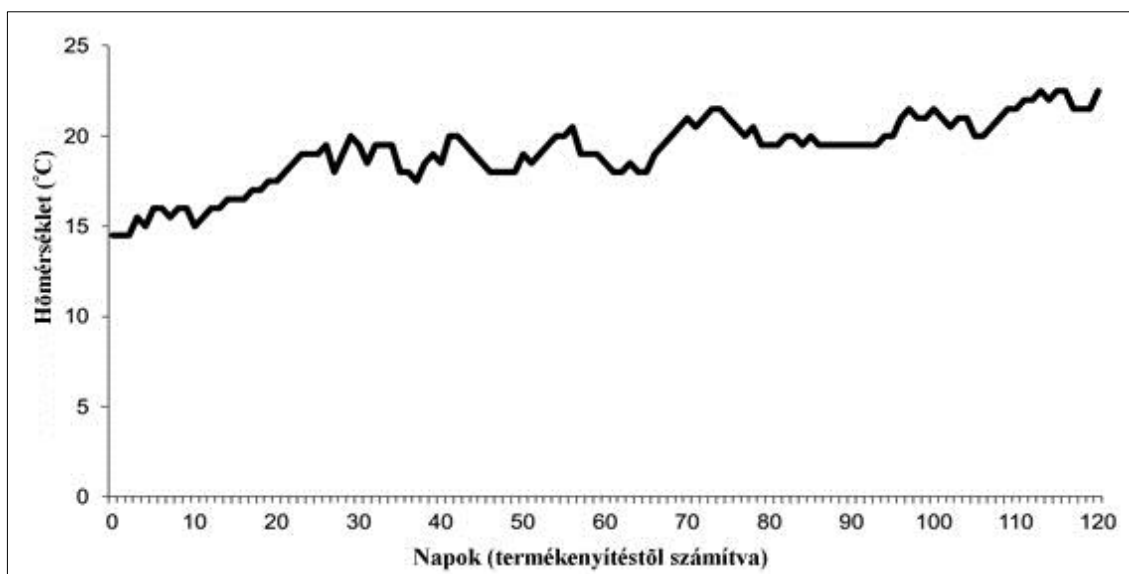
7.1.3.1. Szaporítás, hőkezelés és ivadéknevelés

A vizsgálat a Pannon Egyetem Georgikon Kar, keszthelyi Hallaboratóriumában folyt, az ivartermékeket biztosító anyahalak a Balatonból és a Dalmand Zrt. halastavaiból származtak. Mindkét helyről húsz ikrás és húsz tejes került 2013 novemberében a Hallabor teletető tavaiba.

2014. február végén a halak a teletető tavakból egy 65 m³-es medencébe kerültek át. Amikor a víz hőfok elérte a 10 °C-ot, ivási környezet kialakítása céljából tuja ágakat helyeztünk a víz partszéli zónáiba. A „fészkek” minden reggel ellenőrzésre kerültek. Az első ikraszalagot 14 °C víz hőmérsékletnél találtuk, ezt követően a teljes állomány ivása 11 napon belül lezajlott. Minden friss ikraszalag a külső medencével azonos hőmérsékletű vizet tartalmazó akváriumba került, a „hideg kamrába”. Ebben a helyiségben a kísérlet ideje alatt végig a külső környezettel azonos hőmérséklet volt. Az ikraszalagok kora a termékenyüléstől számított napokban (day post-fertilization „dpf”) lett megadva. A legintenzívebb ivási időszakban három egymást követő napon gyűjtött 5-5 szalag került felhasználásra a vizsgálatok elvégzéséhez. Az azonos korú szalagokból egyenlő számú ikraszemmel/lárvával, három tételt kialakítva indultak a hőkezelések (1. táblázat). Minden tétel megközelítőleg 1000 ikraszemet tartalmazott.

A kísérlet négy hónapos időtartama alatt az ikráérlelés és az ivadéknevelés -a hőkezelések kivételével- végig a hideg kamrában, csoportonként elosztva 10-10 literes akváriumokban zajlott. A kamra hőmérséklete a vizsgált időszak alatt 15 °C-ról 22 °C-ra emelkedett (**16. ábra**).

A kezeléseknél tételenként kb. 500 egyed/ikraszemet 10 literes tartályban a meleg kamrába (26 °C) helyeztünk, ahol nagyjából négy órán belül temperálódtak. A kezelések indítása a termékenyítéstől számított 4. és 10. nap között történt, 2-től 14 napig tartó időtartammal.



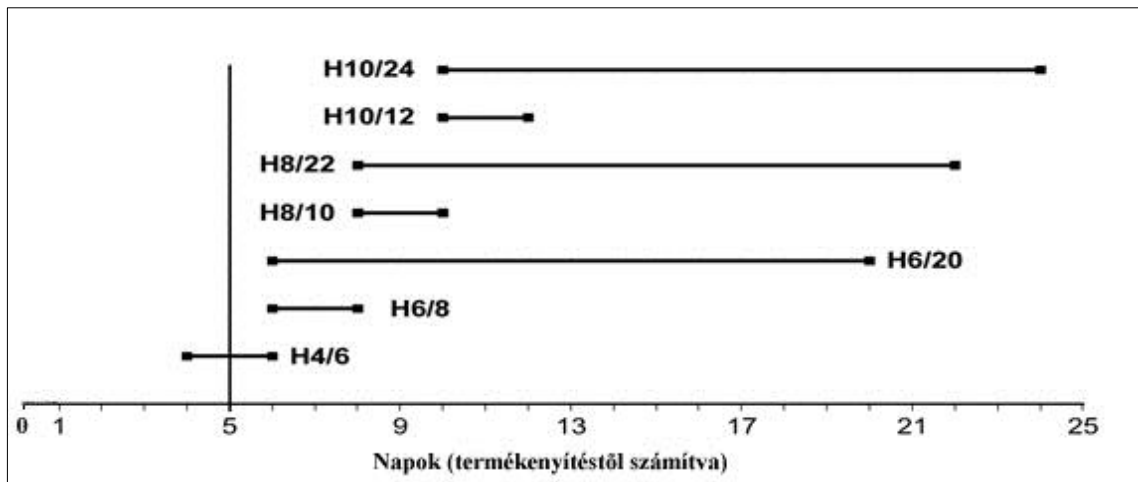
16. ábra: A hideg kamra hőmérsékletének változása a vizsgálat idején

A kezelések végeztével a csoportok visszakerültek a hideg kamrába, ahol vizük hőmérséklete fokozatosan lehűlt a kamra aktuális hőmérsékletére. Az első tételből három kezelt csoport (H4/6; H6/8; H6/20) és azok kontrollja (c1), a másodikból két kezelés (H8/10; H8/22) és kontrolljuk (c2), a harmadik tételből két hőkezelés (H10/12; H10/24) és azok kontrollja (c3) származott (**8. Táblázat**). Az ivadéknevelés időszaka 16 hétig tartott.

8. Táblázat: A különböző tételekből (5-5 ikraszalag) indított csoportok hőkezelésének ideje

	Hőkezelések időtartama a termékenyüléstől számítva			
Tétel-1	H4/6 (4-től 6. napig)	H6/8 (6-től 8. napig)	H6/20 (6-től 20. napig)	Term.kontroll-1
Tétel-2	H8/10 (8-től 10. napig)	H8/22 (8-től 22. napig)	-	Term.kontroll-2
Tétel-3	H10/12 (10-től 12. napig)	H10/24 (10-től 24. napig)	-	Term.kontroll-3

Mivel a lárvák kelése minden esetben az ötödik napon történt, így a „H4/6” csoport hőkezelése értelem szerűen még az ikraszemek kezelésével kezdődött, a többi csoportnál már a kikelt lárvákat érte a hőhatás (**17. ábra**).



17. ábra: A hőkezelések kezdete és időtartama a termékenyüléstől számítva függőleges vonal jelzi a kelés idejét az ötödik napon

A nevelés során az akváriumok vize kb. háromnaponként cserélődött. Az oxigénpótlást a légkörből kompresszor, a vízminőség fenntartását belső szivacsűrők biztosították. A lárvák táplálása kerekeshéjúakkal indult, amit egy hét múlva frissen kelteztetett artémia váltott. Három hét elteltével az azonos kezelésű csoportokat kettéválasztva, száz literes akváriumokba áthelyezve 50-50 egyedes állományokat kerültek kialakításra. Ettől kezdve a halak a nevelés végéig vegyes táplálékot, kornak megfelelő méretű ágascsapú rákokat, fagyasztott szúnyoglárvát, hallárvát kaptak. A nevelési időszak végéig az állományok elhelyezésében, megosztásában további változás nem történt.

7.1.3.2. Ivar vizsgálat és tömegmérés, statisztikai elemzés

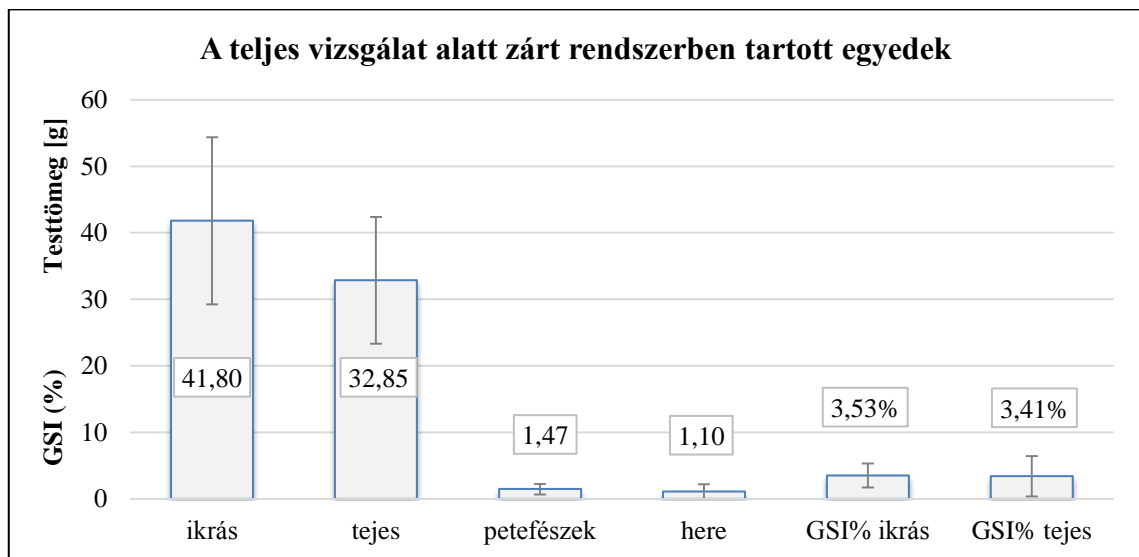
A termékenyülést követő 16. hét végén a halakat MS222 használatával túlaltattuk, majd ivarszerveiket sztereo mikroszkóp alatt vizsgáltuk. Az egyedi testtömeg mérése 0,1 g pontossággal történt. A kezelt és kezeletlen állományok ivararányainak elemzésénél χ^2 próbát alkalmaztunk, MS Excel használatával (Microsoft Office 2010).

7.2. Eredmények

7.2.1. Alapvizsgálat I. eredményei

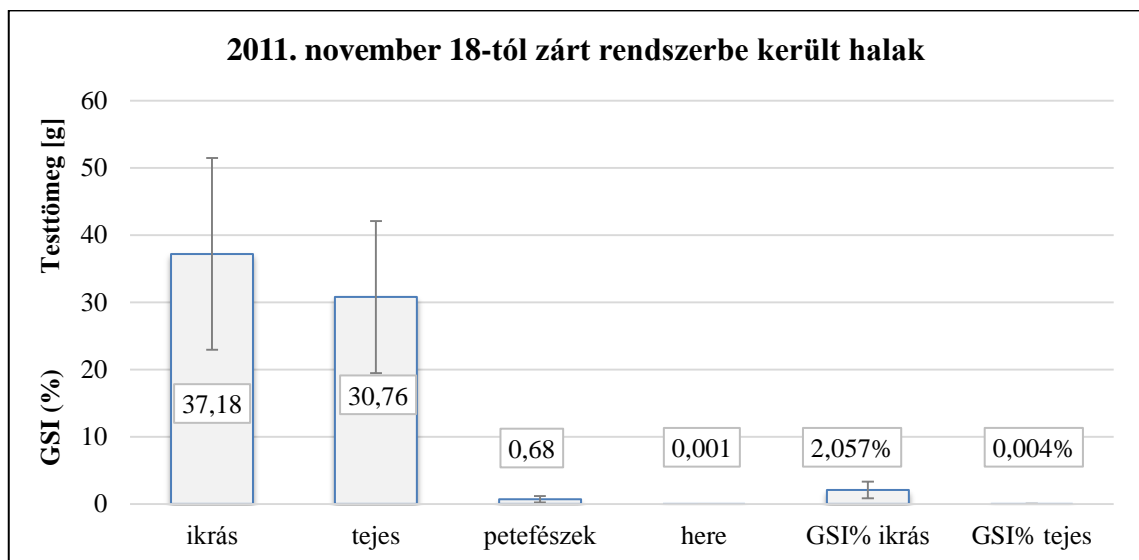
Az ivarérettség kialakulását célzó kísérlet végére három csoport alakult ki. A csoportok tárolójából, hogy a mintavétel reprezentatív legyen, szákkal, egy nagy merítéssel került ki a tartályokból a nagyjából azonos egyedszámú minta. A mintavételi módszer következményeként a mintaszámok csoportonként különbözőek, de elkerülhetővé vált, hogy az objektivitásba akár a legcsekélyebb válogatás is beleszóljon.

Az (A) csoport eredményeinél az előzetes feltételezés az volt, hogy a természetes fotoperiodicitás ellenére az állandó hőmérséklet akadálya lesz az ivarszervek normális fejlődésének (Wang és mtsai, 2006; Toner és Rougeot, 2008). A véletlenszerűen merített 51 db halból 26 db volt hím és 25 db ikrás. A hímek átlagos testtömege 32,9 g volt, a legkisebttől a legnagyobbig 15,4 és 48,5 g között változott. A hímeknél a GSI érték átlagosan 3,41 volt, hat esetben annyira fejletlen volt az ivarszerv, hogy méréshatáron kívül esett, hat esetben viszont fejlett volt a here, elérte a természetes környezetben élő hímek értékeit. Az ikrások átlagos testtömege 41,28 g volt, 16,1 és 67,8 g között változott. Két esetben nem volt mérhető a petefészek súlya, de a többi példánynál is kivétel nélkül fejletlen ivarszerveket találtunk. Az ikrások átlagos GSI értéke 3,53 volt. Az (A) csoport egyedi adatainak feldolgozásából származó összesített eredményeket az **18. ábra** szemlélteti.



18. ábra: Az (A) csoport mintájának feldolgozásából származó összesített adatok

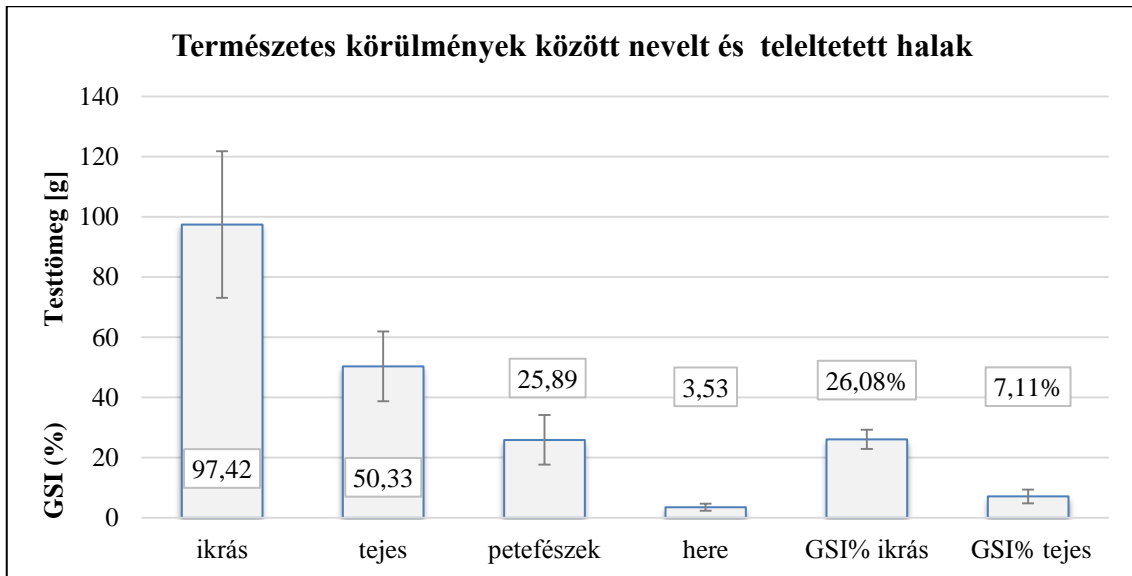
A szezonon kívüli szaporítás lehetőségének teret adó, korábban említett protokoll adatai alapján (Migaud és mtsai, 2004; Toner és Rougeot, 2008) a természetes ciklusában megzavart (B1) csoport egyedeinél fölmerült a kérdés, hogy a hirtelen környezetváltozás, és 20-22 °C-on történő telelés milyen mértékben hátráltatja a nemi készülékek fejlődését. A (B1) csoport 65 egyedből álló mintáját 49 db hím és 16 db nőstény alkotta. A három csoport közül ebben a csoportban voltak a legkisebb méretű halak, a hímek átlagos testtömege 30,76 (13,5-66,6 g között), a nőstényeké 37,18 g (19,3-67,5 g között) volt. A késő ősszel bekövetkezett környezetváltozás a gonádépítésre láthatóan negatívan hatott. A többi csoporttal ellentétben a hímeknél kivétel nélkül, gyakorlatilag eltűntek a herék, a nőstények esetében a GSI értéke 2,057 volt, átlagosan 0,681 g tömegű petefészkekkel. A (B1) csoport eredményei a **19. ábrán** láthatók.



19. ábra: A (B1) csoport mintájának feldolgozásából származó összesített adatok

A 10,5 °C-os vízből merített (B2) csoport mintáját 18 hím és 36 nőstény alkotta. A telet kimondottan jó kondícióban átvészelő halak közül a hímek átlagos testtömege 50,33 (23,1-65,2 g között), a nőstényeké 97,42 g (26,9-134,5 g között) volt. A tejes halak között egy esetben nem volt értékelhető az ivarszerv mérete, figyelemre méltó azonban, hogy az ikrások közül a legkisebb hal GSI-e is 19% fölé került. A hím halak GS indexének átlaga 7,11, a nőstényeké 26,08 volt. A minta szemrevételezése során a halak egészséges, „kitelt”, jól táplált küllemet mutattak. A feldolgozás során kinyert petefészkek és herék állapota ivarérett korban lévő sügerek ivarszerveinek képét

mutatta. Az (B2) csoport egyedi adatainak feldolgozásából származó összesített eredményeket az **20. ábra** szemlélteti.



20. ábra: A (B2) csoport mintájának feldolgozásából származó összesített adatok

7.2.2. Alapvizsgálat II. eredményei

Az „A” jelű csoportok (a mindhárom kezelésben részesültek) ketreceiben a kísérlet 12-16. napjain, február 8-tól 12-ig folyamatos ívás volt tapasztalható. A fészkekről eltávolított ikraszalagok 95% termékenyülést mutattak, a kelési arány 90% volt.

A hormonindukciót és hőkezelést igen, de kiegészítő fényprogramot nem kapó „E” csoportban a vizsgálat 16-17. napján az ikrás egyedek elhullottak, boncolásuk során nagyméretű, kitelt petefészek és bevérzett, kissé kitüremkedett ivarnyílás volt tapasztalható. Egy agonizálás közben túlaltatott és egy frissen elhullott egyed petefészkekét vizsgálva az ikrában a zsírcseppek szórtságát figyeltem meg.

A kísérletben résztvevő további csoportoknál ívást, elhullást, a megszokottól eltérő viselkedést nem tapasztaltam.

7.2.3. *Eredmények: a hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára*

A kontroll állományok ivararánya jelentősen eltért a várt eredménytől. A hímek alacsony aránya (35,3-36,8%) a kontroll csoportokban szignifikáns különbséget mutatott a várt 1:1 arányhoz képest.

A kísérletben a hímek aránya minden hőkezelt csoportnál magasabb volt, mint a kontroll csoportokban (**9. Táblázat**), de szignifikáns eltérést csak két korai indítású (H4/6 és H6/20) kezelésnél volt tapasztalható (Chi² p ≤ 0.05).

9. **Táblázat: Az eltérő hőkezelések kezelések eredményei**

Kezelés	Tétel	Kezelés időtartama (dpf)	Végző vizsgált egyedszám	Hímek aránya (%) (4 mpf)	Eltérés a kontrolltól
C-1	1	N/A	82	36.6	N/A
H4/6	1	4-6	30	63.3	p<0.05
H6/8	1	6-8	49	44.8	NS
H6/20	1	6-20	74	59.5	p<0.05
C-2	2	N/A	57	36.8	N/A
H8/10	2	8-10	46	52.1	NS
H8/22	2	8-22	82	45.1	NS
C-3	3	N/A	34	35.3	N/A
H10/12	3	10-12	49	40.8	NS
H10/24	3	10-24	72	41.7	NS

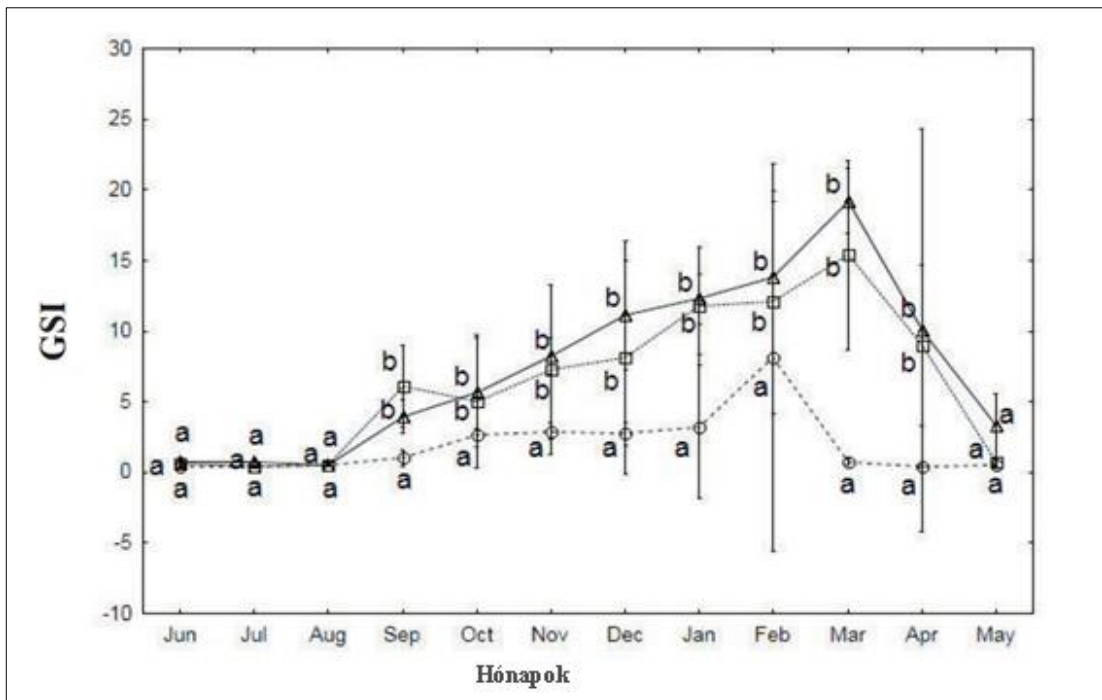
7.3. **Eredmények értékelése, következtetések**

7.3.1. *Alapvizsgálat I.*

Korábbi, a sügér reprodukciós ciklusát vizsgáló kísérletek közleményeinek feldolgozása alapján az volt a várakozás, hogy az állandó hőmérsékleten tartott, illetve természetes ciklusában megzavart állományok gonádépítése nem lesz sikeres. Váratlan eredménynek tekinthető, hogy az (A) csoport 26 hímje közül hat példány GS indexe is meghaladta az 5%-os határértéket, ezzel szemben az ikrások alacsony értékei megfeleltek az előzetes feltételezéseknek. A természetes ciklusukban megzavart

példányok (B1) számára valószínűleg túl nagy megterhelést okozott a teljes környezet- és „életmódváltás”. A csoportok közt mért legalacsonyabb átlagos testtömegből és az ivarszervek visszafejlődéséből arra tudok következtetni, hogy a változásokhoz való alkalmazkodás túl nagy energiát igényelt a halaktól, a túlélésre fordították majdnem minden tartalékukat.

