



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**EGY A HALTENYÉSZTÉS SZÁMÁRA ÍGÉRETES HALFAJ, A  
JUNDIÁ (*RHAMDIA QUELEN*) SZAPORODÁSBIOLOGIAI  
JELLEMZŐI**

Doktori (PhD) értekezés

ITTZÉS ISTVÁN

Gödöllő  
2018

**A doktori iskola**

**megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Mezőgazdaság-tudomány

**vezetője:** Dr. Mézes Miklós, MHAS  
 egyetemi tanár, az MTA rendes tagja  
 Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
 Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani Tanszék

**Témavezető:** Dr. Urbányi Béla, D.Sc.  
 egyetemi tanár, az MTA doktora  
 Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
 Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

**Társ-témavezető:** Dr. Bokor Zoltán, Ph.D.  
 tudományos főmunkatárs  
 Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
 Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

.....  
 A programvezető jóváhagyása

.....  
 A témavezető jóváhagyása

.....  
 A társ-témavezető jóváhagyása

## Tartalomjegyzék

<b>Rövidítések listája .....</b>	<b>6</b>
<b>1. BEVEZETÉS .....</b>	<b>9</b>
<i>1.1. Célkitűzések.....</i>	<i>10</i>
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....</b>	<b>11</b>
<i>2.1. A jundiá bemutatása .....</i>	<i>11</i>
2.1.1. A jundiá elterjedése és elnevezése.....	11
2.1.2. A jundiá rendszertani besorolása .....	11
2.1.3. A jundiá jellemzése .....	12
2.1.4. A jundiá termelési adatai .....	14
2.2. <i>Szteroid hormonok koncentrációjának változása csontoshalak ivari ciklusa során .....</i>	<i>15</i>
2.3. <i>A kortizol és glükóz koncentrációjának változása a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében .....</i>	<i>22</i>
2.3.1. Élettani változások a stressz hatására .....	23
2.4. <i>A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése.....</i>	<i>28</i>
2.5. <i>Különböző hormononkészítmények hatása a halak ovulációjára .....</i>	<i>32</i>
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>37</b>
3.1. <i>Az időjárási feltételek.....</i>	<i>37</i>
3.2. <i>A kísérlet során felhasznált halak .....</i>	<i>37</i>
3.3. <i>Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett nőivarú és hímivarú jundiá első ivari ciklusa során .....</i>	<i>38</i>
3.3.1. A mintavételezés módja.....	38
3.3.2. A szteroidok radioimmuno-assay vizsgálata .....	39
3.4. <i>A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására.....</i>	<i>41</i>
3.5. <i>A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése.....</i>	<i>42</i>
3.5.1. Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%).....	42
3.5.2. A jundiá ovulációs idejének meghatározása.....	43
3.5.3. Ikraszám egy kg száraz ikrában.....	44

3.5.4. Az embrió és a lárva fejlődése .....	44
3.5.5. A Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%) összehasonlítása az ívási időszak egyes hónapjaiban .....	45
3.5.6. A jundiá szaporíthatóságának gyakorisága .....	45
3.6. A jundiá szaporítási mutatói különböző hormonkezelések hatására .....	46
<b>4. EREDMÉNYEK.....</b>	<b>49</b>
4.1. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett ikrás jundiá első ivari ciklusa során .....	49
4.1.1. Időjárási viszonyok.....	49
4.1.2. Gonado-szomatikus Index (GSI).....	50
4.1.3. Az ikrások ivari hormonszint változásai .....	55
4.2. A jundiá hímek plazma szteroid koncentrációja az ivari ciklus során .....	59
4.2.1. Időjárási viszonyok.....	59
4.2.2. Gonado-szomatikus index (GSI % ).....	59
4.2.3. A gonádok érési stádiumai .....	61
4.2.4. A tejesek ivari hormonszint változásai.....	63
4.3. A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására .....	65
4.4. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése .....	67
4.4.1. Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%).....	67
4.4.2. A jundiá ovulációs ideje .....	69
4.4.3. Ikraszám egy kg száraz ikrában.....	69
4.4.4. Az embrió és a lárva fejlődése .....	70
4.4.5. A Pseudo Gonado-szomatikus Index összehasonlítása az ívási időszak egyes hónapjaiban .....	72
4.4.6. A jundiá ivartermék érési üteme .....	73
4.5. A jundiá ovulációs mutatói különböző hormonkezelések hatására .....	76
4.6. Új tudományos eredmények .....	77
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....</b>	<b>79</b>
5.1. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett jundiá ikrások első ivari ciklusa során .....	79
5.2. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett jundiá tejesek első ivari ciklusa során .....	81

<i>5.3. A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására.....</i>	<i>84</i>
<i>5.4. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése.....</i>	<i>85</i>
<i>5.5. A jundiá szaporítási mutatói különböző hormonkezelések hatására .....</i>	<i>87</i>
<i>5.6. Javaslatok .....</i>	<i>89</i>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>91</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>95</b>
<b>8. IRODALOMJEGYZÉK (MELLÉKLET).....</b>	<b>99</b>
<b>9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....</b>	<b>119</b>

## Rövidítések listája

### FÖLDRAJZI NEVEK

PF	Passo Fundo
RS	Rio Grande do Sul
Llanos	mocsárvilág(Venezuela) 142.900km <sup>2</sup>

### BETŰSZAVAK

CEFAS	Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science
CEPAGRO	Centro de Pesquisa Agropecuária (UPF) (Agronómiai Kutatási Központ)
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UPF	Universidade de Passo Fundo
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa (Nemzeti Kutatási Alap)
	FAPERGS                      Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul Kutatási Alap)
Propesq-UFRGS	Pró Reitoria de Pesquisa da UFRGS (Kutatási Rektori Hivatal)
RIA	radioimmunoassay
GSI	Gonado-szomatikus Index
PGSI	Pseudo Gonado-szomatikus Index
cpm	számlálás/perc
nm	nem mérhető

### MÉRTÉKEGYSÉGEK

g	gramm
mg	milligramm
ng	nanogramm
pg	pikogramm
l	liter
ml	milliliter
μl	mikroliter
m	méter
cm	centiméter

mm	miliméter
μm	mikrométer
Kcal/EM/Kg	metabolizálható energia

**ANYAGOK**

ACTH	adrenokortikotrop hormon
DA	dopamin
GnRh	gonadotrop-releasing hormon
sGnRHa	lazac gonadotrop-releasing hormon analóg
GTH	gonadotropin
GtH I	gonadotropin I.
GtH II	gonadotropin II.
HCG	human chorionic gonadotropin
17,20β-P	17α, 20β-dihidroxi-4-pregnen-3-ona
20β-HSD	20β-hidroxi-szteroid dehidrogenáz
20β-S	17α, 20,21β-trihidroxi-4-pregnen-3-ona
17-P	17α-hidroxi-progeszteron
11-KT	11-ketotesztoszteron
25OHC	25-hidroxikoleszterol
T	tesztoszteron
E <sub>2</sub>	17β ösztradiol
MS 222	trikain (altató)
MET	metoklopramid





# 1. BEVEZETÉS

A jundiá (*Rhamdia quelen*) egy Dél-Amerikában őshonos, harcsaalakúak rendjébe (*Siluriformes*) tartozó halfaj. A munkám alapötletét az adta, hogy ez a faj kiváló tenyésztékének köszönhetően gazdaságosan nevelhető, így gazdagíthatja a braziliai szubtrópusi területek haltenyésztését. Ez a fiatal, de gyorsan fejlődő mezőgazdasági ágazat már alternatívát jelent az ország egyes vidékein a hagyományos növénykultúrákkal szemben, vagy éppen ezek kiegészítéseképpen. Az akvakultúra fejlesztésének ökológiai korlátai vannak, ugyanakkor egyes országok és kontinensek ezeket a korlátokat még meg sem közelítették. Ezekben a helyeken a fejlesztési lehetőségek óriásiak és még több évtizeden át biztosítani tudják a növekvő számú emberiség hal- és víziállat igényét. Azokban az országokban viszont, ahol az ökológiai korlátok közelében jár a termelés, további fejlesztések már csak nagy óvatossággal végezhetők, inkább az elért termelési szint fenntartása lehet a cél. Nem egy ázsiai ország parti sávja máris túlterhelt, további fejlesztési lehetőségek elsősorban az édesvizekben és más kontinenseken (Latin-Amerika, Afrika) vannak (CSÁVÁS 1994). 2004 óta a brazil akvakultúra termelésének éves növekedése (elsősorban tilápia-*Oreochromis niloticus*) 14,2 %. Ez bizonyítja az akvakultúra jelentőségét a brazil hústermelésen belül (SCHULTER *et al.* 2017). Brazília, tekintve a vízrajzi jellegét, rövid időn belül a világ egyik legjelentősebb haltenyésztő országává válhat. Ha csak az Itaipu vízierőmű mesterségesen feltöltött víztározóját tesszük a vizsgálat tárgyává és ezt a haltenyésztés számára megfelelően kihasználnák, önmagában elég lenne a fent említett szerep betöltésére. Az ilyen típusú víztestek halászati célokra gyakran a környezetvédelmi törvények és rendeletek miatt nem használhatók ki megfelelően. Ennek az a magyarázata, hogy az ország haltenyésztése gyakran a már kidolgozott tenyésztési technológiával rendelkező fajokat részesíti előnyben az endemikus halfajokkal szemben. Ez a tény is alátámasztja a halászati kutatások szükségességét (KUBITZA *et al.* 2007). A munkámat Brazília legdélebbi államában, Rio Grande do Sul (továbbiakban: RS) államban végeztem. RS hasonlóan az ország nagy részéhez, bőséges csapadékkal, nagy kiterjedésű édesvízi és brakkvízi tavakkal rendelkezik. Emellett a nagy folyói és az azokat tápláló számtalan kisebb vízfolyás sűrűn átszövi a vidéket. A víztározók, amelyek az állam déli területeinek a rizstermelését, vagy a híres braziliai marhatenyésztést szolgálják ki, még közel sem vesznek részt kielégítő mértékben a haltenyésztésben. A köztudottan gazdag braziliai halfauna bőséges kínálatot nyújt a gazdaságosan tenyészthető halfajok kiválasztására és a szükséges kutatások után a megfelelő, gazdaságosan üzemeltethető tenyésztéstechnológiai rendszerek kidolgozására. A braziliai halfaunán belül, egyes fajok tenyésztését jelentős érdeklődés kíséri a gyors növekedési erélyük és kiváló húsminőségüknek köszönhetően. A további gazdasági fejlődéshez nélkülözhetetlen ezen fajok élettani sajátosságainak folyamatos

vizsgálata (KUBITZA *et al.* 2007).

## 1.1. Célkitűzések

A kísérleteimet megelőzően nemcsak RS államban, de az országban sem vizsgálták még a jundiá szaporodásbiológiai jellemzőit. A munkám kezdetéig megjelent publikációk a faj biodiverzitásban betöltött helyét és szerepét, rendszertani besorolását elemezték.

A célkitűzéseimet a következő öt pontban fogalmaztam meg:

Az ikrások szaporodásbiológiai állapotát befolyásoló hormonok vérplazma-koncentrációjának nyomonkövetése havi mintavételekkel.

A tejesek szaporodásbiológiai állapotát befolyásoló hormonok vérplazma-koncentrációjának nyomonkövetése havi mintavételekkel.

Technológiai stressz hatására megváltozó vérplazma kortizol- és glükózkoncentráció vizsgálata.

A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése:

Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%) megállapítása,

Az ikrások beéréséhez szükséges idő meghatározása,

Egységnyi tömegű száraz ikrában lévő ikraszemek száma,

Az embrió és lárva fejlődési sebessége és a fejlődés szakaszainak vizsgálata a vízhőmérséklet függvényében,

A PGSI változásának nyomonkövetése az ivási/szaporítási időszak során,

Egyazon egyedek szaporíthatósági gyakoriságának vizsgálata egy tenyészedényen belül.

A jundiá szaporítási mutatóinak alakulása különböző, a halszaporítási gyakorlatban használatos hormonkezelések hatására.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A jundiá bemutatása

#### 2.1.1. A jundiá elterjedése és elnevezése

A *Siluriformes* rendjébe tartozó *Rhamdia quelen* a *Heptapteridae* (régábban *Pimelodidae*) család tagja, egy endemikus halfaja Dél-Amerikának. Dél-Mexikótól egészen Patagóniáig megtalálható, Uruguay, Paraguay, Guyana, Venezuela és Brazília folyóiban egyaránt. Ez utóbbiban a Rio São Franciscoban, a Jequitinhonha, Muçuri, Paraiba, Ceará, Mirim, Coité, Paratinga, Paraná, Uruguai folyókban és vízrendszereikben él sok *Pimelodidae* családba tartozó halfaj társaságában (SILFVERGRIP 1996). Brazília déli területein jundiá a neve, ami guarani (déli indián törzs) nyelven hosszú bajszokkal díszített fej (ja-ndi-á) jelent, tekintve, hogy ennek a családnak a tagjai a hasúszóig, vagy annál is tovább nyúló bajuszt viselnek. Brazília északabbi vidékein „mandi” az e családba tartozó fajok gyűjtőneve, de a „bagre sapo das pedras” néven is említi sok esetben a szakirodalom, ami portugálul kövi békaharcsát jelent. Általánosan elfogadott magyar neve nincs a halfajnak. A *Rhamdia* elnevezés az indián “nhamdiá” szó elírásából keletkezett, ez utóbbi pedig egy ortografikus változata a halfaj Tupi-Guarani nevének, „jandiá”. A fajt pedig Quelen apátról nevezték el, aki elkísérte Quoyt és Gaimardot azon az úton, melynek során először leírták ezt a fajt (internet 1).

A halfaj neve portugálul, illetve spanyolul, Braziliában: jundiá, jundiá-tinga, jandiá, jandiá-tinga, mandi és sapipoca, míg Argentínában: bagre, bagre negro, bagre sapo és bagre sulamericano.

#### 2.1.2. A jundiá rendszertani besorolása

A *Rhamdia* nemzetség besorolása, a leírása óta nem teljesen tisztázott. SILFVERGRIP (1996) végzett egy átfogó taxonómiai besorolást, figyelembevéve a nemzetség belső morfológiai jellemzőit. Megállapította, hogy a nemzetség mindössze 11 fajt foglal magába, míg a vizsgálata előtt ugyanebben a nemzetségben 100 fajt tartottak számon. SILFVERGRIP (1996) felsorolásában láthatjuk, hogy a *Rhamdia quelen* fajnév alatt leírt fajnak 47 szinonímája volt ezelőtt. Ezek a következők: *Silurus quadrimaculatus*, *Pimelodus quelen*, *Pimelodus sebae*, *Pimelodus nandia*, *Heterobranchus sextentaculatus*, *Pimelodus sapo*, *Pimelodus hilarii*, *Pimelodus pentlandii*, *Pimelodus steglichii*, *Pimelodus sellonis*, *Pimelodus deppei*, *Pimelodus musculus*, *Pimelodus sapipoca*, *Pimelodus wilsoni*, *Pimelodus cinerascens*, *Pimelodus guatemalensis*, *Pimelodus wuchereri*, *Pimelodus godmanni*, *Pimelodus micropterus*, *Pimelodus*

(*Rhamdia*) *baronis-mülleri*, *Pimelodus wagneri*, *Rhamdia bransfordii*, *Pimelodus (Rhamdia) parabybae*, *Pimelodus (Rhamdia) queleni cuprea*, *Pimelodus (Rhamdia) cuyabae*, *Rhamdia oaxacae*, *Rhamdia depressa*, *Rhamdia gilli*, *Pimelodus boucardi*, *Rhamdia beteracantha*, *Rhamdia barbata*, *Rhamdia nasuta*, *Rhamdia branneri*, *Rhamdia branneri voulezi*, *Rhamdia mounseyi*, *Rhamdia riojae*, *Rhamdia microps*, *Rhamdia pubescens*, *Silurus rivularis*, *Rhamdia micayi*, *Caecorhamdia urichi*, *Rhamdia guatemalensis muriei*, *Rhamdia guatemalensis decolor*, *Rhamdia guatemalensis stygaaea*, *Rhamdia saijaensis*, *Rhamdia sebae martyi*, *Rhamdia lehmanni*.

A *Rhamdia quelen* elfogadott taxonómiai besorolása a következő volt (SIFVERGRIP 1996): Főosztály: Csontos halak (*Osteichthyes*), Osztály: Sugarasúszójú halak (*Actinopterygii*), Alosztályág: Valódi csontoshalak (*Teleostei*), Rend: Harcsafélék (*Siluriformes*), Család: *Pimelodidae*, Nemzetség: (*Rhamdia*), Faj: *Rhamdia quelen*. Később a faj taxonómiai besorolását megváltoztatták. A jundiá taxonómiai besorolása a *Rhamdia* nemzetség a *Pimelodidae* családba, *Siluriformes* rendbe és az *Actinopterygii* osztályba tartozott, de a *Pimelodidae* családot három önálló családra bontották, úgy mint *Pimelodidae*, *Heptapteridae* és *Pseudopimelodidae*. A *Rhamdia* nemzetség a jelen besorolás szerint a *Heptapteridae* család tagja (GOMES *et al.* 2000).

### 2.1.3. A jundiá jellemzése

SILFVERGRIP (1996) szerint a *R. quelen*-t a *Rhamdia* nemzetség többi tagjától a következő jellemzők alapján lehet megkülönböztetni: a mellúszó mindkét oldalon fűrészkes, a farokúszó asszimmetrikus, a fejtetőn lehetnek érzékelő pórusok, de nem szükségszerűen. A kopolyú ívek száma 5 és 16 között változhat, a csigolyák száma pedig 36 és 44 között. A szemek közepes nagyságúak.



1. ábra Jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy és Gaimard 1824) (fotó: Ittész, 2001)



2. ábra A jundiá pigmenthiányos változata (fotó: Ittész, 2001)

Színezete a hátán és oldalán sötét zöldesszürke, ami hasi irányba kivilágosodik a fehérig (1. ábra). Nagyon mutatós és kedvelt a 2. ábrán látható albínó változata is. Kiemelt népszerűségnek örvend, elsősorban kiváló ízű és százkamentes húsa miatt. A lakosság szegény rétegeinek fontos fehérjeforrása, mivel ez a hal bőségesen lakja a gyors és lassú sodrású folyókat egyaránt. Tavakban és a folyók kimélyült „kútjaiban” él. Megbújik a kövek és farönkök között, ahonnan leginkább éjszaka bújik elő táplálékot keresni (GUEDES 1980). Sporthorgászatra is kiváló, tekintve, hogy rámenősen kap a horogra és erélyesen küzd. Mióta tenyésztéstechnológiája részben megoldott és üzemi szinten alkalmazott, nagy mennyiségben kerül eladásra a horgásztavakba. Erre a halra igaz a mondás, hogy „szeret a zavarosban halászni”. Minden brazil gyerek ismeri azt a tulajdonságát, hogy a trópusi záporok után megáradt és zavaros, rohanó folyóvizekben lehet a legbiztosabban kapásra számítani. A jundiá mindenevő hal, elsősorban halakkal, rákokkal, rovarokkal, növényi maradványokkal és rothadó szerves törmelékkel táplálkozik (GUEDES 1980; MEURER és ZANIBONI FILHO 1997). Ívása a partközeli sekély vízben zajlik (KUMEDA 2014). A jundiá ikrája gömbölyű, víznél nagyobb fajsúlyú. A csoportban lévő tejesek és ikrások összehangoltan ívnak a hajnali, illetve kora reggeli órákban. A tejes követi az ikrást és megütögeti annak hasát, így készítetve azt ikrázásra (BALDISSEROTTO és RADŪNZ NETO 2005). Nem ivadékgondozó, ezért tiszta, mély, köves aljzatú helyeket választ az íváshoz (GODINHO *et al.* 1978; GOMES *et al.* 2000; PEREIRA *et al.* 2006).

Előnevelt halak környezettűréséről készült munkák segítik a faj elterjedését a brazil haltenyésztésben (CHIPPARI 1998). Lárvával és előnevelt ivadékkal végzett kísérlet bizonyította, hogy a faj kedveli és keresi a sötétet (PIAIA *et al.* 1999). A jundiá ivadék jól tűri a víz sókoncentráció változását 0 %-ról 10%-re, ami azt mutatja, hogy ez a hal besorolható az eurihalin fajok közé. A 9,0 g/l töménységű konyhasó (NaCl) oldat 96 óra elteltével okoz halált,

ami azt jelenti, hogy a sózás, mint állategészségügyi kezelés elvégezhető a halak károsodása nélkül (MARCHIORO 1997). A szerző leírja továbbá, hogy a jundiá előnevelt ivadéka szintén jól tűri a változó pH értéket 4,0-tól 9,5-ig (30,0 mg/l CaCO<sub>3</sub> vízkeménység mellett). A legjobb növekedést ennél a fajnál a 8,0 és 8,5 pH közötti értékek mellett mérték (LOPES 1998). Az előnevelt halak vízkeménységtűrését 600 mg/l CaCO<sub>3</sub> koncentrációban állapították meg 96 óráig elhullás nélkül (TOWNSEND *et al.* 1997). Ezen felül nagy tűrőképesség jellemzi a hőmérsékleti ingadozással és a víz alacsony oldott oxigén tartalmával szemben (ZAIONS és BALDISSEROTTO 2000; CARNEIRO *et al.* 2002; MELLO és RADNÜZ NETO 2002). Ez a faj az euritermikus fajok közé tartozik, mivel ivadékkal (4-6 cm) végzett vizsgálatok szerint, a 31 °C-on tartott halak károsodás nélkül hozzászoktak mind a 15 °C, mind a 31°C vízhőmérsékletre (CHIPPARI 1998).

A jundiá egy éves korában, 13-14 cm testhossz mellett már kész az ívásra, ivarszervei érettek (NARAHARA *et al.* 1985; GOMES *et al.* 2000; BALDISSEROTTO és RADNÜZ NETO 2005).

Annak ellenére, hogy a trópusi területek lakója, jól tűri a hideget. Dél-Amerika déli területein, ahol a vizek átlaghőmérséklete a téli időszakban 8 °C, még képes táplálkozni. A nyári melegvizekben pedig gyorsan növekszik. Megfelelő takarmányozási technológiával, 6-8 hónap alatt 500-600 g testtömeget ér el. Húsa jó állagú és szálkamentes, ezért keresett hal a piacon. Növekedése során 50 cm-t és 3 kg-os tömeget is elérhet (CARVALHO *et al.* 2000).

#### **2.1.4. A jundiá termelési adatai**

A jundiá tenyésztése terjed az országban, de még messze nem kihasználták a benne rejlő lehetőségek. Sok jó tulajdonsága feljogosítja arra, hogy a haltenyésztők kedvelt faja legyen, de ehhez még számos jellemzőjét kell feltérképezni a jövőben (CARVALHO *et al.* 2000). Ez a mindenevő faj méltán keltette fel az érdeklődését mind a haltermelőknek, mind a kereskedelmi ágazatnak. Jó technológiai tűréssel rendelkezik (BARCELLOS *et al.* 2001), a fogyasztók kedvelik az ízletes szálkamentes húsát (CARNEIRO *et al.* 2002). Ezért széles körben terjed a tenyésztése, különösen Brazília déli területein (BARCELLOS *et al.* 2004a). Az elmúlt két évtizedben a termelése az elhanyagolható, statisztikákban nem szereplő mértékről 1700 t-ra növekedett. Az éves termelési mennyiségeket nehéz pontosan nyomon követni, mert az államok statisztikai kimutatásai nem egységesek. A jundiá a déli államokban általában nevesítve van a listán, északon azonban ahol e faj jelentősége kisebb, gyakran a harcsafélék megnevezés alatt több fajjal összesítve található. A brazil akvakultúra 2000-ben 176.531 tonna terméket állított elő, ebből 132.989 tonna volt a haltenyésztés hozadéka. Ebben az évben 2.546 t jundiát állítottak

elő a brazil gazdaságok, ami a teljes akvakultúra termelésének 1,4%-át teszi ki (BOMBARDELLI *et al.* 2006). A termelés folyamatos növekedést mutatott ezután is, hiszen 2011-ben elérte a 628.704,3 tonnát. Ami 31,1%-al szárnyalta túl az előző évi adatokat.

Rio Grande Do Sul egyik jelentős ivadéknevelő gazdasága, az Aquaviva előnevelt termelése az utóbbi két évtizedben a következő volt: 1997-ben 100.000, 2010-ben 800.000, a 2017-es termelés pedig elérte az 1.200.000 eladott jundiá előnevelt ivadékot (ERNANI KRONBAUER szóbeli közlése, 2018).

## **2.2. Szteroid hormonok koncentrációjának változása csontoshalak ivari ciklusa során**

A szaporodási folyamatok megértése különösen fontos a tenyésztett halainknál, mivel a petesejt fejlődése gyakran károsodik a különböző tenyésztési módszerek munkaműveletei során. A munkám kezdetéig kevés vizsgálatot végeztek braziliai harcsafajok ivari működésével kapcsolatban. VAL-SELLA *et al.* (1980b) vizsgálta a *Rhamdia hilarii* hipofízisének morfofiziológiai jellemzőit. A munkám kezdetén egyéb szinkron és aszinkron oocitafejlődéssel rendelkező halfajok szaporodásbiológiájáról álltak adatok a rendelkezésemre a szubtrópusi dél-amerikai fajok közül, mint a trópusi *Characidae* család (ANDRADE 1996; GAZOLA *et al.* 1996).

A jundiá szaporodásbiológiájára vonatkozó ismereteink hiányosak voltak, ami indokolta a hormonális szabályozással kapcsolatos vizsgálatokat. A szteroidok a szteránvázis lipidek közé tartozó molekulák. Az állati sejtekben a szteroid szintézis a koleszterin képződésével kezdődik. A koleszterinből kiindulva épül fel a többi szteroid. A szteránvázat alkotó szénatomok száma alapján megkülönböztetünk C18 (ösztrogének), C19 (androgének) és C21 szteroidokat. A C21 csoportba a progesztinek, glükokortikoidok és a mineralkortikoidok tartoznak (AVAR 2016).

A csontoshal ikrások ivarszerve által termelt hormonok eltérő szerepet játszanak a petesejt fejlődésének különböző szakaszaiban. A legismertebb a folliculáris réteg által termelt 17 $\beta$ -ösztradiol (E2), amely a vitellogeninnek, a szikanyag előanyagának hepatikus szintézisét serkenti (WALLACE 1985, MIRANDA *et al.* 2009). Fontos szerepet játszik a szaporodási folyamatok szabályozásában, ideértve az oogenezis serkentését, valamint gonadotrop hormonok szekréciójának szabályozását a negatív visszacsatoláson keresztül (NELSON és HABIBI 2013). A 17 $\beta$ -ösztradiol tesztoszteronból alakul át egy aromázis enzim (P450arom) katalitikus aktivitásának segítségével (BLÁZQUEZ és PIFERRER 2004; TCHOUDAKOVA és CALLARD 1998; TCHOUDAKOVA *et al.* 2001). Két másik szteroid, a 17 $\alpha$ , 20 $\beta$ -dihidroxi-4pregnen-3-on (17, 20 $\beta$ -P) és a 17 $\alpha$ , 20,21 $\beta$ -trihidroxi-4pregnen-3-on (20 $\beta$ -S), az oociták végső érésében

játszanak szerepet (NAGAHAMA 1990; TRANT *et al.* 1986; TRANT és THOMAS 1989; KING *et al.* 1994).

A tesztoszteron (T) kimutatható számos halfaj ikrásának vérplazmájában, de a pontos szerepe ez ideig ismeretlen (RINCHARD *et al.* 1993). A 11-ketotesztoszteron (11-KT) a hímivarú csontoshalakban általánosan előfordul, de az ikrások vérplazmájából is kimutatható (SLATER *et al.* 1994). Koi pontyok (*Cyprinus carpio*) esetében vizsgálták a plazmában, az izomban és a testfelszíni nyálkában jelenlévő 11-KT mennyiségét. A vizsgálatok szerint a nyálka hormonkoncentrációjából is következtetéseket lehet levonni a hal szaporodásbiológiai állapotára (SCHULTZ *et al.* 2005).

TROND *et al.* (2009) atlanti tőkehal (*Gadus morhua* L.) esetében igazolta, hogy az androgének az oogenezisre is hatással vannak, különösen az oociták korai fejlődési szakaszaiban. Ez a megállapítás természetesen a 11-KT-ra is vonatkozik.

Az ez irányban végzett kutatások azt mutatják, hogy a csontoshalak spermatogenezise során a T és a 11-KT koncentrációja a legmagasabb a plazmában (PANKHURST és CARRAGHER 1992). A C21 szteroidok, így a 17, 20 $\beta$ -P koncentrációja pedig a spermáció során éri el a legmagasabb értéket (SCOTT és BAYNES 1982).

Értékelve ezeknek a szteroidoknak a szerepét: a 11-KT a Sertolli sejteken keresztül hat, és a spermatogenezis összes szakaszában befolyásoló szerepe van a japán angolnában *Anguilla japonica* (MIURA *et al.* 1991). Egy pozitív visszacsatolás növeli a gonadotrop hormon mennyiségét a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) hipofízisében (CRIM és EVANS 1983). A 17, 20 $\beta$ -P befolyásolja a szemínális folyadék kémhatását és a spermiumok motilitását a japán angolnában (MIURA *et al.* 1992).

A halak oogenezise több szakaszból áll. Az osztódási szakaszt követi a növekedés időszaka. Ennek első lépése a protoplazmás növekedés, ezt követi a táplálóplazma mennyiségének a felhalmozódása. Ez utóbbinak két alapszakasza van: a vakuolizálódás és a vitellogenezis. A petesejtek leválását a petefészek szövetéről (ovuláció) a végső oocitaérés előzi meg. Az ovuláció és az ívás után egy regenerációs időszak következik, majd megkezdődik a felkészülés a következő szaporodásra. Az oociták fejlődésének menete összefügg az adott faj ívási viselkedésével (De VLAMING *et al.* 1984).

Az oociták fejlődése alapján a valódi csontoshalak petefészekét három típusba sorolhatjuk:

1. Az oociták (ivarsejt-kezdemények) egyidejű fejlődése következtében egységes morfológiai (alaktani) képet mutató petefészek: a petefészekben lévő oociták azonos fejlődési állapotban vannak. Az életük során egyszer ívó, majd az ívást követően elpusztuló halfajokra jellemző ez a petefészek típus, pl. csendes-óceáni lazacfajok (*Oncorhynchus* sp.) (anadrom) fajok, különböző angolnafajok (katadrom).



2. A petefészek felépítésében legalább két eltérő fejlődési állapotban lévő sejtcsoport vesz részt, a petefészek morfológiai képe nem egységes: a valódi csontoshalakban ez a legelterjedtebb petefészek-típus. Ez a petefészek-típus az ivari ciklus során egyszer ívó fajokra jellemző, melyek ívási időszaka viszonylag rövid, pl. szivárványos pisztráng, ponty, csuka. A petefészekben az elsődleges oociták növekedési szakaszainak (primary oocyte growth) különböző fejlődési állapotait megjelenítő sejtcsoportok egész éven át jelen vannak; az év egy meghatározott időszakában egy sejtcsoport a vakuolizálódás, a vitellogenezis, majd a végső oocita érés fejlődési állapotába lép. Ha az adott faj egy évben többször ívik, az adott ciklusban beérő oociták kialakulása előrehaladottabb fejlődési állapotból is kiindulhat. Ilyen fajok pl. a márna (*Barbus barbus*) és a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*).
3. A petefészekben az oociták összes fejlődési állapota képviselve van, a petefészek morfológiai (alaktani) képe heterogén: ez a petefészek-típus azokra a fajokra jellemző, melyek a viszonylag hosszú ívási időszak alatt több alkalommal ívnak, pl. razbóra (*Pseudorasbora parva*), számos tengeri halfaj (SZABÓ 2000).

A petefészek fejlettségének jellemzésére, annak tömege alapján, igen jól használható mérőszám a gonado-szomatikus index (GSI). Ez a mutató a petefészek tömegének a testtömeghez viszonyított aránya százalékban kifejezve. Az ívási időszakban egyszer ívó halfajoknál a GSI általában 18-25% között változik (ponty, csuka), de bizonyos fajok esetében akár 40 %-ot is meghaladhatja (angolnafajok). Többször ívók esetében a GSI rendszerint kisebb (8-14%), mert az oociták érésének folyamata elhúzódóbb és kiegyenlítettebb. Azoknál a fajoknál, ahol az ívási időszak több hónapig is eltart (aszinkron petefejlődés), a GSI értéke 2-10% között ingadozik (HSIAO *et al.* 1994).

A szteroidogenezis és gametogenezis kapcsolatát már több csontos halfaj esetében leírták (SCOTT *et al.* 1983: *Oncorhynchus mykiss*; KIME *et al.* 1991: *Sparidentex hasta*; RINCHARD *et al.* 1993: *Gobio gobio*; BLYTHE *et al.* 1994: *Morone saxatilis*; ESTAY *et al.* 1998: *Oncorhynchus kisutch*).

A gonadotrop hormonok és a szteroidhormonok a spermatogenezis szabályozásában is kiemelt szerepet kapnak. A gonadotrop hormonok feladata az ivarérettség és a szaporodás szabályozása. Termelődésük és szekréciójuk helye a hipofízis elülső lebenye, az adenohipofízis. Az halak hipofízisében két gonadotrop hormon, (gonadotropin) található, a follikulus stimuláló hormon (FSH) és a luteinizáló hormon (LH). Az FSH és az LH a tireotrop hormonnal (TSH) együtt a hipofízis glikoprotein hormonjainak családját képezik.

A három hormon szerkezeti felépítésében sok hasonlóság van. Mindegyikük egy-egy  $\alpha$ - és  $\beta$ -alegységből (polipeptid-láncból) épül fel, amelyek nem kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz. Egy fajon belül az  $\alpha$ -alegység mindhárom hormonban azonos, a  $\beta$ -alegység viszont mindhárom hormonban különbözik. A  $\beta$ -alegység hordozza a hormonspecificitást. A hormonok feladata rendkívül összetett, az FSH többek között az ivarsejtfejlődést serkenti, az LH pedig az ovulációt, ill. spermiációt indukálja.

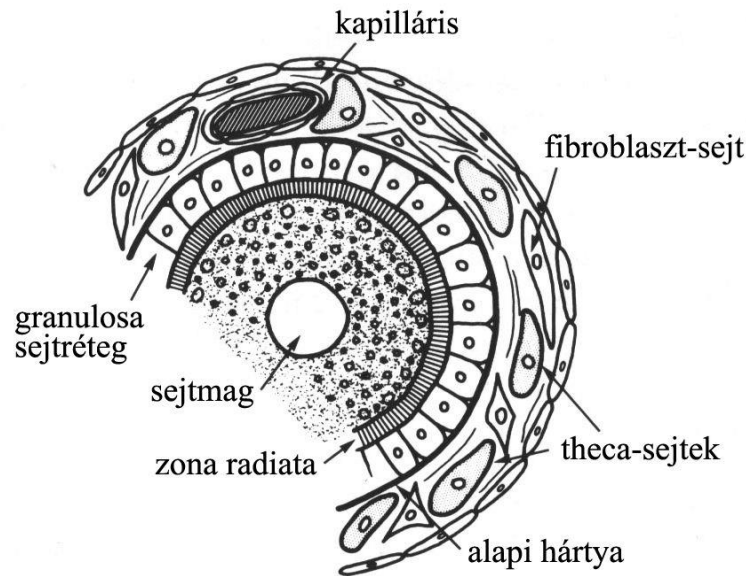
Az FSH és LH termeléséért és raktározásáért az adenohipofízisben két eltérő sejttípus felelős. A FSH szintézisét ellátó gonadotrop sejtek a kelést követően két héttel jelennek meg. A vitellogenezis, illetve a spermatogenezis előtt a halak hipofízisében kizárólag ez a GtH-termelő sejttípus mutatható ki. A LH-t termelő sejtek száma a szaporodási időszak közeledtével megnő. Közvetlenül ivás előtt számuk meghaladja a FSH szintézisét végző sejtek számát.

Specifikus gonadotrophormon-receptorok a fejlődő oocitát körülvevő follikulum theca- és granulóza-sejtrétegében egyaránt kimutathatók. A follikulumban lévő receptorok száma az ovogenezis során folyamatosan nő. A gonadotrophormon-receptoroknak két típusa létezik. Az első receptor-típus a GtH mindkét változatát megköti, de a FSH molekulát nagyobb affinitással. A második receptor-típus specificitása szűk, csak a LH molekulát köti meg. Az első receptor-típus a theca- és a granulóza-sejtrétegben egyaránt megtalálható, a második receptor-típus kizárólag a granulóza sejtekben van jelen.

Az adenohipofízis gonadotrop hormonjainak a hatására a célsejtekből további célhormonok termelődnek. A gonadotrop hormonok célsejtjei az endokrin mirigy feladatát is ellátó ivarszervekben vannak. A célsejtek ivari szteroidokat termelnek. A szteroidhormonok funkciója kettős: 1.) közvetlen hatással vannak a gametogenezisre, 2.) a hipotalamusz-adenohipofízis tengely szabályozásának tényezői egy visszacsatolós, zártláncú szabályozásban. A gametogenezis során egyes szteroidok az ivarsejtek fejlődését serkentik, mások pedig a gaméták végső érését indukálják.

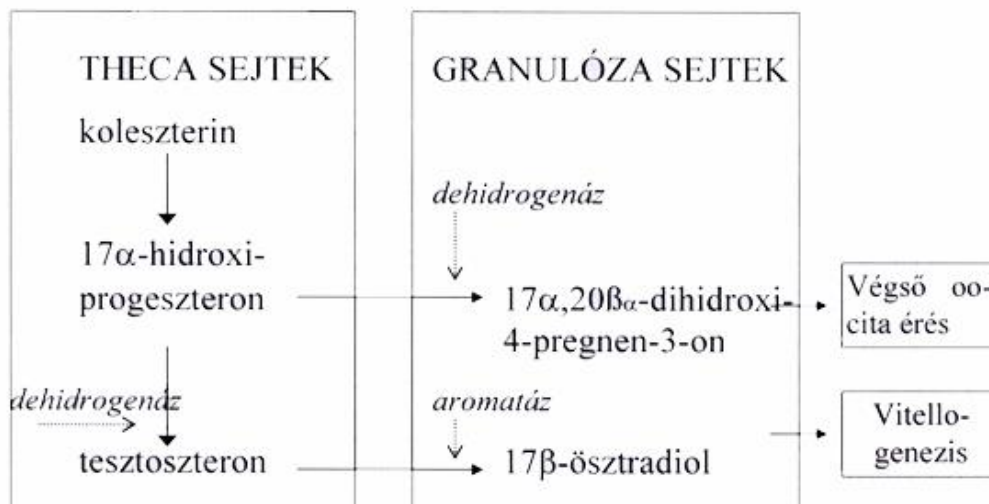
A hímivarú halakban a spermatogenezist a 11-ketotesztoszteron serkenti. Az androgén a here Leydig-sejtjeiben termelődik. A nőivarú halakban a vitellogenezis bizonyos részfolyamatainak serkentéséért a  $17\beta$ -ösztradiol a felelős.

A nőivarú halakban az érést kiváltó szteroid (maturációt indukáló szteroid, MIS) indukálja a sejtmag-vándorlást és maghártya-eltávolítását természetes körülmények között az egyes halfajokban (HORVÁTH és URBÁNYI 2000).

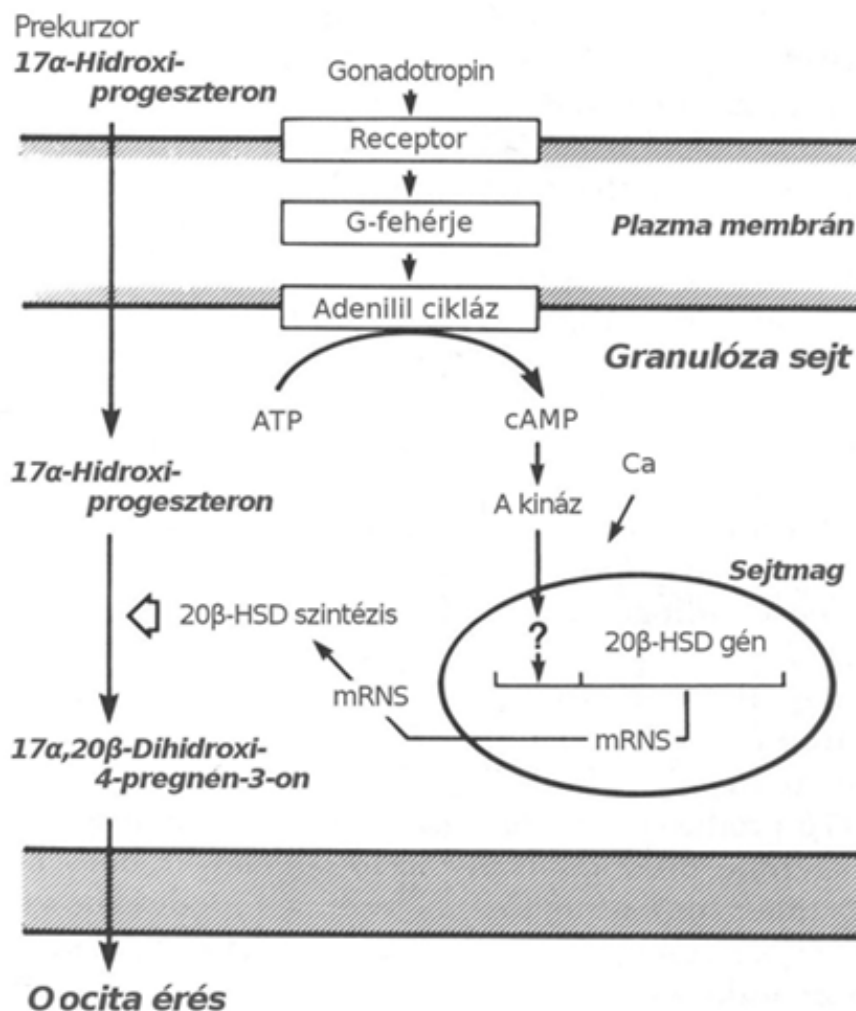


3. ábra A valódi csontoshalak petefészékének érett folliculusa (Nagahama, 1983 alapján módosított)

A fejlődő petesejtet egy többretegű tok, a folliculus veszi körül, melyben GtH receptorok találhatóak (3. ábra). Az  $E_2$ -t a petesejt folliculáris rétege szintetizálja. A theca sejtek, a GtH hatására a koleszterint androgénekké, elsősorban T-á alakítják át. A T transzporttal átvándorol a granulosa rétegbe, ahol  $E_2$ -vé alakul egy aromatáz enzim segítségével, szintén a GtH hatására (4. ábra). A granulosa sejtek  $E_2$  szekréciója az aromatáz enzim aktivitásától függ, ami az oociták érési stádiumaival változik (KAGAWA *et al.* 1983).



4. ábra A valódi csontoshalak ovarialis folliculusának szteroid bioszintézise a vitellogenezis és a végső oocita érés során (YARON, 1995 módosított)



5. ábra Az oociták végső érését kiváltó szteroid, a 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ -dihidroxi-4-pregnen-3-on képződésének folyamata (Nagahama, Y.,1989 alapján módosított)

Az E<sub>2</sub> hatására a májsejtekben vitellogenin képződik, amely a véráram útján jut el a petefészekbe. A vitellogenin a petesejt szikanyagának előanyaga, a zona radiátán keresztül mikropinocitózis útján épül be, ahol valódi szikanyaggá alakul át. Az idáig vizsgált halfajok esetében a vitellogenezis során az E<sub>2</sub> és T mennyisége a plazmában nagy, ami negatív feedback hatáson keresztül csökkenti a hipofízis GtH termelését. A vitellogenezis végével csökken az E<sub>2</sub> és a T koncentrációja a plazmában, a negatív visszacsatolás hatása megszűnik, következésképpen a GtH koncentráció növekszik. Ekkor a GtH segíti a 17,20 $\beta$ -P szintézisét és felszabadulását. Az oociták végső éréséért elsődlegesen felelős hormon a 17,20 $\beta$ -P (NAGAHAMA 1990), amelynek mennyisége a plazmában a GtH koncentrációjával párhuzamosan növekszik. A GtH serkenti a 20 $\beta$ -hidroxi-szteroid dehidrogenáz (20 $\beta$ HSD) enzim termelődését, ez pedig gyorsítja a 17-P átalakulását 17,20 $\beta$ -P hormonná. Érdekes, hogy a 17-P prekursor jelenléte nélkül nem valósul meg a 17,20 $\beta$ -P termelése (NAGAHAMA 1990) (5. ábra). Így a plazma 17-P koncentrációja utal a 17,20 $\beta$ -P hormon plazmakoncentrációjára.

Az ovulációig a  $17,20\beta$ -P negatív visszacsatolást gyakorol a hipofízis GtH termelésére. Ez a folyamat az ovuláció után megszűnik és a GtH koncentrációja újra megnő.

Fiatal nőivarú halakban létezik egy, a szexuáliszteroidok által a hipofízisre gyakorolt pozitív feedback hatás, így bár alacsony GtH szint mellett, mégis folyamatos a gonádok fejlődése (GOETZ 1983; FOSTIER *et al.* 1983; SCOTT és CANARIO 1987).

Egyéb szteroidok, mint a mellékvese eredetű kortikoszteroidok -itt is elsősorban a kortizolt kell megemlíteni- a petesejt végső érésében is szerepet játszanak néhány halfajban és a GtH szinergikus hatásán keresztül hatnak (GOETZ 1983), ami feltételezi a mellékvese szerepét a petesejt érésében (CANARIO és SCOTT 1988).

A T hatásának különböző jelentőséget és feladatot tulajdonítanak nőivarú halakban (FOSTIER *et al.* 1983). Feltételezhető, hogy a granulóza sejtekben szubsztrátként, direkt vagy indirekt hatása van a vitellogenezis folyamán az  $E_2$  termelésére. Sok fajban az ovuláció előtti T csúcs azt sugallja, hogy ennek a hormonnak a petesejtek végső érésében van szerepe (SCOTT *et al.* 1984).

A lazacfélék hímjeiben, mennyiségét tekintve az elsődleges androgén a T, a legaktívabb pedig a 11-KT (CAMPBELL *et al.* 1980; SCOTT *et al.* 1982; LEATHERLAND *et al.* 1982). Néhány vizsgálat a legfontosabb androgénnek a 11-hidroxitesztoszteront találta (SCOTT és BAYNES 1982; FOSTIER *et al.* 1983; SCHULZ 1984).

A 11-KT a felelős a lazacfélék hímjeinél a másodlagos nemi jelleg kialakításáért is. Ennek a hormonnak annyira erős a hatása, hogy a még nem ivarérett állatokba injektálva szintén kialakítja a másodlagos nemi jelleget (LEATHERLAND *et al.* 1982). Az ívási időszak folyamán, a legtöbb vizsgált halfaj hímjeiben a T koncentráció csökkenését lehet megfigyelni, ugyanakkor ez időszak kezdetén a vérplazmának magas a  $17,20\beta$ -P hormon tartalma (BARRY *et al.* 1990).

Hasonlóképpen SCOTT *et al.* (1984) is megfigyelte a 11-KT és T csökkenését és a  $17,20\beta$ -P, valamint a GtH növekedését az ívási időszak kezdetén. FOSTIER *et al.* (1983) szerint a hímekben a FSH és a LH stimulálja a különböző szteroidok szintézisét a herében és a spermatogenezist. A legtöbb hal esetében a here képes a T és a 11-KT termelésére. BILLARD (1976) bizonyította, hogy exogén tesztoszteron adagolásával fenntartható a spermatogenezis az olyan aranyhalakban, melyek hipofízisét eltávolították. Ez is azt igazolja, hogy ezt az élettani folyamatot ez az androgén irányítja. FOSTIER *et al.* (1983) vizsgálata szerint a csontoshal hímek spermációját befolyásoló hormont ( $17,20\beta$ -P) szintén a here termeli. Az utóbbi években több, a jundiá különböző jellemzőit vizsgáló munka látott napvilágot, köztük néhány foglalkozik a szaporodásbiológiai jellemzőkkel (ITTZÉS *et al.* 1997, 1999; QUEVEDO *et al.* 1999; BARCELLOS *et al.* 2001; BARCELLOS *et al.* 2002). KUMEDA (2014) a jundiá gonád fejlődését vizsgálva megállapította, hogy tenyésztésbe fogott jundiá két nemének együttes tartása

serkenti a petefészkek fejlődését, csökkenti a sperma mennyiségét, ellenben növeli a spermiumok számát a külön tartott csoportokhoz képest.

### **2.3. A kortizol és glükóz koncentrációjának változása a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében**

A halgazdaságokban a termelés folyamatosságát biztosítandó, elkerülhetetlenek a tenyésztéstechnológiai beavatkozások. Ilyenek a lehalászás, a szákolás, a válogatás, a mérlegelés, a szállítás, stb. Ezek a beavatkozások zavart okoznak a hal homeosztázisában és stresszválaszokat váltanak ki. A következmények általában a csökkent tömeggyarapodás, az ivari működés zavarai, illetve a kórokozókkal szembeni csökkent ellenállóképesség (IWAMA 1993). Az első magyarázatát a stresszállapotnak SELYE (1952) írta le, mint Általános Adaptációs Szindrómát. Ez a szindróma foglalja össze minden olyan változást, ami a szervezetben lejátszódik a stressz hatására. Első lépésként az "alarm reakció", második lépésként az ellenállás állapota következik be, ami nem más, mint az alkalmazkodás a megváltozott környezethez, illetve a megváltozott feltételekhez. A harmadik szakasz a kimerülés szakasza, amikor a szervezet nem képes tovább fenntartani az alkalmazkodáshoz szükséges élettani folyamatokat, amire a stressz folytonossága készítené. BRETT (1958) megfogalmazása szerint a stressz az az állapot, amit környezeti, vagy nem környezeti tényezők alakítanak ki és adaptív válaszra kényszerítik az állati szervezetet. Több definíciója is létezik a stresszválasznak, de mind megegyezik a következőkben: a szervezet reakciót fejt ki bizonyos hatásokra, ami megváltoztathatja a szervezet homeosztázisát (BARTON és IWAMA 1991). Stresszornak nevezzük mindazokat a faktorokat, amelyek a halak (illetve egyéb állatok) homeosztázisának megváltoztatására képesek, az élettani és viselkedési változásokat pedig stresszválasznak (SMITH és SEIDEL 1982). Az egymás után következő stresszhelyzetek hatása összegződhet, ami populációs szinten is komoly károsodást okozhat. Ez a kumulatív stressz, aminek ismerete fontos a gyakorlati állattenyésztők számára, ugyanis a kezdetben nem veszélyes, szubletális zavarok összegződhetnek, károsítva az egyedet, illetve a populációt egyaránt (BARTON és IWAMA 1991).