A (B2) csoport nevelési feltételei minden tekintetben megegyeztek egy átlagos völgyzárógátas halastóban nevelkedő sügér populáció feltételeivel. A csoport nevelkedését egyedül az őszi lehalászás érinthette volna hátrányosan, de a végső eredményeket tekintve ez a negatív hatás vagy elmaradt, vagy nagyon csekély befolyással bírt csak az állományra. A (B2) csoport átlagos testtömegét tekintve kiemelkedett a többi csoport közül. Feltételezem, hogy a Dalmand Zrt. kínai razbórában bővelkedő tavai a teletetés során is biztosították a jó kondíció megtartásához szükséges táplálkozási feltételeket. A boncolás során, egyetlen kivételtől, egy hímtől eltekintve, szembeötlő volt az ivarszervek fejlettsége, testnagysághoz képest nagy mérete. Méréseimet új-zélandi, francia és lengyel (Jellyman, 1980; Sulistyó és mtsai, 1998; Kirczuk és mtsai, 2015) kutatásokban szereplő többéves, bizonyítottan ivarérett halak szaporodási szezonban vizsgált GSI-ével összevetve **(21-22-23. ábra)** megállapítottam, hogy az életüket a vizsgálat végéig halastavi körülmények között töltő egyéves sügerek felkészültek voltak az ívásra. Az ikrás halak esetében ez a felkészültség a minta 100%-ára, a tejes halak esetében a minta 94,4 %-ára bizonyult igaznak. Kirczuk és mtsai. (2015) vizsgálata még egy vonatkozásban összecseng az általam végzett kísérlettel. Bár a lengyel kutatók több éves példányokat vizsgáltak nem egyéveseket, a nyílt, melegvizés hűtőcsatornából származó ikrások GSI-ének átlaga alig több mint 7. A Georgikon kar Hallaborjában tartott (A1) csoport ikrásainak GSI értéke egyéves korban átlagosan 3,54 volt.



23. ábra: Lengyelországban, az Oderában (Δ), a Dąbie tóban (□) és egy nyílt, meleg vízben (20-28 °C egész évben) hűtőcsatornában (○) vizsgált 2-9 éves ikrás sügér állományok GSI változása a reprodukciós ciklusban és az azon kívüli időszakban (Forrás: Kirczuk és mtsai, 2015).

7.3.2. Alapvizsgálat II.

A vizsgálat során, korábbi reprodukciós kísérletekhez hasonlóan beigazolódott, hogy a sügér szezonon kívüli, vagy akár csak szezont megelőző indukált szaporításánál, a szaporodási időszak körülményeinek sikeres imitálásához mind a fotoperiódusra, mind a víz hőmérséklet változására azonos figyelmet kell fordítani (Jourdan és mtsai, 2000; Migaud és mtsai, 2001; Migaud és mtsai, 2002; Migaud és mtsai, 2004; Toner és Rougeot, 2008). Az ovuláció kiváltásához szükséges hormon minőségéről és mennyiségéről többféle adatot lehet találni, néhány ezek közül:

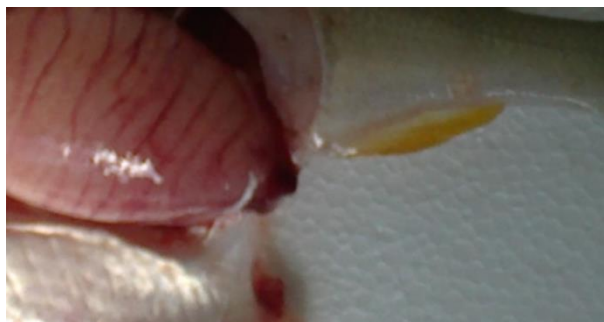
- 5700 NE hCG ttkg^{-1} vagy 4.0 mg kg^{-1} ponty hipofízis 500-700 NE hCG ttkg^{-1} használatával vagy anélkül az ikrások számára; 2850 NE hCG ttkg^{-1} vagy 2.0 mg ttkg^{-1} ponty hipofízis 250-350 IU hCG ttkg^{-1} használatával vagy anélkül a tejesek számára (Kucharczyk és mtsai, 1996)

- 2 db Ovopel/ttkg (Szczerbowski és mtsai, 2009)
- Kobarelin (*D-Ala6, ProNHE t9 mGnRH*) 125 µg/tt.kg vagy Lecirelin (*D-TIe6, ProNHEt9 mGnRH*) 50 µg/ttkg (Kouril és Stejskal, 2010)
- 500 NE hCG ttkg⁻¹ (Żarski és mtsai, 2011).

Mivel vizsgálatom célja a szaporodási szezon alacsony költségen történő előrehozása volt, a csupán másfél hónapos „előzés” miatt nem tartottam szükségesnek nagy dózisu hormon adagolását. Végül az 5+50 NE hCG ttkg⁻¹ dózis elegendőnek bizonyult azoknál a csoportoknál, melyek minden kezelésben részesültek.

A kísérlet sikeresnek bizonyult abban a tekintetben, hogy jóval a természetes szaporodási szezon előtt (március vége- április eleje), már február 8-12 között jó minőségű ikraszalagokhoz lehetett jutni a teljes protokollban részesült csoportoktól. Ezzel a kevés beruházást igénylő módszerrel korán piacra lehet kerülni olcsón előállított sügér lárvával, vagy néhány hét nevelés után korai előnevelt sügérrel.

Az „A” csoporton kívül a kezeléseket csak az „E” csoport nőstény egyedeinél okoztak szembeutnő és sajnos elhullással járó változásokat, a többi csoport esetében a kiinduláshoz képest semminemű változás nem látszott az egyedeken. Az „E” csoport ikrásai a hormon indukcióban és a hőprogramban részesültek, a fényprogramban viszont nem. A vizsgálat 16-17. napjain bekövetkezett elhullásra nem tudok magyarázatot adni. A halak a jól ovulált példányok kiteltségét mutatták, de ivarnyílásuk bevért és kitüremkedett, a petefészken bevértések voltak láthatók **(1-2. Fotó)**.

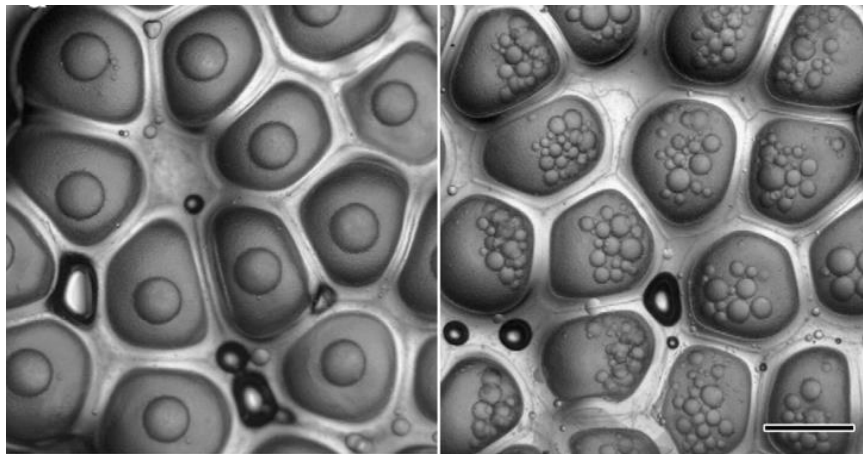


1. Fotó: Elpusztult ikrás sügér kitüremkedett, bevért ivarnyílása. Jól látható bevértések a petefészken. (Fotó: Demeter K.)



2. Fotó: Elpusztult ikrás sügerek az „E” csoportból (Fotó: *Demeter K.*)

A petefészkekből nyert ikrák mintája sok zsírcseppes állapotú volt, nagy hasonlóságot mutatva a Zarski és mtsai. (2011) által közzétett IV. kategóriába sorolt sügér petesejtekhez (**24. ábra**), melyekből a közlemény alapján sok torz lárva várható, a kelést követő 4-5. napon 100%-ra ugró mortalitással.



24. ábra: Jó minőségű (balra) és fragmentálódott zsírcseppeket tartalmazó gyenge minőségű ikrák (jobbra) – a vonal 1 mm-t jelöl (Forrás: *Zarski és mtsai, 2011*)

Hogy az ikrák minősége az életfunkciók gyengülése miatt romlott-e le, vagy a hiányos környezeti feltételek miatt lett gyenge minőségű, erre ez a kísérlet már nem adott választ.

7.3.3. *A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő sügér állományok ivararányára*

A hőmérséklet ivar kialakulást befolyásoló hatását már számos (nem emlős) gerinces fajnál vizsgálták és bizonyították. E témakörben csapó sügérrel először a Pannon Egyetem Georgikon Karának Hallaborjában zajlottak kísérletek. A téma érdekessége, gazdasági és ökológiai jelentősége miatt (pl. klímaváltozás) egyre emelkedik több fajnál is a mélyrehatóbb, az összefüggéseket molekuláris szintig boncoló vizsgálatok száma. A TSD egyik modellállata a vörösfülű ékszerteknős, melynél a kapcsolódások megértéséhez egyre közelebb járó vizsgálatok iránymutatóak lehetnek a halak ilyen irányú tanulmányozásánál is (Ge és mtsai, 2017; Ge és mtsai, 2018), hozzáátéve, hogy a csontoshalak fajgazdag társasága ebből a szempontból is nagy változatosságot mutat, nem feltétlenül lehet sablonokban gondolkodni (Ribas és mtsai, 2017). A halak ivarának szabályozása változékonyabb és komplexebb, mint az emlősöké vagy a madaraké, a hőmérséklet, mint ivar kialakulást befolyásoló tényező egyszerre több komponensre is hatást gyakorolhat, a kis hatások összeadódva jelentős változásokat indukálhatnak (Orbán, 2018).

A kísérlet során kiderült, hogy a kontroll állományok ivararánya az alkalmazott nevelési hőmérsékleten jelentősen eltért az általunk feltételezett 50-50%-tól. A hímek aránya ezeknél 35,3-36,8% között alakult. A hímek aránya minden hőkezelt csoportban magasabb volt, mint a kontroll csoportokban, bebizonyosodott, hogy sügérnél is fontos szerepe van a hőmérsékletnek az ivar meghatározásában. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a sügér érzékeny fejlődési szakasza, ahol a hőmérséklet az ivar kialakulását befolyásolja a korai, a kelés körüli napokra esik.



3. **Fotó: Egynyaras sügerek: fent ♀; lent ♂** (Fotó: Havasi M.)

Áruhal termelés szempontjából kívánatos lenne a tenyésztett sügér állományokban a nőstények arányának növelése, e célból valószínűleg a hőmérséklet csökkentésével kell próbálkozni a korai fejlődési stádiumokban. Bár az ikrás sügerek már egyéves korukban számottevően nagyobb méretűek a hímeknél (**3. Fotó**), a négyhónapos állományokban a különböző ivarok egyedi testtömegei között jelentős eltérést még nem jelentkezett.

8. SÜLLŐVEL VÉGZETT PLOIDIA VIZSGÁLATOK

8.1. Anyag és módszer

A szaporítás 2015 áprilisában a BOFA Fish Farm családi gazdaság telepén (korábban Attalai Hal Kft.) történt. Normál szaporodási ciklusban, standard keltetőházi körülmények között, hormonindukció eredményeként két ikrás egyedről származó, egyenként 150 g ikratétel került termékenyítésre két tejes egyed spermájával. Két perccel megtermékenyítés után az ikrák ragadósság-mentesítés céljából agyagporral lett keverve 100 g/liter víz dózisban, 16,5 °C vízhőmérséklet mellett. Négy perccel a megtermékenyítés után az ikrák 36 °C-os vízfürdőbe kerültek két perc időtartamra (sokkolás), a második poláros test kilökődésének megakadályozása céljából. Kontrollként a hagyományos eljárásban tovább fejlődő ikrák szolgáltak, melyek nem estek át hősokkon. 40 perces lassú, kíméletes agyagporos keverés (16,5 °C) után, a ragadósságukat elvesztett ikrák Zuger-üvegekbe kerültek további inkubáció céljából.

A kelési százalék 200-200 ikrára vetítve került kiszámításra. A frissen kikelt lárvák átfolyásos vízellátású lárvatartókba lettek helyezve (5 nap), míg a tartalék szikanyaguk teljesen fel nem szívódott (kelés utáni 4. nap, 17°C-on) és át nem tértek horizontális mozgásra.

8.1.1. *Mintavétel, mintaelőkészítés*

A ploidia állapot meghatározásához a még éppen nem táplálkozó lárvák kerültek felhasználásra, így nem volt szükség a szikzacskó eltávolítására, ezáltal a testi sejtek könnyebben előkészíthetők voltak a flow citometriás kiértékelésre, ezzel és még néhány kisebb módosítással kiegészítve lett a Ewing és mtsai. (1991) által kifejlesztett protokoll alapján az „egysejtes” szuszpenzió el- és előkészítve. Az eljárás folyamán a vizsgált egyedek testi sejtjei fecskendőben kerültek szétválasztásra (5 diploid / kontroll és 15 feltételezett triploid lárva, 0,7% NaCl oldatban). Az önálló sejtekre disszociált minták fixálás céljából 70%-os etanolba, illetve olvadó jégre kerültek, feldolgozásuk a sejtanalitikai laboratóriumban történt.

A sejtek DNS tartalmának jelölésére FXcycle PI/RNase kit került felhasználásra a gyártó előírásainak megfelelően (F10797, Molecular Probes), ami propidium jodidot

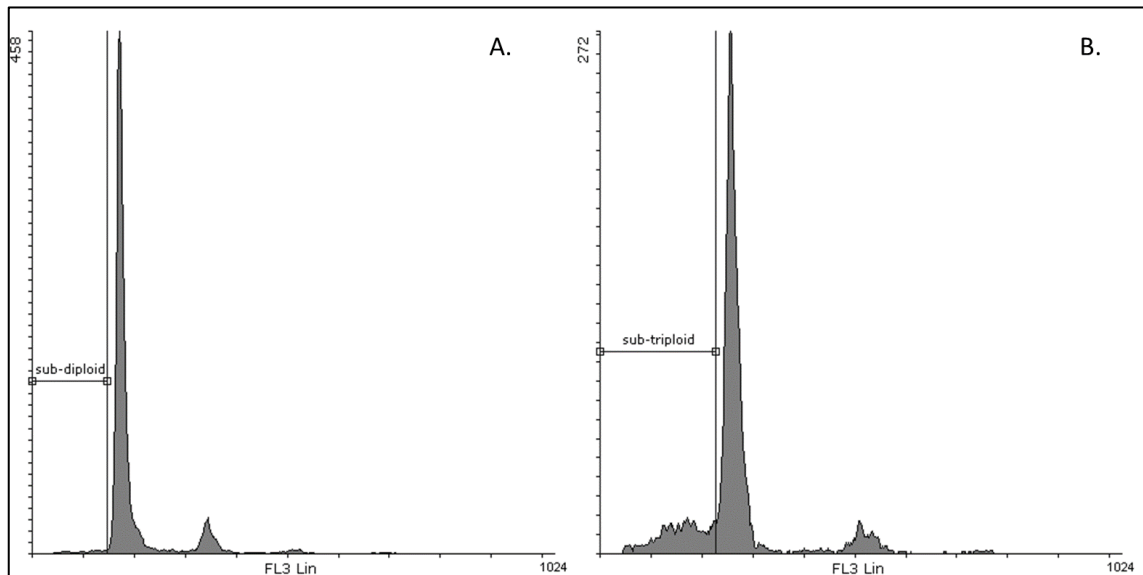
(PI) tartalmaz DNS-specifikus fluoreszcens festékként. A konzerváló oldat eltávolításához 400 x g, 10 perces centrifugálásra volt szükség, majd a kb. $1 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ sűrűségű önálló sejtszuspenzióhoz 500 μL FXCycle oldat lett hozzáadva. Az azonnali keverést 30 perces inkubálás követte szobahőmérsékleten, sötétben – a gyártó előírása szerint. A DNS-mennyiség mérése Beckman Coulter FC-500 flow-citométerrel történt, mely a DNS-hez kötött propidium jodid fluoreszcencia-intenzitását mérte 488 nm hullámhosszon, 20 mW argon-ion lézert alkalmazva gerjesztő fényforrásként. A PI fluoreszcencia az FL3 detektoron, lineáris módban lett mérve (655 nm LP). A citométer kalibrálása naponta történt FlowCheck fluoreszcens mikrogyöngyökkel (6605359, Beckman Coulter) adatgyűjtés előtt. Az összetapadt sejtek kiszűrésére a gyártó által javasolt beállítások kerültek alkalmazásra. A futtatások mintánként 5 perc után, illetve 5000 esemény elérését követően lettek megállítva, majd az adatokat a pontos beállításokkal együtt LMD fájlformátumban mentésre kerültek. A tárolt LMD fájlok feldolgozása a szabad hozzáférésű Flowing 2.5.1. programmal (www.flowing.com) történt. A detektált fluoreszcencia-intenzitási értékeket hisztogramok ábrázolják, a medián intenzitási értékek feljegyzésre kerültek. A statisztikai analízis R-Commander (Rcmdr) segítségével készült (v. 2.2-5).

8.2. Eredmények

A kelési százalék 200-200 ikrára vetítve került kiszámításra. A két kezelés kelési sikeressége igen közeli értékeket adott, a kontroll állomány 74%-kal, a kezelt állomány 68%-kal kelt. A hisztogramon a diploid lárvák csúcsa $183,2 \pm 13,6$ (átlag \pm szórás) értéknek adódott (az átlagban a 2-es számú egyed eredménye nem szerepelt, mivel a minta nem tartalmazott elég sejtes elemet a méréshez), míg a feltételezett triploidoké $270,5 \pm 10,6$ (átlag \pm szórás) volt. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a teoretikus triploid csoport egyedei valóban sikeres triploidizáció termékei voltak, mivel a $3n$ kromoszómakészlet nagysága elméletileg $1,5 \times 2n$, azaz $1,5 \times 183,2 = 274,8$. Ezek alapján kijelenthető, hogy a Blecha és mtsai. (2016) által közölt kezelések mellett triploid süllyő lárva, jó kelési eréllyel az előzőekben közölt módszer szerint is előállítható.

A fentiek mellett azonban a **25. ábrán** jól megfigyelhető a triploid egyedek esetében mért fluoreszcencia tartomány alatti jelentős eseményszám, mely a diploid

egyedek esetében nem jelentős mértékű. Feltűnő a fő fluoreszcencia csúcsok alatti események jelenléte, melyek szub-diploid és szub-triploid eseményeknek tekinthetők.



25. ábra: A propidium-jodidos festési eljárást követően mért fluoreszcencia-intenzitási értékek: (A) diploid, (B) triploid süllő lárva. A fő csúchoz képest alacsonyabb intenzitást mutat a szub-diploid és szub-triploid régió

A medián értékekhez viszonyított alacsonyabb intenzitású események százalékos aránya a szub-diploid régió esetében 1,55%, a szub-triploid régió esetében 15,25% volt.

8.3. Eredmények értékelése, következtetések

A diploid és a feltételezett triploid minták közötti különbség erősen szignifikáns ($p < 0,001$, Wilcoxon teszt). A DNS hisztogramon kirajzolódó, a fő csúcsnál alacsonyabb intenzitású események, fluoreszcencia-intenzitási csúcsok gyakran az apoptózis jelenségére utalnak. Programozott sejthal beindulásakor az endonukleáz aktivitás fokozódik, hasítja a DNS-t, majd a fragmentált DNS a minta-előkészítés alkalmával kiszabadul a sejtből. A sejtmagban maradó kisebb mennyiségű DNS alacsonyabb intenzitású csúcsot eredményezhet (Darzynkiewicz és mtsai. 2010). Aneuploid embriókban az apoptózis jelensége megszokott, mivel bármilyen DNS károsodás, vagy genetikai hiba súlyos következményekkel járna a fejlődő embrióra nézve. Külső környezeti faktor, pl. hypoxia könnyen hátrányosan befolyásolhatja az embrió genetikai

fejlődését. A gyors sejtosztódási folyamatok időben nem teszik lehetővé a DNS javítási mechanizmusok megvalósulását, így inkább programozott módon, apoptotikusan távolítja el a szervezet a sérült sejteket (Desmarais és mtsai, 2012). Már pluripotens állapotú (bármilyen testi sejt kialakítására képes) sejt hibája esetén is képes a p53-fehérje függő szabályozás közbelépni és megakadályozni a sejtciklus továbblépését, vagy programozott módon eliminálni a sejtet (Tichy, 2011). Azonban zebradánió embrió fejlődésénél megfigyelhető, hogy hólyagcsíra (midblastula) állapotig a sérült sejt osztódása tovább folytatódhat, mivel az S-fázis ellenőrző pontja nem aktiválódik még eddig a stádiumig (Verduzco és Amatruda, 2011).

A szignifikánsan magasabb alacsony-intenzitású eseményszám a triploid csoport esetén minden jel szerint az apoptózisra, mint védelmi mechanizmusra utal, ami leginkább a normális ploidia-foktól való eltérés – közvetve a hősokk – miatt következett be. Korábban haploid /diploid parthenogenetikus sertés embrió esetében írták le, hogy a haploid formánál jelentősen magasabb százalékban jelentkezik irányított sejtelimináció. Diploid embrióknál az arány nem különbözik a normál IVF (in vitro termékenyített) embriók értékeitől (Hao és mtsai, 2004), ezek alapján kijelenthető, hogy nem a parthenogenetikus termékenyítési mód, hanem a genetikai defekt aktiválta a programozott sejthalál kaszkád rendszerét.