IWAMA (1993) megfogalmazása szerint a stressz egy olyan állapot, amely környezeti, vagy egyéb tényezők hatására alakul ki és az állatban adaptív válaszokat provokál a megváltozott működés ellensúlyozására. A stresszválaszt sokféleképpen meghatározták, de a különböző vélemények abban megegyeznek, hogy a stressz hatására megváltozik a halak homeosztázisa (BARTON és IWAMA 1991). A stresszválasz magába foglal egy sor élettani változást. Elsődleges, másodlagos és harmadlagos hatásokat különböztet meg. Az elsődleges hatások között van a katekolaminok (pl. adrenalin, noradrenalin) és a kortikoszteroidok

koncentrációjának növekedése a vérplazmában. A másodlagos hatások foglalják magukba az anyagcsere válaszait. A glikémia, a tejsav, a máj és az izom glikogén mennyiségében, illetve a vérképben történő változásokat, ezen kívül a só-víz háztartásban bekövetkező ingadozásokat, mint a klór, nátrium, kálium, fehérjék koncentrációjának eltéréseit a normálistól. A harmadlagos hatások, a termelőkéesség, illetve a betegségekkel szembeni az ellenállókéesség csökkenése (WENDELAAR-BONGA 1997). A csontoshalak esetében a plazma kortizol szintjének emelkedése a legfontosabb hormonválasz az esetleges stresszre és általánosan használt jellemzője a stresszválasz kimutatására (PATIÑO *et al.* 1987; BALM *et al.* 1989).

A stresszhelyzetekre adott krónikus válasz hosszan tartó kortizolkoncentráció emelkedést eredményez, és ez gyakran együtt jár az intenzív tenyésztéssel és a technológiai műveletekkel, aminek következtében kialakulnak a harmadlagos stresszhatások (PICKERING *et al.* 1987; CARRAGHER *et al.* 1989; PICKERING és POTTINGER 1989).

KOAKOSKI *et al.* (2013) jundiá ivadékkal végzett vizsgálatában nem tapasztalt akkumulatív stresszhatást és hozzászokást a 12 és 48 órás, valamint az egyhetes stresszhatások után sem. Hasonló eredményre jutott BARCELLOS *et al.* (2006), aki két csoport jundiá ivadék akut stresszre adott válaszát vizsgálta. Az egyik csoportot három héten keresztül napi rendszerességgel stresszelte, míg a másik csoport nyugalomban volt.

A 21. napon mindkét csoportot erős (akut) stressznek vetette alá. A két csoportban nem különbözött a stresszválasz. A plazma kortizolszintje mindkét csoportban 130 ng/ml volt egy órával az akut stressz után. Következtetésként levonta, hogy a jundiá ivadék képes az akut stressz okozta válaszra még akkor is, ha az egy krónikus stresszelési időszak után következik.

### **2.3.1. Élettani változások a stressz hatására**

#### Elsődleges változások

Az elsődleges változásokat a stresszor megjelenése váltja ki, amikor a stresszhatás – környezeti, szociális– az érzékszerveken keresztül a hipotalamuszba jut. Ez váltja ki a hipotalamuszban a kortikotrop hormon szekréciójához szükséges faktort, ami a hipofízisben serkenti az ACTH termelését. Ez a hormon a vérárammal a mellékvese szöveteibe jutva serkenti a kortizol termelését. Krónikus stresszválasz esetében a mellékvese sejtmagátmérői megnövekednek, valószínűleg a szekréció intenzitásának következtében (McLEAY 1973). A kortizol kiválasztása a hipotalamusz-hipofízis tengely negatív visszacsatolás szabályozása alatt áll (FRYER és PETER 1977; SMITH és SEIDEL 1982; SUMPTER *et al.* 1986). A kortizol egy glikokortikoid hormon, koleszterin származék (4-pregnen-11 $\beta$ ,17 $\alpha$ ,21-triol-3,20dion), a plazma fehérjéihez kapcsolódik, elsősorban a transzkortinhoz, így biológiailag inaktív. A kortizol a célszövetekben a

DNS útján váltja ki a hatását. Passzívan hatol be a sejtmembránon, itt a sejtmag egy receptorához, majd a DNS-hez kapcsolódik. A sejtmagban a kortizol szabályozza az RNS szintézisét, serkentve egyes enzimek termelését (VAN DER BOON *et al.* 1991).

## Másodlagos változások

### *1. Katekolaminok hatása*

A katekolaminok, mint az adrenalin és a noradrenalin a halakban hasonlóan a többi gerinceshez, a véráramlására, a légzésre és az energia egyensúlyra fejtik ki a hatásukat (MOMMSEN és MOON 1990). A két hormon hatékonysága az egyes rendszertani kategóriákban különböző. Míg a csontshalak (*Osteichthyes*) esetében az adrenalinak van nagyobb hatékonysága, addig az porcoshalak (*Chondrichthyes*), *Elasmobranchii* (cápa-, rájafélék alosztálya), esetében a noradrenalinak (MOMMSEN és MOON 1990). A halakban a katekolaminok a kopolyúerek tágulását okozzák, így nagyobb véráramlást eredményeznek a lemezekben. A hemoglobin oxigénfelvevőképessége szintén megnő az adrenalin hatására. A katekolaminok az ozmoregulációt is szabályozzák. Növekszik az ioncsere a kopolyúin keresztül, valószínűleg ez indirekt hatásra történik, ugyanis az erek tágulása és a nagyobb véráram megnöveli a kopolyúlemezek vízzel való érintkezésének felületét. A 60-as, 70-es években a stresszt követő hiperglikémiát kizárólag a kortikoszteroidok hatásának tulajdonították (BUTLER 1968; CHAN és WOO 1978). A stresszválaszként bekövetkező hiperglikémia a katekolaminok hatása, mert serkentik a glikogenolízist (VIJAYAN *et al.* 1991, 1994). HANKE és JANSSENS (1983) glükóz felszabadulást észleltek a májban adrenalin hatására. Sikerült gátolni az adrenalinak ezt a hatását  $\beta$  gátlókkal és arra a következtetésre jutottak, hogy az adrenalin a  $\beta$  receptorok útján hat. A kísérletet egy ausztrál tüdőshalon (*Neoceratodus forsteri*) végezték. OTTOLENGHI *et al.* (1985) *in vitro* kísérletében a csatorna harcsa (*Ictalurus punctatus*) máj kultúrához adagolt adrenalin glükóz termelést váltott ki.

INCE és THORPE (1977) a katekolaminok újabb hatását állapította meg a hiperglikémián kívül, azaz a hasnyálmirigy csökkent inzulin kiválasztását. A szerzők úgy gondolják, hogy ez a csökkent szekréció egy olyan mechanizmus, amely felkészíti a szervezetet egy esetleges növekedett energia felhasználásra. SHERIDAN (1987) szerint a katekolaminok, elsősorban a noradrenalin, serkenti a májban a lipolízist a raktározott trigliceridek hidrolízisén keresztül, ami a zsírsavak és a glicerol felszabadulását eredményezi.

### *2. A kortizol hatása*

Kortizollal kezelt halaknál a májanyagcsere változását figyelték meg (CHAN és WOO 1978; DAVIS *et al.* 1985), ami arra enged következtetni, hogy a kortizol elsőrendű célszerve a



máj (VAN der BOON *et al.* 1991). Valószínűsíthető, hogy a stresszt követően a vérben mérhető magas cukorkoncentrációt a kortizol eredményezi. A kortizol az adrenalin útján fejt ki a hatását, serkentve a nem szénhidrát eredetű glükóz termelését, és szabályozza a perifériás keringés cukorszintjét. Ezzel ellensúlyozza az inzulin hatását (VIJAYAN *et al.* 1994). Ugyanebben a munkában a szerzők bizonyították, hogy a kortizol jelentősen csökkenti a hepatociták reakcióját az inzulinra, így gátolják a glükóz bejutását ezekbe a sejtekbe. Létezik egy komplex kölcsönhatás a kortizol és más hormonok között a máj anyagcseréjének szabályozásában, amit a halak tápláltsági állapota és a stressz megváltoztathat (VIJAYAN *et al.* 1994).

LEACH és TAYLOR (1980) munkájukkal arra a következtetésre jutottak, hogy a kortizol a felelős a magas glükózsint fenntartásáért a stresszválasz kezdeti szakasza után. Ezt a kezdeti szakaszt a katekolaminok szabályozzák, míg a kortizol serkenti a glikogenezist és szabályozza a perifériális glükóz bevitelt. VIJAYAN *et al.* (1994) hasonló eredményt kaptak, mikor egy analóg szteroiddal (RU486) dolgoztak, amely úgy hat, hogy elfoglalja a kortizol receptorait. A másodlagos hatások között szerepel még a vérkép megváltozása, elsősorban az immunrendszer sejtjeiben történő elváltozások. Az immunelégtelenséget, mint stresszválaszt több szerző is leírta (KEBUS *et al.* 1992; SALONIUS és IWAMA 1993). Negatív korrelációt állapítottak meg a plazma kortizolszintjének növekedése és a limfociták mennyisége között. MAULE *et al.* (1989) bizonyították, hogy a chinook lazacban (*Oncorhynchus tshawytscha*) 30 másodperc stresszhatásra a limfociták működésének hatékonysága 25 %-kal csökkent 4 órával a stresszhatás után. Az immunelégtelenség, majd az immunitás helyreállása fordított korrelációban van a plazma kortizol koncentrációjával. ACTH-val kezelt lazacban csökkent a limfociták száma (McLEAY 1973). Takarmányba kevert kortizollal egyszer etetett szivárványos pisztráng esetében a keringésben lévő limfociták száma 65 %-al csökkent. Az eredeti állapot visszaállításához 24 órára volt szükség (PICKERING 1984). A napi rendszerességgel végzett kortizol etetése a limfociták számának 85 %-os csökkenését eredményezte. A fehérvérsejtek száma a kezeléseket követően két héttel érte el a korábbi értéket (BARTON *et al.* 1987). Az immunrendszer kortizol okozta hatékonyságának csökkent állapota akár hetekig is elhúzódhat a stresszhatás után (SCHRECK *et al.* 1997).

### Harmadlagos változások

#### *1. Immunelégtelenség*

Stresszhatások után olyan ismert patogén baktérium nemzetségek, mint az *Aeromonas*, *Vibrio*, *Cytophaga*, *Renibaktérium* és *Mycobaktérium* felgyorsult fejlődést mutatnak. Olyan baktériumok pedig, melyek ideális feltételek között nem patogének (*Yersinia ruckeri*, *Flexibacter columnaris*), stresszelt halak esetében megbetegedést okoznak. Néhány betegség

egyértelműen kapcsolatba hozható a stresszfaktorokkal, így a kopoltyú bakteriális betegségei, aminek kialakulását a túlnépesítettség, környezeti hatások (pl. mint a víz alacsony oldott O<sub>2</sub> tartalma, magas ammónia koncentráció, illetve a nagy lebegőanyag mennyisége) segít elő. A baktériumok által okozott betegségeken kívül a gombák, protozoák és vírusok kórokozó hatása szoros összefüggésben áll a szervezet immunrendszerének állapotával. CARBALLO *et al.* (1995) szívárványos pisztrángokat kezelt különféle mérgező anyagokkal, majd ugyanezeket a halakat *Saprolegnia parasitica* gomba spórájával fertőzte. Minden esetben azokban a példányokban fejlődött ki a betegség, amelyeknek a vérplazmájában magas volt a kortizol koncentrációja.

### 2. Anyagcsere és növekedés

Krónikus stresszválaszként tartják számon a csökkent testtömeg-gyarapodást, aminek magyarázata, hogy a takarmányból származó és raktározott energia folyamatosan felhasználódik a stressz okozta élettani változások kompenzálására és a homeosztázis fenntartására, így ez az energiamennyiség nem hozzáférhető a tömeggyarapodás és a szaporodási feladatok ellátására (FAGERLUND *et al.* 1995; KEBUS *et al.* 1992). Néhány szerző a kortikoszteroidok tömeggyarapodásra való közvetlen hatását figyelte meg (DAVIS *et al.* 1984). Viszonylag magas, 66%-os tömeggyarapodás csökkenést észleltek a vágósúlyhoz képest egy csatornaharcsával végzett kísérlet során, amelyben kortizollal kevert takarmányt etettek az állatokkal. BARTON *et al.* (1987) ugyanezt a tápot etette tíz héten keresztül szívárványos pisztránggal, ami 45%-os tömeggyarapodás csökkenést eredményezett. A túlzott népesítés is jelentősen csökkenti a hizlalási eredményeket (BARTON és IWAMA, 1991).

### 3. Ivari működés

CARRAGHER *et al.* (1989) szerint a stressz okozta kortizol termelődése károsan hat a szívárványos pisztráng és a sebes pisztráng (*Salmo trutta*) ivari működésre, amit különböző szaporodásbiológiai paraméterek vizsgálata tett egyértelművé. Nem vetették el a lehetőségét annak sem, hogy számos káros hatás e téren a halak általános kondícióváltozásának a függvénye, ugyanakkor leszögezték, hogy a kortizolnak van közvetlen hatása is a szaporodást szabályozó hormonok termelődésére.

POTTINGER és PICKERING (1990) bizonyították szívárványos pisztráng vizsgálatokor, hogy a kortizol csökkenti a májban az ösztradiol receptorok számát, ami a szikanyagok felhalmozódásának csökkenését okozza. Ugyanakkor PANKHURST *et al.* (1995) megkérdőjelezi a kortizol ilyen mérvű hatását a reprodukcióra. Egy *in vitro* kísérletsorozatban három halfaj, a ponty (*Cyprinus carpio*), az aranyhal (*Carassius auratus*

*auratus*) és a *Pagrus auratus* folliculusait inkubálták *in vivo* GtH-val, tesztoszteronnal, illetve 25-hidroxikoleszterinnel (25OHC). Mindhárom kezelést megismételték kortizol jelenlétében is. A kísérlet eredményeként nem volt egyértelmű, hogy a kortizol közvetlenül is gátolná az ovariális szteroidogenezist. A szerzők azonban nem zárták ki ennek lehetőségét. SCHRECK (2010) úgy találta, hogy a kismértékű stressz pozitív hatással lehet a halak szaporodási folyamataira, míg az erős stressz gátolja azokat.

HADDY és PANKHURST (1999) egy ausztrál tengeri sügéren (*Acanthopagrus butcheri*) vizsgálták a napi stressz hatását a szexuáliszteroidok termelésére. Megállapították, hogy a stressz gyors gátló hatást fejt ki az ivarszervek szteroidgenézisére.

Emlősöknél a kortizol ivari működést befolyásoló hatása jól ismert. FENSKE (1997) ACTH-val kezelt tengeri malacokat, ami a plazma magas kortizol koncentrációját eredményezte. Ebben a kísérletben a szerző bizonyította, hogy a kortizol közvetlenül hat a Leydig-sejtekre, gátolja azoknak az enzimeknek a termelését, amelyek a szexuáliszteroidok prekursorainak, mint a 25OHC átalakulásáért felelősek. A megemelkedett plazma kortizol koncentrációt a T mennyiségének csökkenése követi (SAPOLSKY 1985). BAMBINO és HSUEH (1981) azt is kimutatták patkányban, hogy *in vitro* a kortizol közvetlen gátló hatást gyakorol a here tesztoszteron termelésére. CARRAGHER *et al.* (1989) szerint a stresszhelyzetben felszabaduló kortizol gátló hatással van a halak ivari működésére. Kísérlete során kortizollal kezelt szivárványos és sebes pisztráng csökkent ivari tevékenységét figyelte meg. A szerzők nem zárják ki a lehetőségét, hogy az ivari tevékenység redukciója a magas kortikoszteroid szint miatt kialakuló általános kondícióromlás következménye, de ugyanakkor állítják, hogy a kortizolnak közvetlen hatása van a szexuáliszteroidok termelésére. PICKERING *et al.* (1987) bizonyították, hogy úgy az akut stressz, mint a krónikus, csökkentik az ivarérett sebes pisztráng tejesek androgén (T és 11-KT) termelését. A stressz következtében megváltozott a halak ivari viselkedése és az ivartermék mennyisége és minősége is eltért a normálistól. A vér krónikusan magas kortizol koncentrációja megváltoztathat bizonyos ivarérést szabályozó endokrin folyamatokat, ami a gonádok csökkent növekedését eredményezte a tejesekben és az ikrásokban egyaránt (PICKERING és POTTINGER 1989). Szivárványos pisztránngal végzett *in vitro* kísérletben a kortizol csökkentette az ovariális folliculusok E<sub>2</sub> és T termelését. A kísérletben egyes folliculusz preparátumok már 100 ng/ml kortizol koncentrációra reagáltak, míg mások, csak 1.000 ng/ml koncentrációra mutattak érzékenységet (CARRAGHERA *et al.* 1990). Szivárványos pisztránngal végzett kortizol kezeléseket eredményeként a halak májában csökkent az ösztadiolreceptorok száma, ami redukált vitellogenezist eredményezett (POTTINGER és PICKERING 1990).

## **2.4. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése**

A jundiá jól beilleszthető a brazíliai haltermelési szerkezetbe, különösen az ország déli területén (BARCELLOS *et al.* 2004a). A fenntartható nagyüzemi termelés az ellenőrizhető szaporítási technológia és a biztonságos ivadékkelőállítás ismerete nélkül nem lehetséges (MYLONAS *et al.* 2010). A mesterséges szaporítás során a szaporítás lépései (mesterséges termékenyítés, ikraérlelés, lárvatartás) tenyésztői felügyelet mellett, védett környezetben történnek. Az így elérhető magasabb termékenyülési- és megmaradási arány jelenti a nagyobb hatékonyságot a természet szerű szaporításhoz képest.

Ennek eléréséhez megbízható szaporítási, lárvanevelési és ivadéknevelési technológia szükséges. Annak ellenére, hogy a halak hipofízissel történő szaporításának hajnalán éppen egy rokon fajt, a *Rhamdia hilarii*-t IHERING (1932) készített először ovulációra (DONALDSON 2000), a *Rhamdia* nemzetség nem vonta magára a haltenyésztők figyelmét közel fél évszázadig. A mesterséges szaporítás alapvető, és a megismételhetőséghez nélkülözhetetlen adatait, mint az ovuláció kiváltásához szükséges idő a hőmérséklet függvényében, az ikra minőségi és mennyiségi jellemzését, az ikra keléséhez szükséges hőösszeget több munka is leírta (ITTZÉS *et al.* 1997; MONTANHA *et al.* 2011).

A kiszámítható mesterséges szaporításhoz hasonlóképpen szükséges ismerni a fajra szabott hipofizálási eljárást (ITTZÉS *et al.* 1997, 1999).

### *A pszeudogonado-szomatikus index:*

A PGSI 10-12 %-os értéke a legtöbb gazdasági szempontból fontos halfaj esetében hasonló (SZABÓ *et al.* 2013). Amurokon végzet vizsgálaton az ovulációt követően leadott ikramennyiség fejtés előtti testtömeghez viszonyított aránya átlagosan  $9,3 \pm 4,26$  % volt. 8,05% értéket mért NÉMETH (2013) hipofizált fogas süllő (*Sander lucioperca*) esetében. Ezt az értéket a környezeti feltételek, elsősorban a táplálékellátottság döntően meghatározzák. Míg a csuka esetében a táplálékiszegény vizekben a GSI 8% volt, addig táplálékébőség esetén ez az érték elérte a 18-24 %-ot (SZABÓ 1997). A tógazdaságban nevelt harcsa PGSI értéke hasonló, mint a dolgozatomban mért adatok (10-15 %) (H. TAMÁS *et al.* 1982). A GSI mértéke nemcsak a tápláltság függvénye, hanem elsősorban a faj ivási szokásait jellemzi. KESTEMONT *et al.* (1995) összehasonlította az egyszer ívó bodorka (*Rutilus rutilus*) és két többször ívó faj, a küsz (*Alburnus alburnus*) és a karika keszeg petefejlődésének dinamikáját. Megállapításuk szerint az egyszer ívó bodorka petefészke lényegesen nagyobb volt, mint a két másik többször ívó fajé. Az

első esetében a GSI 21 % volt az ívási időszak kezdetén, míg a többször ivóké 17, 7%, illetve 14, 5% volt.

A bodorka petefészkek méretének csökkenése gyors volt az ívás után, míg a két másik fajé fokozatos és a csökkenés mértéke az ikra lerakásával volt párhuzamos.

MARCANO *et al.* (2007) vizsgálta a környezet hatását a gonádok fejlődésére az Orinoco mocsaraiban élő két trópusi harcsafaj esetében. Az egyik faj a jundiá közeli rokona a "sierra negra" (*Pimelodus blochii*) volt. Mint a többi csontoshal esetében is jellemző, a GSI értéke gyors ütemben növekedett a száraz időszakban. A legnagyobb értéket közvetlenül az ívás előtt, a száraz évszak végére érte el, majd az eső érkezéssel megtörténik az ívás. A sierra negra GSI értékei 0,26 % - 8,26 % között változott az ivari ciklus folyamán.

#### *A jundiá ovulációs idejének meghatározása:*

SAMPAIO és SATO (2006) két brazil harcsaféle pontyhipofízissel serkentett mesterséges szaporítását írták le 26 °C-on. A két faj, a jundiá és a vele közeli rokonságban álló *Pseudopimelodus charus*. Összehasonlították a két hal beérési idejét, az ikra termékenyülését, keléshez szükséges idő hosszát. Valamint leírták és meghatározták az egységnyi tömegben lévő száraz ikra számát. Az egy kg ikrában lévő ikraszemek száma segít a tenyésztőnek a munkafolyamatok tervezhetőségében.

Ez a mutató az adott fajra jellemző érték. A lefejt ikra egy kilogrammjában lévő ikraszemek mennyiségét értjük alatta. A nagyméretű ikrával rendelkező fajoknál ez az érték kisebb, a szürke harcsa (*Silurus glanis*) esetében átlagos (150.000-220.000 ikra/kg), míg a különösen apró méretű ikrával rendelkező süllő esetében elérheti a 3.000.000-t. Átlagos méretűnek mondható a ponty ikrája, melynek egy kilogram száraz ikrája 1.000.000 körüli ikraszemet tartalmaz (HORVÁTH és URBÁNYI 2000). Jundiával végzett vizsgálatot SAMPAIO és SATO (2006), aki 1.128.000 ikraszemet számolt egy kg száraz ikrában. SANTOS *et al.* (2013) néhány dél-amerikai harcsaféle a pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), a xaru (*Pseudopimelodus charus*), a bagre-pintado (*Pimelodus maculatus*), és a jundiá ikráját, mint nem ragadós felszínű, de egy zselatin réteggel borítottak jellemzi.

#### *A jundiá embrió és a lárva fejlődése:*

Elsőként IHERING és AZEVEDO (1936) vadon befogott *Rhamdia hilarii* embrió fejlődését írták le. Ennek a rokon fajnak az ikra kelési ideje 35-46 óra közötti volt a termékenyítés után 18-19 °C-on. Bár a környezeti feltételeket is megemlítik párhuzamosan, azonban ezeknek az embrió fejlődésére gyakorolt hatásával nem foglalkoznak. Részletes adatokat mutat be PEREIRA *et al.* 2006, aki 24 °C-on az embrió fejlődési szakaszait vizsgálta.

Az embrió mozgását a 21. órától figyelte meg. Ugyancsak ez a vizsgálat írja le részletesen a jundiá lárva fejlődését is. Az ikra kelési ideje a termékenyítéstől számítva 30 óra volt. Ugyanez az adat (30 óra, 22-24 °C) hasonló volt CUSSAC *et al.* (1985) vizsgálatában. AMORIN *et al.* (2009) 24 °C-on 25 óra 30 perces kelési időt mért, GODINHO *et al.*, (1978) pedig 23 °C-on 27 órát. Az embrió kelési jellemzőivel, illetve a lárvaneveléssel foglalkozó munkák (ITTZÉS *et al.* 1997; PIAIA *et al.* 1999; LOPES *et al.* 2001; TOWNSEND és BALDISSEROTTO 2001; TOWNSEND *et al.* 2003) egymást követték, miután a jundiá a haltenyésztésben elfogadott és kedvelt faj lett. A kelés a termékenyítéstől számítva 27-36 óra alatt következik be, a táplálkozást pedig a 48. órában kezdi meg a lárva, melynek hossza ekkor 5 mm (PARRA *et al.* 2008). A hőmérséklet változásával változik a kelés ideje is. 16 °C-on 3 nap szükséges a keléshez, míg 24°C-on 24 óra (MONTANHA *et al.* 2011). BOMBARDELLI *et al.* (2015) a jundiá embrió kelési idejét 20 óra 47 percben állapította meg 24 °C-on.

#### *A jundiá ivari ciklusa:*

Sok trópusi halfajban a viszonylagosan állandó környezet lehetővé teszi a viszonylagosan hosszabb ívási időszakot, ami magában foglal több ívást az év során (PAULY 1998; PETERSON és WARNER 2002). Más halfajok, melyek a mérsékelt éghajlati övben élnek, vagy olyan élőhelyen, ahol a környezeti feltételek szezonálisan változnak az év során, ívási időszaka az év egy meghatározott és időben behatárolt időszakához kötődik. Ezeknek a halaknak az ívási időszaka általában néhány hétig, vagy csak néhány napig tart. Lényeges pontja ennek az érzékeny rendszernek, hogy hímek és nőstények egyszerre álljanak készen az íváásra és annak biztosítása, hogy az ivadék megfelelő környezetbe kerüljön (BILLARD és BRETON 1978).