9. AZ INTENZÍV TAVI NAGYÜZEMI EGNYARAS HARCSANEVELÉS EREDMÉNYESSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ NÉHÁNY TÉNYEZŐ ÉRTÉKELÉSE

9.1. Anyag és módszer

A téma ismertetése előtt fontosnak tartom megjegyezni, hogy a megfigyelések, vizsgálatok valós gazdálkodási körülmények között születtek, ahol elsődleges szempont a termelés gazdaságossága, eredményessége. Cél a hiánypótlás, mert bár a megfelelő méretű, jó kondíciójú egynyaras harcsa képezi az étkezési harcsa termelésének alapját, az ennek előállítását célzó vizsgálatok és megfigyelések közül hiányoztak a szisztematikusan végzett, a pontos kihelyezési és lehalászási adatokkal rendelkező, tervezett mintavételeken, etetési rezsimen, hőmérsékleti regisztráción, stb. alapuló, egyszerre több, nagyon hasonló adottságú tavakon, több éven keresztül folyó nevelési kísérletek eredményeinek az analízisei. A következő vizsgálatok célja az volt, hogy valós, gyakorlati körülmények között folytatott harcsanevelési kísérletek beállításával olyan ismeretekhez jussunk, amelyek révén reális képet kaphatunk a magas hozamú intenzív tavi harcsanevelés lehetőségeiről.

A Dalmand Zrt. tavi recirkulációs elven működő (Gál és mtsai, 2003) teletető és ivadéknevelő rendszerén egy 2013-ban történt előzetes üzemi kísérletet követően, 2014. óta folyik az egynyaras harcsa tápos nevelése. Öt év termelési eredményeit és gazdálkodási körülményeit figyelembe véve vizsgáltam a tenyésztés fenntarthatóságát. Vizsgáltam az állatlétszám és a környezeti tényezők hatását a gazdálkodási eredményre, valamint, hogy fokozódnak-e az egynyaras harcsát érintő állategészségügyi kockázatok a monokultúrárs tavi-recirkulációs rendszer középtávú üzemeltetése során.

9.1.1. Tartási környezet

A Dalmand Zrt. Dombóvár-szilfási telepén 8 db, egyenként 1220 m² nagyságú, fóliabélelésű nevelő, teletető tó tavi-recirkulációs rendszerben üzemel. Az ivadéknevelésre használt, intenzíven működő medencék tápanyagban feldúsult vize egy jóval nagyobb felületű, ritkábban népesített, extenzíven kezelt tóba kerül szivattyúk (2 db 100 l/sec) segítségével, mely ez esetben ugyanaz a 16 hektáros halastó, amely az intenzív tavak táplálóvizét is biztosítja. Amennyiben a használtvíz regenerációjára

szolgáltató extenzív halastó népesítési szerkezete helyesen kerül kialakításra, akkor a kombinált rendszer alkalmassá válik arra, hogy a haltermelés növekedése mellett csökkenjen a haltermeléshez felhasznált víz mennyisége, ezzel együtt a környezet szerves anyag terhelése. A rendszer feltöltése és a vízátfolyás biztosítása történhet gravitációsan, vagy szivattyúk segítségével, a folyamatos üzemelés minden vízállás mellett biztosítható. A nevelőtavak fóliaburkolata a meder alját is fedi, ez lényeges mert így a viszonylag kisméretű tavak e bélelés révén alkalmasak a víz maradéktalan levezetésére, a teljes halállomány megfogására, jól takaríthatók és fertőtleníthetők. A teletetők elhelyezkedésük, és azonos méretük miatt alkalmasak üzemi kísérletek lefolytatására (4. Fotó).



4. Fotó: A vizsgált teletető-, előnevelő rendszer távlati képe (Forrás: Google)

A tavak előkészítése a harcsalárvák fogadására egyik évben sem változott. Az előnevelő tavak a lárvák fogadása előtt tíz nappal kerülnek kitakarításra (söprés, mosás), eltávolítva ezzel a kis halakra veszélyes rovarokat, rovarlárvákat, egyéb kártevőket. A medencék a később kialakuló jó zooplankton állomány érdekében hagyományos tóelőkészítést kapnak (Horváth, 2004): szerves trágyázást, fél-üzemvízre töltést és megtörténik a plankton-szelekció. A feltöltéskor, illetve a későbbiek folyamán havonta egy alkalommal 50 kg takarmánymész kerül pufferként kiadagolásra. A víz hőmérsékletének mérése folyamatos.

A lárvák fogadásával azonos időben kezdődik a tavak üzemi vízszintre töltése, a nevelés első szakaszában ~4 l/sec vízátfolyással. Ebben az időszakban mind a befolyók, mind a kifolyók nyílásait szúnyoghálók fedik. A nevelés második felében, amikor a halak már nagyobbak, a vízátfolyás ~10 l/sec-ra nő, ekkor az előbb említett nyílásokra 1*1 cm-es szembőségű rács kerül. Ez a rács megakadályozza az ekkor már nagyobb méretű nevelt halak szökését, de lehetővé teszi a kisebb méretű élőlények bejutását a telelőbe. A nevelőtavakon a megfelelő oxigénszint biztosítását a folyamatos vízcserével, 750 Watt teljesítményű lapátkerékes túlevegőztetők végzik a nevelés második szakaszától kezdve, napszaktól függetlenül, folyamatosan.

9.1.2. A nevelés folyamata

A hagyományos keltetőházi szaporításból származó, sárga színű fokozatosan szürkülő harcsalárvák már a nevelőkádon megkapják első táplálékukat, ami állhat apróra vágott tubifexből, tavakban gyűjtött közepes méretű zooplanktonból, és finom szemcseméretre granulált ($\varnothing=0,1-0,3$ mm), magas fehérjetartalmú komplex haltakarmányból. Kihelyezésre a teljesen besötétedett nagyjából nyolc napos állomány kerül (**5. Fotó**).



5. Fotó: Kihelyezésre váró harcsalárva (Fotó: Demeter K.)

A nevelés első szakaszában négy nevelőtóba azonos mennyiségű lárva kerül ki. A kihelyezést követően a halakat hetente több alkalommal szükséges szemrevételezni. Amint az ivadék eléri a 10-13 cm-es méretet, ami testtömegben mérve 12-25 g között változik, a tavak teljes állománya 5 mm szembőségű hálóval lehalászásra kerül, majd számolást és mérést követően egyenletes elosztásra kerül a nyolc telelőben. Ezzel ér véget az első, és elkezdődik a nevelés második szakasza. A szétosztás után az ivadékot többször már nem kell szortírozni, október közepéig-végéig a növendékek a helyükön maradnak.

9.1.3. Táplálkozás, takarmányozás

A harcsaivadék nevelése során különböző beltartalmi értékű és szemcsenagyságú takarmányokat kell használni a halak méretének és életkori igényüknek megfelelően. Minden évben ugyanazok a takarmányfélések kerülnek felhasználásra a kihelyezett, később kalkulált halmennyiséghez viszonyított 1- legfeljebb 3% arányban (**10. táblázat**). A takarmányozás kézi kiszórással történik napi két alkalommal, a reggeli és az esti órákban. A nagyobb méretű harcsák a nevelés második szakaszában alkalmazott rácson keresztül érkező halivadék, békalárva mellett a vízi ízeltlábúakat is szívesen elfogyasztják, ez a fajta táplálék kiegészítés azonban nem kiszámítható és nem is mérhető. A vizsgált rendszer fölött elhelyezkedő tavakban található nagy mennyiségű kínai razbóra ez esetben szerencsés körülménynek számít, mint kiegészítő tápanyagforrás (Zaikov és mtsai, 2008b).

10. táblázat: A Dalmand Zrt-nél harcsanevelésre használt tápok fajtái

(a takarmányok beltartalmi értékei a Függelékben találhatóak)

Gyártó	Táp megnevezése
Skretting	Perla larva 6.0
Skretting	Perla larva 5.0
Skretting	Perla larva 4.0
Skretting	Nutra Pro 3.0
Aqua-Garant	Aqua Start 0.4
Aqua-Garant	Aqua Start 0.6
Aqua-Garant	Aqua Start 1.0
Aqua-Garant	Aqua Start 1.2
Aqua-Garant	Aqua Start 1.5
Aqua-Garant	Aqua uni 2.0
Aqua-Garant	Aqua uni 3.0
Aqua-Garant	Aqua uni 4.0
Aqua-Garant	Aqua uni 6.0

9.1.4. Állományszemle, halegészségügy

A halak egészségi állapota, a kórokozók aktivitása szorosan összefügg életterük, a víz hőmérsékletével és kémiai változásaival is. A víz nagymértékű kémiai változásainak tompítására szolgál a már említett rendszeres meszezés. A kihelyezett állomány eleinte tülhálóval, később nagyobb szembőségű hálóval legalább heti két alkalommal ellenőrzésre kerül. A halak súlygyarapodása az első szakaszban egy-két alkalommal, a második szakaszban minimum 10 naponta kerül rögzítésre. A mintázások során vizsgálható a halak egészségi, tápláltsági állapota, felmérésre kerül a következő napokra szükséges takarmány mennyisége, szemcsenagysága. A viszonylag sűrű népesítés miatt a termelési közegben jelenlévő kórokozók és fakultatív patogének számának csökkentése érdekében minden teletető négynaponta 5 liter 37,4%-os formaldehydes kezelésben részesül. Baktériumos fertőzöttség esetén takarmányra felhordott antibiotikum etetésével kapja meg a megfelelő kezelést az állomány. Üzemi körülmények között, ahol a végcél az eredménytermelés, halegészségügyi kísérleteket nem, de megfigyeléseket lehet végezni. Megállapítható a kihelyezett lárva viselkedése különböző kihelyezéskori induló hőmérsékleteken. Beazonosítható a betegségek

szempontjából legkritikusabb életszakasz. Megfigyelhető, hogy az évek folyamán, az azonos termelőhelyen fellépnek-e új kórokozók, kialakulnak-e eddig nem ismert betegségek.

9.1.5. A vizsgálathoz szükséges alapadatok

A nevelési folyamat sajátosságaiból adódóan az állomány létszámát három alkalommal lehet nagy pontossággal ellenőrizni: a lárva kihelyezéskor, a 10-13 cm nagyságú állomány szétosztásakor (nagy előnevelt), valamint a lehalászás során. A vizsgált öt évben ezek a létszámellenőrzések minden alkalommal megtörténtek. A víz hőmérséklet mérésére naponta sor került.

A felhasznált takarmánymennyiség és a termelés végén mért harcsa ösztömeg ismeretében meghatároztam az egy kg testtömegre jutó takarmány felhasználást (FCR), a számításokat a termelés során esetlegesen (teljes telelőnyi mennyiségben) elpusztult állományok által felhasznált takarmánymennyiség kivonásával korrigáltam.

$$FCR = F * (W_t - W_0)^{-1} \text{ (kg/kg)}$$

Ahol: F a takarmány összes tömege, W₀ és W_t a kezdeti és a záró összes testtömeg grammban kifejezve. Esetünkben nem követünk el túl nagy hibát, ha a lárva kiindulási tömegét, annak csekély mértéke miatt 0-nak vesszük.

Tizenöt és húszeszes tavankénti létszámú állományok 2016-ban végzett 17 napos nevelési szakaszának eredményei alapján megállapítottam a II. nevelési szakaszban a népesítési sűrűség és a napi súlygyarapodás (G) egymáshoz való viszonyát:

$$G \text{ (g/nap)} = (W_t - W_0) * t^{-1}$$

Ahol: W₀ és W_t a kezdeti és a záró összes testtömeg grammban kifejezve, t az eltelt idő (nap).

Ennek a kísérletnek a kezdete az állomány szétosztásakor indult, ilyenkor a teljes állomány kézbe kerül, pontosan mérhető. Tizenhét nap elteltével a vizsgált telelőkből húzóhálóval nagy létszámú mintát véve (A1: 87 db; A2: 112 db; B1: 97 db; B2: 105 db) került sor a súlygyarapodás ellenőrzésére. A halak épségének megőrzése, és az üzemi (nem labor) körülmények miatt a tömegmérések mindig vizes edényben, nagyobb

csoporthoz, nem egyenként történtek. Az egyedi átlagos testtömeg az összsúlyból a darabszám alapján kalkulálható. A specifikus növekedési rátát (SGR) a következő képlet alapján számoltam:

$$SGR (\%/nap) = 100 * (\ln W_t - \ln W_0) * t^{-1}$$

Ahol: W_0 és W_t a kezdeti és a záró összes testtömeg grammban kifejezve, t az eltelt idő (nap).

2018-ban a népesítési sűrűség és napi súlygyarapodás kapcsolatát ismételtén megvizsgáltam 22 napos kísérlet során 5000 (A1-A3) és 13000 db/telelő (B) népesítéssel, az előzőekben ismertett módszer szerint.

Az eltérő hőmérsékleti értékek növekedésre gyakorolt hatását a vizsgált nyílt termelési rendszerben egy éven belül nem lehetséges modellezni. A II. nevelési szakaszban azonos népesítési sűrűségű állományoknál, különböző években, a termelés időszaka alatt a víz átlaghőmérséklete eltérő értékeket ad ki. A víz hőmérsékletének mérése minden évben, a kihelyezéstől a lehalászásig folyamatos. A napi értékekből kiszámoltam a termelési időszakra jutó hő-összeget, valamint a nevelési szakaszra jutó napi átlagos hőmérsékletet. A számítások során a termelés I. szakaszára jutó hőmérsékleti értékeket is figyelembe vettem, hogy a teljes addigi életszakasz vizsgálható legyen. Ugyanígy a lárvakihelyezéstől számítottam a tenyésztési időszak napokban mért hosszát, ily módon megállapítva a fentebb már részletezett (G) értéket. A kapott (G) értékeket azonos népesítésű állományoknál az adott csoportra érvényes átlaghőmérsékletek függvényében összehasonlítottam.

9.2. Eredmények

Az egynyaras harcsa üzemszerű nevelésében a vizsgált időszakban változatos eredmények születtek. A hullámzó, de inkább jónak tekinthető éves eredményeket a **11. táblázat** szemlélteti.

11. táblázat: A Dalmand Zrt-nél nevelt egynyaras harcsa tömeg- és létszám adatai 2014-2018. között

Év	Kihelyezett lárva (db)	Nagy előnevelt (db)	Kész egynyaras (db)	Végtömeg (kg)	Átlagtömeg (kg/db)	Megmaradás (%)
2014	400 000	186 000	183 400	7 515	0,0410	45,9
2015	400 000	50 000	49 957	4 691	0,0939	12,5
2016	400 000	140 000	127 438	12 234	0,0960	31,9
2017	400 000	31 000	27 612	5 481	0,1985	6,9
2018	400 000	65 000	63 400	12 079	0,1905	15,9

9.2.1. Takarmányozás intenzív tavi körülmények között

A harcsalárvák, mielőtt kikerülnének a halkeltetőből, már a nevelőkádon részesülnek tápetetésben, ennek mennyisége azonban minimális, inkább táphoz szoktatásként fogható fel. A kihelyezés napján a harcsalárva nem kap takarmányt. A nevelőtavakon a tervszerű etetés a kihelyezést követő napon kezdődik, és addig tart, míg az őszi lehűlő víz hőmérséklete 13 °C alá nem csökken. A napi kétszeri, kézi kiszórással történő etetés az eddigi tapasztalatok szerint kielégíti a harcsák táplálkozási igényét. A takarmány felhasználás (FCR) a vizsgált öt év tekintetében nagy eltéréseket mutat (**12. táblázat**).

A takarmányozási együttható számításánál a korrigált takarmány mennyiség került elszámolásra, amely nem tartalmazza a nevelés során elhullott állomány értékeit. Az elhullott állományon egy-egy nevelőtő teljes állományának pusztulása értendő, a többi kallódás a nevelés velejárójának tekinthető.

12. táblázat: A Dalmand Zrt-nél nevelt egynyaras harcsa FCR értékei a vizsgált öt év során

Év	Harcsa végtömeg (kg)	Felhasznált takarmány (korr.) (kg)	Takarmány e.h. (FCR) (kg/ttkg)
2014	7515	8525	1,13
2015	4691	4590	0,98
2016	12234	9410	0,77
2017	5481	5818	1,06
2018	12079	13908	1,15

9.2.2. A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra üzemi körülmények között

A 2016. évi nevelés II. szakaszában két 15.000 db/teleltető (A1, A2) és két 20.000 db/teleltető (B1, B2) állományának növekedési eredményeit a **12. táblázat** mutatja.

12. táblázat: A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra 2016-ban

		A1	A2	B1	B2
Népesítési sűrűség	db/telelő	15 000	15 000	20 000	20 000
	db/m ²	12,3	12,3	16,4	16,4
Idő	nap	17	17	17	17
Testtömeg	induló (g)	13,75	14,2	12,85	12,85
	befejező (g)	33,3	35,44	26,75	30,24
Nettó gyarapodás	(g)	19,55	21,24	13,9	17,39
Növekedés (G)	(g/nap)	1,15	1,25	0,82	1,02
SGR	(%/nap)	5,2	5,39	4,33	5,05

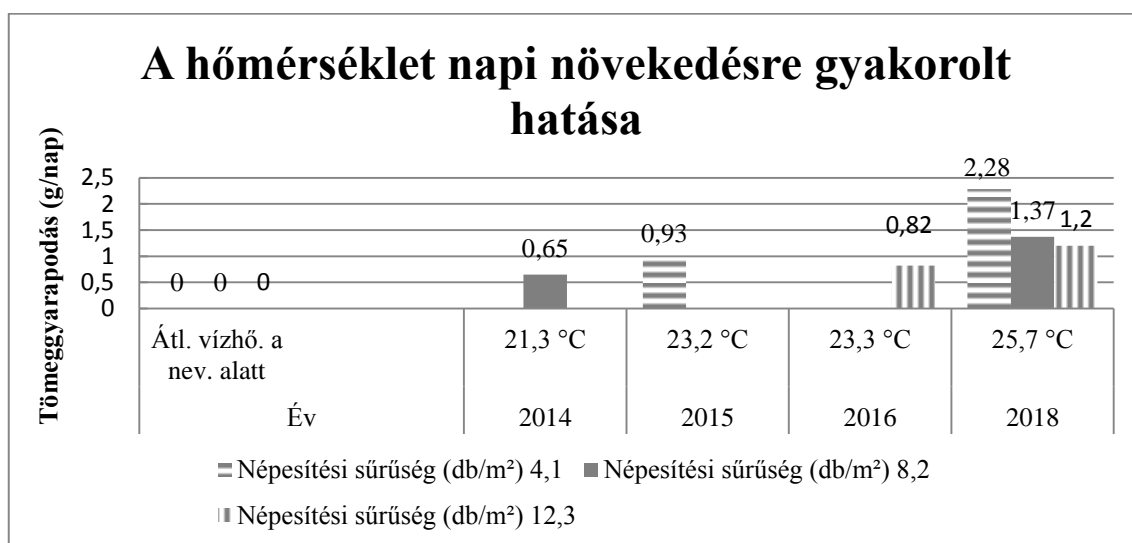
A 2018. évi kísérletben a 13.000 db-os állománynál az üzemeltetés más szükségletei miatt nem lehetett ismétlést indítani, így a vizsgálat inkább megerősítő jellegű (**13. táblázat**).

13. táblázat: A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra 2018-ban

		A1	A2	A3	B2
Népesítési sűrűség	db/telelő	5 000	5 000	5 000	13 000
	db/m ²	4,1	4,1	4,1	10,7
Idő	nap	22	22	22	22
Testtömeg	induló (g)	20	20	20	20
	befejező (g)	75	71	76	56
Nettó gyarapodás	(g)	55	51	56	36
Növekedés (G)	(g/nap)	3,24	3,00	3,29	2,12
SGR	(%/nap)	6,01	5,78	6,09	4,7

9.2.3. A vízhőmérséklet hatása a napi tömeggyarapodásra kistavas környezetben

A harcanevelés optimális hőmérsékleti tartományát a legtöbb szerző 25 °C vagy ez fölé teszi (ld. Szakirodalmi áttekintés). Ezeknek az adatoknak a döntő többsége intenzív rendszerekben felállított modellekből származik. Tóvizet felhasználó, nyitott üzemben a víz hőmérsékletének hatása nem korlátozódik csupán a harcásra, a hal környezetének szerves részét képező ökoszisztéma változtatásával a tiszta vizes közeghez képest eltérő hatásokat is kiválthat. Mivel egy természetes körülmények között üzemelő rendszerben nem lehet az adott nevelési hőmérsékleten változtatni, ezért eltérő hőmérsékleteken, azonos népesítési sűrűséggel, különböző években nevelt állományok napi tömeggyarapodását vettem össze (26. ábra).



26. ábra: A hőmérséklet hatása a napi tömeggyarapodásra kistavas körülmények között

9.2.4. HALEGÉSZSÉGÜGYI MEGFIGYELÉSEK

Egy tavi recirkulációs környezetben, az évek során azonos helyen, nagy népesítési sűrűségben nevelt fajnál az egészségügyi kockázat is fokozottabb, mint extenzív halastavak esetében. A megbetegedések kórokozói sok esetben beazonosíthatók, de többször előfordul az is, hogy nem deríthető ki, milyen kórokozó, vagy kórokozók kombinált támadása okozza a betegséget vagy elhullást.

A vizsgált öt év során a megfigyeléseink szerint tömeges, akár teljes telelőt érintő elhullás csak a harcसानevelés első szakaszában fordult elő, amíg a hal el nem érte a 10-13 cm-es nagyságot. Ez után, vélhetően a szétosztást követő népsűrűség csökkenés is szerepet játszik ebben, az öt év alatt a II. szakaszban tömeges pusztulás egyszer sem volt tapasztalható. Az első nevelési szakaszban viszont:

- 2015-ben két telelő teljes lárva állománya (200.000 db) a kihelyezést követő két héten belül nyom nélkül eltűnt,
- 2017-ben egy telelő teljes lárva állománya (100.000 db) a kihelyezést követő két héten belül nyom nélkül eltűnt,
- 2017-ben egy telelő teljes állománya a nevelés harmadik hetében 3 nap alatt elpusztult ismeretlen betegségben
- 2018-ban egy telelő teljes állománya a nevelés harmadik hetének végére 4 nap leforgása alatt elpusztult, valószínűsíthetően lesőharcsa herpeszvírusa –egyfajta DNS vírus (Molnár és Baska, 2017) okozta megbetegedésben.