A jundiá ivarérésének és petefejlődésének vizsgálata fényt derít a faj szaporodásbiológiai jellemzőire. Ezek többek között az ívás lehetséges gyakorisága, az ivarszervek mérete és változásának tendenciózussága az ívási időszakban, a spermiáció időszaka, illetve a sperma minőségi változása az év során. Kiszámítható, kiegyensúlyozott környezeti feltételek között, mint az Atlanti-parti Esőerdő Rezervátum, ahol a szezonális nem jellemző, nincs esős időszak és száraz időszak, a táplálkozási feltételek állandóbbak mint más környezetben, az ivari tevékenység folyamatos (GOMIERO *et al.* 2007). A jundiá ivarszervei folyamatosan érett állapotban vannak az egész ívási időszakban, különösen tavasszal és nyáron. A hosszú ívási időszak ezen tulajdonsága, hogy mindig van a populációnak egy része amely kész a szaporodásra. Ezt egyéb fajoknál (*Brycon opalinus*, *Oligosarcus hepsetus*) is leírták ugyanezek a területeken (GOMIERO *et al.* 2007). A hosszú ívási időszak a viszonylag stabil környezeti feltételek között jellemző (KRAMER 1978). A jundiá több élőhelyén csak rövid, kizárólag tavaszra és nyárra korlátozódó ívási időszakokkal rendelkezik (NARAHARA *et al.* 1985,

SILVEIRA *et al.* 1985, GOMES *et al.* 2000, BALDISSEROTTO és RADÜNZ NETO 2005, OYAKAWA *et al.* 2006). Ezeken az élőhelyeken a szezonális a változó környezetnek tulajdonítható. Ilyen élőhely a Llanos régió Venezuelában (WINEMILLER 1989), ahol a váltakozó száraz időszakok okozzák a szezonális, nem úgy mint az Atlanti-parti Esőerdő Rezervátum hatalmas területein, ahol az óceán kiegyenlítő hatása érvényesül (TONHASCA JR. 2005). A jundiá esetében a parciális peteérés, vagy többszöri ovuláció általános bizonyos környezeti feltételek között (NARAHARA *et al.* 1985; WINEMILLER 1989; GOMES *et al.* 2000; BALDISSEROTTO és RADÜNZ NETO 2005). A petefészekben 5-6 jól elkülöníthető fejlődési állapot gyakran megfigyelhető (CUSSAC *et al.* 1985). Azoknál a halfajoknál, melyeknek hosszú ívási időszaka van, gyakori a részleges ovuláció és a szakaszos ívás, így biztosítván a lárva biztonságos táplálék ellátását. (VAZZOLER 1996).

Mindezek az adatok beszédesek és lehetővé teszik a jundiá szaporodásbiológiájának megértését, és nélkülözhetetlenek egy hatékony szaporítási eljárás kidolgozásához. Ilyen vizsgálatokat végzett BARCELLOS *et al.* (2001, 2002) meghatározva a gonádok méretét az évszakok változásaival mind a hímeknél, mind a nőivarú egyedeknél. Ugyancsak rögzíti mindkét nem ivarszervében az ivarsejtek fejlődési állapotát és számszerűsíti azt. SOARES *et al.* (2010) a jundiá sperma minőségi mutatóinak különbségét vizsgálta télen és tavasszal és az indukált spermáció eredményességét szintén e két évszakban.

Az ivarszervek állapotát és a környezettől befolyásolt ívások időpontját a fényszakaszossággal és a hőmérsékletváltozással párhuzamosan vizsgálja (BARCELLOS *et al.* 2001, 2002). A fényszakaszosság és a hőmérséklet az a két környezeti tényező, mely a legnagyobb befolyással bír a halak ivari ciklusára (KUO *et al.* 1974) és annak időzítésére. VAZZOLER (1996) szerint a vízhőmérséklet, fény, esőzés, pH, és a táplálék a legjelentősebb környezeti tényezők, melyek befolyásolják az ivarszervek fejlődését. A hatásuk jelentősen változik az egyes fajok tekintetében.

Erre példa a *Rhamdia blochii* szaporodási jellemzőinek alakulása az egyenlítői környezetben, ahol az esős időszak határozza meg az ívás idejét, közel állandó hőmérséklet és fényviszonyok mellett (GUERRERO *et al.* 2009).

Számos környezeti inger szabályozza az ívást és az ivari érés folyamatát, ilyenek a fényszakosság, hőmérséklet, ion-koncentráció, a holdfázisok, pH, táplálkozás és a szociális interakció (STACEY 1984). Mindazonáltal, hogy ezek az ingerek milyen módon határozzák meg ezeknek a folyamatoknak a működését az még nem teljesen világos.

A napszakosság (fotoperiódus) a leginkább ismert és tanulmányozott környezeti hatás, mely szinkronizálja az ívás idejét. A legkorábban publikált kísérletet, mely a napszakosság halakra gyakorolt hatását vizsgálta, 1937-ben végezték pataki szajblinggal (*Salvelinus*

*fontinalis*). A kísérlet bizonyította, hogy ha a halak egy csoportját növekvő fényszakasznak teszik ki, majd azonnal csökkenőnek, a második ivási időszakuk 3 hónappal korábban következik be, mint a kontroll csoport ivási időszaka (HOOVER és HUBBARD 1937).

## **2.5. Különböző hormonkészítmények hatása a halak ovulációjára**

Az ikra mesterséges termékenyítésének, és az ezt követő műveleteknek a feltétele a száraz állapotú ivartermék anyahalakból történő kinyerése. Keltetőházi környezetben, medencés tartás esetén nem minden halfaj esetében következik be spontán ívás, ezért az ovuláció kiváltása, állományszinten történő szinkronizálása és programozása hormonális beavatkozás útján történik. Az ovuláció kiváltására többféle hormon, illetve hormonhatású készítmény alkalmas (SZABÓ 2000).

Az indukált halszaporítási technológiában a gonadotrop-releasing hormon (GnRH) analóg kezelések alkalmazása világszerte elterjedt, háttérbe szorítva a hagyományos, évtizedek óta használt hipofizálást (MYLONAS és ZOHAR 2007). Több GnRH analóg bizonyítottan hatékony a petesejtek végső érésének és az ovulációnak a kiváltásában. Az egyik leghatékonyabb, ovuláció kiváltására használt GnRH analóg az sGnRHa ([D-Arg6, Pro9-NEt]-mGnRH) (PETER *et al.* 1991). A pontyfélék néhány faja esetében a dopamin gátolja a GnRH által kiváltott gonadotrop hormon szekréciót. Ívás előtt a halakba injektálva a dopamin receptor antagonistá növeli a GnRH analóg hatékonyságát az ovuláció kiváltásában (PETER és YU 1997). A halfajok dopaminerg gátlása széles határok között mozog. Megfigyelések szerint a pontyfélék esetében a dopamin nagy jelentőséggel bír (PETER *et al.* 1991), míg a többi faj esetében (lazacfélék) kisebb a hatása (DUFOUR *et al.* 2010). A csontoshalakban, hasonlóan a többi gerinceshez az ivarszervek működését a hipofízis által szekretált gonadotrop hormon (GtH) szabályozza. A GtH szekréció neurohormonok által szabályozott. Ebben hipotalamikus hormonok és ingerületátvivő anyagok (dopamin), valamint az ivarszervek által termelt hormonok vesznek részt (GOOS és RICHTER 1996). A hipotalamusz releasing hormonjainak kiválasztása két úton is szabályozott (6. ábra). Egyrészt bizonyított tény az, hogy az axonális neuroszekréció preszinaptikus gátlás alatt áll, amelyben főképp dopaminerg, illetve szerotonerg neuronok vesznek részt. Másrészt a folyamatot negatív visszacsatolás (feedback) útján a hipofízis, illetve a hipofízis által szabályozott belső elválasztású mirigyek hormonjai is szabályozzák (MÉZES 2000).

A dopamin a katekolaminok közé tartozó molekula, a tirozinból szintetizálódik, az adrenalin és a noradrenalin bioszintézisének köztes terméke (ZOHAR *et al.* 2010). Többek között az adenohipofízis GtH szekréciójának gátló szabályozásáért felelős ingerületátvivő-anyag (SZABÓ 2000).



A csontoshalakban a GtH-szekréción endogén inhibitora a DA. A hipofízisből történő GtH-szekréción gátló neuroendokrin szabályozása a dopaminerg rendszeren keresztül valósul meg, szemben a többi katekolaminnal, amelyek  $\alpha$ -, vagy  $\beta$ - adrenerg receptorokhoz kötődnek. A spontán, valamint a GnRH által stimulált GtH-szekréción egyaránt gátló hatást fejt ki, melyet CHANG *et al.* (1984) bizonyítottak először aranyhállal végzett *in vitro* kísérletekben. Az inhibitorikus szabályozásban szerepet játszó dopaminerg magok a preoptikus régióban helyezkednek el. A neuronok axonjai a hipofízisben végződnek, ahol a gonadotrop hormon termelő sejtek beidegzése (inervációja) közvetlen (KAH *et al.* 1984; 1986). A hipofízisben a DA a specifikus D-2 dopaminerg receptorokhoz kötődik (OMELJANIUK *et al.* 1987). Az aranyhállal hipofízisében található dopamin receptorok hasonló sajátosságokkal rendelkeznek, mint az emlősök D-2 dopaminerg receptorai. Míg a hipofízis szintjén a GnRH-szekréción gátlása axonális szinapszisokban, D-2 dopaminerg receptorok közvetítésével történik, a hipotalamikusan GnRH-szekréción dopaminerg gátlása D-1 dopaminerg receptorokon keresztül valósul meg (YU AND PETER 1992). A DA közvetett gátló hatást is kifejt a GtH-szekréciónra, amely a GnRH neuronális rendszer gátlásán keresztül történik. A DA egyrészt szabályozza a GnRH koncentrációját, másrészt gátolja a neuropeptid szekréciónját (YU és PETER 1990).

A DA-kezelés egyaránt gátolja a spontán történő és a GnRH által indukált GtH-szekréción az aranyhállalban. Domperidon (dopamin D2-receptor antagonist) kezelés a GnRH-kötőhelyek számának növekedését, apomorfín (dopamin agonista) kezelés a kötőhelyek számának csökkenését eredményezte. A kezelések egymás hatását kölcsönösen megszüntetik. A domperidon, illetve apomorfín kezelés GnRH-receptorok kapacitásváltozására gyakorolt hatása a szérumban GtH-koncentráción változásában is megmutatkozott. A kötőhelyek affinitását sem a domperidon, sem az apomorfín kezelés nem befolyásolta. Az afrikai harcsában a pimozid (dopamin D2-receptor antagonist) kezelés hasonló eredménnyel járt, mint a domperidon kezelés az aranyhállal esetében. Összegezve megállapítható, hogy az endogén dopamin, mint természetes mediátormolekula (neurotranszmitter) a GnRH-kötőhelyek számának csökkenését okozza (heterospecific down -regulation), és ezáltal gátló hatást fejt ki a hipofízis GtH szekréciónjára (SZABÓ 2000).

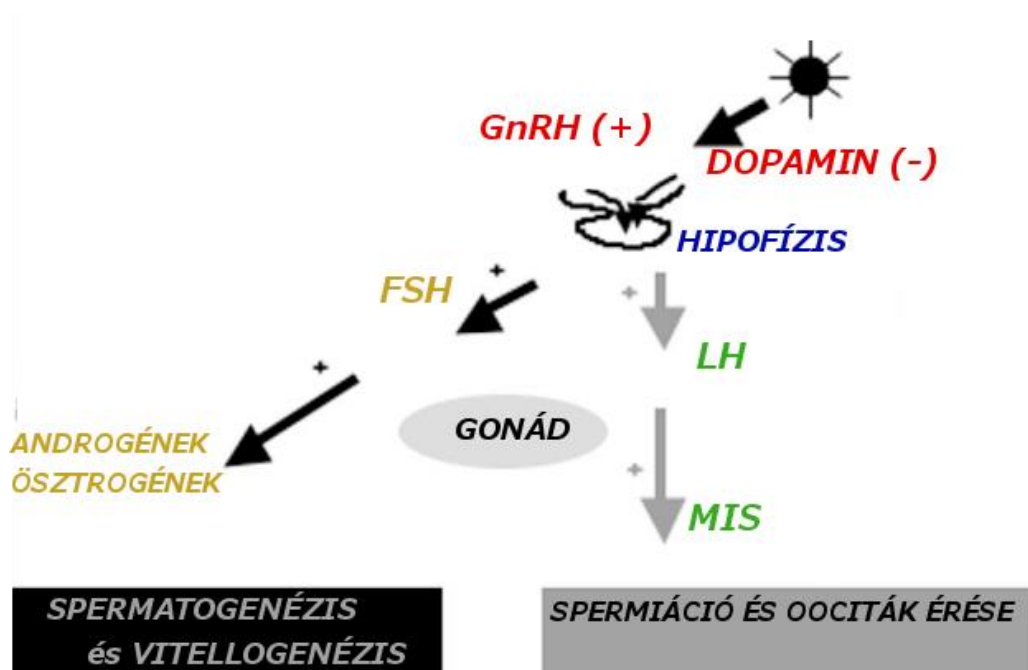
A dopaminerg gátlás mértéke fajspecifikus. A pontyfélék családjában erős, a pisztrángfélékben kevésbé kifejezett (VAN DER KRAAK *et al.* 1986). Egy harcsafajban (*Heteropneustes fossilis*) a gátlás mértéke csekély, bizonyos fajokban pl. *Micropogonias undulatus* teljesen hiányzik (COPELAND és THOMAS 1989).

A DA GtH-szekréción gátló hatása folyamatos, de mértéke az ivari ciklus során változik. Az anyahalak felkészültségével együtt a gátló hatás mértéke párhuzamosan nő és az érett, ivás előtt álló halban éri el maximális értékét (TRUDEAU *et al.* 1993b; SALIGAUT *et al.* 1992). A

vitellogenezis befejeződését követő intenzív gátlás feltehetően a vérkeringés alacsony GtH koncentrációját biztosítja, annak ellenére, hogy a hipofízis GtH raktáraiban ekkor a legnagyobb a hormon mennyisége. Az optimális időszakban (ívási periódus) felszabadítható GtH mennyisége feltétele a sikeres ovulációnak, illetve spermációnak. A dopaminerg gátlás mértékének szezonális változását az ivari szteroidok befolyásolják. Az aranyhalban a DA megakadályozza az ovulációt a megfelelő környezeti feltételek megvalósulásáig, ilyenek a feromonok jelenléte, a vegetáció, a kedvező hőmérséklet és az ívási partnerek ivari felkészültsége (MEHDI és MOUSAVI 2011).

A DA receptor antagonisták közül a GnRH hatékonyságának fokozása tekintetében kiemelkedett a pimozid és a domperidon (PETER *et al.* 1993). Míg a GnRH-analóg önmagában történő alkalmazása nem, vagy csak extrém nagy dózisoknál eredményezett ovulációt, a DA receptor antagonistával kombinált kezelés hatására már alacsonyabb dózis esetén is lezajlott a peteleválás az anyahalak nagy részében (CHANG *et al.* 1984). Ezek a figyelemreméltó laboratóriumi eredmények az indukált szaporítás egy új módszerének a kidolgozásához vezettek. A dopaminerg gátlás főleg a pontyféléknél jelentős, a pisztrángféléknél (VAN DER KRAAK 1986) és a tilápiánál (GISSIS *et al.* 1991) viszont nem kifejezett. A pontyféléknél az ovuláció serkentésére alkalmazott kezelések esetében használható domperidon, pimozid, reserpin, metoklopramid, haloperidol (PODHOREC és KOURIL 2009).

A gazdasági szempontból fontos halfajok ovulációjának kiváltására használt Linpe módszerként ismert kezelés során egy GnRh analógot, valamint ezzel egyidejűleg DA receptor antagonistát alkalmaznak. A pontyon, fehér busán (*Hypophthalmichthys molitrix*) és pettyes busán (*Hypophthalmichthys nobilis*), valamint amuron (*Ctenopharyngodon idella*) végzett kezdeti kísérletek igazolták, hogy ezek a fajok bármelyikénél kiváltható az ovuláció pimozid vagy domperidon és [D-Ala6, Pro9 NEt]-luteinizáló hormon-releasing hormone (LHRH-A) vagy [D-Arg6, Trp7, Leu8, Pro9 NEt]-LHRH (sGnRH-A) kezeléssel. A domperidon és GnRHa használata gyakoribb, mivel ennek a DA antagonistának sok halfaj estében erősebb a hatása, így kisebb dózisú kezelés is hatékonynak mutatkozott. A legtöbb vizsgált halfaj esetében egyadagú injekció mindkét hatóanyagból elégségesnek bizonyult egy magas beérési százalék eléréséhez, kiszámítható időkorlátok között. Az ovulációk teljesek voltak és az ikra is termékenyülőképessé volt. A kelés és a lárva életbenmaradása a hagyományos halszaporítási értékekhez hasonló eredményeket mutatott. A későbbiekben sem mutatkozott változás a Linpe módszerrel kezelt halak ivari ciklusában (PETER *et al.* 1988).



6. ábra A halak ivari működésének legfőbb szabályozó elemei (forrás: Mylonas., 2010 módosított)

A DA és a GnRh együttes alkalmazása bevált módszer halak ovulációjának kiváltására (PETER *et al.* 1993). A dopamin néhány halfaj esetében a hipofízis szintjén hat, gátolva a GtH szekrúcióját és gyengíti a GnRh gonadotrop hormonokra gyakorolt hatását (CHANG és PETER 1983; CHANG *et al.* 1984). Az ovuláció kiváltására alkalmazott kezeléseknél a GnRh és DA együttes használata gyakori, oly módon, hogy a GnRha-t két részletben injektálják, a DA-t (domperidon, pimoizid, reserpin, metoklopramid) pedig egyben, az első GnRh kezeléssel egyidőben. A DA adagolása vélhetően megszünteti a gonadotrop hormonok szekrúciójának gátlását és fokozza a második GnRh kezelés GtH szekrúcióra gyakorolt serkentő hatását. A dopaminerg gátló hatás egyértelműen bizonyított a pontyfélék és az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) esetében (TRUDEAU és PETER 1995), de úgy tűnik nincs jelentős hatása a legtöbb kereskedelmileg fontos tengeri halfajban (COPELAND és THOMAS 1989; KING *et al.* 1994; ZOHAR *et al.* 1995). A dopamin gátló hatásának intenzitása a halak ivari ciklusa során változik, bár az aranyhalban erős marad az ívási időszakban (PETER *et al.* 1986; TRUDEAU és PETER 1995), más fajok esetében a dopamin hatása minimális. Ennek eredményeként a GnRh-DA kezelést leginkább a pontyféléknél alkalmazzák (PETER *et al.* 1988, 1993; ZOHAR 1995), de harcsafélék (BRZUSKA 2001) és tengeri pérek esetében is alkalmazható (ZOHAR és MYLONAS 2001).

A GnRH kezelések kedvezőbb hatásúak, mint a hipofízálás (MYLONAS és ZOHAR 2007). A hormonális lánc magasabb szintjén hat és kiegyensúlyozottabb a hatása a szaporodási folyamatokra is. Könnyen szintetizálhatók, stabil molekulák, melyek biológiai folyamatokra gyakorolt hatása nem változik a termék eredetétől függően. Mivel alacsony koncentrációban is

hatnak, használatuk gazdaságos. A kisméretű peptidek nem avatkoznak be hátrányosan a hal immunrendszerébe a kezelést követően. Végül a GnRH analógok szintetikus vegyületek, így nem áll fenn a fertőzés veszélye, ami a hipofizáció esetében előfordulhat.

Jundiá indukált szaporítása sikeresen kiváltható Human Chorionic Gonadotropin (HCG) használatával (ORTEGA-SALAS *et al.* 2010) vagy szárított halhipofizissal (hipofizáció) (ITTZÉS *et al.* 1999; SAMPAIO és SATO 2006; ORTEGA-SALAS *et al.* 2010).

A ponty- és a harcsafélék indukált szaporítása során a szuperaktív analógok önmagukban történő alkalmazása általában sikertelen. A halak indukált szaporítása során a domperidon, a pimozid és a metoklopramid általánosan alkalmazott DA receptor antagonisták. Különböző kísérletekben a pimoziddal egyenértékűnek, vagy valamivel hatékonyabbnak találták a domperidont az aranyhal (PETER *et al.* 1986) és a ponty (LIN *et al.* 1986) esetén. A két DA receptor antagonistának közös jellemzője, hogy vízben nem, vagy rosszul oldódnak. A hal szervezetébe történő bejuttatás előtt a hatóanyagot 0,1 % nátrium-metabiszulfítot tartalmazó 0,7%-os NaCl oldatban szuszpendálják. A DA receptor antagonisták tesztelése során eredményesnek bizonyult a metoklopramid is, amely ellentétben a pimoziddal és a domperidonnal vízben oldódik. Halfiziológiás sóoldatban történő feloldását követően a hal szervezetébe injektálható. A metoklopramid hatékonysága az aranyhal esetén elmarad (OMELJANIUK *et al.* 1987), a tilápiánál viszont megegyezik a pimozidéval és a domperidonéval (GISSIS *et al.* 1991). Az afrikai harcsa indukált szaporítása során a metoklopramid hatékonysága a pimozidéval egyenértékűnek mutatkozott (SZABÓ *et al.* 2007). A domperidon további előnye a másik két receptor antagonistával szemben, hogy nem hatol át az agy-ér gáton, ezért a mellékhatásai sem olyan nyilvánvalóak.

Az sGnRHa és a DA antagonisták szükséges mennyisége szintén jól meghatározott számos publikációban. Az ovuláció kiváltásához a hatóanyagok viszonylag kis mennyiségére (10-50 µg/kg GnRH-analóg, 1-5 mg/kg domperidon), és egy alkalommal történő, egyidejű injektálására van szükség. A pimozid a domperidonnal azonos dózisban alkalmazható, a metoklopramid kezelés viszont csak 20 mg/kg dózisban eredményes pontyfélék esetében (SZABÓ 2000, ZOHAR és MYLONAS 2001).

YARON *et al.* (2009) munkájában ponty indukcióra szintén 10µg sGnRHa-t használ+20mg metoklopramid-dal kiegészítve testtömeg kilogrammonként. Ezenkívül az oociták érési folyamatát vizsgálva párhuzamosan mérték a luteinizáló hormon (LH), ösztradiol (E), és a MIS hormon, 17α, 20β-dihidroxi-4-pregnen-3-ona (17,20β-P) termelést. A 10µg sGnRh mennyiséget+20mg metoklopramidot elégnak találták a teljes ovulációs folyamat kiváltásához.

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteimet Brazíliában, RS államban a Passo Fundo-i (PF) Egyetem halászati oktató- és kutatóközpontjában végeztem 1998. július és 1999. júliusa közötti időszakban, illetve 2013 októberében 687 m tengerszint feletti magasságon (2815' S/5224" W).

#### 3.1. Az időjárási feltételek

A kísérleti halak tavának a vizét és a levegő minimum-maximum hőmérsékletét naponta mértem. A nappalok hosszúságát, ami a természetes fényszakaszosságot jelentette, a PF-i napfelkelte és napnyugta ismeretében állapítottam meg. A csapadék mennyisége is feljegyzésre került, és ez utóbbi két adatot a PF meteorológiai állomása biztosította a számomra.

#### 3.2. A kísérlet során felhasznált halak

A mintavételekre hathónapos jundiá ikrásokat és tejeseket használtam. A halak testtömege 165 g és 1.330 g között változott. A halakat 100 m<sup>2</sup>-es tavakban tartottam, melyek átlagos vízmélysége 1 m volt. A vízátfolyást 6 l/perc-re állítottam be, hogy elkerüljem az ammónia feldúsulását és az ennek következtében esetlegesen kialakuló nem kívánt élettani elváltozásokat. Így az oldott oxigén tartalom 5,0 és 7,0 mg/l között mozgott, a víz kémhatása pedig 7,0-7,2 pH volt. A halak naponta egyszer kaptak takarmányt, ad libitum, a kereskedelemben beszerezhető NUTRON márkájú, 30% nyersfehérje tartalmú, 4 mm-es granulált harcsatápot (1. táblázat). A tóban folyamatosan rendelkezésükre állt egy gyorsan szaporodó pontylazacféle (7. ábra), a lambari (*Astyanax sp.*), ami a későbbiekben takarmányhalként hasznosult.



7. ábra A kísérleti állatok tavaiba telepített táplálékhal *Astyanax sp.* (foto: internet 2.)

**1. táblázat A Nutron márka nevű harcsatáp beltartalmi értéke**

<b>Száranyag %</b>	<b>94,21</b>
<b>Nyersfehérje %</b>	<b>29,25</b>
<b>Zsír %</b>	<b>4,81</b>
<b>Rost %</b>	<b>18,99</b>
<b>Ásványi anyag %</b>	<b>6,26</b>
<b>Bruttó Energia (kcal/kg)</b>	<b>3401</b>

A kísérleti tavakat naponta kétszer ellenőriztem (8. ábra).