A megfigyelt évek alatt többféle kisebb gondot okozó megbetegedés felmerült a harcsaállományban, 2017 szeptemberében azonban, 17 °C vízhőmérsékletnél új betegség ütötte fel a fejét a már nagy, 120 g/db-ot is meghaladó méretű halaknál. A betegség először a harcsa alsó állkapcsán lévő bajusz-szálakat támadja, majd barnás-pirosas góc jelenik meg a főbb bajusz-szálak felénél, kétharmadánál. A bajusz a betegség során részben, vagy teljesen megsemmisül, a végénél gyulladós piros góc marad, ami a gyógyulási folyamat során ellaposodik. Elhullást közvetlenül a betegség nem okoz. A betegségből gyógyult halaknál elkezdődik bajusz-szálaik regenerációja. A kórokozó egyelőre ismeretlen, a legnagyobb problémát azzal okozza, hogy a harcसानak a táplálkozáshoz szükséges, egyik legfőbb érzékszervét károsítja (Függelék).

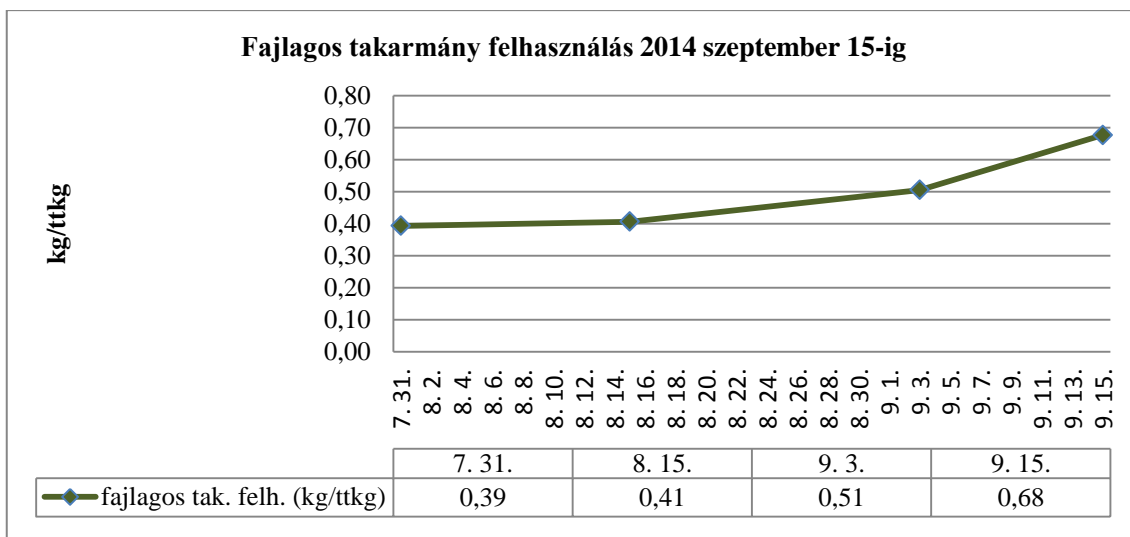
A Magyar Tudományos Akadémia Állatorvos-tudományi Intézet Halkórtan és parazitológia témacsoportjának vizsgálata alapján a betegség kórokozója nem volt beazonosítható, azt azonban ki lehet jelteni, hogy ilyen típusú betegséget eddig európai harcánál nem jegyezték le (Sellyei és mtsai, 2018).

9.3. Eredmények értékelése, következtetések

A két szakaszban történő harcsanevelés során a lárvakihelyezéstől az egynyaras hal elkészültéig tartó folyamatban a megmaradási ráta 6,9-től 45,9%-ig változott. A gyenge megmaradási eredmények ellenére az állomány minden évben elérte azt a tömeget, amely mellett a termelés még gazdaságos maradt, természetes mutatókban pedig meghaladta azokat a termelési értékeket, amelyeket előnevelt harcsa, vagy harcsalárva kihelyezésével extenzív halastóban el lehet érni (Horváth és mtsai, 2007).

9.3.1. Takarmányozás intenzív tavi körülmények között

Az intenzív, kistavas nevelés egyik fontos pontja a takarmányozás. A lárva kihelyezésnél a gondos tölökészítés segíti a zooplankton felfutását, almos trágya használatával a zoobentosz mennyiségét is növeljük. A művelet célja, hogy a kis harcsa a takarmány mellett találja meg a számára megfelelő kiegészítő táplálkozási lehetőséget, ami ellensúlyozhatja a tápetetés egyoldalúságát. 2014. évi adatok alapján kimutatható, hogy az FCR értéke abban az életszakaszban a legalacsonyabb, amikor az ivadék számára a tápon kívül még egyéb táplálék is rendelkezésre áll (**27. ábra**). A 2014. év végére hirtelen megugrott 1,13-as takarmányozási együttható az előzőeken túl főleg az akkori időben még erősen hiányos takarmányozási tapasztalatainknak tulajdonítható.



35. ábra: Fajlagos takarmány-felhasználás a teljes állományra vonatkozóan 2014-ben szeptember 15-ig

Kistavas termelés esetén a tartási körülmények minimális mértékben szabályozhatók, az események java, a medencés tartással ellentétben nem a szemünk előtt és az irányításunk alatt zajlik. Az öt év során nagy szórást mutató FCR értékeket számos tényező befolyásolja. Az eltéréseket okozhatja a

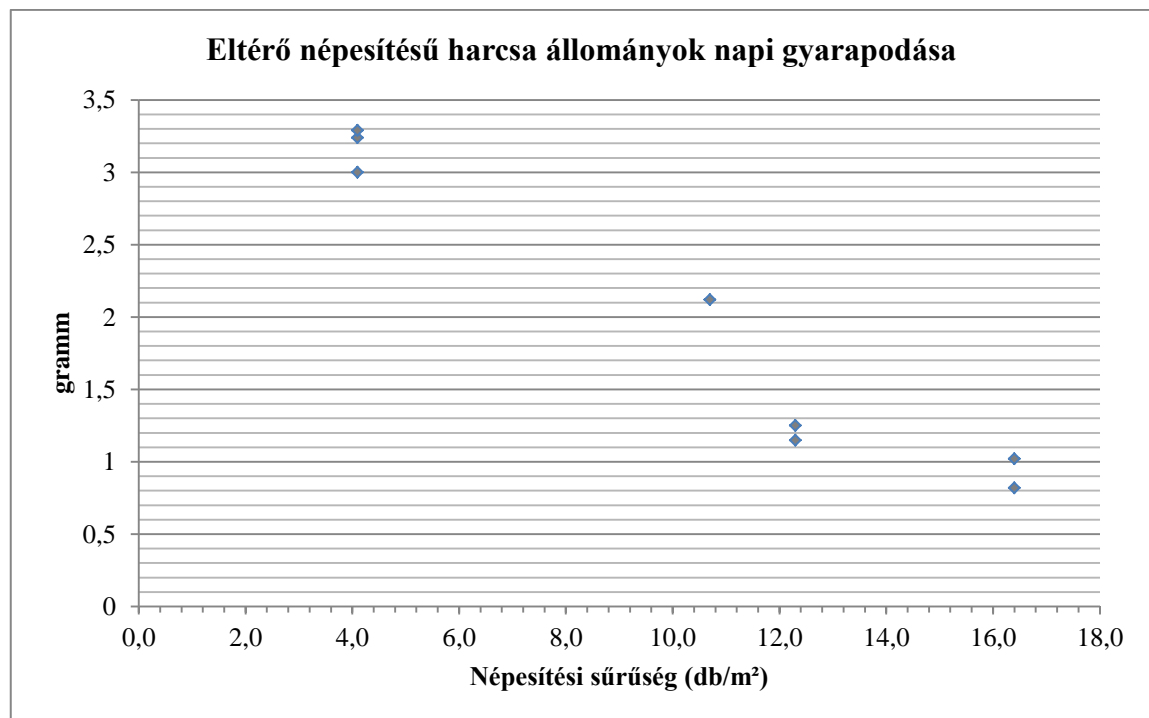
- természetes táplálék rendelkezésreállása
- luxusfogyasztás, vagy elégtelen takarmánymennyiség
- hőmérséklet
- állománysűrűség
- betegség
- kedvezőtlen limnológiai jelenségek.

A takarmányfelvétel ellenőrzése etetőtálcán nem kivitelezhető, mert a harcsa nem szívesen megy a peremes edénybe táplálkozni. Úszótápot nem alkalmazhatunk, mert a nyílt területen a felszínre szoktatott harcsa könnyen a halfogyasztó madarak zsákmányává válik. Ugyanezen okból, a kitettség miatt nem alkalmazható a vizsgált területen önetető, vagy automata etetőkészülék. A halfogyasztó madarak miatt fontos az emberi jelenlét a halastavak közt fekvő területen a takarmányozás idején. Két takarmányozás között az emésztő harcsa a meder alján keres nyugvóhelyet, ahol a zaklatástól bizonyos fokig védve van.

A nevelés közben végzett megfigyelés, hogy a harcsák teletetőiben az I. nevelési szakasz végére eltűnik az addig jelenlévő hanyattúszó poloska fajok (*Notonecta spp.*) és különböző származású békalárvák állománya. Ez a jelenség az azonos időben a teletetőekben nevelt ponty állományoknál nem tapasztalható. Ugyanígy ritkaság a harcsás kistavakban a kínai razbóra jelenléte, pedig a II. szakaszban alkalmazott 1*1 cm-es szembőségű szűrő szándékosan nem akadályozza a bejutását a teletetőbe.

9.3.2. A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra üzemi körülmények között

Egynyaras harcsa kistavas, tápos, monokultúras nevelésével kapcsolatban nem találtam referenciát a népesítési sűrűség és a növekedés összefüggésének vizsgálatára. Megállapítottam, hogy félintenzív nevelésben a ritkább népesítésű harcsaállományok növekedése kedvezőbb a sűrűbben kihelyezett állományokénál (**28. ábra**), tehát a medencés nevelésű, vegyes táplálkozású harcsaállományokhoz hasonlóan reagál a népesítési sűrűség változásaira (Jamroz és mtsai, 2008).



28. ábra: A népesítési sűrűség hatása a napi tömeggyarapodásra

9.3.3. A vízhőmérséklet hatása a napi tömeggyarapodásra kistavas környezetben

A vizsgált időszakban a 2018. év a hőmérséklet szempontjából kiemelkedőnek bizonyult. Június 1-től szeptember 30-ig a telettető tavak napi hőmérsékletéből számított hő-összegek a következők voltak:

- 2014: 2622 °C
- 2015: 2703 °C
- 2016: 2817 °C
- 2017: 2732 °C
- 2018: 3063 °C

A megfigyelt évek során a 2018. évi tenyésztésidőszakban kialakult 25,7 °C-os átlagos vízhőmérséklet áll legközelebb ahhoz a szakirodalmi feldolgozásban legtöbbször említett optimális 28 °C-hoz, amit a szerzők többsége medencés- vagy kádas rendszerekben harcsanevelésre javasol. Megfigyelésem szerint a népesítési sűrűség csökkenésével fokozódik a magasabb hőmérséklet napi súlygyarapodásra gyakorolt pozitív hatása.

9.3.4. Halegészségügyi megfigyelések

A megfigyelések alapján megállapítható, hogy a Dalmand Zrt-nél alkalmazott harcsanevelési módszer legkritikusabb időszaka az I. nevelési szakasz. Az öt év alatt kihelyezett összesen kétmillió lárva 25%-a a tenyésztésidőszak első három hetében teljes telettetőnyi mennyiségekben pusztult el. A további, nem észlelhető elhullás vagy eltűnés java is erre az időszakra tehető, mert a szétosztás utáni időszaktól a kész egynyaras méretig az öt év során a nagy előnevelt állomány 95,7%-a megmaradt. Jellemző hogy az őszi mintákban egyre csökken a kisméretű egyedek aránya, a nagyobb egyedeken viszont észlelhető, hogy „kikönyököl” a has vonalából egy-egy takarmánykiegészítőként elfogyasztott fajtárs. Tapasztalataink szerint az egészségi állapot még elfogadható szinten tartására megfelelő a megelőzőként alkalmazott rendszeres formalinos kezelés, mivel a már kialakult betegségekkel szemben, kistavas méretekben a kezelési lehetőségek igen korlátozottak. Újjonnan felfedezett betegség az európai harcsa történetében a bajusz-szálak kóros elváltozása, ami 2017 őszen jelent meg a dalmandi rendszeren. Az érzékszervet támadó kór megjelenésével és kórokozójának

ismeretlenségével együtt járó aggodalmak súlyát enyhíti, hogy a betegség maga nem okoz elhullást, a harcsabajusz pedig, hőmérséklettől függő ütemben regenerálódik. A betegséget 2018-ban nem észleltük.

9.3.5. A gazdálkodás eredményessége

Az egynyaras intenzív tavi harcsanevelés eredménye a Dalmand Zrt. rendszerén az eddigi években mindig pozitív volt. Az extenzív tavi tartásnál nagyobb sűrűségben nevelt hal, a jónak nem mondható, öt év átlagában számított 22,6%-os megmaradás ellenére, pénzügyi eredmény tekintetében két évben is kimagasló értéket produkált. Amennyiben a vizsgált rendszert tekintjük referenciának, kijelenthető, hogy a kihelyezendő lárva mennyiségén nem éri meg spórolni. Egyrészt mert a harcsalárva értéke (1,5-2 Ft,-/db) a többi költséghez képest elenyésző súlyt képvisel, másrészt, mert a fedezeti pont eléréséhez szükséges egynyaras harcsaállomány mennyisége 3235 kg-tól 4638 kg-ig változott, ezt pedig ilyen körülmények között, kevés lárvából nem lehet előállítani (kiegészítő ábrák a függelékben). A változó költségek halmazában a takarmány kiemelkedő értékű. Érdemes olyan partnerrel szerződni, aki rugalmasan képes kielégíteni igényeinket és nem kényszerülünk előre nagyobb mennyiségű táp megrendelésére.

9.3.6. Egyéb következtetések, javaslatok

A vizsgált rendszeren az egynyaras harcsa tápos neveléssel képes kitermelni tenyésztése költségeit, pozitív eredmény kialakítására is alkalmas. Az intenzív tápos nevelésből származó, más tógazdaságokba és saját részre, extenzív tavakba kihelyezett halak, egy gazdaság kivételével mindenhol jó eredménnyel szerepeltek. Tapasztalatunk szerint a kistavas rendszerben tápon nevelt harcsa nem veszíti el ragadozásra való hajlamát. Ezt több dolog is megerősíti, az őszi állományban megjelenő kannibalizmus, a telelésre egynyaras ponty közé tett egynyaras harcsa ponty fogyasztása (Fotó a Függelékben), valamint saját és más gazdaságok visszafogási adatai (80-90% megmaradás, 0,5-0,8 kg átl. tömeg mellett, ld. Függelék), amit a visszatérő vásárlások is igazolnak. Az egynyaras harcsa kihelyezésénél nagyon fontos figyelembe venni a tó jó lehalászhatósága mellett (a harcsa szívesen marad el a vízeresztés során nagyobb

gödrökben, lyukakban) a gyomhal mennyiségét is, kevés gyomhal mellett nem fog kellő mértékben fejlődni a kihelyezett ragadozó.

Bár egyre többen próbálkoznak vele, véleményem szerint a harcsa piaci méretig tápon történő tovább nevelése jelenleg nem kecsegtet túl nagy haszonnal. Érdemesebb volna a félintenzív körülmények közt nevelt tápos harcsát extenzív tavi kihelyezési alapanyagként használni. Hogy a harcsatermelésben mi számít alapanyagának, arról megoszlanak a vélemények. Számos termelő szerint a harcsatenyésztésben az előnevelt (3-4 cm) halat kell alapanyagként tekinteni, mert általános gyakorlat szerint ezt helyezük ki a termelő tavakba, hogy aztán ősszel egynyaras harcsaként halásszuk le. Ennek az előnevelt halnak a sorsa a vízminőségtől a madárkaron át a kihelyezés struktúrájáig - rengeteg tényezőtől függ, és ehhez mérten a belőle előállított egynyaras harcsa éves termelt mennyiségben is változatos képet ad. Amennyiben képesek vagyunk a harcsaivadék sorsát az őszi szezonzárásig bizonyos mértékben kézben tartani, a nem túl nagy megmaradási ráta ellenére jelentős mennyiségű egynyaras harcsát állíthatunk elő. Ez a méretű hal már sokkal kevésbé kitett a környezet hatásainak, biztosabb alapot szolgáltat a további termeléshez, ezért azt gondolom, hogy az ellenőrzött harcsaivadék nevelést joggal nevezhetjük alapanyag termelésnek. A gyomhalban gazdag extenzív tavakban nagyobb mértékű egynyaras harcsanépesítést végrehajtva a ponty takarmányozási együtthatójának javítása mellett, a kihelyezett harcsa bekerülési értékén túl, további ráfordítás nélkül termelhetünk extra ragadozó halhús hozamot.

10. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon a halászati ágazat jövedelemtermelő képessége csekély. Tógazdaságainkban átlagosan 5 dkg/m³ halhozamot, javarészt pontyot állítunk elő jelentős vadhal mennyiség mellett, mindezt úgy, hogy erősödik a versengés a legfőbb erőforrásért, a vízért, a ponty önköltségi ára pedig gyakran eléri, időnként meg is haladja az értékesítési árat. A 2008-2016 közötti időszak magyar haltermelését tekintve szembeötlő, hogy a fejlesztési pénzek ellenére sem az össztermelésben sem a ragadozó hal termelés hektáronkénti nettó hozamában nem fedezhető fel a növekedés. A magyarországi extenzív halastavak zömében jelenlévő gyomhal mennyiségre sok gazdálkodó károsítónak tekint, holott lehetne ezt ki nem aknázott erőforrásként is látni. Ha ezt az erőforrást kihasználjuk, azzal együtt a tógazdasági haltermelés más erőforrásainak hatékonyságát növeljük. Ebből kiindulva úgy vélem, hogy a hatékonyabb extenzív tógazdálkodáshoz vezető úton a ragadozó halak részarányának növelése a termelési szerkezetben a legfontosabb lépések egyike. Ennek a folyamatnak az elősegítésére jöttek létre a leírt vizsgálatok, melyek nagyobb része valós, üzemi körülmények között (halkeltető, extenzív tó, tavi recirkulációs rendszer) került végrehajtásra.

Sügérrel végzett kísérleteim alapján kijelenthető, hogy a Dél-Dunántúlon, extenzív tóban, pontyos bikultúrában az egy éves sügerek túlnyomó többsége (ikrás 100%, tejes 94,4%) ivaréretté vált.

Egyszerű, olcsó eszközök alkalmazásával sikerült a természetes szaporodási szezonhoz képest több, mint egy hónappal előrehozni a sügér szaporítását, ami tenyésztési időszak meghosszabbodása mellett, egy korai időszakban kedvező áron kínálható lárva állományt is eredményezhet.

Megállapítást nyert, hogy a sügér ivarának kialakulásában is befolyásoló hatással bír a környezet hőmérséklete. Bizonyos hőkezelések során emelkedett a hímek részaránya a csoportokban, és fény derült arra is, hogy a sügér érzékeny fejlődési szakasza, ahol a hőmérséklet az ivar kialakulását befolyásolja a korai, kelés körüli napokra esik.

2015-ben keltetőházi körülmények között a Blecha és mtsai, (2016) által publikált módszertől eltérő folyamat során sikerült triploid süllő lárva előállítását. Flow-

cytometriás mérések során jól megfigyelhető volt a triploid egyedek esetében mért fluoreszcencia tartomány alatti jelentős eseményszám, mely a diploid egyedek esetében nem jelentős mértékű. Hao és mtsai, (2004) közleményével összevetve kijelenthető, hogy az aneuploid állapot aktiválta a programozott sejthalál kaszkád rendszerét.

Öt éve zajló termelési folyamat eseményei során mutattam be az egynyaras harcsa intenzív tavi termelésének sikerét befolyásoló tényezőket. A vizsgált kétszakaszos technológia egyes elemeinek változtatása, változása révén kistavas nevelési környezetben igazoltam a népesítési sűrűség csökkenésének, valamint a magasabb vízhőmérsékletnek a pozitív hatását a növekedésre. Regisztráltuk egy új, harcsánál eddig még nem ismert betegség felbukkanását a tenyészállományban. Vizsgálataim alapján megállapítható, hogy az ismertett halnevelő rendszeren a harcsatermelés jövedelmező tevékenység, annak ellenére, hogy a lárvamennyiséghez viszonyított megmaradás az öt év átlagában csupán 22,6%-ot tett ki. Az extenzív tóra kihelyezett félintenzív rendszerből származó egynyaras harcsa saját adataink alapján jól megállja a helyét mesterséges takarmányozás nélkül is, megfelelő alapanyagként szolgál a halastavi gazdálkodás jövedelmezőségének javításához.

11. TÉZISPONTOK

1. Megállapítottam, hogy Magyarországon, a Dél-Dunántúlon az extenzív tóban, pontyos bikultúrában tartott sügér egy éves korára eléri az ivarérettséget.
2. Beigazolódott, hogy a sügér ivarának kialakulását is befolyásolja a korai fejlődési stádiumban a környezet hőmérséklete. A kelés körüli napokban 26 °C-on kezelt állományokban szignifikánsan magasabb volt a hímek részaránya a kontrollhoz képest.
3. Megállapítást nyert, hogy a termékenyítést követően négy perccel az ikrát 36 °C-os vízfürdőbe téve két perc időtartamra (sokkolás), a második poláros test kilökődésének megakadályozásával triploid süllő állítható elő, ez több pontban is eltér a Blecha és mtsai. (2016) által közölt módszertől. Flow-citometriás vizsgálat igazolta, hogy az az aneuploid állapot az esetek egy részében apoptózist indukált.
4. Megállapítottam, hogy intenzív tavi, nagyüzemi környezetben az egynyaras harcsa növekedésére pozitív hatással van az egyedsűrűség csökkentése. Míg 4,1 db/m² népesítési sűrűség mellett a napi gyarapodás 3-3,29 g között mozgott, addig ez az érték 16,4 db/m² kihelyezés esetében 0,82-1,02 g közé került. Kistavas környezetben is igazolható, hogy a víz napi átlaghőmérsékletének növekedésével nő a napi tömeggyarapodás mértéke. A növekedés 4,1 db/m² népesítési sűrűség esetén 23,2 °C-on 0,93 g/nap, 25,7 °C-on 2,28 g/nap; 8,2 db/m² esetén 21,3 °C-on 0,65 g/nap, 25,7 °C-on 1,37 g/nap; 12,3 db/m² esetén 23,3 °C-on 0,82 g/nap, 25,7 °C-on 1,2 g/nap mértékű volt.
5. Az egynyaras harcsa tavi recirkulációs környezetben történő nevelésének állategészségügyi oldalról történő vizsgálata során új, a harcsánál eddig még nem tapasztalt, a bajusz-szálakat támadó, jelen ideig ismeretlen kórokozójú betegség került regisztrálásra.