8. ábra A kísérlet során felhasznált tavak egyike (fotó: Ittész, 2013)

### **3.3. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett nőivarú és hímivarú jundiá első ivari ciklusa során**

#### **3.3.1. A mintavételezés módja**

Hat ikrást és hat tejest vizsgáltam minden hónapban. A mintavételeket minden hónap 12. napjáig végeztem el. A mintavételre szánt halakat húzóhálóval, korán reggel (8:00) fogtam ki, majd azonnal elbódítottam őket puffertolt MS 222 (Finquel, Sandoz, 300 mg/liter) (tricain) altatóval. A teljesen elbódított halaknak megmértem a testtömegét ( $\pm 0,1$  g) és a teljes testhosszát ( $\pm 0,1$  cm). Ezután minden hal farki vénájából 1-2 ml vérmintát vettem. A vérmintákat 10 percen keresztül 3.000 g-n centrifugáltam. A centrifugálás után elkülönült plazmát  $-25^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten tároltam a vizsgálatig. A halakat a gerincoszlop átmetszésével előltem, majd a

dekapitálás után az egyes halak petefészket kioperáltam (9. ábra), és feljegyeztem a tömegüket ( $\pm 0,001$  g).



9. ábra Három éves jundiá érett petefészke a szaporodási időszakban (fotó: Ittész, 2001)

Az ováriumokat Bouin's oldatban fixáltam 24 órán keresztül a szövettani vizsgálatig. A szövetmintákat Paraplastba ágyaztam és 5  $\mu\text{m}$ -es szeletekre vágtam, majd hematoxylin-eosinnal festettem meg. Az ismert test- és petefészektömeg, illetve heretömeg alapján kiszámítottam a halak GSI-ét.

### 3.3.2. A szteroidok radioimmuno-assay vizsgálata

A teljes egyedeknél vizsgáltam a plazma T, 11-KT, 17,20 $\beta$ -P és a 17-P (a 17,20 $\beta$ -P prekurzora) koncentrációját. Ezen kívül megvizsgáltam a T és a 11-KT *in vitro* termelését. Az ikrások esetében vizsgáltam a plazma T, 11-KT, 17,20 $\beta$ -P és a 17-P, valamint az E<sub>2</sub> koncentrációját.

Az E<sub>2</sub>-t, T-t és 17P-t kivonatlan plazmamintából vizsgáltam. A méréseket a kereskedelemben hozzáférhető RIA tesztekkel végeztem el (125I DPC-östradiol RIA teszt, 125I DPC-total tesztoszteron RIA teszt, 125I DPC-17-OHP RIA teszt DPC Med. Lab. Produtos Hospitalares, LTDA, SP, Brazil).

Minden vizsgálatban korrelációs koefficienssel (0,959-0,999) hasonlítottam a plazma minták hígítási görbéjét a standard görbével. Az inter- és intraassay variációs koefficiensei 9 és 12 % között, illetve 6 és 9 % között ingadoztak. A 17,20 $\beta$ -P, 20 $\beta$ -S, és a 11-KT assay-okat vizsgálatra Nagy-Britanniába küldtem a CEFAS Halászati Laboratóriumába. Mivel a minták fagyasztott szállítása nehezen lett volna megoldható és könnyen elveszíthettem volna a vizsgálati

anyagot az esetleges kiolvadásuk esetén, ezért egy másik, kevésbé elterjedt alternatíváját alkalmaztam a minták rögzítésének. Ezt a módszert alkalmazta TVEITEN *et al.* (2000) a közönséges farkashal (*Anarchias lupus* L.) plazma szteroidjainak vizsgálatakor. Az inkubálásra használt médiumot (1.000 ml) a fehérjék kicsapódására 1 ml etanollal elegyítettem, majd centrifugáltam (3.000 RPM). Az elkülönülő felúszó részt a CEFAS laboratóriumába küldtem, ahol a megérkezett mintáról kémcsövekben 45 °C-os hőmérsékleten párologtatták el a vivőanyagot, majd 200 µl desztillált vízben feloldották, és 4 ml dietil-éterrel extrahálták. Az étert ugyancsak 45 °C-os hőmérsékleten elpárologtatták, a visszamaradt anyagot pedig 1 ml RIA pufferoldatban oldották fel. Az extrahált minták vizsgálatának megbízhatóságát olyan módon vizsgálták, hogy 50 etanollal kezelt minta tesztoszteron koncentrációját ( $59,3 \pm 6,8$  ng/ml) hasonlították össze a direkt vizsgálati módszerrel ( $55,7 \pm 7,0$  ng/ml). A korrelációs koefficiens a kétféle módszerrel vizsgált minták tesztoszteron koncentrációja között 0,9988 ( $P < 0,05$ ) volt.

Minden mért adatot középértékben fejeztem ki. Az adatokat varianciaanalízissel vizsgáltam (ANOVA), azt követően, hogy az átlagokat a Tukey multiple range teszttel hasonlítottam össze (ZAAR 1996) 0,05-ös szignifikancia szintnél. A vizsgálat az SPSS 7.5 Windows 1996-os szoftverrel készült.

### **Here Tesztoszteron termelése *in Vitro***

A tejesek esetében a plazmában kimutatott szteroidokon kívül meghatároztam a here tesztoszteron termelését is *in vitro* kísérlettel. A kísérleti egyedek leölése után, a here középső szakaszából egy kis darabot kivágtam, lemértem, majd olló segítségével feldaraboltam, ezt követően jeges 199-es médiumba tettem (199-es médium: Hank só, L-glutamin, Gibco BRL, Life Technologies <sup>TM</sup>). Ezután a Passo Fundoi Egyetem Állatorvostudományi Karának laboratóriumában az ott dolgozó kollégák segítségével elvégeztük a szükséges kezeléseket. Két órán keresztül módosított 199-es médiumban (Sigma Chemical Co., St. Louis, U.S.A.) inkubáltuk Dubnoff típusú rázókészülékben 25 °C-on, 7,4 pH mellett, O<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub> (95:5; v/v) környezetben. Az inkubáció után a feldarabolt heremintákat centrifugáltuk és -25 °C-on tároltuk az elemzésig. Az elemzésre szerves etil-acetáttal oldották ki a szteroidokat a mintákból. Az oldószert 5ml/2ml minta-közeghez adagoltuk, majd a centrifugálás után a felülúszó részt elválasztottuk. Kétszeri ismétlés után az eredmény 10 ml szteroid tartalmú oldószer volt. Az elkülönülő felúszó részt a CEFAS laboratóriumába küldtük Dr. Alexander P. Scoot együttműködésével. Ezután az oldószert elpárologtatták nitrogén közegben és a visszamaradó mintát metanolban tárolták. A mintából megállapítottam a tesztoszteron és 11-ketotesztoszteron mennyiségét radioimmunoassay-RIA vizsgálattal. A mért mennyiségeket összehasonlítottuk az inkubált here tömegével. Az eredményt így ng szteroid/mg szövetben kaptuk meg.



Az elemzésre minden vizsgált egyedtől gyűjtött adatot felhasználtunk a mintavétel időpontjai szerint csoportosítva. A statisztikai különbségeket varianciaanalízissel határoztuk meg (ANOVA) azt követően, hogy az átlagokat a Tukey multiple range teszttel hasonlítottuk össze (ZAAR 1996) és meghatároztuk, hogy mely adatok különböznek szignifikánsan ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  és  $P < 0,001$ ). A vizsgálat az SPSS 7.5 Windows 1996-os szoftverrel készült.

### **3.4. A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására**

A mintavételekre egyéves jundiá tejeseket és ikrásokat használtam, melyeknek a testtömege egyenként  $400 \pm 50$  g volt. A kísérletben vizsgált példányok tartására a 3.2. fejezetben leírtak az érvényesek.

Az alap kortizolszint mérésére (kontroll csoport) nyolc tejest és nyolc ikrást fogtam ki a tóból egy héttel a tervezett kísérlet elvégzése előtt.

A kísérlet kivitelezésekor az összes halat húzóhálójával fogtam ki, majd 10 db betonmedencébe helyeztem néhány perces szállítást követően ( $4 \text{ m}^3/\text{medence}$ , a halsűrűség  $2,0 \text{ g L}^{-1}$  volt, 5-5 medencét használtam ivaronként). A halakat  $100 \text{ l}$  űrtartalmú tartályban szállítottam. A tejeseket és ikrásokat azonnal, illetve, 4, 12 és 24 órával a kifogás után vizsgáltam. Egy-egy medencéből vettem mintát mindkét ivarból a fent leírt időpontokban (10. ábra).



10. ábra A halászat után a kísérleti csoportokat egyedi medencékben tartottam (foto: Kronbauer, 2001)

A külön medencék használata az egyes mintavételekre azért nélkülözhetetlen, mert e módszer nélkül óhatatlanul zavarnánk a következő mintavételre szánt halakat a kifogáskor, és így csak kumulatív stressz hatást lehetne mérni (POTTINGER és MOSUWE 1994; BARCELLOS *et al.* 1999). A mintavételre váró medencékben a halaknak teljes nyugalmat biztosítottam. Minden mintavételnél elbódítottam a halakat puffertolt MS 222 (Fiquel, 300 mgL<sup>-1</sup>) altatóval. A bódultság beállta után a halak farki vénájából 1-2 ml vért vettem. A vérmintát 10 percig centrifugáltam 10.000 g-n, majd -25 °C-os hőmérsékleten tároltam a vizsgálatig. A kortizol mennyiségének megállapítására kivonatlan plazma mintákat vizsgáltam. A vizsgálathoz a [<sup>125</sup>I] DPC- kortizol RIA tesztet (Coat-H-Count®, DPC Los Angeles, CA) használtam. A kinyert eredményeket a vizsgálati készlet standard görbéjével hasonlítottam össze.

Az eltérés intraassay koefficiense 6% volt és az érzékenység 50 pg mL<sup>-1</sup>. A plazma glükózt oxidáz/peroxidáz reakcióján alapuló kolometrikus teszttel analizálták (EnzColorBio Diagnostica, SP, Brazil). Erre a típusú kísérletre az ideális elemzés a varianciaanalízis lenne. Azonban minden mintavételkor ugyanabból a medencéből vettem adatokat a halakról, így egy egyszerű középértéket hasonlítottam össze a Student's t-teszttel, P < 0.05 szignifikancia szint mellett (POTTINGER és PICKERING 1992).

Minden mintavételt összehasonlítottam a megfelelő nemű hal (tejes/ikrás) alapértékeivel. Minden adatot középértékben fejeztem ki ± SEM.

### **3.5. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése**

Három év alatt (1995-1998) gyűjtöttem össze az alábbi adatokat. Ehhez 109 ikrás és 36 tejes halat vizsgáltam. A tartási körülményeik a kísérlet ideje alatt megegyeznek a 3.2. fejezetben leírtakkal. A két ivar két tóban egymástól elkülönítetten nőtt fel. Azokon az ikrásokon, amelyeket a koruk, a has mérete és állaga alapján szaporíthatónak véltem, a keltetőházba szállítottam. Az ovuláció kiváltására a hormon indukciót ponty hipofízissel végeztem a rutin eljárás szerint (ITTZÉS *et al.* 1999).

#### **3.5.1. Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%)**

A PGSI megállapításakor 109 db 2-4 év közötti ikrás ivartermékét mértem meg. Az anyahalakat két adagban kezeltem pontyhipofízissel. Először előadagot kaptak, ami a teljes hormonmennyiség 10%-a, majd 14 óra múlva a maradék 90%-ot. A teljes hipofízis mennyisége 4 mg/testtömeg kg volt. Az ovuláló ikrásokat elbódítottam, majd megmértem a tömegüket egy

LPWN-1530 típusú elektromos mérlegen (a berendezés szórása:  $\pm 5$  g). Ezután a kifejt ikrát is megmértem és kiszámítottam a populáció PGSI%-át.

A megmért ikrásokat 100 g-os különbséggel csoportokba osztottam és csoportonként kiszámítottam a PGSI% átlagát. Az ikrások testtömegét regresszió analízissel hasonlítottam össze a hozzájuk tartozó PGSI% értékeivel. A tejesek ivartermékének mennyiségét is megmértem. A spermiáció kiváltására 2 mg/testtömeg kg adagban pontyhipofízist injektáltam a hasúszó alapjánál a hasüregbe. A kezelést az ikrások döntőadag kezelésével együtt végeztem el (HORVÁTH *et al.* 1982).

A méréseket mindig az üzemi szaporításban résztvevő állatokon végeztem. Az ivartermék kinyerését kivétel nélkül az első ikrás halak ovulációjával egyidőben végeztem. A spermát a hasfal enyhe nyomásával fejtem ki egy Becker pohárba, ahol 0,1 ml pontossággal tudtam leolvasni a mennyiséget. A fejest minden alkalommal igyekeztem azonos anatómiai ponton, azonos erővel végezni és az első vércsepp megjelenésekor abbahagytam. Kiszámítottam a tejesek átlagtömegét (g) és a hozzátartozó ivartermék átlagmennyiségét (ml).

### 3.5.2. A jundiá ovulációs idejének meghatározása

A hormonindukció hatására bekövetkező ovuláció mindig hőmérsékletfüggő. Ebben a pontban meghatároztam a jundiá ovulációs idejét óra-fokban. Az órafok a halászati szakirodalomban gyakran használt paraméter, amelyet két esemény között eltelt órák számának és a közeg (víz) átlaghőmérsékletének szorzata adja (H. TAMÁS *et al.* 1982). Az ovulációs idő, a hormonkezelés és az ovuláció között eltelt idő. Az egy adaggal kezelt halaknál ettől, a kétadaggal kezelt halaknál pedig a döntő adag injektálásától mértem az ovulációig eltelt időt. A kísérletben 109 ikrás ovulációs idejét mértem meg, 54 ikrást kezeltem egy adagban és 55-öt két adaggal. Az ovulációt akkor állapítottam meg, amikor az ikra a hasfal nyomása nélkül elkezd folyni az ivarnyílásból, ha a halat fejfelé kiemeltem a vízből. Ezt az időpontot a halak viselkedésének megváltozása is jelzi. Az addig nyugodtan úszó állatok mozdulatlanokká válva pihennek a medence alján. Ilyenkor akár kézzel is könnyűszerrel kiemelhetők a vízből. Az anyahalak előkészítése 2 m<sup>3</sup> űrtartalmú betonmedencékben történt. A nemeket külön helyeztem el. Az anyahalak sűrűsége 10 kg/m<sup>3</sup>, az anyaelőkészítő medencékben a vízátfolyás 10 l/perc volt. A hormonkezelést két módon végeztem el:

- Az ikrások egy része egy dózisban kapta a pontyhipofízis injekciót.
- Az ikrások másik része megosztva. Ebben az esetben a hormon mennyiségét 10% előadagra és 90 % döntő adagra osztottam. A két kezelés között 12-14 óra várakozási idő telt el. Ez az időtartam szükséges a petesejtek végső érésének lejátszódásához.

Mindkét esetben óránként mértem a víz hőmérsékletét. A kísérletet 19-26 °C hőmérsékleti tartományban végeztem. Az eredményekből kiszámoltam az ovulációs időt órafokban és összehasonlítottam az egy adagban és a két adagban kezelt halak ovulációs ideje közötti különbséget.

### 3.5.3. Ikraszám egy kg száraz ikrában

Az ikra kinyerése után 1 g száraz ikrát mértem le analitikai mérlegen ( $\pm 0,01$ ). Összesen 10 hal ivartermékét számoltam meg és minden haltól három mintát vettem. Az ikrások testtömege 300-800 g között volt. Az ikramintákat termékenyítettem, majd 10 perc hidratáció után petri-csészékben megszámláltam őket és a középértéket 1 kg ikra tömegre vetítettem.

### 3.5.4. Az embrió és a lárva fejlődése

Az ikra kinyerése után az egyes ikratételek tömegét külön mértem, megközelítőleg 100 g ikra termékenyítésére 10 ml hím ivarterméket (tej) adtam, majd 100 ml tóvízzel termékenyítettem. Harminc perc hidratáció után 100 g termékenyített ikrát 7 l űrtartalmú átlátszó keltető üvegekbe (Zuger típusú) helyeztem. Az embrió fejlődése alatt a vízátfolyás 0,5-1,5 l/perc volt, az embrió fejlődésével és növekvő oxigén igényével párhuzamosan. Ebben a vizsgálatban az embrió fejlődésének az ikrában eltöltött szakaszát mértem. Mint a poikiloterm állatokra jellemző, minden élettani változás sebessége a környezet hőmérsékletének a függvénye, így a hal embrió fejlődése is. Hasonlóan az ovulációs idő meghatározásához ebben az esetben is összegeztem az inkubációs idő alatt a víz hőmérsékletét és órafokban határoztam meg a termékenyítés és a lárva kelése között eltelt időt. A lárva kelésének kezdetét akkor állapítottam meg, amikor a keltetőedényben 20-30 lárva szabadon úszott (HORVÁTH *et al.* 1982). A méréseket 17 és 26 °C vízhőmérsékleti tartományban végeztem. A keltető víz oldott O<sub>2</sub> tartalma 6-7 mg/l, a pH 6.8 volt. Ebben a vizsgálatban a 3.5.1 fejezetben leírtakkal megegyezően zajlott az indukált szaporítás folyamata. Az embrió fejlődését 23-24 °C-on vizsgáltam. A termékenyítéstől számított három órában 15 percenként, ezután óránként ellenőriztem az embrió fejlődését. Az ikra mintákat Petri-csészébe helyeztem, majd egy Olympus CO-11 sztereomikroszkópot használtam az ellenőrzésekhez 6,4x-es nagyítás mellett.

A kelést követően a jundiá lárvákat 30 cm vízmélységű műanyag medencébe helyeztem 20.000 db/100 l sűrűségben. A medencéken a vízátfolyás 3-4 l/perc volt. A napi átlagos vízhőmérsékleteket óránként összegeztem és keléstől az első táplálékfelvételéig eltelt időt órafokban fejeztem ki az előző kísérletekhez hasonlóan. A táplálkozás várható időpontját megelőzően a lárva előtt folyamatosan volt takarmány. Erre a célra lisztfínomságúra őrölt

harcsatáp és turmixolt csirkemáj híg pépes keverékét használtam. A táplálkozás várható idejét az első alkalommal a lárvák anatómiai fejlődésének vizsgálatával állapítottam meg (pigmentáció, az úszók és a szem fejlődése stb.). A lárvá mintákat Petri-csészébe helyeztem, majd egy Olympus CO-11 sztereomikroszkópot használtam az ellenőrzésekhez. Hasonlóan az előző pontokban leírtakhoz, ebben a megfigyelésben is 20 (109 ikrás) különböző időszakban elvégzett szaporítás adatai szerepelnek.

### **3.5.5. A Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%) összehasonlítása az ivási időszak egyes hónapjaiban**

A kísérletekben 1996. szeptembertől 1997. februárig elvégzett szaporítások során mért PGSI% értékeit havonta átlagoltam. Az egyes hónapok PGSI% átlagai közötti különbségeket a Tukey teszttel hasonlítottam össze.

### **3.5.6. A jundiá szaporíthatóságának gyakorisága**

Ebben a vizsgálatban arra kerestem a választ, hogy ugyanazon ikrás egyed esetében, a tenyésztési időszak során, hormonindukcióval, hány alkalommal lehet ovulációt kiváltani. Gyakorlati megfigyeléseim alapján döntöttem a hat hetes újra felkészülési idő mellett. A gazdasági szaporítások alkalmával lettem figyelmes arra, hogy ennek a fajnak az ikrásai rövid idő alatt érlelik be a következő oocita készletüket. A vizsgálatot két szaporítási időszakban végeztem, azaz két egymást követő év tavaszától az ősz kezdetéig az Aquaviva Ivadéknevelő gazdaságban. Kísérletben felhasznált halak ugyanebben a gazdaságban nőttek fel. A halak két- és háromnyarasak voltak és tömegük 700-900 g volt. Négy szaporítást végeztem 6 hetes szüneteket beiktatva a tavaszi-nyári hónapokba, majd egy szaporítást áprilisban, az ősz második hónapjában.

Három kísérleti csoportot alakítottam ki. Az egyes csoportok tíz nőivarú egyedből álltak. A csoportokat külön egy 1 m x 1 m x 1 m méretű, 2,5 mm szembőségű hálóketrecren tartottam. A ketrecek egy kéthektáros tóban kerültek rögzítésre, amelynek vízmélysége 3 m. A nevelés során a halakat földmedrű tavakban tartottam, ahol a víz hőmérséklete, a napsütéses órák mennyisége megegyezett a régió jellemzőivel. A kísérletben résztvevő halak, csakúgy, mint a korban megegyező állomány gyári, harcsafélék számára gyártott 35% fehérjét tartalmazó száraz pelettel takarmányoztam. Elkerülhetetlen volt egyes, a kísérleti szaporításokban résztvevő példányok pusztulása. Az elhullott egyedeket nem pótoltam a megegyező évben. A második évben új csoportokat állítottam össze.

A kísérleti szaporításokat a gazdasági szaporításokkal megegyezően végeztem. Az ikrás halakat szárított ponty hipofízissel oltottam,  $4,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , míg tejeseket  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$  testömegre számítva. A hipofízist 0,7% -os sóoldatban (NaCl) oldva juttattam a halakba. A kísérlet során minden hal, minden oltást  $0,5 \text{ mL kg}^{-1}$  mennyiségben kapott. Az oltástól az ovulációig az érlelővíz hőmérsékletének átlagát rögzítettem. Az ovuláció sikerességének értékeléséhez három számított értéket használtam. Az egyik a beérési arány (az ovulált ikrások száma/az oltott ikrások számával), a másik érték az ikra termékenyülése százalékban, valamint az ikrából kikelt lárva aránya százalékban kifejezve.

Rendelkezésemre állt 13 év szaporítási tapasztalata, aminek az adatait a 13. táblázatban közlöm, évenkénti és havi bontásban. Lejegyzésre került a beérett/beoltott anyák száma, az ovulált anyák százaléka, az ikra termékenyülési százaléka, és a szaporításokhoz tartozó víz hőmérséklete ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### **3.6. A jundiá szaporítási mutatói különböző hormonkezelések hatására**

Az ovuláció kiváltására két különböző hormont (sGnRha, pontyhipofízis) használtam és kétféle DA antagonistát (domperidon, metoklopramid). Ezek kombinációjával alakítottam ki az öt kísérleti csoportot úgy, hogy ezek közül az egyik, a kontroll csoport, kizárólag fiziológiás sóoldatot kapott. Vizsgálni akartam az sGnRha kizárólagos hatását, ezért egy csoport önmagában kapta ezt a hatóanyagot. A DA gátlás vizsgálatára két DA antagonistát kombináltam ugyanazzal a sGnRh analóggal. Mindkettő használatos a kutatásban és a gyakorlati haltenyésztésben.

A domperidon, mint az Ovaprim egyik hatóanyaga már adott volt. A metoklopramid pedig a könnyű kezelhetősége miatt kedvelt DA antagonistá. A többi antagonistával ellentétben jól oldódik vízben, emellett sok halfajnál kimutatott a DA gátló hatása.

A pontyhipofízis jundiánál alkalmazott mennyiségét sok szaporítási időszak során szerzett tapasztalatomra alapoztam (ITTZÉS et al. 1999).

Hasonló mennyiségű pontyhipofízis bejuttatását,  $4\text{-}4,5 \text{ mg/kg}$ -t javasol HORVÁTH és URBÁNYI (2000) az ikrás szürke harcsánál. Mindezek mellett a jundiá ovulációjához szükséges hipofízismennyiség megegyezik a legtöbb csontoshal esetében használt mennyiségekkel.

A tejesek  $2 \text{ mg/kg}$  hal hipofízis mennyisége a szintén általánosan elfogadott, több évtizedes adagolási protokollnak felel meg. A jundiá tejestől könnyen, sok ivartermék fejhető, ami megismételhető egy óra múlva. Így elégséges a  $2 \text{ mg/kg}$ -os kezelés.

A vizsgálathoz felhasznált jundiá tenyészhalak az ikra állapottól az ivarérésig a dél-brazíliai RS állambeli Aquaviva Piscicultura ivadéknevelő és szaporító telepén neveltük. A

nevelés során a halakat földmedrű tavakban tartottuk, ahol a víz hőmérséklete, a napsütéses órák mennyisége megegyezett a régió jellemzőivel. A kísérletben résztvevő halak, csakúgy, mint a korban megegyező állomány gyári, harcsafélék számára gyártott 35% fehérjét tartalmazó száraz pelettel takarmányoztuk. A napi etetett takarmány mennyisége a testtömeg 1,0 %-a volt. A kísérletben résztvevő, már ivarérett halak tömege 400-500 g volt, életkoruk pedig 6 hónap. A kísérlet előtti napon a halakat a tóból az Aquaviva Piscicultura keltetőházába szállítottam, ahol egy 2 m<sup>3</sup>-es műanyag medencében, átfolyóvízen várakoztak. Az ikrásokat véletlenszerűen osztottam szét öt kísérleti csoportra, majd minden csoportot az előzővel megegyező méretű medencébe tettem. Minden egyes csoportba 8 egyed került.

Az első kísérleti csoport ikrás halait szárított ponty hipofízissel oltottam, 4,0 mg kg<sup>-1</sup> testtömegre számítva. Az oltóanyagot 0,7% -os sóoldatban (NaCl) feloldva juttattam a halakba. A következő csoport ikrásait Ovaprimmel (Syndel Laboratories, Vancouver, British Columbia, Canada) oltottam be. Folyékony formában az Ovaprim 1 ml-e 20 µg sGnRHa-t és 10 mg domperidont tartalmaz. Ennek a kísérleti csoportnak az egyedei 0,5 mL kg<sup>-1</sup> Ovaprim oldatot kaptak. A következő két csoport egyedei 10 µg kg<sup>-1</sup> sGnRHa-t kaptak kezelésként. Az egyik csoport a kettő közül 20 mg kg<sup>-1</sup> metoklopramid dopamin receptor antagonistával együtt kapta a GnRH-t, míg a másik dopamin receptor antagonistá nélkül. Az ötödik kontroll csoportban az ikrás egyedekbe kizárólag fiziológias sóoldatot fecskendeztem, ami a többi kísérleti csoportban a különböző hormontartalmú készítmények vivőanyaga volt (2. táblázat).