12. THESIS POINTS

1. My observations indicate that perch (*Perca fluviatilis*) can reach sexual maturity (both males and females) by the age of one year, in extensive ponds in biculture with carp in South-West Hungary.
2. We have proven that the development of phenotypic sex ratio of the perch is influenced by the ambient temperature. In the groups incubated at 26 °C in the days around hatching the ratio of males were significantly higher than in the control groups.
3. We have found that pike perch (*Sander lucioperca*) eggs kept for 2 minutes at 36 °C temperature 4 minutes post fertilization result triploidy by hindering the extrusion of the second polar body. This differs in some respects from the methods of Blecha et al. (2016). Flow cytometric observation showed that this aneuploidy induced apoptosis in part of the cases.
4. I have ascertained that the reduction of stocking density effects positively the growth of catfish in PE foiled pond. While at 4.1 fish/m² stocking density the daily weight gain ranged was between 3-3.29 g, at 16.4 fish/m² it has dropped down to 0.82-1.02 on the same temperature when fed by pellet to satiation. Our data from small experimental ponds show that daily weight gain increases by the increase of the daily mean temperature.
5. In the course of production, a new disease attacking the barbs of European catfish was described.

13. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki:

Témavezetőmnek, Dr. Bercsényi Miklósnak, hogy sok éven át kifogyhatatlan türelemmel irányította és segítette a munkámat, ösztönözte a dalmandi intenzív-tavi harcsatermelés elindítását.

Dr. Nagy Szabolcsnak és Beliczky Gábornak, akik munkája nélkül a süllőről szóló fejezet nem jöhetett volna létre.

Dr. Orbán Lászlónak, „*A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára*” c. fejezethez nyújtott szakmai tanácsaiért, valamint az angol szöveg kiigazításáért.

A tanszéki halas csoport dolgozóinak, PhD hallgatóinak: Balikó Tímeának, Merth Jánosnak „*A hőkezelés hatása korai fejlődési stádiumban lévő csapó sügér állományok ivararányára*” c. fejezet kísérleteinek operatív munkálataiért, Németh Sándornak és Dr. Horváth Zoltánnak a süllővel végzett halegészségügyi kísérletekért, Dr. Havasi Máténak az értekezés megírásához nyújtott segítségéért.

Dr. Tallerné Barna Piroskának a tanulmányok zökkenőmentes lebonyolításához nyújtott segítségéért.

Faidt Petrának és Bognár Attilának a triploid süllő előállításában végzett munkájukért.

Bojtárné Lukácsik Mónikának, Bozáné Békefi Emesének és Kiss Gabriellának a szakirodalmi feldolgozáshoz nyújtott segítségükért.

Wendler Andreának a német nyelvi lektorálásért.

A Dalmand Zrt. vezetésének, hogy teret, lehetőséget és támogatást adtak az újításokra való törekvésekkel együtt járó vizsgálatok elvégzéséhez, támogatták a harcsanevelés beindítását.

Munkatársamnak, Szentgyörgyvölgyi Ákosnak, aki az intenzív-tavi harcsanevelésben sok éve végzett kitartó és precíz munkájával megalapozta az értekezés létrejöttét.

Felföldi Zoltánnak és Györe Sándornak az alap kutatásokban és a harcsanevelés kezdeti szakaszában végzett munkájukért.

Bakonyi Krisztina Mercédesznek az ökonómiai elemzéshez való segítségnyújtásért.

Kiss Ferencnek, hogy támogatott és tehermentesített a szakmában, amikor csak szükségem volt rá.

Dömötör Gábornak a szerkesztés egységesítéséért.

Opponenseimnek, hogy minden részletre kiterjedő bírálatukkal hozzájárultak a dolgozat jobbá tételéhez.

Feleségemnek, Nagy Viktóriának, aki nélkül a PhD. tanulmányaim befejezetlenek maradtak volna.

14. IRODALOMJEGYZÉK

1. ADAMEK, Z., GRECU, I., METAXA, I., SABARICH, L., BLANCHETON, J. P. (2015) Processing traits of European catfish (*Silurus glanis Linnaeus, 1758*) from outdoor flow-through and indoor recycling aquaculture units. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 38–44.
2. AFC CONSULTING GROUP AG/COFAD GMBH (2017) Perspektiven für die deutsche Aquakultur im internationalen Wettbewerb: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Deutschland
3. ALAVI, S. M. H., RODINA, M., HATEF, A., STEJSKAL, V., POLICAR, T., HAMÁCKOVÁ, J., LINHART, O., (2010) Sperm motility and variations of semen characteristics in *Perca fluviatilis (Teleostei: Percidae)*. *Czech J. Anim. Sci.*, 55, 2010 (4): 174-182.
4. ALIAH, R. S., YAMAOKA, K., INADA, Y., TANIGUCHI, N. (1990) Effects of triploidy on tissue structure of some organs in ayu. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56: 569-575.
5. ALLEN, S. K., JR. THIERY, R. G., HAGSTROM, N. T. (1986) Cytological evaluation of the likelihood that triploid grass carp will reproduce. *Transactions of the American Fisheries Society* 15: 841-848.
6. ALLENDORF, F. W., LEARY, R. F. (1984) Heterozygosity in gynogenetic diploids and triploids estimated by gene-centromere recombination rates. *Aquaculture*, 43: 413-420.
7. ARNASON, J., IMSLAND, A. K., GUSTAVSSON, A., GUNNARSSON, S., ARNARSON, I., REYNISSON, H., JONSSONA, F., SMARADOTTIR H., THORARENSEN, H. (2009) Optimum feed formulation for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus L.*): Minimum protein content in diet for maximum growth. *Aquaculture* 291: 188-191.
8. BALDWIN, N. W., BUSACK, C. A., MEALS, K. O. (1990) Induction of Triploidy in White Crappie by Temperature Shock. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119 (3), 438–444.
9. BARCZA, Z. (2013) In: Klímaváltozás (Szerk: Bartholy J., Pongrácz R.) Eötvös Loránd Tudományegyetem

10. BAROILLER, J. F., D'COTTA, H. (2001). Environment and sex determination in farmed fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, 130(4), 399–409.
11. BÁRSONY, P., PÓCSI, L., SZABÓ, A. (2005) Az ezüstkárász (*Carassius auratus gibelio* Bloch) jelenlétének hatása az egynyaras ponty termelésére. *Agrártudományi közlemények*, 2005/16. különszám: 9-12.
12. BÁRSONY, P., SZÚCS, I. (2006) Az ezüstkárász-fertőzöttség gazdasági hatásai a tógazdasági haltermelésben. *Gazdálkodás*, 50. 5. 38B.
13. BASKA, F., B. BÉKEFI, E., SZIRÁKI, B. (2018) Halegészségügy, halbetegségek. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara
14. BEAUMONT, A., BOUDRY, P., HOARE, K., (2010) Triploids and beyond: why manipulate ploidy? *Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture* (Beaumont, A., P. Boudry, Hoare K. Eds.). p. 145-160. Oxford: Wiley-Blackwell
15. BEKCAN, S., DOGANKAYA, L., CAKIROGULLARI, G. C. (2006) Growth and body composition of european catfish (*Silurus glanis* L.) fed diets containing different percentages of protein. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah* 58 (2), 2006, 137-142.
16. BELICZKY, G., HAVASI, M., NÉMETH, S., BERCSÉNYI, M., GÁL, D. (2013) Environmental load of wels (*Silurus glanis*) fed by feeds of different protein levels. *AAFL Bioflux* 6 (1): 12-17.
17. BENFEY, T. J., DYE, H. M., SOLAR, I. I., DONALDSON, E. M. (1989) The growth and reproductive endocrinology of adult triploid Pacific salmonids. *Fish Physiol. Biochem*, 6: 113-120.
18. BENFEY, T. J., SUTTERLIN, A. M. (1984) The haematology of triploid landlocked Atlantic salmon (*Salmo solar* L.). *Journal of Fish Biology* 24 (3): 333-338.
19. BENFEY, T. J., SUTTERLIN, A. M., THOMPSON, R. J. (1984) Use of Erythrocyte Measurements to Identify Triploid Salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41 (6): 980-984.
20. BENFEY, T. J., SOLAR, I. I., DE JONG, G., DONALDSON, E. M. (1986) Flow-cytometric confirmation of aneuploidy in sperm from triploid rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society* 15: 838-840.

21. BENFEY, T. J., SUTTERLIN, A. M. (1984). Triploidy induced by heat shock and hydrostatic pressure in landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 36 (4), 359–367.
22. BERCSÉNYI, M., MERTH, J., FÖDELMESI, Z., MÜLLER, T. (2001) Süllő, sügér és kősüllő nevelése tápon. Laboratóriumi eredmények. XXV. Halászati tudományos tanácskozás, Szarvas május 16-17. Abstract book p.41.
23. BERNÁTH, G., BOKOR, Z., KÁSA, E., VÁRKONYI, L., HEGYI, Á., KOLLÁR, T., URBÁNYI, B., ZARSKI, D., RADÓCZI, J., HORVÁTH, Á. (2015a) Comparison of two different methods in the cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) sperm. *Cryobiology*, 70 (1), 76–78.
24. BERNÁTH, G., ŽARSKI, D., KREJSZEFF, S., PALIŃSKA-ŽARSKA, K., BOKOR, Z., KRÓL, J., KOLLÁR, T., KUCHARCZYK, D., URBÁNYI, B., HORVÁTH, Á. (2015b) Optimization of conditions for the cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) sperm. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 94–98.
25. BLANCHARD, G., DRUART, X., & KESTEMONT, P. (2005) Lipid content and fatty acid composition of target tissues in wild *Perca fluviatilis* females in relation to hepatic status and gonad maturation. *Journal of Fish Biology*, 66 (1), 73–85.
26. BLECHA, M., FLAJSHANS, M., LEBEDA, I., KRISTAN, J., SVACINA, P., POLICAR, T. (2016) Triploidisation of pikeperch (*Sander lucioperca*), first success. *Aquaculture*, 462, 115–117.
27. BÓDIS, M., KUCSKA, B., MÜLLER, T., BERCSÉNYI, M. (2002) Négy ragadozó hal, a sügér, a süllő, a csuka és a menyhal tápos nevelése. Ágazati tanácskozás a ragadozó halakról. Gödöllő, augusztus 27.
28. BOJTÁRNÉ, L. M., (2012) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés 2011, XVII. évfolyam, 2012.
29. BOJTÁRNÉ, L. M., (2013) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés 2012, XVIII. évfolyam, 2013.
30. BOKOR, Z. (2009) A harcsa (*Silurus glanis*) és a süllő (*Sander lucioperca*) sperma mélyhűthetőségének vizsgálata gyakorlati szempontok alapján. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola Gödöllő

31. BOLLIET, V., ARANDA, A., BOUJARD, T. H. (2001) Demand feeding rhythm in rainbow trout and European catfish synchronisation by photoperiod and feed availability. *Physiology és Behavior*, 73: 625-633.
32. BONNET, S., HAFFRAY, P., BLANC, J.M., VALLEE, F., VAUCHEZ, C., FAURE, A., FAUCONNEAU, B. (1999) Genetic variation in growth parameters until commercial size in diploid and triploid freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and seawater brown trout *Salmo trutta*. *Aquaculture* 173, 359–375.
33. BOUJARD, T. (1995). Diel rhythms of feeding activity in the European catfish (*Silurus glanis*). *Physiology & Behavior*, 58 (4), 641–645.
34. BRAASCH, I., POSTLETHWAIT, J. H. (2012) Polyploidy in Fish and the Teleost Genome Duplication. *Polyploidy and Genome Evolution*, 341–383.
35. BRAMICK, U., PUCKHABER, B., LANGHOLZ, H. J. HORSTGENSCHWARK, G. (1995) Testing of triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*) under tropical pond conditions. *Aquaculture* 137, 343–353.
36. CECCUZZI, P., TEROVA, G., BRAMBILLA, F., ANTONINI, M., SAROGLIA, M. (2011). Growth, diet, and reproduction of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. in Lake Varese, northwestern Italy. *Fisheries Science*, 77(4), 533–545.
37. CHANG, S. L., CHANG, C. F. LIAO, I. C. (1993) Comparative study on the growth and gonadal development of diploid and triploid tilapia (*Oreochromis aureus*). *J. Taiwan Fish. Res.* 1 (1), 43–49.
38. CHATTORAJ, A., SETH, M., BASU, A., SHRIVASTAV, T. G., PORTA, S., MAITRA, S. K. (2009). Temporal relationship between the circulating profiles of melatonin and ovarian steroids under natural photo-thermal conditions in an annual reproductive cycle in carp (*Catla catla*). *Biological Rhythm Research*, 40(4), 347–359.
39. CHEVASSUS, B., GUYOMARD, R., CHOURROUT D., QUILLET, E. (1983) Production of viable hybrids in salmonids by triploidization. *Génétique sélection évolution*, INRA Editions, 15 (4), pp. 519-532.
40. CONOVER, D.O., KYNARD, B.E. (1981) Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. *Science*, 213:577–579.

41. CONOVER, D.O. (2004) Temperature-dependent sex determination in fishes. Temperature-Dependent Sex Determination in Vertebrates. Edited by Valenzuela N, Lance V. Washington DC: Smithsonian Books; 11–20.
42. COWEY, C. B., LUQUET, P. (1983) Physiological basis of protein requirement of fishes. Critical analysis of allowances. Protein Metabolism and Nutrition (Arnal, M., Pion, R., Bonin, D. Eds.), INRA, Paris vol 1. 365-384.
43. CRAIG, J. F. (1974) Population dynamics of perch (*Perca fluviatilis* L.). Slapton Ley, Devon. Freshwater Biology, 4 (5), 417–431.
44. CRAIG, J. F. (2000) Percid Fishes – Systematics, Ecology and Exploitation, Blackwell Science Ltd. Oxford
45. CRANE, P., MILLER, G., SEEB, J., SHEEHAN, R. (1991) Growth performance of diploid and triploid perch at the onset of sexual maturation. 53rd Midwest Fish and Wildlife Conference, Des Moines, Iowa, November 30 – December 4.
46. CREN, E. D. L. (1958). Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. The Journal of Animal Ecology, 27(2), 287.
47. CZESNY, S., GARCIA-ABIADO, M. A., DABROWSKI, K., BAIER, P., ZALEWSKI, M. (2002) Comparison of Foraging Performance of Diploid and Triploid Saugeyes (Sauger × Walleye). Transactions of the American Fisheries Society 131 (5): 980-985.
48. CSABA, GY., LÁNG, M., GONDA, E. (2008) A ragadozó halak betegségei természetes viszonyok és intenzív körülmények között. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas
49. D’COTTA, H., FOSTIER, A., GUIGUEN, Y., GOVOROUN, M., BAROILLER, JF. (2001) Aromatase plays a key role during normal and temperature-induced sex differentiation of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Mol. Reprod. Dev. 59, 265-276.
50. DABROWSKI, K., CIERESZKO, A., RAMSEYER, L., CULVER, D., KESTEMONT, P. (1994) Effects of hormonal treatment on induced spermatation and ovulation in the yellow perch (*Perca flavescens*). - Aquaculture 120: 171-180.
51. DAMJANOVICH, S., FIDY, J., SZÖLLÖSI, J. (SZERK.) (2007) Orvosi biofizika Medicina Kiadó Zrt.

52. DARZYNKIEWICZ, Z., HALICKA, H.D., ZHAO, H. (2010) Analysis of cellular DNA content by flow and laser scanning cytometry. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 676, 137-147.
53. DAVIES, W. I. L., ZHENG, L., HUGHES, S., TAMAI, T. K., TURTON, M., HALFORD, S., FOSTER, R.G., WHITMORE, D., HANKINS, M. W. (2011) Functional diversity of melanopsins and their global expression in the teleost retina. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 68 (24), 4115–4132.
54. DEMETER, K. (2015) Egynyaras harcsa nevelésének tapasztalatai a Dalmand Zrt-nél. „Legyen Magyarország a harcsatenyésztés európai központja” Földművelésügyi Minisztérium Halászati szakmai nap, 2015. november 09.
55. DEMETER, K., FELFÖLDI, Z. (2015) Egynyaras Harcsa intenzív nevelésének tapasztalatai a Dalmand Zrt-nél. V. Gödöllői Halászati-Horgászati Szakember találkozó 2015. 02. 05-06.
56. DESMARAIS, J. A., HOFFMANN, M. J., BINGHAM, G., GAGOU, M. E., MEUTH, M., ANDREWS, P. W. (2012) Human embryonic stem cells fail to activate CHK1 and commit to apoptosis in response to DNA replication stress. *Stem Cells* 30, 1385–1393.
57. DEVLIN, R. H., NAGAHAMA, Y. (2002) Sex determination and sex differentiation in fish. *Aquaculture*. 208 (3-4): 191–364.
58. DÍAZ, N. M., MORERA, L. P., GUIDO, M. E. (2015) Melanopsin and the Non-visual Photochemistry in the Inner Retina of Vertebrates. *Photochemistry and Photobiology*, 92 (1), 29–44.
59. DUBRAVIUS, J. (1596) / LENGYEL, P. FORD. (2016) *De piscinis et piscium, qui in illis aurtur, naturis, libriquinque, út doctissimi*. P. Kaufmann Nürnberg / Agroinform Kiadó Budapest
60. ECHELLE, A. A., ECHELLE, A. F., DEBAULT, L. E., DURHAM, D. W. (1988) Ploidy levels in silverside fishes (*Aterinidae*, *Menidia*) on the Texas coast: Flow-cytometric analysis of the occurrence of allotriploidy. *Journal of Fish Biology* 32: 835-844.
61. EUROFISH INTERNATIONAL ORGANISATION (2017) *Market Prospects for Aquaculture Species*
62. EWING, R., SCALET, C. G. (1991) Flow Cytometric Identification of Larval Triploid Walleyes. *The Progressive Fish-Culturist* 53: 177-180.

63. FAO. (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
64. FALAHATKAR, B., EFATPANAHA, I., KESTEMONT, P. (2017) Pikeperch (*Sander lucioperca*) production in the south part of the Caspian Sea: technical notes. *Aquaculture International*, 26 (1), 391–401.
65. FALCÓN, J., MIGAUD, H., MUÑOZ-CUETO, J. A., CARRILLO, M. (2010) Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165 (3), 469–482.
66. FEAP SECRETARIAT (2017) FEAP Production Report 2008-2016
67. FERGUSON-SMITH, M., (2007) The evolution of sex chromosomes and sex determination in vertebrates and the key role of DMRT1. *Sexual Development* 1, 2-11.
68. FETHERMAN E. R., LEPAK J. M., BROWN B. L., HARRIS D. J. (2015) Optimizing time of initiation for triploid walleye production using pressure shock treatment. *North American Journal of Aquaculture* 77 (4) 471-477.
69. FIGUEIRIDO, B., JANIS, C. M., PÉREZ-CLAROS, J. A., RENZI, M. D., PALMQVIST, P. (2011) Cenozoic climate change influences mammalian evolutionary dynamics. *PNAS*, Vol. 109 (3) pp: 722-727.
70. FILIPIAK J., TRZEBIATOWSKI R., SADOWSKI J. (1993) The effects of different protein levels on feed utilization and body composition of wels (*Silurus glanis L.*) cage reared in cooling water. *Sci Pap Agricult Univ Szczecin* 156: 43-54.
71. FILIPIAK, J., SADOWSKI, J., TRZEBIATOWSKI, R. (1997) Comparative analysis of results of using different food rations in juvenile wels (*Siluris glanis*) culture. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 27 (1), 41-51.
72. FISHSTAT DATABASE (2018) FAO Fisheries and Aquaculture Department
73. FISHSTAT, J. (2018) FAO Global Fishery an Aquaculture Production Statistics
74. FLAJŠHANS M. (1997) A model approach to distinguish diploid and triploid fish by means of computer-assisted image analysis. *Acta Veterinaria Brno* 66: 101-110.
75. FLAJŠHANS, M., PŠENIČKA, M., RODINA, M., TĚŠITEL J. (2011) Image cytometric measurements of diploid, triploid and tetraploid fish erythrocytes in blood smears reflect the true dimensions of live cells. *Cell Biol. Int.*, 35: 67-71.

76. FLORCZYK, K., MAZURKIEWICZ, J., PRZYBYLSKA, K., ULIKOWSKI, D., SZCZEPKOWSKI, M., ANDRZEJEWSKI, W., GOLSKI, J. (2013) Growth performance, feed intake and morphology of juvenile European catfish (*Silurus glanis* L.), fed diets containing different protein and lipid levels. *Aquaculture International*, 22 (1), 205–214.
77. FONTAINE, P., GARDEUR, J. N., KESTEMONT, P., GEORGES, A. (1997) Influence of feeding level on growth, intraspecific weight variability and sexual growth dimorphism of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) reared in a recirculation system. *Aquaculture*, 157 (1-2), 1–9.
78. FONTAINE, P. (2018) Az európai édesvízi akvakultúra fajkészletének sokszínűsítése és bővítése: a sügérfélékben rejlő lehetőségek. VIII. Gödöllői Halászati-Horgászati Szakember Találkozó, 2018. 02. 01-02.
79. FONTAINE, P. (2008): Preface Percid Fish Culture From Research to Production. (Ed.: Fontaine P., Kestemont P., Teletchea F., Wang N.) Namur 23-24 January 2008.
80. FONYÓ, A. (2011) Az orvosi élettan tankönyve, Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest
81. FRASER, T. W. K., FJELLDAL, P. G., HANSEN, T., MAYER, I. (2012) Welfare Considerations of Triploid Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 20 (4), 192–211.
82. FU, S-J., CAO, Z-D. (2006) Effect of dietary protein and lipid levels on feed intake and growth performance of southern catfish (*Silurus meridionalis*). *Chen. Aquacult Res* 37: 107–110.
83. GÁL, D., SZABÓ, P., PEKÁR, F., VÁRADI, L. (2003) Experiments on the nutrient removal and retention of a pond recirculation system. *Hydrobiologia*, 506-509 (1-3), 767–772.
84. GALBREATH, P.F., THORGAARD, G.H. (1995) Salt-water performance of all female triploid Atlantic salmon. *Aquaculture* 138, 77–85.
85. GAO, Z., WANG, H.-P., RAPP, D., O'BRYANT, P., WALLAT, G., WANG, W., YAO, H., TIU L., MC' DONALD, R. (2009). Gonadal sex differentiation in the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*) and its relation to fish size and age. *Aquaculture*, 294(1-2), 138–146.

86. GARCIA-ABIADO, M. A. R., DABROWSKI, K., CHRISTENSEN, J. E., CZESNY, S., BAIER, P. (1999) Use of erythrocyte measurements to identify triploid saugeyes. *North American Journal of Aquaculture* 61 (4): 319-325.
87. GARCIA-ABIADO, M. A. R., LYNCH, W. E. JR., DABROWSKI, K., CZESNY, S., RINCHARD, J., STAFFORD, J. (2002) Juvenile growth and survival of heat-shocked triploid hybrid saugeyes, (*Stizostedion vitreum* × *S. canadense*). *Fisheries Management and Ecology* 9 (2): 105-110.
88. GARCIA-ABIADO, M. A. R., LYNCH, W. E. JR., DABROWSKI, K., HARTMAN, T. (2001) Use of thermal and pressure shocks to induce triploid hybrid saugeyes. *North American Journal of Aquaculture* 63 (2): 83-91.
89. GARCIA-ABIADO, M. A., PENN, M., DABROWSKI, K., STAFFORD, J. (2007) Evaluation of two commercially available pressure chambers to induce triploidy in saugeyes. *North American Journal of Aquaculture* 69 (2): 197-201.
90. GASSET E., ROTUREAU A., SABARICH L., BLANCHETON J. P. (2002) Bilan de la deuxième période d'élevage du Silure Glane (*Silurus glanis*) en condition tropicale et en circuit recyclé. (Collaboration Ifremer Palavas / Les viviers de la Castillonne). <http://archimer.ifremer.fr/doc/00119/23019/20850.pdf>
91. GE, C., YE, J., WEBER, C., SUN, W., ZHANG, H., ZHOU, Y., CAI, C., QIAN, G., CAPEL, B. (2018) The histone demethylase KDM6B regulates temperature-dependent sex determination in a turtle species. *Science*, 360 (6389), 645–648.
92. GE, C., YE, J., ZHANG, H., ZHANG, Y., SUN, W., SANG, Y., CAPEL, B., QIAN, G. (2017) Dmrt1 induces the male pathway in a turtle species with temperature-dependent sex determination. *Development*, 144 (12), 2222–2233.
93. GODDARD, K. A., DAWLEY, R.M. (1990) Clonal inheritance of a diploid nuclear genome by a hybrid freshwater minnows (*Phoxinus eos-neogaeus*, Pisces: *Cyprinidae*). *Evolution* 44: 1052-1065.
94. GOOD, C., WEBER, G. M., MAY, T., DAVIDSON, J., SUMMERFELT, S. (2015). Reduced photoperiod (18 h light vs. 24 h light) during first-year rearing associated with increased early male maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) cultured in a freshwater recirculation aquaculture system. *Aquaculture Research*, 47 (9), 3023–3027.

95. HALLIER, A., CHEVALLIER, S., SEROT, T., PROST, C. (2007) Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) flesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (5), 814–823.
96. HANCZ, CS. (2007) Haltenyésztés egyetemi jegyzet. Kaposvári Egyetem
97. HAO, Y., LAI, L., MAO, J., IM, G.S., BONK, A., PRATHER, R.S. (2004) Apoptosis in parthenogenetic preimplantation porcine embryos. *Biology of Reproduction* 70, 1644-1649.
98. HARKA, Á., SALLAI, Z. (2004) Magyarország Halfaunája. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas
99. HAS-SCHON, E., BOGUT, I., KRALIK, D., VUKOVIC, B. (2004). Mutual influence of protein and lipid feed content on European catfish (*Silurus glanis*) growth. *Journal of Applied Ichthyology*, 20 (2), 92–98.
100. HAVASI, M. (2014) A harcsa (*Silurus glanis*) növényi fehérje alapú takarmányozásának megalapozása intenzív rendszerben. Doktori Értekezés, Pannon Egyetem Georgikon Kar Állat- és Agrárkörnyezet-Tudományi Doktori Iskola Keszthely
101. HAVASI M., OLÁH T., FELFÖLDI Z., NAGY SZ., BERCSÉNYI M. (2013) Passing times of two types of feeds in wels (*Silurus glanis*) at three different temperatures. *Aquaculture International* 21: 861-867.
102. HAWKES, L. A., BRODERICK, A. C., GODFREY, M. H., GODLEY, B. J. (2007) Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change Biology*, 13 (5), 923–932.
103. HAYASHI, Y., KOBIRA, H., YAMAGUCHI, T., SHIRAISHI, E., YAZAWA, T., HIRAI, T., KAMEI, Y., KITANO, T. (2010) High temperature causes masculinization of genetically female medaka by elevation of cortisol. *Molecular Reproduction and Development*, 77 (8), 679–686.
104. HEIBO, E. (2003) Life-history Variation and Age at Maturity in Eurasian Perch (*Perca fluviatilis L.*). PhD Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Aquaculture Umeå
105. HEIBO, E., MAGNHAGEN, C. (2005) Variation in age and size at maturity in perch (*Perca fluviatilisL.*), compared across lakes with different predation risk. *Ecology of Freshwater Fish*, 14 (4), 344–351.
106. HILGE, V. (1985). The influence of temperature on the growth of the European catfish (*Silurus glanis L.*). *Journal of Applied Ichthyology*, 1 (1), 27–31.

107. HOLMGREN, K. (2003) Omitted spawning in compensatory-growing perch. *Journal of Fish Biology*, 62 (4), 918–927.
108. HORVÁTH, L., CSORBAI, B. (2004) Ígéretes tapasztalatok a darakór elleni védekezésben. *Halászat*, 97/(4): 158-160.
109. HORVÁTH, L., CSORBAI, B., URBÁNYI, B., (2007) A tájidegen gyomhalak visszaszorítása őshonos ragadozó halfajokkal. 1-5. o., SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet Halgazdálkodási Tanszék Gödöllő
110. HORVÁTH, L., MAGYARY, I., (2007) Haltenyésztés, egyetemi jegyzet (Szerk.: Hancz, Cs.) Kaposvár: 103-107.
111. HORVÁTH, L., URBÁNYI, B., HORVÁTH, Á., (2011) A harcsa (*Silurus glanis*) biológiája és tenyésztése. Sztárstúdió Bt. Gödöllő
112. HORVÁTH, Z., IFJ., HORVÁTH, Z. (2012) Termelői infláció a halászatban. *Halászatfejlesztés 34 – Fisheries & Aquaculture Development* 96-105.
113. HRYSZKO, K., LIRSKI, A., MYSZKOWSKI, L., WOLNICKI, J. (2018) Niezależne sprawozdanie z obrotu ryb i skorupiaków krajowej akwakultury – ocena dobrych, zrównoważonych perspektyw rynkowych. Instytut Rybactwa Śródlądowego Im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie
114. HUSSAIN, M. G., RAO, G. P. S., HUMAYUN, N. M., RANDALL, C. F., PENMAN, D. J., KIME, D., BROMAGE, N. R., MYERS, J. M., MCANDREW, B. J. (1995) Comparative performance of growth, biochemical composition and endocrine profiles in diploid and triploid tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 138, 87–95.
115. IVANCSÓNÉ, H. ZS., KÖMIVES, CS. (2018) A hal a magyarok táplálkozásában: múlt, jelen, jövő. *Halászat Tudomány*, Vol. 4/1. (2018) pp. 22-28.
116. JAMET, J.-L., DESMOLLES, F. (1994) Growth, Reproduction and Condition of Roach (*Rutilus rutilus* L.), Perch (*Perca fluviatilis*, L.) and Ruffe (*Gymnocephalus cernuus* L.) in Eutrophic Lake Aydat (France). *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie*, 79 (2), 305–322.
117. JAMRÓZ, M., KUCHARCZYK, D., KUJAWA, R., MAMCARZ, A. (2008) Effect of stocking density and three various diets on growth and survival of european catfish (*Silurus glanis* L.) larvae under intensive rearing condition. *Pol. J. Natur. Sc.*, Vol. 23 (4): 850–857.

118. JANKOWSKA, B., ZAKĘŚ, Z., ŻMIJEWSKI, T., ULIKOWSKI, D., KOWALSKA, A. (2006) Slaughter value and flesh characteristics of European catfish (*Silurus glanis*) fed natural and formulated feed under different rearing conditions. *European Food Research and Technology*, 224 (4), 453–459.
119. JELLYMAN, D. J. (1980) Age, growth, and reproduction of perch, (*Perca fluviatilis*), in Lake Pounui. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 14:4, 391-400.
120. JOHNSON, O.W., RABINOVITCH, P.S., UTTER, F.M. (1984) Comparison of the reliability of a Coulter Counter with a flow cytometer in determining ploidy levels in Pacific salmon. *Aquaculture* 43: 99-103.
121. JOHNSTON I. A., STRUGNELL G., MCCRACKEN M. L., JOHNSTONE R. (1999) Muscle growth and development in normal-sex-ratio and all-female diploid and triploid Atlantic salmon. *J. Exp. Zool.*, 202: 1991-2016.
122. JOURDAN, S., FONTAINE, P., BOUJARD, T., VANDELOISE, E., GARDEUR, J. N., ANTHOUARD, M., KESTEMONT, P., (2000) Influence of daylength on growth, heterogeneity, gonad development, sexual steroid and thyroid levels, and N and P budgets in *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* 186: 253-265.
123. KAYES, T. B., CALBERT, H. E. (1979) Effects of photoperiod and temperature on the spawning of yellow perch (*Perca flavescens*). *Proceedings of the World Mariculture Society* 10: 307-316.
124. KEPENYES, J., BERCSÉNYI, M., DANKÓ, I. (1983) Intenzív harcsanevelő rendszer vizsgálata. VIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, HAKI, p. 9.
125. KERBY, J. H., EVERSON, J. M., HARRELL, R. M., STARLING, C. C., RAVELS, H., GEIGER, J. G. (1995) Growth and survival comparisons between diploid and triploid sunshine bass. *Aquaculture* 137: 355–358.
126. KIM, D. S., JO, Y. Y., LEE, T. Y. (1994) Induction of triploidy in mud loach (*Misgurnus mizolepis*) and its effect on gonad development and growth. *Aquaculture* 120: 263–270.
127. KIRCZUK, L., DOMAGAŁA, J., PILECKA-RAPACZ, M. (2015) Annual Developmental Cycle of Gonads of European Perch Females (*Perca fluviatilis* L.) from Natural Sites and a Canal Carrying Post-cooling Water from the Dolna Odra Power Plant (NW Poland). *Folia Biologica*, 63 (2), 85–93.

128. KISS, G. (2015) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés, 2014, XX. évfolyam, 2015.
129. KISS, G. (2016) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés, 2015, XXI. évfolyam, 2016.
130. KISS, G. (2017) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés, 2016, XX. évfolyam, 2017.
131. KISS, G. (2018a) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés, 2006–2017. XXIII. évfolyam, 2018.
132. KISS, G. (2018b) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés, 2017. XXIII. évfolyam, 2018.
133. KISS, I., HORVÁTH, L. (1978) Kísérletek harcsa kistavi környezetben történő előnevelésére. Halászat 1978/6:167-171.
134. KOURIL, J., LINHART, O., REIOT, P. (1997) Induced spawning of perch by means of a GnRH analogue. Aquaculture International 5: 375-377.
135. KOUŘIL, J., REGENDA, J., ŠACHLOVÁ H. (2013) The Excursion to Fish Farms, University of South Bohemia in Ceske Budejovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters: <http://webserver.frov.jcu.cz/en/zpravy-ze-zahranicnich-cest/the-excursion-to-fish-farms>
136. KOURIL, J., STEJSKAL, V. (2010) Intensive rearing of Eurasian perch (*Perca fluviatilis L.*). Nemzetközi ragadozó hal-tenyésztési workshop, Szarvas
137. KOVÁCS, GY., WÉBER, CS., BOGÁR, K., FAZEKAS, GY., BELICZKY, G., HAVASI, M. (2018) Háromfázisú szürkeharcsa (*Silurus glanis*) nevelés recirkulációs rendszerben? Halászat 111/3: 98-102.
138. KRASZNAI, Z., KOVÁCS, GY., OLÁH, J. (1980) Technological basis of the intensive sheatfish (*Silurus glanis L.*) culture. Aquacultura Hungarica II.: 147-153.
139. KRASZNAI, Z., MARIÁN, T. (1986) Shock-induced triploidy and its effect on growth and gonad development of the European catfish (*Silurus glanis L.*). Journal of Fish Biology 29 (5): 519-527.
140. KRISFALUSI, M., CLOUD, J. G. (1999) Gonadal sex reversal in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Exp. Biol., 284: 466-472.
141. KROL, J., GLOGOWSKI, J., DEMSKA-ZAKES, K., HLIWA, P. (2006) Quality of semen and histological analysis of testes in Eurasian perch (*Perca fluviatilis L.*) during a spawning period. Czech J. Anim. Sci., 51, (5): 220–226.

142. KUCHARCZYK, D., KUJAWA, R., MAMCARZ, A., SKRZYPCZAK, A., WYSZOMIRSKA, E. (1998) - Induced spawning in perch (*Perca fluviatilis L.*) using FSH+LH with pimozide or metoclopramide. *Aquaculture Research* 29: 131-136.
143. KUCHARCZYK, D., MAMCARZ, A., KUJAWA, R., WYSZOMIRSKA, E., SKRZYPCZAK, A. (2000) Spontaneous and artificial spawning of perch (*Perca fluviatilis L.*) as studied on individuals collected from two populations. *Folia Univ. Agric. Stetin. 214 Piscaria* (27): 135-146.
144. KUCHARCZYK, D., SZCZERBOWSKI, A., ŁUCZYŃSKI, M.J., KUJAWA, R., MAMCARZ, A., WYSZOMIRSKA, E., SZABÓ, T., RATAJSKI, S. (2001) Artificial spawning of Eurasian perch, (*Perca fluviatilis L.*) using Ovopel. *Arch. Pol. Fish.* 9: 39-49.
145. KUMAR, S., SÁNDOR ZS, J., NAGY, Z., FAZEKAS, G., HAVASI, M., SINHA, A. K., DE BOECK G., GÁL, D. (2017) Potential of processed animal protein versus soybean meal to replace fish meal in practical diets for European catfish (*Silurus glanis*): growth response and liver gene expression. *Aquaculture Nutrition*, 23 (5), 1179–1189.
146. LAHNSTEINER, F. (2011) Spermatozoa of the teleost fish *Perca fluviatilis* (perch) have the ability to swim for more than two hours in saline solutions. *Aquaculture*, 314 (1-4): 221–224.
147. LAMATSCH, D. K., STEINLEIN, C., SCHMID, M., SCHARTL, M. (2000) Noninvasive determination of genome size and ploidy level in fishes by flow cytometry: detection of triploid *Poecilia formosa*. *Cytometry* 39: 91–95.
148. LANG, C. (1987) Mortality of perch (*Perca fluviatilis L.*), estimated from the size and abundance of egg strands. *Journal of Fish Biology*, 31 (5), 715–720.
149. LEARY, R. F., ALLENDORF, F. W., KNUDSEN, K. L., THORGAARD, G. H. (1985) Heterozygosity and developmental stability in gynogenetic diploid and triploid rainbow trout. *Heredity*, 54: 219-11 225.
150. LECOMMANDEUR, D., HAFFRAY, P., PHILIPPE, L. (1994) Rapid flow cytometry method for ploidy determination in salmonid eggs. *Aquaculture and Fisheries Management* 25, 345-350.
151. LEE, C. H., PARK, Y. J., LEE, Y.D. (2017) Effects of Photoperiod Manipulation on Gonadal Activity of the Damsel fish (*Chromis notata*) *Development and Reproduction* 2017; 21 (2): 223-228.

152. LENGYEL, P., UDVARI, ZS. (2015) Az európai haltermelés és halpiac, valamint kapcsolatuk a világ haltermelőivel és piacaival. "Legyen Magyarország a harcsatenyésztés európai központja" Földművelésügyi Minisztérium Horgászati- és Halgazdálkodási Főosztály
153. LÉVAI, F., BERCSÉNYI, M. (2012) Miért volna jó a magyar harcsaipar megteremtése? Halászat 105: 3 6-7.
154. LIEW, W. CH., ORBÁN, L. (2014) Zebrafish sex: a complicated affair. Briefings in Functional Genomics 13 (2): 172-187.
155. LINCOLN, R. F., SCOTT, A. P. (1984) Sexual maturation in triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri Richardson*). Journal of Fish Biology 25 (4): 385-392.
156. LINDEROTH, M., HANSSON, T., LIEWENBORG, B., SUNDBERG, H., NOAKSSON, E., HANSON, M., ZEBÜHR, Y., BALK, L. (2006) Basic physiological biomarkers in adult female perch (*Perca fluviatilis*) in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient (Sweden). Marine Pollution Bulletin, 53 (8-9), 437–450.
157. LINHART, O., ŠTĚCH, L., ŠVARC, J., RODINA, M., AUDEBERT, J. P., GRECU, J., BILLARD, R. (2002) The culture of the European catfish (*Silurus glanis*), in the Czech Republic and in France. Aquat. Living. Resour. 15:139-144.
158. LINHART, O., FLAJSHANS, M., KVASNIEKA, P. (1991) Induced triploidy in the common carp (*Cyprinus carpio L.*): a comparison of two methods. Aquatic Living Resources, 4 (3), 139–145.
159. LITKEI, J. (1990) Kísérletek a lesőharcsa (*Silurus glanis L.*) kannibalizmusának visszaszorítására, medencés utónevelés esetén. Halászat XXXVI. (83.) 1990/6: 163-164.
160. MAGERHANS, A., MÜLLER-BELECKE, A., HÖRSTGEN-SCHWARK, G. (2009). Effect of rearing temperatures post hatching on sex ratios of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. Aquaculture, 294(1-2): 25–29.
161. MAHAL (MAGYAR HALTERMELŐK ÉS HALÁSZATI VÍZTERÜLET-HASZNOSÍTÓK SZÖVETSÉGE) (2017) Jelentés a szervezet működésének 2016. évi eredményeiről
162. MAITRA, S. K., CHATTORAJ, A., MUKHERJEE, S., MONIRUZZAMAN, M. (2013) Melatonin: A potent candidate in the regulation of fish oocyte growth and maturation. General and Comparative Endocrinology, 181, 215–222.

163. MAKINO, S., OZIMA, Y. (1943) Formation of the diploid egg nucleus due to suppression of the second maturation division, induced by refrigeration of eggs of the carp (*Cyprinus carpio*). *Cytologia*, Tokyo,13, 55–60.
164. MALISON, J. A., GARCIA-ABIADO, M. A. R. (1996) Sex control and ploidy manipulations in yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum*). *Journal of Applied Ichthyology* 12 (3-4): 189-194.
165. MALISON, J.A., HELD, J.A., WEIL, L. S., KAYES, T.B., THORGAARD, G. H. (2001) Manipulation of Ploidy in Walleyes by Heat Shock and Hydrostatic Pressure Shock. *North American Journal of Aquaculture* 63 (1): 17-24.
166. MALISON, J.A., KAYES, T.B., HELD, J.A., AMUNDSON, C.H. (1990) Comparative survival, growth, and reproductive development of juvenile walleye and sauger and their hybrids reared under intensive culture conditions. *The Progressive Fish Culturist*. 52(2): 73-82.
167. MALISON, J. A., KAYES, T. B., HELD, J. A., BARRY, T. P., AMUNDSON, C. H. (1993a) Manipulation of ploidy in yellow perch (*Perca flavescens*) by heat shock, hydrostatic pressure shock, and spermatozoa inactivation. *Aquaculture* 110 (3-4): 229-242.
168. MALISON, J.A., PROCARIONE, L. S., HELD, J.A., KAYES, T.B., AMUNDSON, C.H. (1993b) The influence of triploidy and heat and hydrostatic pressure shocks on the growth and reproductive development of juvenile yellow perch (*Perca flavescens*). *Aquaculture* 116 (2-3): 121-133.
169. MANICKAM, P. (1991). Triploidy induced by cold shock in the Asian catfish, (*Clarias batrachus L.*). *Aquaculture*, 94 (4): 377–379.
170. MAREŠ, J., WOGNAROVA, S., SPURNY, P. (2003) Evaluation of production efficiency of selected feed mixes at intensive culture of European wels (*Silurus glanis L.*). *Acta Sci Pol Piscaria* 2 (1): 183–194.
171. MARSHALL, D., (2004) General effects of temperature on animal biology. In *Temperature-Dependent Sex Determination in Vertebrates*. (Edited by Valenzuela N, Lance V.) Washington DC: Smithsonian Books; 2004:71–78.
172. MATSON, C. K., MURPHY, M. W., SARVER, A. L., GRISWOLD, M. D., BARDWELL, V. J., ZARKOWER, D. (2011) Dmrt1 prevents female reprogramming in the postnatal mammalian testis. *Nature*, 476 (7358), 101–104.
173. MATSUMOTO, Y., HANNIGAN, B., CREWS, D. (2016) Temperature Shift Alters DNA Methylation and Histone Modification Patterns in Gonadal

- Aromatase (cyp19a1). Gene in Species with Temperature-Dependent Sex Determination. PLOS ONE, 11 (11), e0167362.
174. MC'GEACHY, S. A., BENFEY, T. J., FRIARS, G. W., (1995) Freshwater performance of triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) in New Brunswick aquaculture. Aquaculture 137: 333–341.
 175. MEDINÁNÉ, L. V., (2014) AKI, Statisztikai jelentések: Lehalászás jelentés 2013, XIX. évfolyam, 2014.
 176. MIGAUD, H., FONTAINE, P., KESTEMONT, P., WANG, N., BRUN-BELLUT, J. (2004) Influence of photoperiod on the onset of gonadogenesis in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Aquaculture 241, 561– 574.
 177. MIGAUD, H., FONTAINE, P., SULISTYO, I., KESTEMONT, P., GARDEUR, J.N. (2002) Induction of out-of-season spawning in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Effects of cooling and chilling periods on female gametogenesis and spawning. Aquaculture 205: 253–267.
 178. MIGAUD, H., GARDEUR, J. N., FORDOXCEL, L., FONTAINE, P., BRUN-BELLUT, J. (2001) Influence of the spawning time during the reproductive period on the larval quality of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) larvi. 3 September-6 September 2001, Ghent, Belgium, E.A.S. Spe. Pub., vol. 30, pp. 371– 374.
 179. MILLA, S., MANDIKI, S. N. M., HUBERMONT, P., ROUGEOT, C., MÉLARD, C., KESTEMONT, P. (2009) Ovarian steroidogenesis inhibition by constant photothermal conditions is caused by a lack of gonadotropin stimulation in Eurasian perch. General and Comparative Endocrinology, 163 (3), 242–250.
 180. MOLNÁR, GY., TÖLG, I. (1962) Experimente mit Welse (*Silurus glanis L.*) zur Feststellung des Zusammenhanges der Temperatur und der Zeitdauer der Magenverdauung. Annales Instituti Biologici (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum 1962: 107-115.
 181. MOLNÁR, K. (1968) Die Wurmkrankheit (*Ancylodiscoidose*) des Welses (*Silurus glanis*). Z. Fischer NFBd.16, 31-41.
 182. MOLNÁR, K. (1980) A histological study on ancylodiscoidosis in the sheatfish (*Silurus glanis*) Helminthologia 17, 117-126.
 183. MOLNÁR, K., SZAKOLCZAY, J. (1973) Halbetegségek. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat

184. MOLNÁR, K., BASKA, F. (2017) Halbetegségek. Magyar Állatorvosi Kamara Budapest
185. MORGAN, D. L., HAMBLETON, S. J., GILL, H. S., BEATTY, S. J. (2002) Distribution, biology and likely impacts of the introduced redfin perch (*Perca fluviatilis*) (*Percidae*) in Western Australia. Marine and Freshwater Research, 53 (8), 1211.
186. MÜLLER F., MÜLLER T. (1993) Harcsa (*Silurus glanis* L.) termelése családi farmgazdaságokban. Halászat 1993/3: 110-113.
187. NAGY G., BELICZKY G., GÁL D., HAVASI M. (2014) Kombinált (intenzív-
extenzív) lesőharcsa (*Silurus glanis*) nevelés lehetősége és gyakorlati tapasztalatai. Halászat 107. évfolyam, 1. szám
188. NANDA, I., KONDO, M., HORNING, U., ASAKAWA, S., WINKLER, C., SHIMIZU, A., SHIMA, A., SCHMID, M., SCHARTL, M. (2002) A duplicated copy of dmrt1 in the sex-determining region of the Y chromosome of the medaka (*Oryzias latipes*). Proceedings of the National Academy of Sciences, 99 (18), 11778–11783.
189. NÉMETH, I. (2017) Agroinform.hu, Új védjegy garantálja a magyar hal minőségét. 2017. dec.15.
190. NÉMETH, S., HORVÁTH, Z., FELFÖLDI, Z., BELICZKY, G., DEMETER, K. (2012) Engedélyezett parazita-mentesítő eljárások összehasonlítása tavi egynyaras süllő (*Sander lucioperca*) intenzív rendszerbe helyezésekor. Halászat 105/(2.) 29-35.
191. NÉMETH, S., HORVÁTH Z., FELFÖLDI Z., BELICZKY G., DEMETER K. (2013) The use of permitted ectoparasite disinfection methods on young pike-perch (*Sander lucioperca*) after transition from over-wintering lake to RAS. AACL Bioflux, 2013. Volume 6, Issue 1 1-11.
192. O. TÓTH, E., GULYÁS, P. OLÁH, J. (1981) Hőmérséklet hatása a ponty és a harcsa növekedésére, takarmány-hasznosítására, túlélésére szubletális ammónia koncentráció mellett. Halászat, XXVII. évfolyam 6. szám 186-187.
193. ORBÁN, L. (2018) Haszonhalak genomikai módszerekkel támogatott szelekciója. VIII. Gödöllői Halászati-Horgászati Szakember Találkozó 2018. 02. 01-02.