## 2. táblázat A négy vizsgált csoport kezelésének adagolása

<b>1. csoport: 4 mg szárított pontyhipofízis</b>
<b>2. csoport: 10 µg sGnRha+5mg domperidon (Ovaprim)</b>
<b>3. csoport: 10 µg sGnRha+20mg metoklopramid</b>
<b>4. csoport: 10 µg sGnRh</b>
<b>5. csoport: 0,7 %-os sóoldat</b>

A hímvártermék biztosítására 2,0 mg kg<sup>-1</sup> mennyiségben, fiziológias sóoldatban feloldott szárított ponty hipofízissel kezeltem a tejes halakat. A kísérlet során minden hal, minden oltást 0,5 mL kg<sup>-1</sup> mennyiségben kapott. Az oltástól az ovulációig az érlelvíz hőmérséklete 26,0± 1,0 °C volt. Az ovuláció sikerességének értékeléséhez két számított értéket használtam. Az egyik a beérési arány, a másik érték a PGSI. Az ikrások ellenőrzését 8 órával az oltás után kezdtem és óránként végeztem. Az ovuláció bekövetkeztekor a teljes ikramennyiséget “lefejtem” az ikrás halaktól, majd megmértem őket. Minden egyed ivartermékéből azonos tételnyi ikramennyiséget különítettem el (250 ikraszem) és az egyes tételeket legalább két hímvárú jundiá 0,1 mL ivartermékével termékenyítettem meg. Az ikratételeket elkülönítetten keltettem 24,0 ± 1,0°C

víz hőmérséketen. A termékenyülési arányt a termékenyítés utáni 24. órában számoltam Olympus CO-11 mikroszkóp segítségével. Ilyenkor az embrió fejlettsége és mozgása nem hagyhat kétséget a termékenyült és nem termékenyült ikraszemek elkülönítésében. A statisztikai értékeléshez a "MINITAB" statisztikai programcsomagot, valamint a programcsomag alkalmazásához segítséget nyújtó irodalmat (BARÁTH *et al.* 1996) használtam. Az ovulált ikrások számának csoportok közötti összehasonlítása  $Chi^2$ - próbával történt (CHANG és PETER 1983). Az ovuláció mértékére (PGSI) és az ikraminóségre (termékenyülési %) vonatkozó mutatók csoportok közötti összehasonlítását egyszempontos varianciaanalízissel végeztem el. A következtetéseket minden esetben 95%-os megbízhatósági szinten határoztam meg ( $P < 0,05$ ).

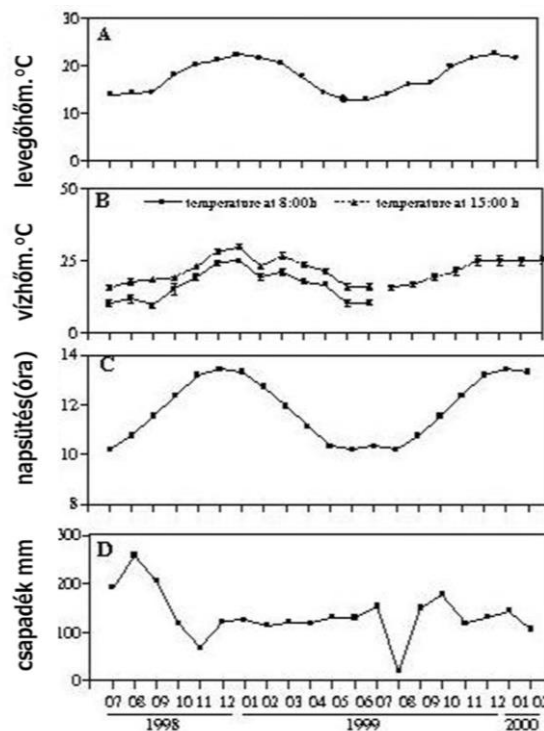


## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett ikrás jundiá első ivari ciklusa során

#### 4.1.1. Időjárási viszonyok

A csapadékviszonyok, a levegő és a víz hőmérsékletének változásait és a fényszakaszosságot (nappalok hossza) a kísérleti időszak során a 11. ábra mutatja. A vízhőmérséklet a téli időszakban (július) a leghidegebb (8 °C) és a nyári időszakban (január) legmelegebb (31 °C). A leghosszabb nappalt decemberben (13 óra 45 perc), a legrövidebbet pedig júliusban (10 óra 14 perc) mérték. Az egyéves kísérleti időszak alatt (1998. július-1999. július) folyamatosan figyeltem a természetes ivásokat egy olyan tóban, ahol ikrásokat és tejeseket (a mintapéldányokkal azonos korosztály) egyenlő arányban tartottam. Két ivási időszakot állapítottam meg, az elsőt novemberben (egy nappal az esedékes mintavételezés előtt), a másodikat pedig januárban (7 nappal az akkori mintavétel után).



11. ábra Passo Fundo éghajlati viszonyai a kísérleti időszak során (A) levegő hőmérséklet; (B) víz hőmérséklet / (o) 15 00h-kor, (o) 08 00 h-kor /; (C) napsütéses órák száma; (D) csapadék (mm)

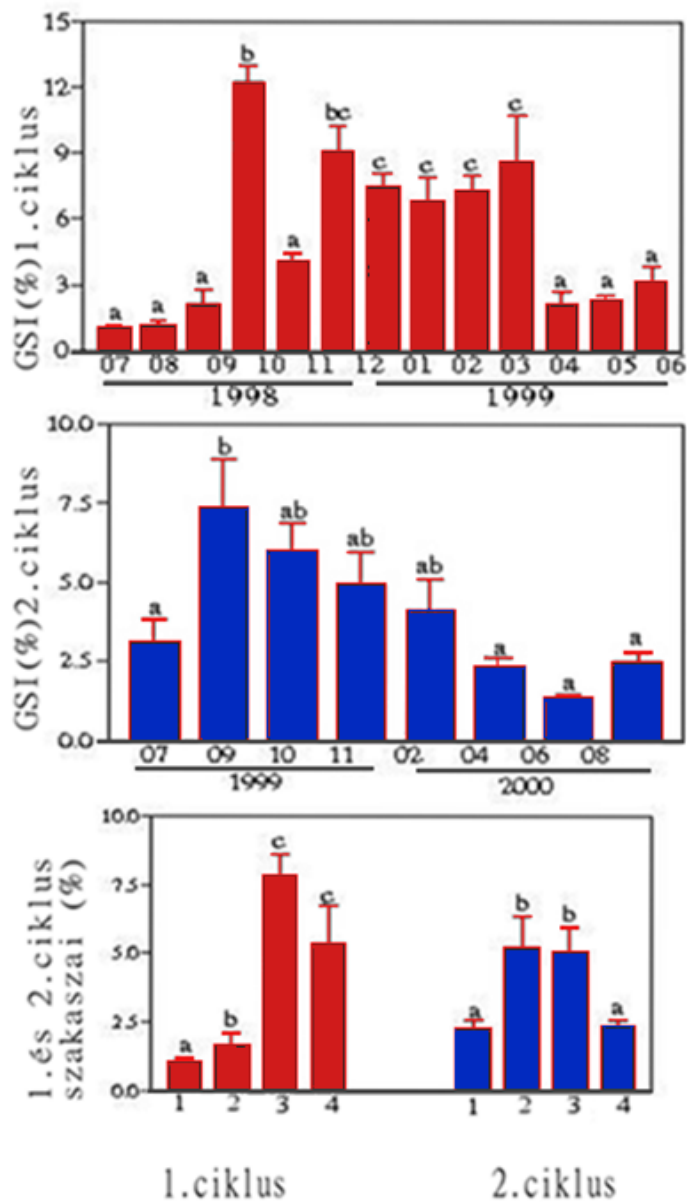
#### 4.1.2. Gonado-szomatikus Index (GSI)

A GSI értékek alacsonyak voltak a vitellogenezis kezdetéig (1998. július). Kora tavasszal (szeptember) gyors növekedést figyeltem meg és a GSI értékek tavasz közepén (október) érték el a csúcst,  $12,28 \pm 0,76\%$ -al (3. táblázat).

Novemberben az ovárium tömege csökkent, amit egy újabb növekedés követett. Ez a növekedés egy nyári (december) csúcsértéknél ( $9,1 \pm 1,22\%$ ) megállt és két hónapon keresztül (december-január) magas értékeket mutatott ( $7,48 \pm 0,61\%$ ). A februári és márciusi újabb GSI% csökkenést egy harmadik csúcs követte ( $8,63 \pm 2,12\%$ ) áprilisban, de ezzel nem esett egybe spontán ívás. Ezután az ovárium tömege hirtelen csökkenést mutatott, a GSI% értéke lezuhant  $2,13 \pm 0,55\%$ -ra májusban (12. ábra).

3. táblázat Az ikrások GSI%-a, testtömege és testhossza. (Az eredmények átlagértékben szerepelnek  $\pm$ SEM)

Évek	Hónap	GSI (%)	Átlag testtömeg (g)	Átlagos testhossz (cm)
1998-1999	1998-1999 július	$1,05 \pm 0,13$	$236,47 \pm 28,59$	$30,86 \pm 1,06$
	Augusztus	$1,14 \pm 0,24$	$236,18 \pm 8,37$	$31,64 \pm 0,63$
	Szeptember	$2,11 \pm 0,7$	$184,66 \pm 5,98$	$27,12 \pm 1,01$
	Október	$12,28 \pm 0,76$	$287,92 \pm 14,64$	$31,62 \pm 1,32$
	November	$4,03 \pm 0,48$	$255,80 \pm 28,25$	$31,60 \pm 1,21$
	December	$9,10 \pm 1,22$	$362,22 \pm 48,96$	$34,70 \pm 1,36$
	Január	$7,48 \pm 0,61$	$350,08 \pm 27,68$	$33,67 \pm 0,71$
	Február	$6,82 \pm 1,1$	$388,24 \pm 37,45$	$34,97 \pm 1,39$
	Március	$7,27 \pm 0,77$	$383,85 \pm 29,34$	$36,58 \pm 0,95$
	Április	$8,63 \pm 2,175$	$674,55 \pm 107,4$	$43,13 \pm 3,27$
	Május	$2,13 \pm 0,55$	$267,63 \pm 39,91$	$31,83 \pm 1,64$
	Június	$2,27 \pm 0,3$	$453,36 \pm 97,11$	$37,33 \pm 2,19$
Július	$3,127 \pm 0,75$	$290,55 \pm 34,23$	$32,6 \pm 1,09$	
1999-2000	1999-2000 szeptember	$7,34 \pm 1,55$	$298,80 \pm 18,6$	$32,25 \pm 0,7$
	Október	$5,99 \pm 0,89$	$240,50 \pm 19,93$	$29,67 \pm 0,66$
	November	$4,93 \pm 1,07$	$245,90 \pm 20,39$	$30,80 \pm 0,60$
	Február	$4,12 \pm 0,98$	$202,75 \pm 33,25$	$30,5 \pm 1,05$
	Április	$2,33 \pm 0,28$	$175,89 \pm 18,18$	$29,5 \pm 0,75$
	Június	$1,39 \pm 0,12$	$203,61 \pm 22,81$	$30,5 \pm 0,95$
	Augusztus	$2,55 \pm 0,29$	$171,2 \pm 9,73$	$27,83 \pm 0,72$
	Október	$8,08 \pm 2,27$	$212,53 \pm 7,01$	$29,2 \pm 0,12$

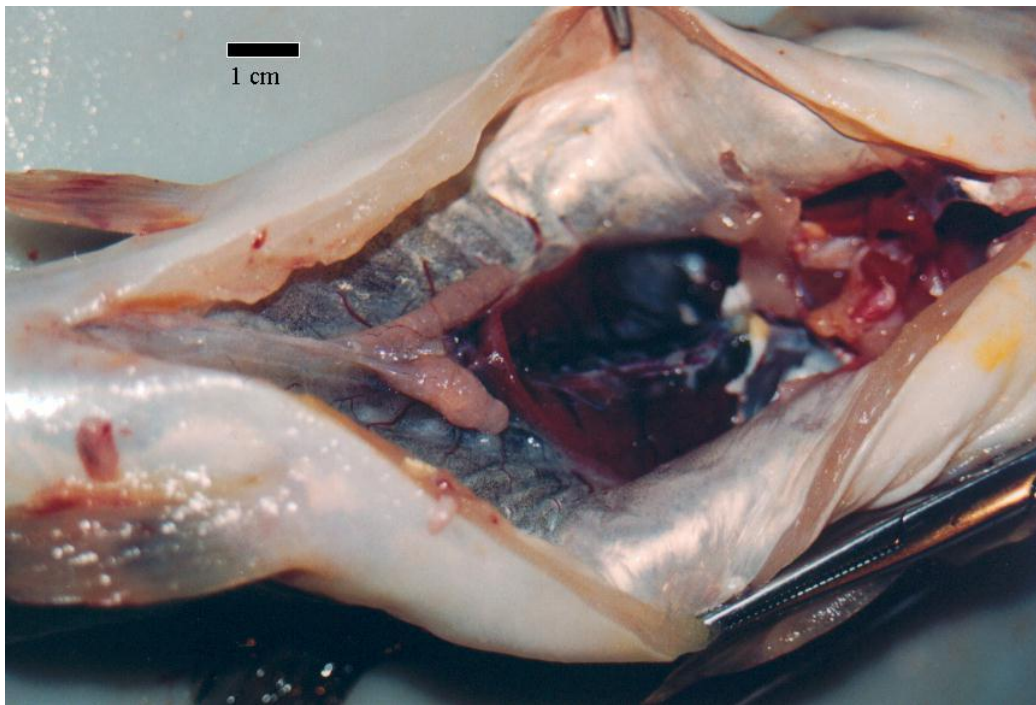


**12. ábra** A szaporodási időszakok (ciklus) összehasonlítása az ikrások GSI mérete alapján  
 Statisztikai elemzést a grafikon jelzi (1.= Nyugalmi szakasz, 2.=Fejlődő szakasz, 3.= Érett szakasz, 4.=  
 Visszafejlődési szakasz)

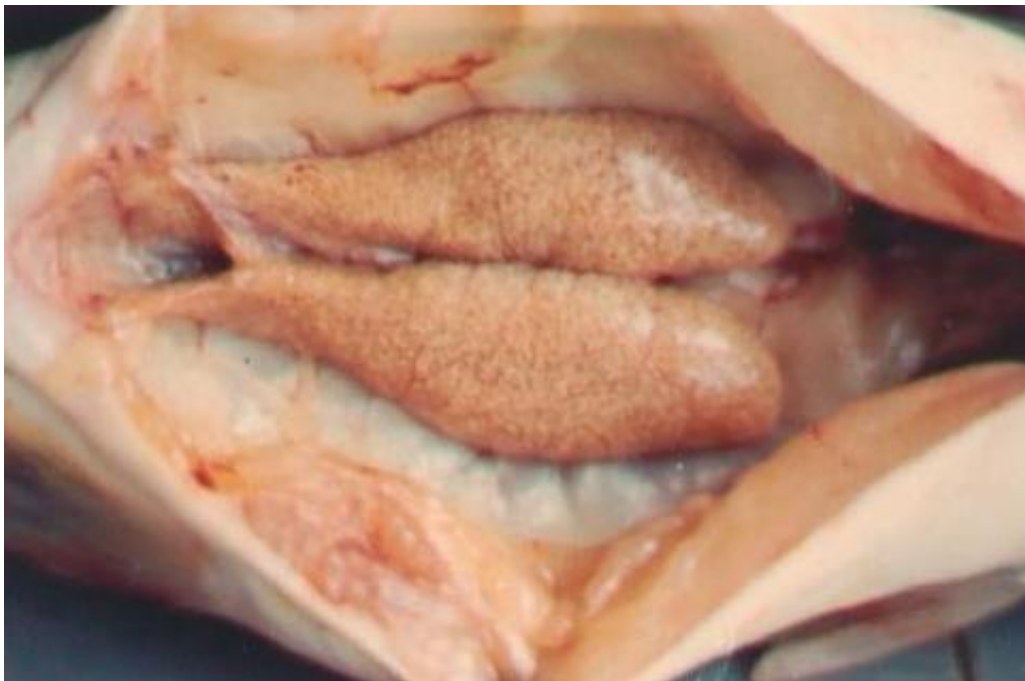
Az oszlopok feletti betűk jelzik a szaporodási időszakok közötti különbségeket. A két szaporodási időszak „Nyugalmi”, „Fejlődő” és „Érett” szakaszai között statisztikailag szignifikáns különbség van, míg a két „Visszafejlődési” szakasz között nincs különbség.

#### Az oociták fejlődési szakaszai

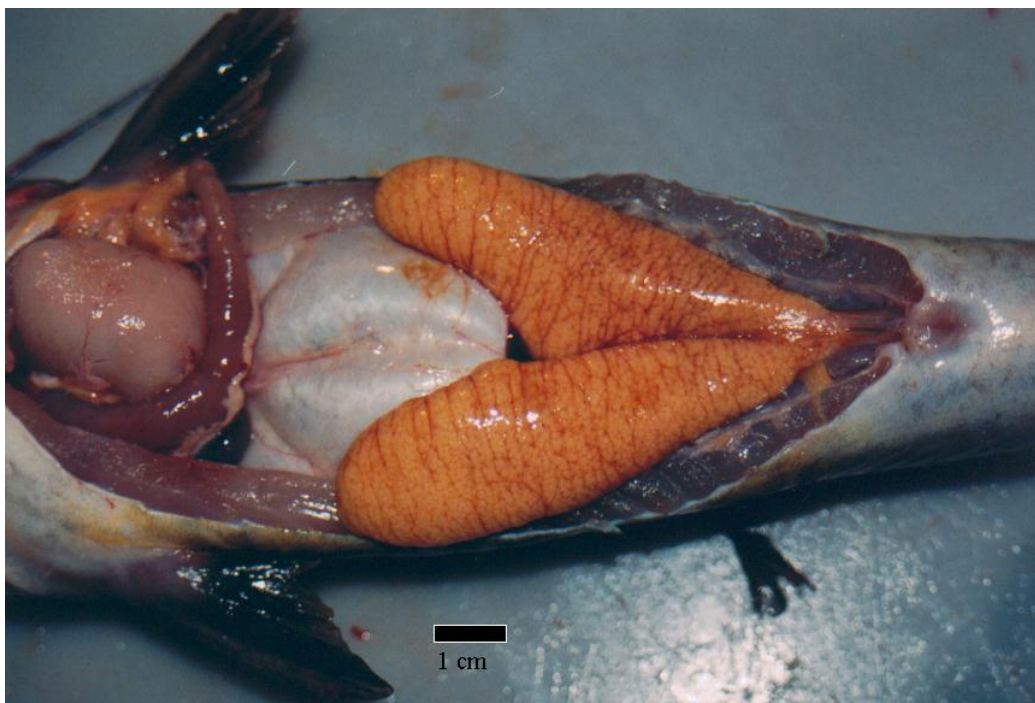
Az oociták különböző fejlettségi állapotainak meghatározását az elvégzett szövettani vizsgálatokra (17. és 18. ábra) és az ovárium makroszkópikus vizsgálatára alapoztam (13-16. ábra). Ezeket a GSI értékekkel párhuzamosan az 4. táblázatban összegeztem.



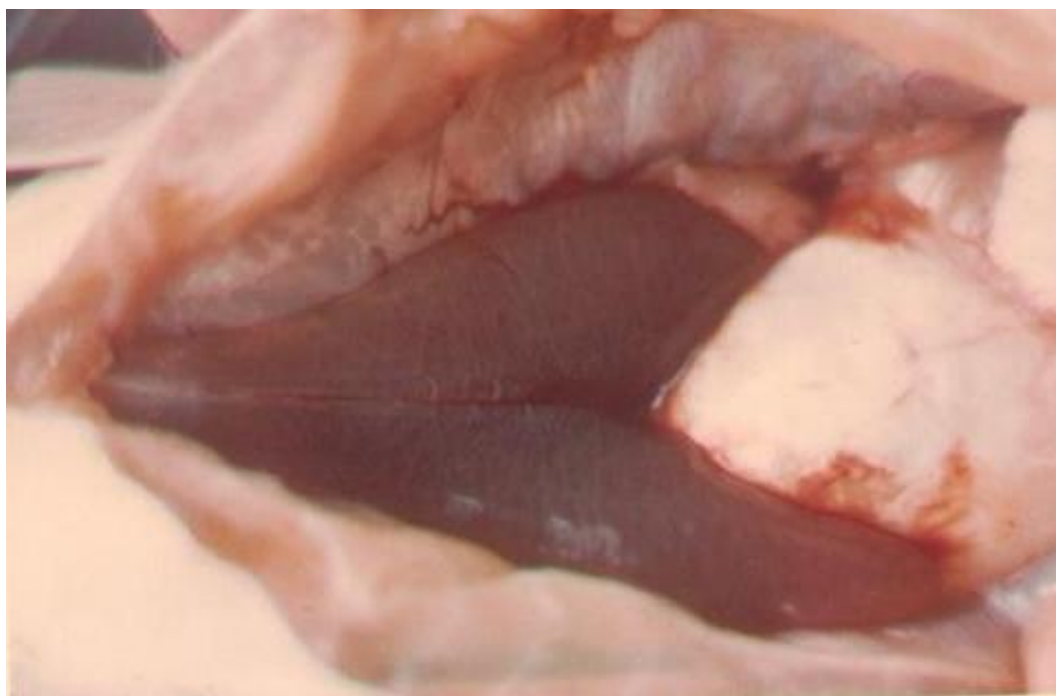
13. ábra Ivarérés előtti fejletlen petefészek (fotó: Barcellos 2001)



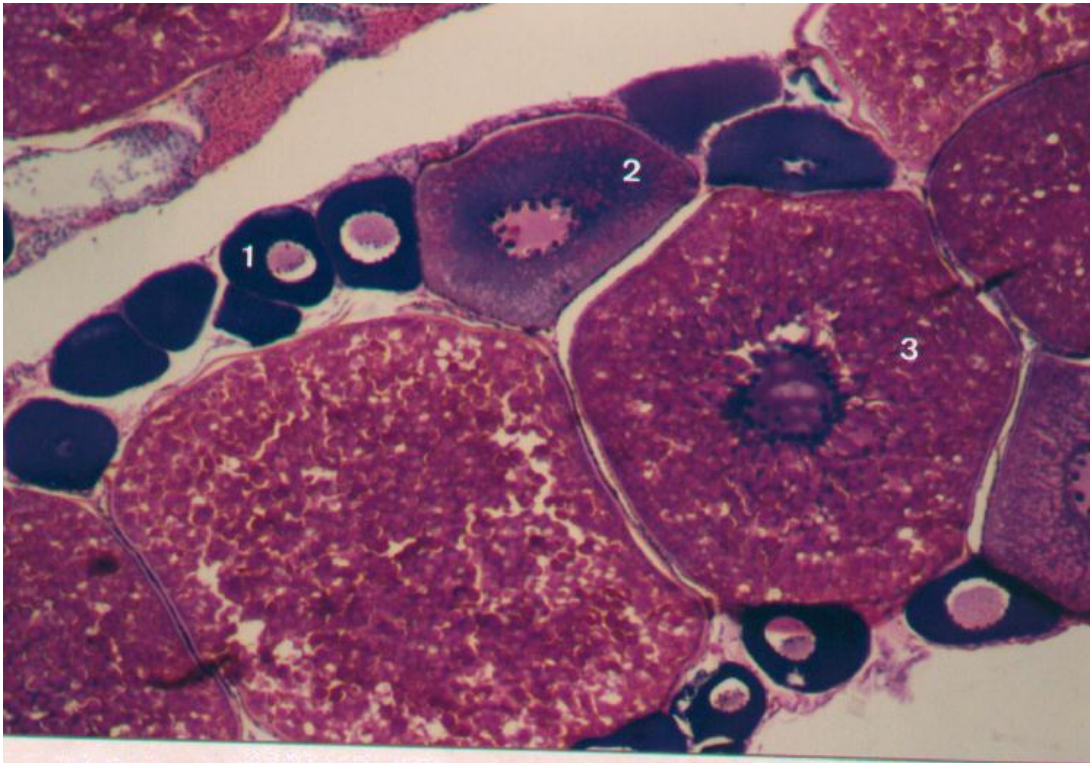
14. ábra A növekedési szakaszban lévő, de még éretlen petefészek (fotó: Barcellos 2001)



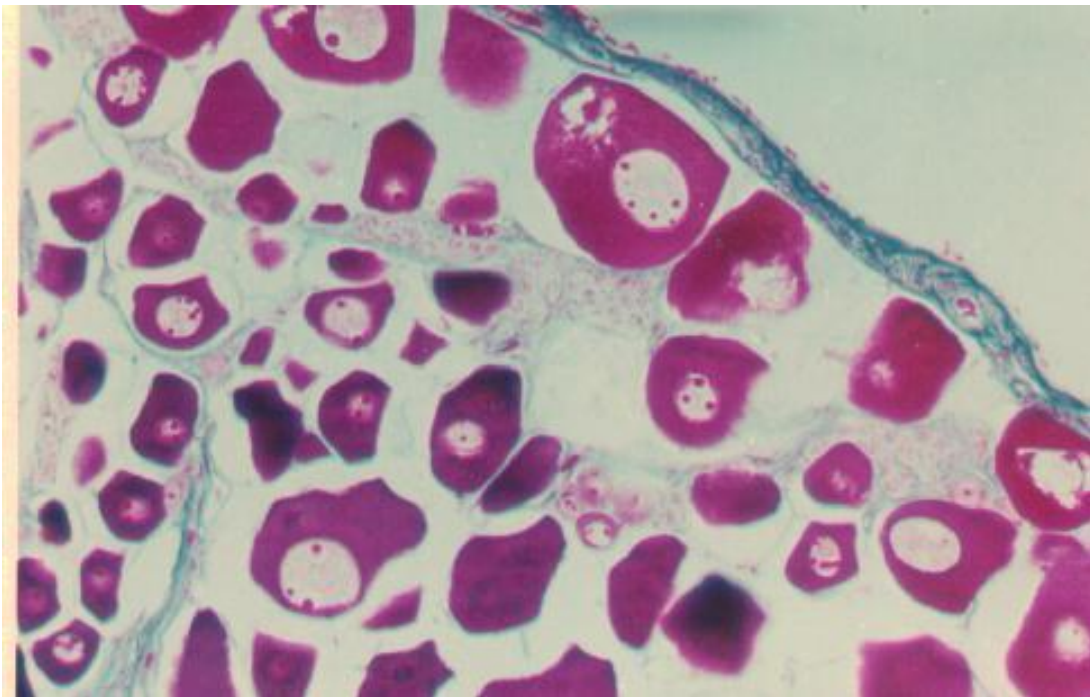
**15. ábra** Ovulációra kész, érett petefészek (fotó: Barcellos 2001)



**16. ábra** A petesejtek atretizálódnak (fotó: Barcellos 2001)



17. ábra A jundiá ovárium metszete egy nappal az ívás után. Különböző állapotban lévő oociták láthatók a képen, ami az aszinkron érésű halakat jellemzi (100 x nagyítás, HE. festés, petefészek keresztmetszet) (fotó: Barcellos, 2001)



18. ábra A korai érés, a szikanyag felhalmozódás állapota. Különböző állapotban lévő oociták láthatók a képen oogóniumok, perinukleoláris oociták, kortiko-alveoláris oociták (100 x nagyítás, HE. festés, petefészek keresztmetszet) (fotó: Barcellos, 2001)

4. táblázat A vizsgált jundiá populáció petefészkeének érettségi stádiumainak jellemzése, az oociták szövettani, makroszkópikus vizsgálata és a GSI értéke alapján.