194. OSPINA-ÁLVAREZ, N., PIFERRER, F. (2008). Temperature-Dependent Sex Determination in Fish Revisited: Prevalence, a Single Sex Ratio Response Pattern, and Possible Effects of Climate Change. PLoS ONE, 3 (7), e2837.
195. PAPAGEORGIOU, N. K. (1977) Fecundity and reproduction of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Lake Agios Vasilios, Greece. Freshwater Biology, 7 (6), 559–565.
196. PAPP, A. (1955) Halljunk a harcsák kopolyúférgességéről! Halászat 2. 106–107.
197. PASCHOS, I., NATHANAILIDES, C., PERDIKARIS, C., TSOUMANI, M. (2004) Comparison of morphology, growth and survival between *Silurus glanis*, *S. aristotelis* and their hybrid during larval and juvenile stages. Aquacult Res 35: 97–99.
198. PATAKINÉ, V. E., TÓTH, B., EDVINÉ, M. E., HIDAS, A., VÁRADI, L. (2004) A hazai diploid és triploid ezüstkárász állományok (*Carassius auratus gibelio* Bloch) szaporodásbiológiai sajátosságainak és rendkívüli adaptációs képességének vizsgálata genetikai módszerek segítségével. Halászatfejlesztés 29 – Fisheries and Aquaculture Development Vol. 29, pp.5-15.
199. PERKIN, E. K., HÖLKER, F., RICHARDSON, J. S., SADLER, J. P., WOLTER, C., TOCKNER, K. (2011) The influence of artificial light on stream and riparian ecosystems: questions, challenges, and perspectives. Ecosphere, 2 (11), art 122.
200. PERUZZI, S., RUDOLFSSEN, G., PRIMICERIO, R., FRANTZEN, M., KAURIĆ, G. (2009) Milt characteristics of 1 diploid and triploid Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Aquac. Res., 40: 1160-1169.
201. PERUZZI, S., VARSAMOS, S., CHATAIN, B., FAUVEL, C., MENU, B., FALGUIÈRE, J.-C., SEVERE A., FLIK, G. (2005) Haematological and physiological characteristics of diploid and triploid sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 244 (1-4): 359–367.
202. PIFERRER, F., BEAUMONT, A., FALGUIÈRE, J.-C., FLAJŠHANS, M., HAFFRAY, P., COLOMBO, L. (2009) Polyploid fish and shellfish: Production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. Aquaculture, 293 (3-4): 125–156.
203. PIFERRER, F., BLÁZQUEZ, M., NAVARRO, L., GONZÁLEZ, A. (2005) Genetic, endocrine, and environmental components of sex determination and

- differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). General and Comparative Endocrinology 142: 102–110.
204. PINTÉR, K. (1976) A harcsa (*Silurus glanis L.*). Halászat, 22/4. (melléklet)
205. PINTÉR, K. (2002): Magyarország halai: 176-177. o. Akadémiai Kiadó, Budapest
206. POWELL, M. D., JONES, M. A., LIJALAD, M. (2009) Effects of skeletal deformities on swimming performance and recovery from exhaustive exercise in triploid Atlantic salmon. Dis. Aquat. Organ, 85: 59-66.
207. PROTEAU, J.-P., HILGE, V., LINHART, O. (1996). État actuel et perspectives de la production aquacole des poissons-chats (*Siluroidei*) en Europe. Aquatic Living Resources, 9, 229–235.
208. QUIST, M. C., STEPHEN, J. L., LYNOTT S. T., GOECKLER, J. M., SCHULTZ, R. D. (2010) An Evaluation of Angler Harvest of Walleye and Saugeye in a Kansas Reservoir. Journal of Freshwater Ecology 25 (1): 1-7.
209. RAITANIEMI, J., RASK, M., VUORINEN P. J. (1988) The growth of perch, (*Perca fluviatilis L.*), in small Finnish lakes at different stages of acidification. Annales Zoologici Fennici Vol. 25, No. 3, pp. 209-219
210. RAMOS, B. C. R., MORAES, M. N. C. M., POLETINI, M. O., LIMA, L. H. R. G., CASTRUCCI, A. M. L. (2014) From Blue Light to Clock Genes in Zebrafish ZEM-2S Cells. PLoS ONE, 9 (9), e106252.
211. RASK, M. (1983) Differences in growth of perch (*Perca fluviatilis L.*) in two small forest lakes. Hydrobiologia, 101 (1-2), 139–143.
212. RASK, M., VOURINEN, P. J., VUORINEN, M. (1990) Delayed spawning of perch (*Perca fluviatilis L.*) in acidified lakes. Journal of Fish Biology, 36 (3), 317–325.
213. RATH, M. A. (2004) Evaluation of off-season spawning techniques and larval diet supplementation of yellow perch (*Perca flavescens*). Thesis and Dissertation, Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Fisheries Science
214. REID R. S., BEDELIAN C., SAID M. Y., KRUSKA R. L., MAURICIO R. M., VINCENT CASTEL V., OLSON J., THORNTON P. K. (2009) Global livestock impacts on biodiversity. In: Livestock in a changing landscape (H. Steinfeld, H.

- Mooney, F. Schneider és L. Neville, eds.), Vol. 1: Drivers, consequences, and responses. Washington, DC, Island Press.
215. RÉVÉSZ, N. (2017) Alternatív fehérjeforrások a haltakarmányozás során: A rovarliszt. Halászat Tudomány Vol. 3/2. (2017) pp. 13–18.
 216. RIBAS, L., LIEW, W. C., DÍAZ, N., SREENIVASAN, R., ORBÁN, L., PIFERRER, F. (2017) Heat-induced masculinization in domesticated zebrafish is family-specific and yields a set of different gonadal transcriptomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (6), E941–E950.
 217. RIDEG Á., HEYMAN A. (1991) Kísérletek egy franciaországi gazdaságban harcsaivadék (*Silurus glanis*) intenzív ivadék nevelésére. *Halászat* (84.) 1991/2: 61-64.
 218. ROUGEOT, C., MINET, L., PRIGNON, C., VANDERPLASSCHEN, A., DETRY, B., PASTORET, P.P., MÉLARD, C. (2003) Induce triploidy by heat shock in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Aquatic Living Resources* 16 (2): 90-94.
 219. ROUGEOT, C., PRIGNON, C., NGOUANA KENGNE, C. V., MÉLARD, C. (2008) Effect of high temperature during embryogenesis on the sex differentiation process in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 276(1-4): 205–208.
 220. SAILLANT, E., FOSTIER, A., HAFFRAY, P., MENU, B., THIMONIER, J., CHATAIN, B. (2002) Temperature effects and genotype-temperature interactions on sex determination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). *J Exp Zool.* 292 (5): 494-505.
 221. SANDSTRÖM, A. (1999) Visual ecology of fish – a review with special reference to percids. *Fiskeriverket Rapport 2*: 45-80.
 222. SANDSTROM, O., NEUMAN, E., THORESSON, G. (1995) Effects of temperature on life history variables in perch. *Journal of Fish Biology*, 47 (4), 652–670.
 223. SELIM, K. M., SHINOMIYA, A., OTAKE, H., HAMAGUCHI, S., SAKAIZUMI, M. (2009) Effects of high temperature on sex differentiation and germ cell population in medaka (*Oryzias latipes*). *Aquaculture* 289: 340–349.
 224. SELLYEI, B., DEMETER, K., SZENTGYÖRGYVÖLGYI, Á., VARGA, ZS., BORZÁK, R., DOSZPOLY, A., MOLNÁR, K., SZÉKELY, CS. (2018) A

- harcsabajusz különös elváltozása. Poszter, XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás, NAIK Halászati Kutatóintézet, Szarvas
225. SHAHKAR, E., KIM, D. J., MOHSENI, M., KHARA, H., YUN, H., BAI, S. C., (2015) Effects of Photoperiod Manipulation on Growth Performance and Hematological Responses of Juvenile Caspian Roach *Rutilus rutilus caspicus*. *Fish. Aquat. Sci.* 18 (1), 51-56.
 226. SHALIUTINA, A., HULAK, M., DZUYBA, B., LINHART, O. (2012) Spermatozoa motility and variation in the seminal plasma proteome of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) during the reproductive season. *Molecular Reproduction and Development*, 79 (12), 879–887.
 227. SHEEHAN, R. J., SHASTEEN, S. P., SURESH, A. V., KAPUSCINSKI, A. R., SEEB, J.E. (1999) Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 128: 491-498.
 228. SHEN, Z. G., WANG, H. P. (2014) Molecular players involved in temperature-dependent sex determination and sex differentiation in Teleost fish. *Genetics Selection Evolution* 46: 26.
 229. SIMONFFY, Z. (2011) Köztestületi Stratégiai Programok, Magyarország vízgazdálkodása: Helyzetkép és stratégiai feladatok. 125-126. o. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest
 230. SIRAKOV, I., STAYKOV, Y., IVANCHEVA, E., NIKOLOV, G., ATANASOV, A. (2012) Morphometric characteristic of European perch (*Perca fluviatilis*) related to sex dimorphism. *Agriculture Science and Technology*, 4 (3): 203-207.
 231. SMALL, S. A., BENFEY, T. J. (1987) Cell-size in triploid salmon. *J. Exp. Zool.*, 241: 339-342.
 232. SOLAR, I. I., DONALDSON, E. M., HUNTER, G. A. (1984) Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri Richardson*) by heat shock and investigations on early growth. *Aquaculture* 42, 57–67.
 233. STEENFELDT, S., FONTAINE, P., OVERTON, J. L., POLICAR, T., TONER, D., FALAHATKAR, B., MHETLI, M. (2015) Current Status of Eurasian Percid Fishes *Aquaculture. Biology and Culture of Percid Fishes* (pp. 817-841). Springer Netherlands.
 234. STICKNEY, R. R., HARDY, R. W. (1989) Lipid requirements of some warm water species. *Aquaculture* 79: 149–156.

235. SULISTYO, I., RINCHARD, J., FONTAINE, P., GARDEUR, J.N., CAPDEVILLE, B., KESTEMONT, P. (1998) Reproductive Cycle and Plasma Levels of Sex Steroids in Female Eurasian Perch (*Perca fluviatilis*). Aquatic Living Resources 11 (2): 101-110.
236. SVÄRDSON, G. (1945). Chromosome studies on Salmonidae. Medd. Undersokn Anst. Satvattensfisk. Stockh., 23, 1–151.
237. SWARUP, H. (1959a) Production of triploidy in *Gasterosteus aculeatus* L.. J. Genet., 56: 129.
238. SWARUP, H. (1959b) Effect of triploidy on the body size, general organization and cellular structure in *Gasterosteus aculeatus* L.. J. Genet., 56: 143-155.
239. SZABÓ, T. (2000) Szexuálszteroidok. Halbiológia és haltenyésztés (Horváth L. szerk.) 200. o. Mezőgazda Kiadó, Budapest
240. SZABOLCSI, Z. (2018) DNS alapú rokonsági vizsgálatok alkalmazása a lesőharcsa nemesítésben. Halászat 111/2: 67-68.
241. SZAKOLCZAY, J. (1997) Halegészségügyi alapismeretek. Halgazdálkodás II. (Szerk: Tahy B.), MOHOSZ Budapest 479-481.
242. SZCZERBOWSKI, A., KUCHARCZYK, D., MAMCARZ, A., LUCZYNSKI, M. J., TARGONSKA, K., KUJAWA, R. (2009) Artificial off-season spawning of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Arch. Pol. Fish. 17: 95-98.
243. SZÉKELY, CS. (2015) Az intenzív harcsatenyésztésben várhatóan fellépő betegségek. "Legyen Magyarország a harcsatenyésztés európai központja" Földművelésügyi Minisztérium Horgászati- és Halgazdálkodási Főosztály
244. SZÉKELY, CS., MOLNÁR, K. (1990a) Treatment of *Ancylodiscoides vistulensis* monogenean infestation of the European catfish (*Silurus glanis*). Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 10, 74-77.
245. SZÉKELY, CS., MOLNÁR, K. (1990b) Az intenzíven nevelt angolna és harcsa kopoltyúférgességei ellen végzett gyógyszerhatékonysági kutatások. Halászat, 83, 162-163.
246. SZŰCS, I., TIKÁSZ, I. E. (2008) A magyarországi fogyasztók halvásárlási és halfogyasztási szokásainak helyzete. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 2008. május 14-15.
247. TACON, A. G. J., METIAN, M. (2008) Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture 285: 146-158.

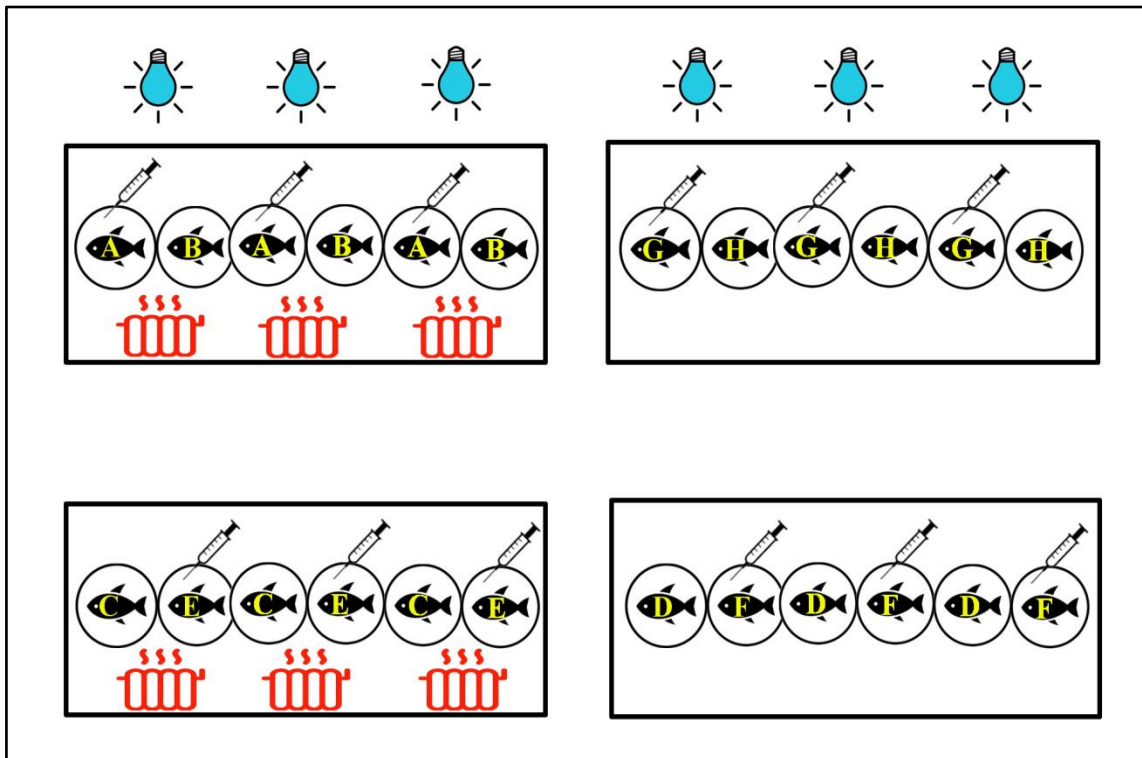
248. TAKEUCHI, Y., IMAMURA, S., SAWADA, Y., HUR, S.-P., TAKEMURA, A. (2014) Effects of different colors of light on melatonin suppression and expression analysis of *Aanat1* and melanopsin in the eye of a tropical damselfish. *General and Comparative Endocrinology*, 204, 158–165.
249. TALPEȘ, M., PATRICHE, N., TENCIU, M., ARSENE, F. (2009) Perspectives regarding the development of intensive rearing technology for *Silurus glanis* species in Romania. *Zootehnie și Biotehnologii* 42: 130-135.
250. TESSEMA, M., MÜLLER-BELECKE, A., HÖRSTGEN-SCHWARK, G. (2006). Effect of rearing temperatures on the sex ratios of *Oreochromis niloticus* populations. *Aquaculture*, 258 (1-4): 270–277.
251. THORGAARD, G. H., RABINOVITCH, P. S., SHEN, M. W., GALL, G. A. E., PROPP, J., UTTER, F. M. (1982) Triploid rainbow trout identified by flow cytometry. *Aquaculture*, 29 (3-4): 305–309.
252. TICHY, E. D. (2011) Mechanisms maintaining genomic integrity in embryonic stem cells and induced pluripotent stem cells. *Experimental Biology and Medicine* 236, 987- 996.
253. TIWARY, B. K., KIRUBAGARAN, R., RAY, A. K. (2004) The biology of triploid fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14 (4): 391-402.
254. TIWARY, B. K., KIRUBAGARAN, R., RAY, A. K. (1997) Induction of triploidy by cold shock in catfish (*Heteropneustes fossilis* B.). *Asian Fish. Sci.* 10, 123–129.
255. TONER, D., ROUGEOT, C. (2008) Farming of Eurasian perch, Vol.1: Juvenile Production. *Aquaculture Explained*, Number 24 (special publication)
256. TÖRŐCSIK MARKETING INSPIRÁCIÓ FOGYASZTÓI MAGATARTÁSKUTATÓ INTÉZET TRENDINSPIRÁCIÓ MŰHELY (2014) A magyar lakosság halfogyasztási szokásai közösségi marketingstratégia kidolgozásának támogatása prezentáció / halaszat.kormany.hu
257. TREASURE, J. W. (1981) Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. Fecundity, maturation and spawning behaviour. *Journal of Fish Biology*, 18 (6), 729–740.
258. TREASURER, J. W., HOLLIDAY, F. G. T. (1981). Some aspects of the reproductive biology of perch (*Perca fluviatilis* L.). A histological description of the reproductive cycle. *Journal of Fish Biology*, 18 (3), 359–376.

259. TYTLER, P., CALOW, P. (Eds.) (1985) Fish Energetics. New Perspectives. Croom Helm Ltd. Beckenham, 155-179.
260. ULLAH, H., NAGELKERKEN, I., GOLDENBERG, S. U., FORDHAM, D. A. (2018) Climate change could drive marine food web collapse through altered trophic flows and cyanobacterial proliferation. PLOS Biology, 16(1), e2003446.
261. YAMAGUCHI, T., YOSHINAGA, N., YAZAWA, T., GEN, K., KITANO, T. (2010) Cortisol is involved in temperature-dependent sex determination in the Japanese flounder. Endocrinology, 151(8), 3900–3908.
262. VALENTI, R. J. (1975) Induced polyploidy in *Tilapia aurea* S. by means of temperature shock treatment. Journal of Fish Biology, 7 (4), 519–528.
263. VERDUZCO, D., AMATRUDA, J. F. (2011) Analysis of cell proliferation, senescence and cell death in zebrafish embryos. Methods In Cell Biology 101, 19-38.
264. WALLACE, H., BADAWEY, G. M. I., WALLACE, B. M. N. (1999) Amphibian sex determination and sex reversal. Cell. Mol. Life Sci. 55: 901–909.
265. WANG, N., GARDEUR, J. N., HENROTTE, E., MARIE, M., KESTEMONT, P., FONTAINE, P. (2006) Determinism of the induction of the reproductive cycle in female Eurasian perch, (*Perca fluviatilis*): Identification of environmental cues and permissive factors. Aquaculture 261: 706-714.
266. WANG, N., FONTAINE, P., GARDEUR, J. N., MARIE, M. (2004) Temperature effect on the time course of cortisol release during acute stress in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). Proceedings of the 5th International Symposium on Fish Endocrinology, Castellon, Spain, p. 172.
267. WARNER, D. A., SHINE, R. (2008) The adaptive significance of temperature-dependent sex determination in a reptile. Nature 451, 566-568.
268. WATSON, L. (2008) The European market for perch (*Perca fluviatilis*). Percid Fish Culture From Research to Production (Eds.: Fontaine, P., Kestemont, P., Teletchea, F., Wang, N.) – Namur 23-24. January 2008.
269. WEDEKIND, C., EVANNO, G., SZÉKELY, T., POMPINI, M., DARBELLAY, O., GUTHRUF, J. (2012). Persistent unequal sex ratio in a population of grayling (*salmonidae*) and possible role of temperature increase. Conservation Biology, 27(1), 229–234.