Érettségi állapot	A jelenlévő oocita típusok	Predominancia	Hónap
Éretlen	Elsődleges perinukleáris oociták, másodlagos oociták	Egyenlően megosztó sejtípusok	1998. júl. 1998. aug.
Korai vitellogenezis	Elsődleges perinukleáris oociták, másodlagos és kortiko-alveoláris ovociták	Kortiko-alveoláris	1998. szept.
Végső vitellogenezis, érett	Másodlagos, kortiko-alveoláris és vitellogenitikus oociták	Vitellogenitikus	1998. okt.
Ívás 1. és 2. ívás után	Elsődleges perinukleáris oociták, másodlagos, kortiko-alveoláris és vitellogenitikus oociták	Egyenlően megosztó sejtípusok	1998. nov. 1999. jan.
2. érés	Másodlagos, kortiko-alveoláris és vitellogenitikus oociták	Vitellogenitikus	1999. dec. 1999. márc. 1999. ápr.
Felszívódás	Elsődleges perinukleáris, másodlagos és atretizálódó oociták	Atretizálódó oociták	1999. máj. 1999. jún.

A táblázat második oszlopában a különböző sejtípusok predominancia szintje a gyakoriságuk és az általuk elfoglalt terület alapján lettek meghatározva. Az oogóniumok minden érési szakaszban jelen vannak.

#### 4.1.3. Az ikrások ivari hormonszint változásai

Az E, T, 17-P, 17,20-P és a 20-S plazmában mért mennyiségeit az 5. táblázat és a 19. ábra mutatja. Minden adatot átlagértékben és hozzá tartozó szórás értékkel együtt ( $\pm$  SEM) fejeztem ki.

A plazma E<sub>2</sub> koncentrációja alacsony volt (0,15±0,056 ng/ml) 1998. júliusában, a kísérlet kezdetén, de ezután progresszíven emelkedett egészen novemberig. A novemberi csúcs (9,1±1,21 ng/ml) után, decembertől az E<sub>2</sub> értéke csökkenni kezdett és alacsony maradt januártól 1999. júliusáig (19. ábra, A).

A T koncentrációja 15 ng/ml alatt maradt 1998. júliusa és szeptembere között, de októberben hirtelen felszökött az értéke  $53,5 \pm 0,8$  ng/ml-re (tavasz) (19. ábra, B).

A 17-P koncentrációja progresszíven emelkedett július és szeptember között. Két csúcsot figyelhetünk meg. Az elsőt októberben,  $0,97 \pm 0,13$  ng/ml értéken, a másodikat pedig januárban  $0,94 \pm 0,22$  ng/ml értéken (19. ábra, C).

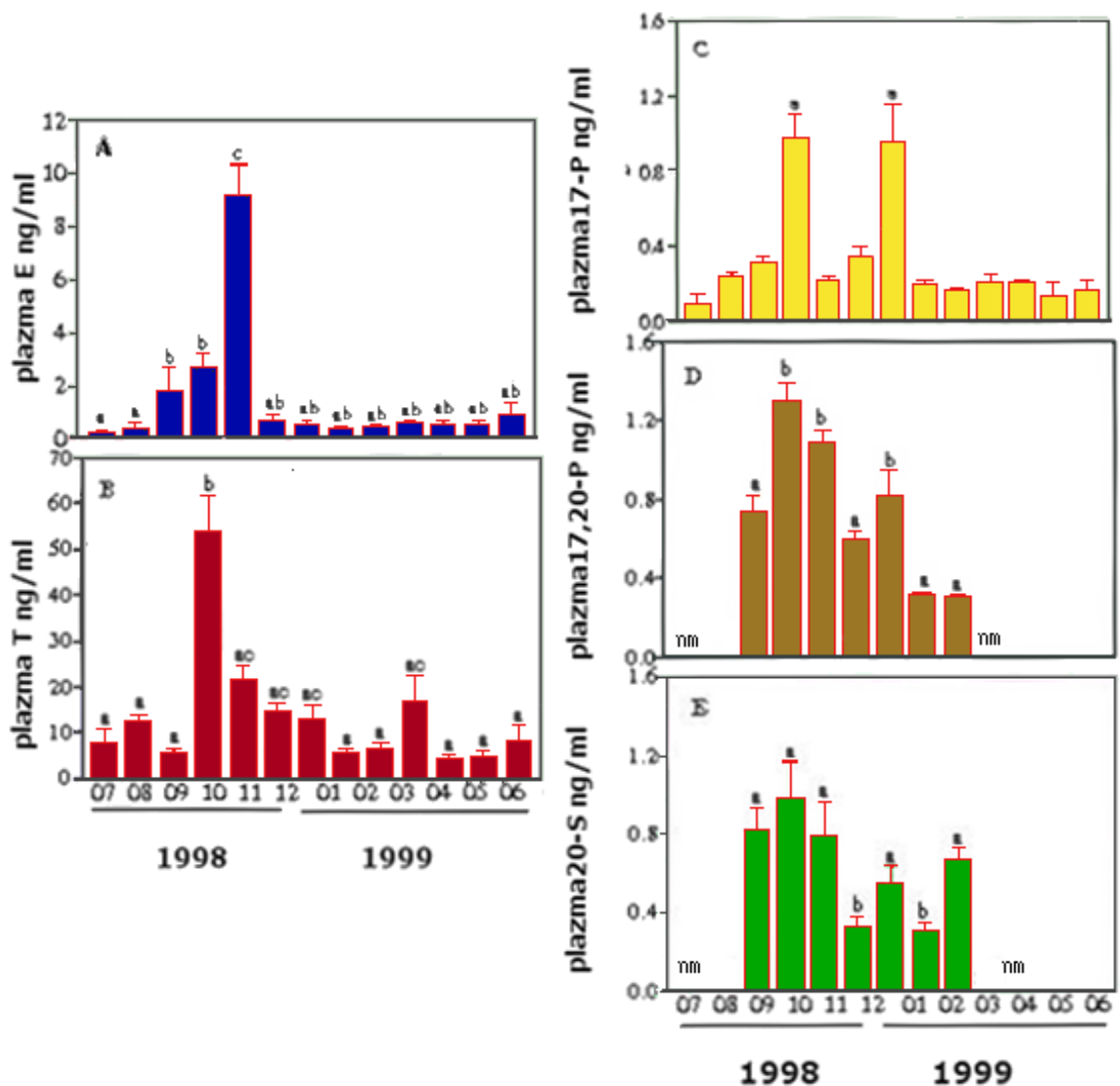
A plazma 17,20 $\beta$ -P koncentrációja augusztusban kezdett el növekedni, vagyis az utolsó téli hónapban, egy mérhetetlenül alacsony értékről (0,2 ng/ml). Szeptemberben már  $0,7 \pm 0,2$  ng/ml koncentrációt mértem, míg a második csúcsot a következő hónapban, októberben érte el ( $1,29 \pm 0,18$  ng/ml) és ez egybeesett az első megfigyelt spontán ívással. 1999. januárjában a második spontán ívás időszakában csak szerény emelkedést észleltem a plazma 17,20 $\beta$ -P koncentrációjában (19. ábra, D).



## Eredmények

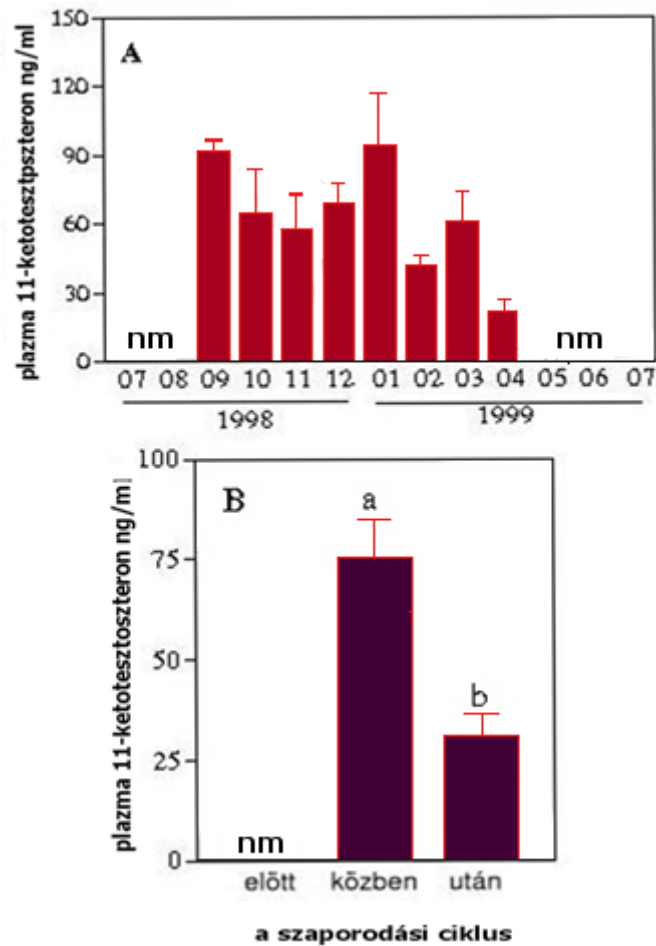
5. táblázat Az ivari szteroidok mennyisége a plazmában (A nőivarú halak adatai középértékben kifejezve  $\pm$  S.E.M., 1998-1999)

Hónap	GSI (%)	Tesztoszteron (plazma) ng/ml	Ösztradiol (plazma) ng/ml	17-P ng/ml	Kortizol (plazma) ng/ml	Testtömeg (g)	Testhossz (cm)
Júl.	1,05 $\pm$ 0,13 a	0,74 $\pm$ 0,318; n=5 a	0,152 $\pm$ 0,056; n=4 a	0,088 $\pm$ 0,017 a	128,96 $\pm$ 17,2; n=5 a	236,47 $\pm$ 28,59	30,86 $\pm$ 1,06
Aug.	1,14 $\pm$ 0,24 a	1,22 $\pm$ 0,168; n=6 a	0,357 $\pm$ 0,198; n=5 a	0,234 $\pm$ 0,027 a	94,38 $\pm$ 24,4; n=4 a	236,18 $\pm$ 8,37	31,64 $\pm$ 0,63
Szept.	2,11 $\pm$ 0,7 a	0,5 $\pm$ 0,12; n=6 a	1,757 $\pm$ 0,915; n=4 b	0,306 $\pm$ 0,032 a	113,37 $\pm$ 18,32; n=6 a	184,66 $\pm$ 5,98	27,12 $\pm$ 1,01
Okt.	12,28 $\pm$ 0,76 b	5,35 $\pm$ 0,83; n=4 b	2,623 $\pm$ 0,56; n=4 b	0,974 $\pm$ 0,131 b	122,35 $\pm$ 38,55; n=6 a	287,92 $\pm$ 14,64	31,62 $\pm$ 1,32
Nov.	4,03 $\pm$ 0,48 a	2,13 $\pm$ 0,323; n=5 c	9,133 $\pm$ 1,211; n=3 c	0,204 $\pm$ 0,031 a	101,33 $\pm$ 10,0; n=4 a	255,80 $\pm$ 28,25	31,60 $\pm$ 1,21
Dec.	9,10 $\pm$ 1,22 bc	1,44 $\pm$ 0,189; n=4 ac	0,635 $\pm$ 0,259; n=4 ab	0,331 $\pm$ 0,065 a	113,17 $\pm$ 19,58; n=3 a	362,22 $\pm$ 48,96	34,70 $\pm$ 1,36
Jan.	7,48 $\pm$ 0,61 c	1,26 $\pm$ 0,352; n=6 ac	0,476 $\pm$ 0,135; n=6 ab	0,943 $\pm$ 0,215 b	144,20 $\pm$ 21,4; n=6 a	350,08 $\pm$ 27,68	33,67 $\pm$ 0,71
Febr.	6,82 $\pm$ 1,1 c	0,51 $\pm$ 0,09; n=6 a	0,331 $\pm$ 0,054; n=6 ab	0,198 $\pm$ 0,02 a	130,08 $\pm$ 27,59; n=6 a	388,24 $\pm$ 37,45	34,97 $\pm$ 1,39
Márc.	7,27 $\pm$ 0,77 c	0,59 $\pm$ 0,14; n=6 a	0,36 $\pm$ 0,078; n=6 ab	0,147 $\pm$ 0,017 a	79,18 $\pm$ 11,31; n=5 a	383,85 $\pm$ 29,34	36,58 $\pm$ 0,95
Ápr.	8,63 $\pm$ 2,175 c	1,64 $\pm$ 0,57 n=4 a	0,47 $\pm$ 0,086; n=4 ab	0,195 $\pm$ 0,03 a	72,32 $\pm$ 8,52; n=5 a	674,55 $\pm$ 107,4	43,13 $\pm$ 3,27
Május	2,13 $\pm$ 0,55 a	0,395 $\pm$ 0,1; n=6 a	0,44 $\pm$ 0,202; n=5 ab	0,190 $\pm$ 0,05 a	88,9 $\pm$ 10,6; n=6 a	267,63 $\pm$ 39,91	31,83 $\pm$ 1,64
Jún.	2,27 $\pm$ 0,3 a	0,412 $\pm$ 0,15; n=6 a	0,45 $\pm$ 0,19; n=6 ab	0,12 $\pm$ 0,09 a	67,98 $\pm$ 9,65; n=6 a	453,36 $\pm$ 97,11	37,33 $\pm$ 2,19
<b>Júl.</b>	<b>3,127<math>\pm</math>0,75 a</b>	<b>0,81<math>\pm</math>0,33; n=6 a</b>	<b>0,98<math>\pm</math>0,51; n=6 ab</b>	<b>0,15<math>\pm</math>0,07 a</b>	<b>99,26<math>\pm</math>26,3; n=6 a</b>	<b>290,55<math>\pm</math>34,23</b>	<b>32,6<math>\pm</math>1,09</b>
Szept.	7,34 $\pm$ 1,55					298,80 $\pm$ 18,6	32,25 $\pm$ 0,7
Okt.	5,99 $\pm$ 0,89				167,6 $\pm$ 54,33	240,50 $\pm$ 19,93	29,67 $\pm$ 0,66
Nov.	4,93 $\pm$ 1,07					245,90 $\pm$ 20,39	30,80 $\pm$ 0,60



19. ábra Az ivari szteroidok koncentrációinak változásai a kísérleti időszak során. Az eredmények átlagértékben szerepelnek SEM (n= 4-8) A hisztogramok fölött elhelyezett betűk a szignifikáns különbségeket jelzik. Tukey range teszt (P<0,05). nd, a mérhető határ alatti érték

A 20β-S hasonló görbét mutatott, mint a 17,20β-P értékei, de magasabb volt a koncentrációja az első spontán ívás (1998. október) és a második spontán ívás (1999. január) idején is (16. ábra, E). A plazma 11-KT koncentrációja (17. ábra, A-B) augusztusban (1998) nem érte el az alkalmazott módszerrel mérhető értéket, majd hirtelen növekedés után szeptemberben elérte az első csúcst (91,2±5,61 ng/ml). A második csúcserteket 1999. januárban mutatta. Ekkor a 11-KT értéke a plazmában 94,37±22,9 ng/ml volt. Februárban ennek a szteroidnak a mennyisége alig mérhető értékre csökkent és ezen a szinten maradt a szaporodási ciklus további részében (20. ábra, A). A 11-KT eloszlását az ivari ciklus három fontos szakaszában a 20. ábra B része ábrázolja. Az aktív ívási szakasz (szeptember-február) előtti időszakában ennek a hormonnak mérhetetlen volt az értéke. A ciklus aktív szakaszában hirtelen ugrás észlelhető (P<0,01), majd az aktív időszak után e hormon mennyisége szignifikánsan csökkent (P<0,01).



20. ábra A 11- ketotesztoszteron koncentrációjának változása a kísérleti időszak alatt. Az eredmények átlagértékben szerepelnek ( $\pm$ SEM). (A) A havonta mért értékek, (B) Az értékek eloszlása az aktív szaporodási időszak alatt

A histogramok fölött elhelyezett betűk a szignifikáns különbségeket jelzik. Tukey range teszt ( $P < 0,05$ ). nm, a mérhető határ alatti érték

## 4.2. A jundiá hímek plazma szteroid koncentrációja az ivari ciklus során

### 4.2.1. Időjárási viszonyok

Az időjárási viszonyok megegyeznek a 4.1.1. alfejezetben leírtakkal.

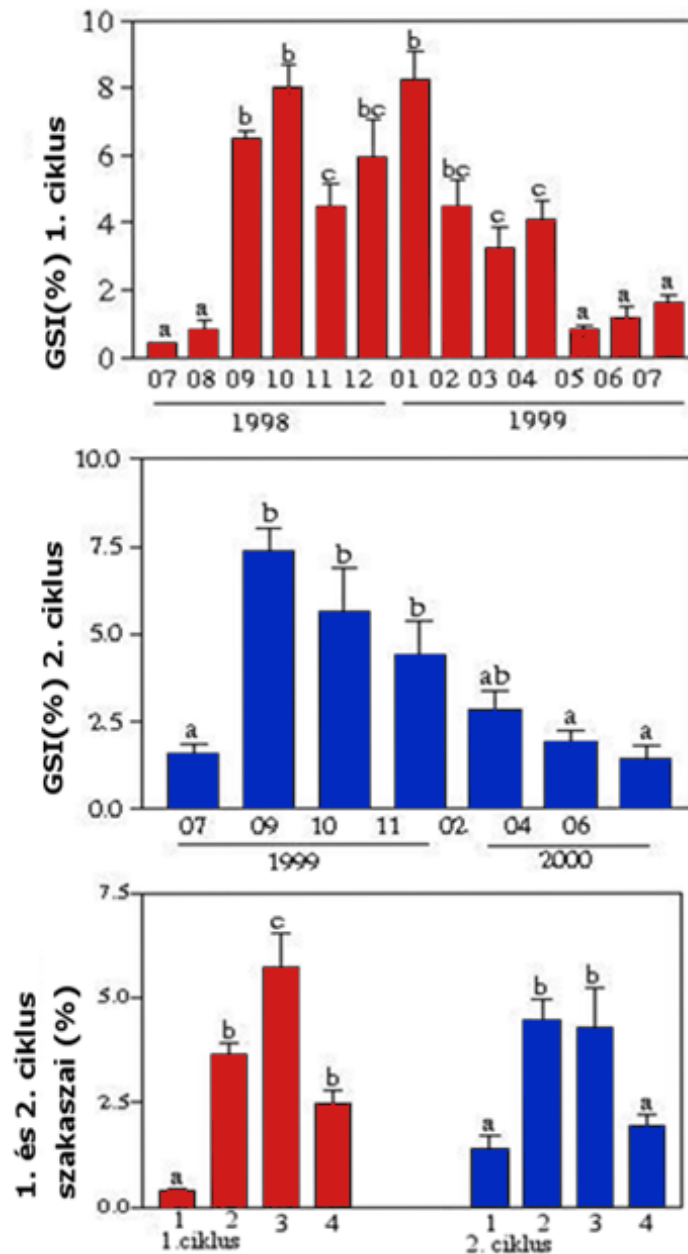
### 4.2.2. Gonado-szomatikus index (GSI %)

A téli időszakban (július-augusztus) a GSI% alacsony volt. Kora tavasszal (szeptember) a gonádok mérete növekedett ( $P < 0,05$ ) és az első csúcsot tavasz közepén érte el (október  $8,03 \pm 0,64\%$ ), a második csúcsot ezután három hónappal, nyáron (január:  $8,25 \pm 0,82\%$ ). Februárban

és márciusban a GSI% csökkent és májusban érte el a minimumot ( $0,81 \pm 0,34$  %). Júniusban és júliusban lassú növekedés jellemzi a gonádokat,  $1,18 \pm 0,34$  % és  $1,6 \pm 0,25$  % a hónapok sorrendjének megfelelően (6. táblázat).

**6. táblázat** A tejes jundiá GSI%-a, testtömege és testhossza az egyes mintavételek alkalmával. Az adatok középértékben vannak kifejezve

Hónap	GSI átlag (%)	Testtömeg átlag (g)	Teljes testhossz átlag (cm)
<b>1. ciklus 1998-1999</b>			
július	$0,41 \pm 0,04$	$239,11 \pm 40,76$	$31,25 \pm 1,18$
augusztus	$0,85 \pm 0,24$	$265,49 \pm 24,37$	$31,42 \pm 0,88$
szeptember	$6,47 \pm 0,28$	$213,78 \pm 32,56$	$29,05 \pm 1,59$
október	$8,03 \pm 0,64$	$318,32 \pm 13,87$	$32,27 \pm 0,76$
november	$4,50 \pm 0,67$	$378,49 \pm 65,17$	$35,2 \pm 2,06$
december	$5,95 \pm 1,08$	$340,06 \pm 48,09$	$35,1 \pm 1,53$
január	$8,25 \pm 0,82$	$275,84 \pm 22,00$	$30,67 \pm 0,71$
február	$4,48 \pm 0,77$	$365,21 \pm 31,95$	$36,17 \pm 1,08$
március	$3,26 \pm 0,62$	$419,2 \pm 38,13$	$36,92 \pm 1,73$
április	$4,10 \pm 0,52$	$595,9 \pm 49,13$	$42,25 \pm 1,19$
május	$0,81 \pm 0,14$	$243,91 \pm 23,02$	$32,0 \pm 0,97$
június	$1,18 \pm 0,34$	$301,59 \pm 27,53$	$33,16 \pm 1,64$
július	$1,6 \pm 0,25$	$265,71 \pm 17,99$	$31,83 \pm 0,91$
<b>2. ciklus 1999-2000</b>			
július	$1,6 \pm 0,25$	$265,71 \pm 17,99$	$31,83 \pm 0,91$
szeptember	$7,36 \pm 0,68$	$198,8 \pm 11,03$	$29,13 \pm 0,83$
október	$5,64 \pm 1,24$	$555,20 \pm 28,90$	$36,67 \pm 0,73$
november	$4,42 \pm 0,93$	$381,57 \pm 40,17$	$31,3 \pm 0,88$
február	$2,82 \pm 0,55$	$202,75 \pm 33,25$	$31,5 \pm 1,5$
április	$1,92 \pm 0,3$	$197,03 \pm 8,75$	$30,5 \pm 0,9$
június	$1,44 \pm 0,36$	$145,49 \pm 13,38$	$27,0 \pm 0,82$
augusztus	$3,66 \pm 0,72$	$194,15 \pm 40,56$	$28,66 \pm 2,18$
október	$7,15 \pm 1,41$	$163,6 \pm 13,28$	$27,5 \pm 0,65$



21. ábra Az oszlopok feletti betűk jelzik a szaporodási időszakok közötti tejesek GSI% különbségeket. A két szaporodási időszak „Nyugalmi”, „Fejlődő” és „Érett” és „Visszafejlődési” szakaszai között szignifikáns különbség nincs

Statisztikai elemzést a grafikon jelzi (1.= Nyugalmi szakasz, 2.=Fejlődő szakasz, 3.= Érett szakasz, 4.= Visszafejlődési szakasz)

#### 4.2.3. A gonádok érési stádiumai

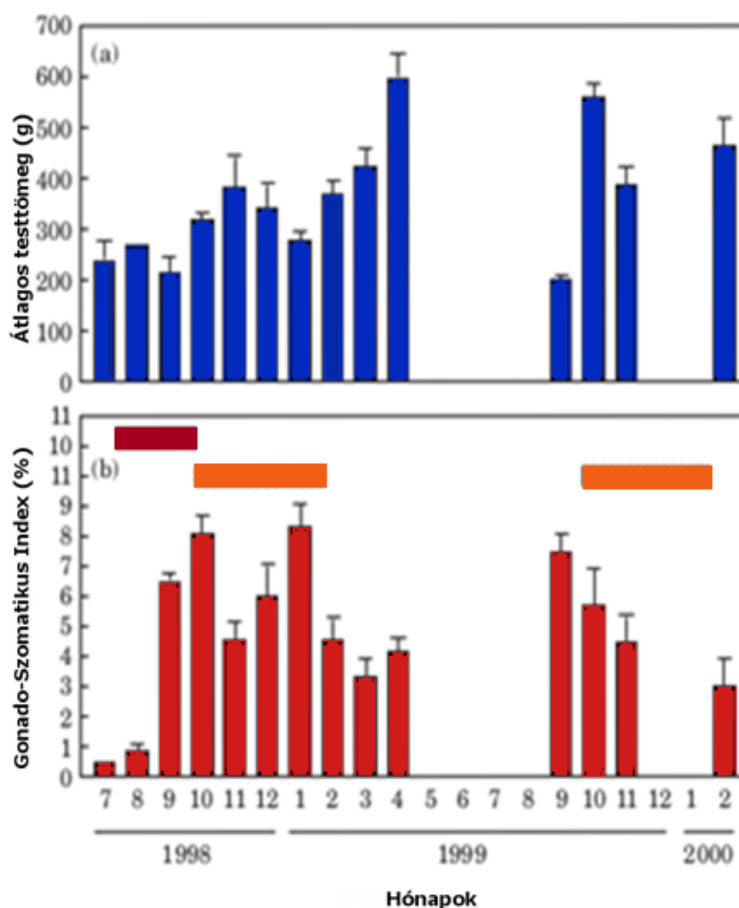
A gonádok fejlettségi fokának meghatározását a hisztológiai és makroszkópikus vizsgálatok eredményeire alapoztam. Ezt és az egyes fejlettségi stádiumokhoz tartozó GSI%-okat az 7. táblázat és a 21. ábra ábrázolja.