270. WESSELS, S., HÖRSTGEN-SCHWARK, G. (2011). Temperature dependent sex ratios in selected lines and crosses with a YY-male in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 318 (1-2): 79–84.
271. WILSON, R. P., MOREAU, Y. (1996) Nutrient requirements of catfishes (*Siluroidei*). *Aquatic Living Resources*, 9, 103–111.
272. WIRTZ, S., STEINMANN, P. (2006) Sperm characteristics in perch (*Perca fluviatilis L.*). *Journal of Fish Biology* 68: 1896-1902.
273. WITHLER, R.E., BEACHAM, T.D., SOLAR, I.I. DONALDSON, E.M. (1995) Freshwater growth, smolting and marine survival and growth of diploid and triploid coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 136: 91–107.
274. WOLNICKI, J., MYSZKOWSKI, L. (1998) Survival, growth and food conversion in European wels (*Silurus glanis L.*), larvae fed commercial dry diets at 28 °C. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 4: 531–538.
275. WOLTERS, W.R., CHRISMAN, C.L., LIBEY, G.S. (1982a) Erythrocyte nuclear measurements of diploid and triploid channel catfish, (*Ictalurus punctatus Rafinesque*). *Journal of Fish Biology* 20 (3): 253-258.
276. WOLTERS, W. R., LIBEY, G. S., CHRISMAN, C. L. (1981) Induction of Triploidy in Channel Catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110 (2), 310–312.
277. WOLTERS, W.R., LIBEY, G.S. CHRISMAN, C.L. (1982b) Effects of triploidy on growth and gonadal development of Channel catfish. *Tans. Am. Fish. Soc.* 111, 102–105.
278. ZAIKOV, A., HUBENOVA, T., ILIEV, I. (2008b) Prey selectivity in one-summer-old wels (*Silurus glanis L.*) fed with carp (*Cyprinus carpio*) and topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 14: 238-243.
279. ZAIKOV, A., ILIEV, I., HUBENOVA, T. (2008a) Investigation on growth rate and food conversion ratio of wels (*Silurus glanis L.*) in controlled conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14:2, 171-175.
280. ZARSKI, D., PALINSKA, K., TARGONSKA, K., BOKOR, Z., KOTRIK, L., KREJSZEFF, S., KUPREN, K., HORVÁTH, Á., URBÁNYI, B., KUCHARCZYK, D. (2011) Oocyte quality indicators in Eurasian perch (*Perca fluviatilis L.*), during reproduction under controlled conditions. *Aquaculture* 313: 84-91.

281. ŽARSKI, D., HORVÁTH, Á., KOTRIK, L., TARGOŃSKA, K., PALIŃSKA, K., KREJSZEFF, S., BOKOR Z., URBÁNYI B., KUCHARCZYK, D. (2012a) Effect of different activating solutions on the fertilization ability of Eurasian perch (*Perca fluviatilis L.*), eggs. *Journal of Applied Ichthyology*, 28 (6), 967–972.
282. ŽARSKI, D., KREJSZEFF, S., HORVÁTH, Á., BOKOR, Z., PALIŃSKA, K., SZENTES, K., ŁUCZYŃSKA J., TARGOŃSKA K., KUPREN K., URBÁNYI B., KUCHARCZYK, D. (2012b) Dynamics of composition and morphology in oocytes of Eurasian perch (*Perca fluviatilis L.*), during induced spawning. *Aquaculture*, 364-365: 103–110.
283. ZHANG, Q., ARAI, K. (1996) Flow cytometry for DNA contents of somatic cells and spermatozoa in the progeny of natural tetraploid loach. *Fisheries Science* 62, 870-877.
284. www.aller-aqua.com
285. www.alltechcoppens.com
286. www.aqua-garant.at
287. www.halaszat.kormany.hu
288. <https://ahrenhorster.de>
289. 1744/2017. (X. 17.) Korm. határozat Az Öntözésfejlesztési Stratégia megalkotásáról 28345 168 sz. MK.
290. HALir (Halászati Információs Rendszer), (2018) geoportal.aki.gov.hu/halir/
291. KISS, G., BOJTÁRNÉ, L., M. (2018) Szóbeli közlés saját adatgyűjtésből
292. RIDEG ÁRPÁD, (2018) szóbeli közlés
293. SZIRÁKI BENCE, (2018) szóbeli közlés

15. FÜGGELÉK



1. A sügér szazonon kívüli szaporíthatóságát befolyásoló tényezők vizsgálata: vázlat a kezelésekről (Demeter K.)

Skretting	Perla larva
Beltartalmi értékek	
Megnevezés	Részarány (%)
Ny. fehérje	62
Ny. zsír és olaj	11
Ny. rost	0,8
Ny. hamu	9,5

Skretting	Nutra pro
Beltartalmi értékek	
Megnevezés	Részarány (%)
Ny. fehérje	55
Ny. zsír és olaj	16
Ny. rost	1
Ny. hamu	9,5

2. A harcsanevelés első heteiben használt takarmányok beltartalmi értékei

AQUA START 0,6 | 1,0**BRUTFUTTER | 20 kg Sack**

Deklaration	0,6 mm 1,0 mm	
Rohprotein	60 %	
Rohfett	15 %	
Rohfaser	1,5 %	
Phosphor	2,30 %	
Vitamin A	25000 I.E.	
Vitamin D3	2000 I.E.	
Vitamin E	25 mg	
Verdauliche Energie	18,0 MJ	

AQUA START 0,4**BRUTFUTTER | 5 kg Kübel**

Deklaration	0,4 mm	
Rohprotein	60 %	
Rohfett	15 %	
Rohfaser	1,5 %	
Phosphor	2,30 %	
Vitamin A	25000 I.E.	
Vitamin D3	2000 I.E.	
Vitamin E	25 mg	
Verdauliche Energie	18,0 MJ	

AQUA START 1,2 | 1,5**BRUTFUTTER | 25 kg Sack**

Deklaration	1,2 mm 1,5 mm	
Rohprotein	53 %	
Rohfett	18 %	
Rohfaser	0,5 %	
Phosphor	1,60 %	
Vitamin A	15000 I.E.	
Vitamin D3	3000 I.E.	
Vitamin E	300 mg	
Verdauliche Energie	19,3 MJ	

AQUA UNI**FORELLE | 10 kg, 25 kg Sack**

Deklaration	2 mm	3 mm 4 mm 6 mm
Rohprotein	45 %	45 %
Rohfett	16 %	16 %
Rohfaser	1,5 %	2,0 %
Phosphor	1,05 %	1,00 %
Vitamin A	10000 I.E.	10000 I.E.
Vitamin D3	1500 I.E.	1500 I.E.
Vitamin E	200 mg	200 mg
Verdauliche Energie	18,5 MJ	18,5 MJ

- 3. A harcsanevelésben legnagyobb mennyiségben használt takarmányok beltartalmi értékei** (A képek forrása: www.aqua-garant.at/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/Aqua-Garant-Folder-Deutsch_2018.pdf)



4. Az intenzív tavi nevelésből származó egynyaras harcsa a pontyot is szívesen fogyasztja (Fotó: Demeter, 2014)



5. A bajusz-szálakat támadó megbetegedés harcsán (Fotó: Szentgyörgyvölgyi Ákos, 2017)



6. Először az alsó állkapocs bajusz-szárait támadja a betegség (Fotó: Szentgyörgyvölgyi Ákos, 2017)



7. Félintenzív harcsa alapanyagból származó kétnyaras harcsa extenzív tartásból halászva (Fotó: Demeter, 2015)



8. Néhány 2018-ban nevelt egynyaras harcsa (Fotó: Szentgyörgyvölgyi Ákos, 2018)



9. A 2013. év előkísérletéből származó kész egynyaras harcsa (Fotó: Demeter, 2013)



10. 2018-ban nevelt egynyaras harcsák nevelőjükkal, Szentgyörgyvölgyi Ákossal

(Fotó: Florea János, 2018)

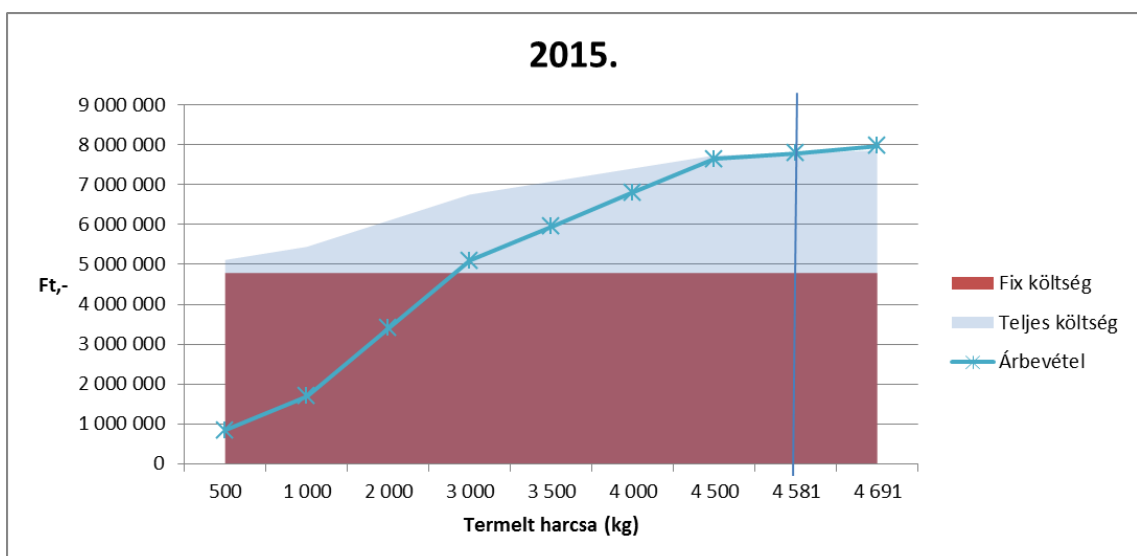
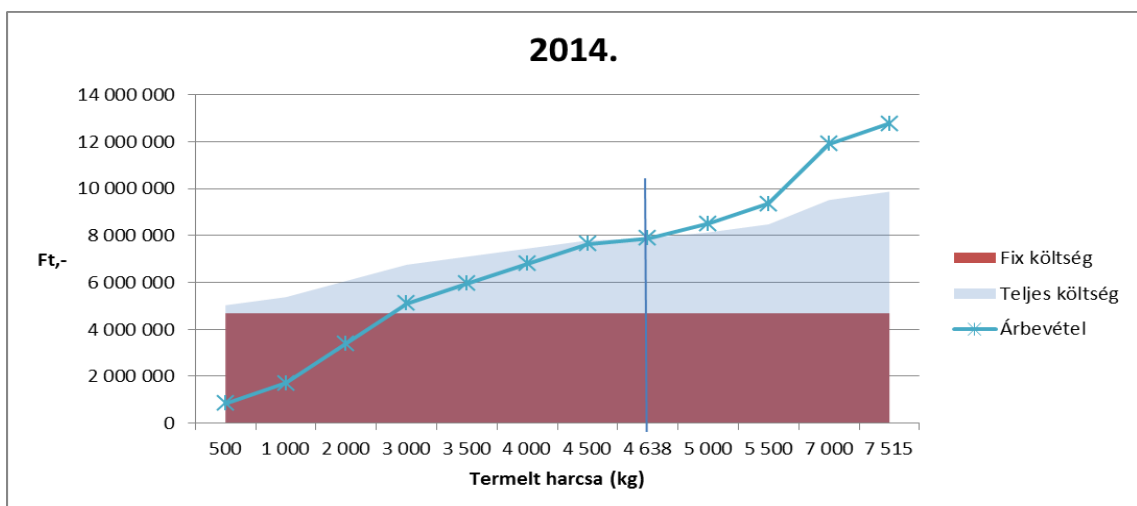


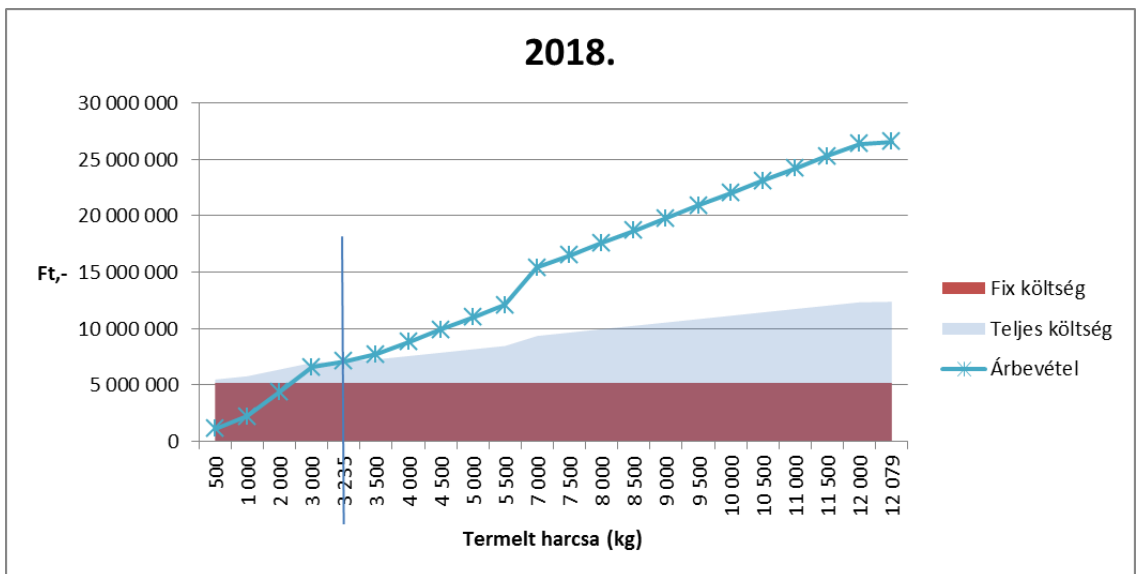
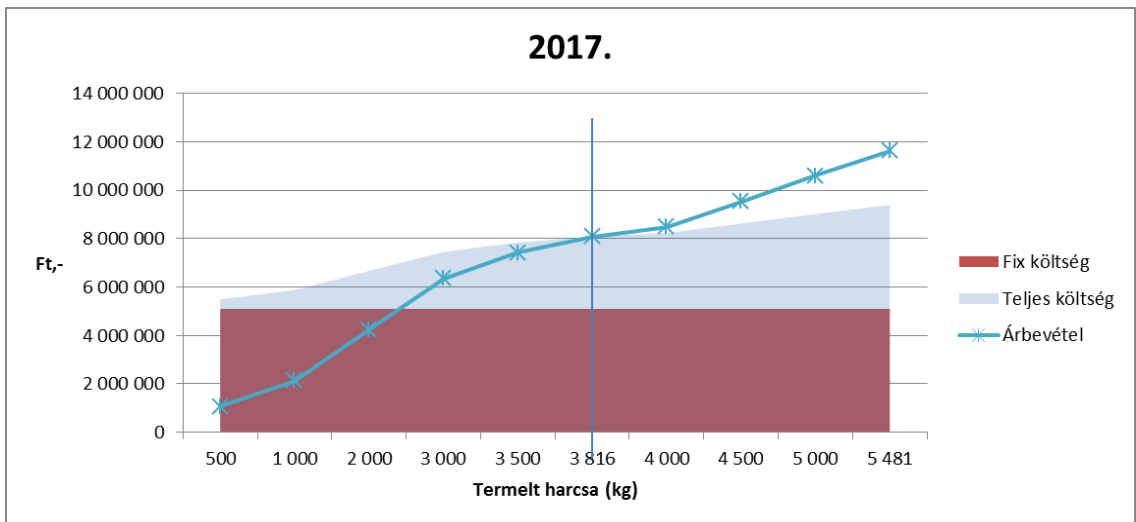
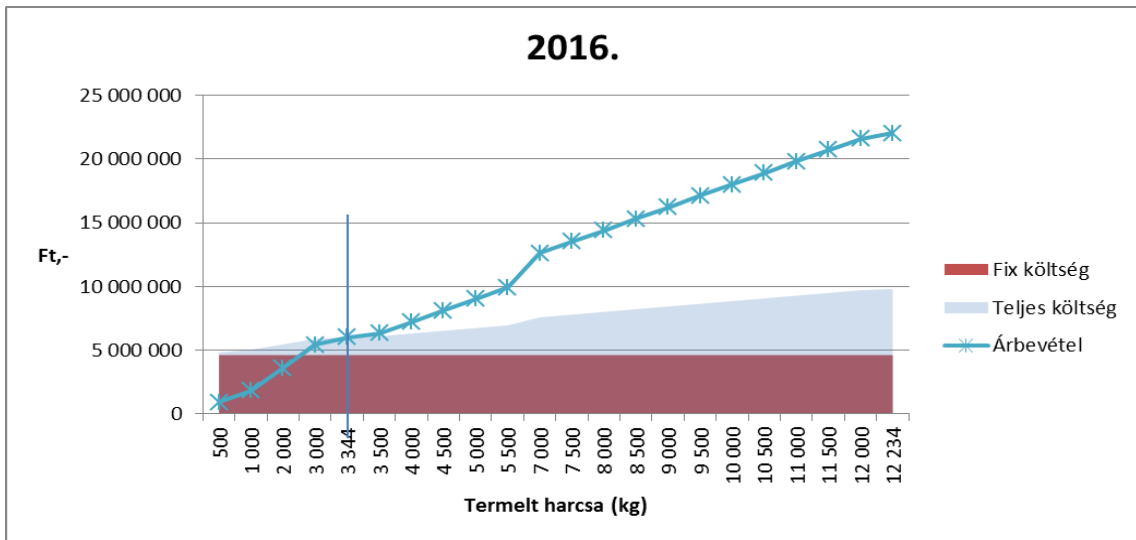
11. Albinizmus harcsán *(Fotó: Szentgyörgyvölgyi Ákos, 2018)*



12. Jól kivehető a szem színe egy másik példányon (Fotó: Wülfinger Gergő, 2018)

Fedezeti pontok meghatározása a termelési évek során (Kiegészítő ábrák a 9.3.5. fejezethez)





16. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó tudományos közlemények

DEMETER, K., ABDELKADER, R., BELICZKY, G., BODÓ, S., NAGY, S. (2017) Triploidisation of pike perch (*Sander lucioperca L.*) may be associated with apoptosis in larvae. A flow cytometric observation. Brief Communication. Halászat-Tudomány, Vol.3/1. pp. 23-26.

NÉMETH, S., HORVÁTH, Z., FELFÖLDI, Z., BELICZKY, G., **DEMETER, K.** (2013) The use of permitted ectoparasite disinfection methods on young pike-perch (*Sander lucioperca*) after transition from over-wintering lake to RAS. AACL Bioflux 6 (1): 1-11.

NÉMETH, S., HORVÁTH, Z., FELFÖLDI, Z., BELICZKY, G., **DEMETER, K.** (2012) Engedélyezett parazita-mentesítő eljárások összehasonlítása tavi egynyaras süllő (*Sander lucioperca*) intenzív rendszerbe helyezésekor. Halászat, Vol. 105/2: 29-35.

DEMETER, K., BALIKÓ, T., MERTH, J., MARTON, CS., RUIBIN, Y., POLGÁR, J. P., BENE, SZ. (2015) A korai fejlődési szakaszban alkalmazott hőkezelés hatása csapó sügerek (*Perca fluviatilis L, 1758*) ivararányára. Halászat Tudomány Vol. 1/2 (2015) pp. 14-17.

DEMETER, K., ABDELKADER, R., BELICZKY, G., BODÓ, SZ., NAGY, SZ. (2017) Triploid süllő (*Sander lucioperca L.*) esetében észlelt apoptózis - flow citometriás megfigyelés. Halászat Tudomány Vol. 3/2. (2017) pp. 19–22.

Konferencia előadások

NÉMETH, S., HORVÁTH, Z., FELFÖLDI, Z., BELICZKY, G., **DEMETER, K.** (2012) - The use of permitted ectoparasite disinfection methods on young pike-perch (*Sander lucioperca*) after transition from over-wintering lake to RAS. - Acvapedia 5th edn. Hungary, Szarvas (HAKI), 27-29th of November, 2012.

DEMETER, K. (2015) Egynyaras harcsa (*Silurus glanis*) nevelésének tapasztalatai a Dalmand Zrt-nél „Legyen Magyarország a harcsatenyésztés európai központja” Földművelésügyi Minisztérium Halászati szakmai nap 2015, november 09.

DEMETER, K., FELFÖLDI, Z. (2015) Egynyaras harcsa (*Silurus glanis*) intenzív nevelésének tapasztalatai a Dalmand Zrt-nél. V. Gödöllői Halászati-Horgászati Szakember Találkozó 2015. 02.05-06.

BALIKÓ, T., DEMETER, K., MERTH, J., MARTON, CS., BENE, SZ. (2015) A hőmérséklet ivararányt befolyásoló hatása csapó sügéren (*Perca fluviatilis*) XXXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás 2015. május 20-21.

DEMETER, K., FELFÖLDI, Z. (2016) Tógazdasági és intenzív körülmények között nevelt csapó sügér (*Perca fluviatilis*) ivarérésének vizsgálata egy Dél-dunántúli halgazdaságban. XL. Halászati Tudományos Tanácskozás 2016. június 15-16.

BELICZKY, G., HAVASI, M., GÁL, D., NAGY, G., DEMETER, K., MERTH, J., BOKOR, K., KOVÁCS, GY., BERCSÉNYI, M. (2016) A lesőharcsa (*Silurus glanis*) tenyésztésének aktualitása a klímaváltozás fényében. XII. Magyar Haltani Konferencia. Tiszafüred, 2016. július 7-8. Kivonat füzet, p. 16. (ISBN 978-963-12-5498-3)

Egyéb, a témakörrel kapcsolatos kiadvány

DEMETER, K., FELFÖLDI, Z., BELICZKY, G., GYÖRE, S. (2016): A szezonon kívüli szaporíthatóságot befolyásoló tényezők vizsgálata csapó sügéren (*Perca fluviatilis*). Poszter, XL. Halászati Tudományos Tanácskozás, 2016. június 15-16., Szarvas. (ISSN 0230-8312)

SELLYEI, B., DEMETER, K., SZENTGYÖRGYVÖLGYI, Á., VARGA, ZS., BORZÁK, R., DOSZPOLY, A., MOLNÁR, K., SZÉKELY, CS. (2018) A harcsabajusz különös elváltozása. Poszter, XLII. Halászati Tudományos Tanácskozás 2018. május 30-31

Egyéb előadás

GYENEI, F., DEMETER, K., (2012) Öntözési- és halászati fejlesztés a Dalmand Zrt. területén. "A világ szomjas, mert mi éhezünk" szakmai rendezvény: Magyar Hidrológiai Társaság Tolna Megyei Területi Szervezete és a Tolna Megyei Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási Szakcsoportja (rend.) Szekszárd, 2012. március 22.

Egyéb közlemény

DEMETER K. (2016) Egynyaras harcsa (*Silurus glanis*) nevelése a Dalmand Zrt. tavi-recirkulációs hal-előnevelő telepén. Technológiai ismertető, XXIII. Alföldi Állattenyésztési és Mezőgazda Napok Nemzetközi Szakkiállítás és Vásár „A Magyar Állattenyésztésért Termékdíj Pályázat 2016.” I. Kategória: Tartástechnológia és takarmányozás I. díj, 2016. május 19-22.