A gonádok mérete 1999. szeptemberében érte el újra a legnagyobb értéket az egyedek testtömegéhez viszonyítva ( $7,38 \pm 0,68\%$ ), majd progresszíven csökkent  $4,42 \pm 0,93\%$ -ig novemberben. A következő év (2000) februárjában a GSI%  $2,92 \pm 0,98\%$  volt.

A 22. ábrán jól nyomonkövethető az év során a gonádok növekedése és a megfigyelt spontán spermiáció (folyós tejesek), ami a természetes ívási periódusokat jelzi.

7. táblázat A hím gonádok érési szakaszai a GSI, a makroszkópikus leírás és a szövettani vizsgálat alapján (A különböző sejttípusok predominancia szintjét a gyakoriságuk alapján határoztam meg)

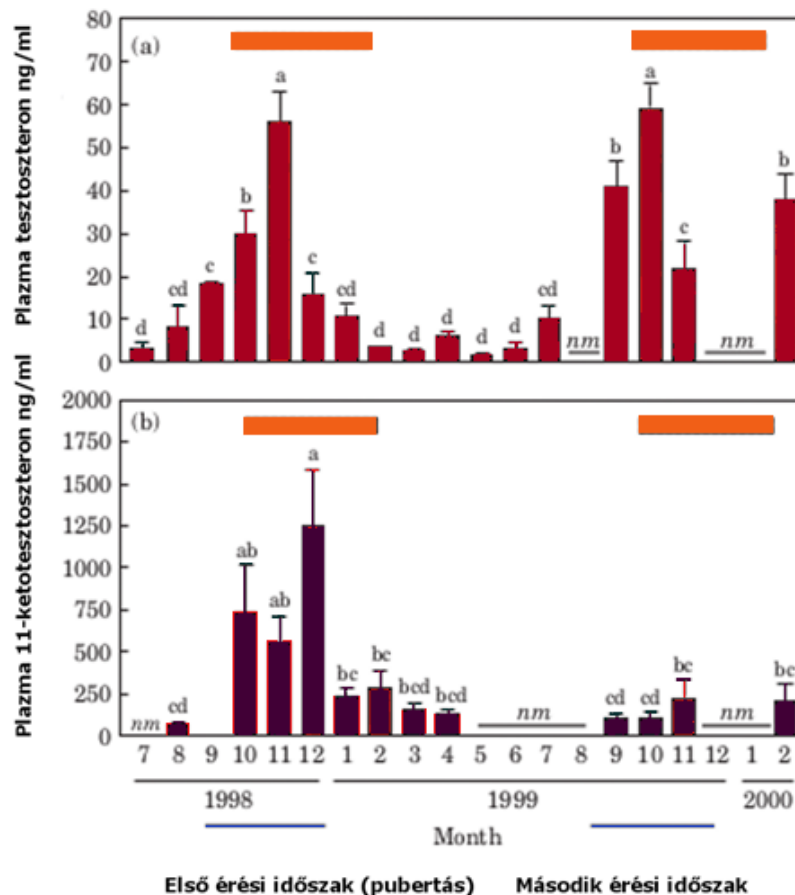
Érettségi állapot	Hónap és GSI (%)	Sejtszám és a predominancia foka <sup>a</sup>
1. Éretlen	Júl. 1998. 0,41 ± 0,03	Kis lumináris tér, spermatogonium (++++)
2. Korai érettség	Aug. 1998. 0,85±0,24 Szept. 1998. 6,47 ± 0,28 Szept. 1999. 7,36 ± 0,68	Spermatocita (++) Spermida (++)
3. Érett	Okt. 1998. 8, 03± 0.64	A lumináris tér spermiummal telt Cisztában, spermatogonium (+), spermatocita (++) , spermida (+++)
4. Érett-Folyós	Nov. 1998. 4,5 ± 0,66 Dec. 1998. 5,95 ±1,08 Jan. 1999. 8,25 ± 0,82 Feb. 1999. 4,48 ± 0,77 Okt. 1999. 5,64 ± 1,24 Nov. 1999. 4,42 ± 0,93 Feb. 2000. 2,92 ± 0,98	Tágult lumináris tér Kis mennyiségű germinatív ciszta Spermatogonium (+) Spermium (++++)
5. Túlérett	Máj. 1999. 0,81 ± 0,34 Jun. 1999. 1,18 ± 0,34	Spermium maradvány Perifériális spermatogonium (+)



22. ábra A jundiá havi átlagos testtömege (a) és gonado-szomatikus indexe (b) a kísérleti időszak alatt. Vízszintes sávok: vörös: az érett tejeseket, sárga: a folyós tejeseket jelzi

#### 4.2.4. A tejesek ivari hormonszint változásai

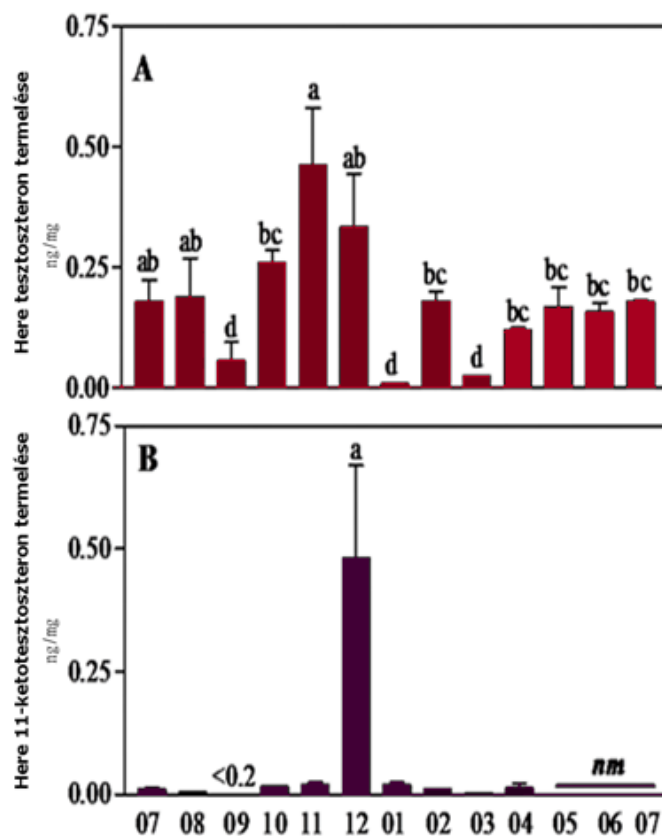
A plazma T koncentrációja (23.a ábra) növekedni kezdett az utolsó téli hónapban (augusztus) és késő tavaszra (november) érte el a legmagasabb értéket ( $55,7 \pm 7,0$  ng/ml,  $P < 0,01$ ). Később a T szintje progresszíven csökkent, egészen őszig.



23. ábra A jundiá plazma tesztoszteron és 11-ketotesztoszteron havi átlagos szintje. Az oszlopok fölötti betűk jelzik szignifikancia szinteket. A sárga vízszintes oszlop mutatja a tejes halak spontán spermációjának az időszakát (nm = nem mérhető.)

A második ivari ciklusban a plazma T szintje szeptemberre már egy magasabb értéket ért el, majd a legnagyobb koncentrációt októberben mértem ( $58,8 \pm 5,7$  ng/ml, tavasz,  $P < 0,01$ ). Novemberben ennek a hormonnak a koncentrációja csökkenni kezdett, de 2000 áprilisában (ősz) egy szerény emelkedést mutatott, azonban ez nem volt szignifikáns.

A 11-KT koncentrációja a vérplazmában (23.b ábra) alacsony volt 1998. júliusban, augusztusban és szeptemberben, majd ezek az érték októberben (tavasz második hónapja) növekedni kezdett és különösen magas szintet ért el decemberben (1998) ( $1243,42 \pm 337,32$  ng/ml). A 11-KT termelése a második ivari ciklusban 100-250 ng/ml körül ingadozott.



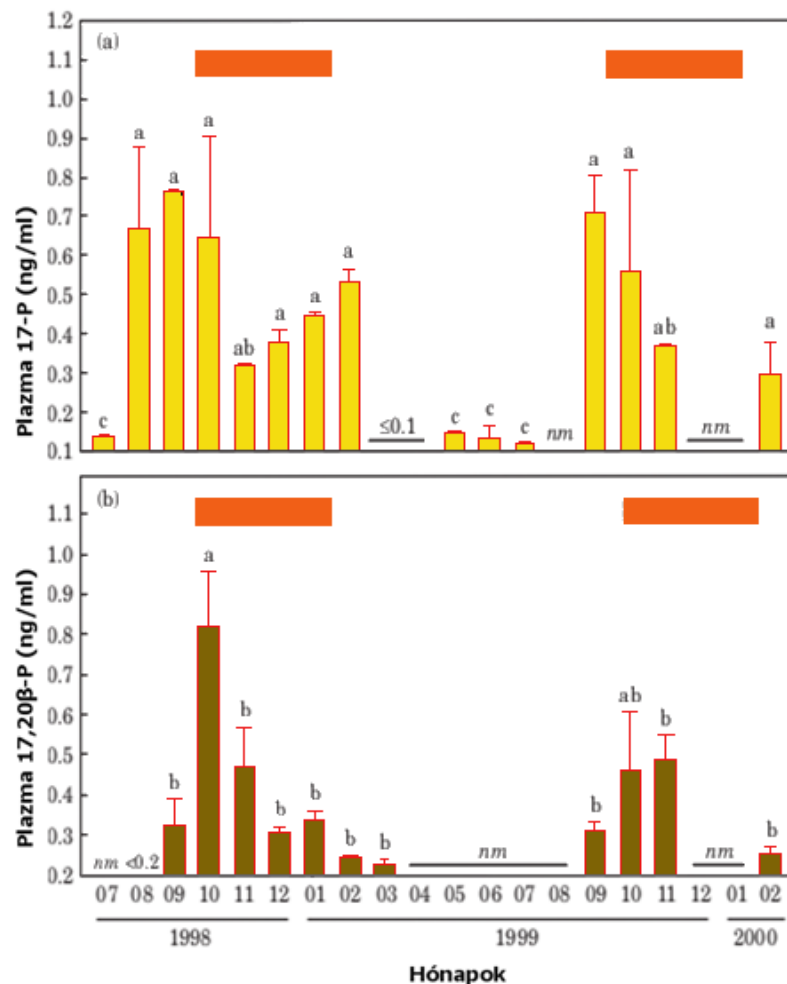
24. ábra A here tesztoszteron és 11-ketotesztoszteron koncentráció változásai a plazmában a kísérleti időszak alatt. Az eredmények középértékben vannak kifejezve ( $\pm$  S.E.M). A hisztogramok fölött elhelyezett betűk a szignifikáns különbségeket jelzik (*nm*= nem mérhető).

A here T termelésének görbéit a 24. ábra mutatja be. A here a legnagyobb T termelését novemberben érte el. Ugyanakkor a vérplazmában is a legnagyobb koncentrációját mértem ugyanennek a hormonnak. Decemberben a T koncentráció még magas volt, majd az ezt követő hónapban határozottan csökkent a mennyisége. Az inkubációs médiumban a szöveti 11-KT (24. ábra) mennyiségének csúcsát decemberben mértem ( $0,48 \pm 0,19$  ng/ml,  $P < 0,001$ ), ami a T-hoz hasonlóan, időben egybeesett a vérplazmában mért legnagyobb 11-KT mennyiségével. Mind a szöveti, mind a vérben mért 11-KT értékei ez előtt a csúcs előtt és után is alacsonyok maradtak.

A plazma 17-P koncentrációja magas értéket mutatott az egész spermatogenezis során, de tisztán észlelhető csúcsot nem tapasztaltam. A spermiáció megszűntével a 17-P koncentrációja 0,2 ng/ml koncentrációra zuhant (25.a ábra).

A 17,20 $\beta$ -P koncentráció változásait az 25.b ábra mutatja. Télen (1998. augusztus) a vizsgált hormon mennyisége nem érte el az alkalmazott módszerrel mérhető értéket ( $< 0,2$  ng/ml). Szeptemberben a hormon mennyisége  $0,31 \pm 0,07$  ng/ml volt (tavasz) a legnagyobb értéket pedig  $0,81 \pm 0,14$  ng/ml-t októberre érte el (1998) az első ivari ciklusban. A második ciklusban ennek a hormonnak a mennyiségei alacsonyok voltak, ellentétben az első ciklussal, de a legmagasabb értéket szintén októberben mértem.





25. ábra A jundiá plazma 17-P (a) és 17,20β-P (b) havi átlagos szintje. Az oszlopok fölötti betűk jelzik szignifikancia szinteket. A sárga vízszintes oszlop mutatja a tejes halak spontán spermációjának az időszakát. (nm = nem mérhető)

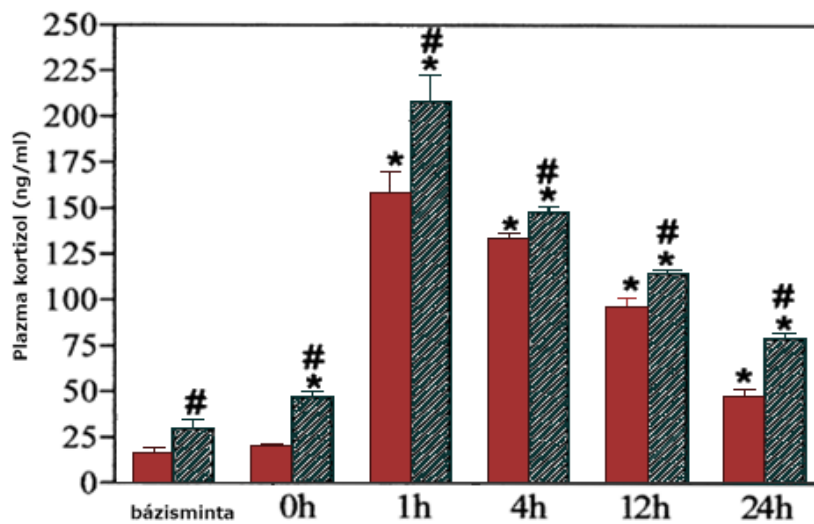
#### 4.3. A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására

A tejesek és az ikrások (26. ábra) vérplazmájának a kortizol koncentrációja az egy órás vizsgálatkor volt a legmagasabb, majd a kortizol szintje csökkent, de még 24 óra múlva sem érte el az alapminta szintjét. A két nem közötti különbség az egy órás vizsgálatéhoz hasonlít.

A plazma kortizol szintjének az alapértéke a hímeknél  $15,8 \pm 3,12$  ng/ml volt és  $29,6 \pm 5,45$  ng/ml volt ugyanez az ikrásoknál. A kortizol szintjének változásához hasonlóan a plazma glükóz koncentrációja a hímek és ikrások viszonylatában hasonló görbét mutatott az egy órás mintavételkor észlelt görbéhez viszonyítva (27. ábra). A vércukor alapértéke a hímeknél  $61,3 \pm 5,8$  mg/dl volt. Az ikrások esetében a glükóz szintjének alapértéke  $68,7 \pm 9,3$  mg/dl. Négy

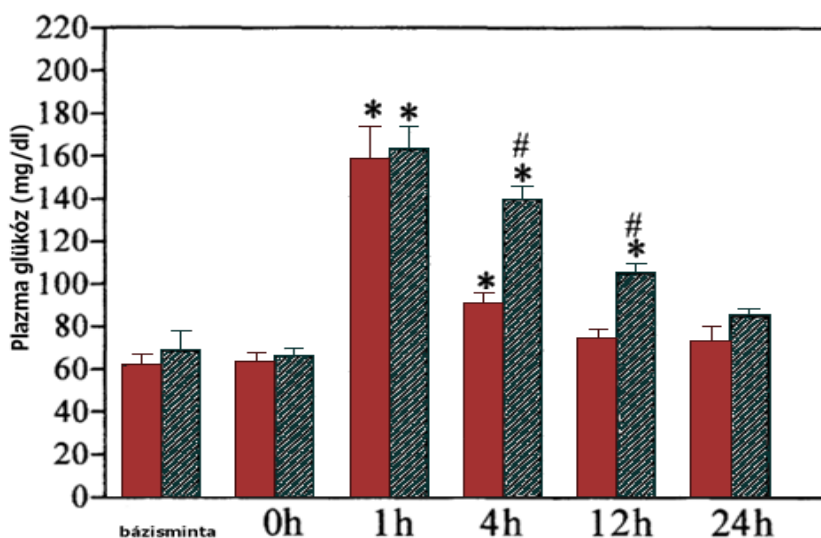
óra múlva a hímek glykémiája erős csökkenést mutatott, csaknem elérte az eredeti, stresszelés előtti glükóz szintet. Az ikrások hosszabb ideig megőrizték a plazma magas glükóz koncentrációját. Minden mintavételkor megfigyelhető, hogy a tejesek esetében a vér kortizol szintje alacsonyabb az ikrásokhoz képest. Ehhez hasonlóan alakul a két ivar glükóz szintje is.

A feláldozott állatok GSI%-a  $11,89 \pm 1,06\%$  volt az ikrásoknál és  $8,36\% \pm 0,9$  a tejeseknél. Az ikráspopuláció ivarszerve a vitellogenezis befejező szakaszában, a herék pedig a spermatogenezis befejező szakaszában voltak a mikroszkópos vizsgálat alapján.



26. ábra A tejes (bordó) és ikrás (vonalkázott) jundiá plazma kortizol mennyisége azonnali és a halászat után 1, 4, 12 és 24 h elteltével

\*statisztikailag értékelhető különbség az egyes minták és a bázis minta között (bázis minta= a halászat után azonnal történt), # statisztikailag értékelhető különbség az azonos időben, de a különböző nemek között végzett mintavételeknél. ( $\pm$ SEM,  $n=8-12$ )



27. ábra A tejes (bordó) és ikrás (vonalkázott) jundiá plazma glükóz mennyisége azonnali és a halászat után 1, 4, 12 és 24 h elteltével

\*statisztikailag értékelhető különbség az egyes minták és a bázis minta között (bázis minta= a halászat után azonnal történt), # statisztikailag értékelhető különbség az azonos időben, de a különböző nemek között végzett mintavételeknél. ( $\pm$ SEM,  $n=8-12$ )

A nyugalmi állapotban mért vérplazma kortizolszintje a tejes és az ikrás jundiában  $15,8 \pm 3,12$  és  $29,6 \pm 5,45$  ng/ml. Egy órával a halászat és a szállítás után a halak jellegzetes akut stresszválaszt mutattak, megemelve a plazma kortizol szintjét. Ekkor mértem a kortizolszint csúcsát is, ami elérte a 158,12 ng/ml-t a hímek plazmájában, míg az ikrások esetében 207,95 ng/ml-ig emelkedett a koncentrációja ennek a hormonnak.

#### **4.4. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése**

##### **4.4.1. Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%)**

A hormonindukció hatására bekövetkezett (28. ábra) ovuláció eredményeképpen termékenyítésre alkalmas ikrát nyertünk a kezelt halaktól. Az ikrá világos, vagy aransárga, laza, krémszerű állagú és a hasfal enyhe nyomására sugárban hagyja el az ivarnyílást. A hasfal nyomása szükséges már a fejés elején is az ikrá kinyeréséhez. A megmért ikrások átlagtömege 654,87 g (max. 1.330 g, min. 165 g). Az ivartermék átlagos tömege 76,12 g (max. 205 g, min. 10 g). A PGSI% értékeinek átlaga 11,552% (max. 20,095%, min. 4,872%) (8. táblázat). A lineáris regresszió analízis 0,0074 koefficienszt mutatott, a Pearson korreláció pedig egy nem szignifikatív 0,543 értéket.

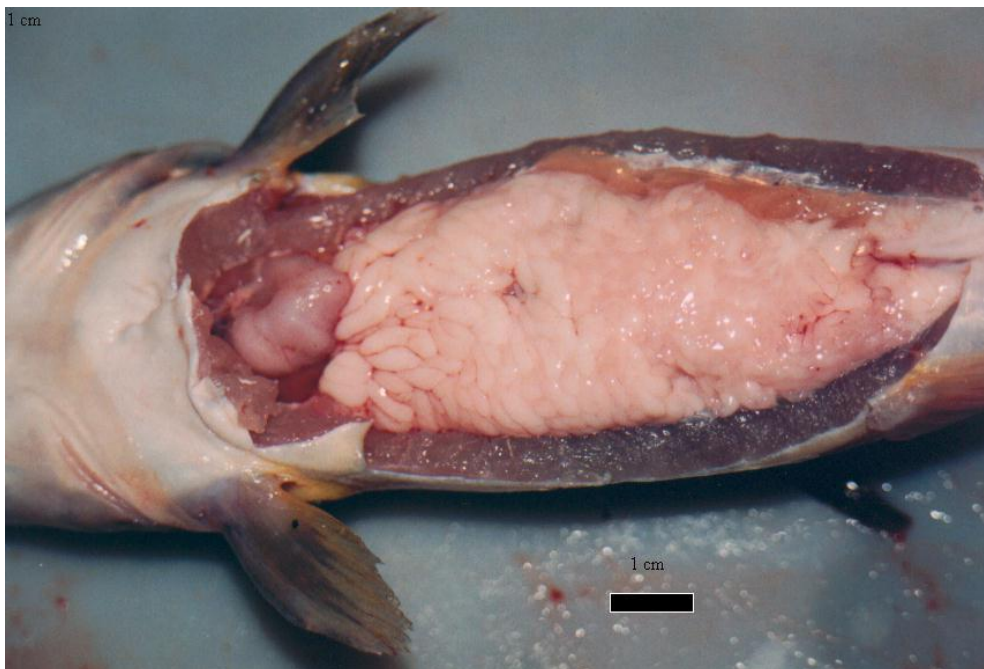


28. ábra Ovulációra kész albínó jundiá ikrás (foto: Szabó, 2012)

## 8. táblázat Az ikrás jundiá testtömege és az egyes csoportokhoz tartozó PGSI

Testtömeg (g)	PGSI (%)	Testtömeg (g)	PGSI (%)
100-200	10,307	700-800	10,268
200-300	12,610	800-900	12,126
300-400	12,141	900-1.000	11,862
400-500	12,500	1.000-1.100	12,142
500-600	12,420	1.300-1.400	10,938
600-700	12,713		

A 41 tejes jundiá ivartermékének a mennyisége átlag 21,512 ml (max.42 ml, min.10 ml), a tejesek átlagtömege pedig 375,097 g (max. 655 g, min. 148 g) volt. A fent leírt mennyiségű spermát a hormonindukció hatására nyertem az állatokból, bár kisebb mennyiségű termékenyítésre alkalmas ivartermék a szaporodási időszak alatt (október-március) hormonkezelés nélkül is nyerhető. A tej színe kifejezetten porcelánfehér, de nem annyira sűrű állagú, mint a pontyé, viszont sokkal sűrűbb a tenyésztésben ismert harcsaféléknél. Szintén feltűnő az ivartermék nagy mennyisége. A fent leírt mennyiség kifejezése után 1 órával a tejesek újra fejhetőek és megközelítőleg az eredeti mennyiség felét adják.

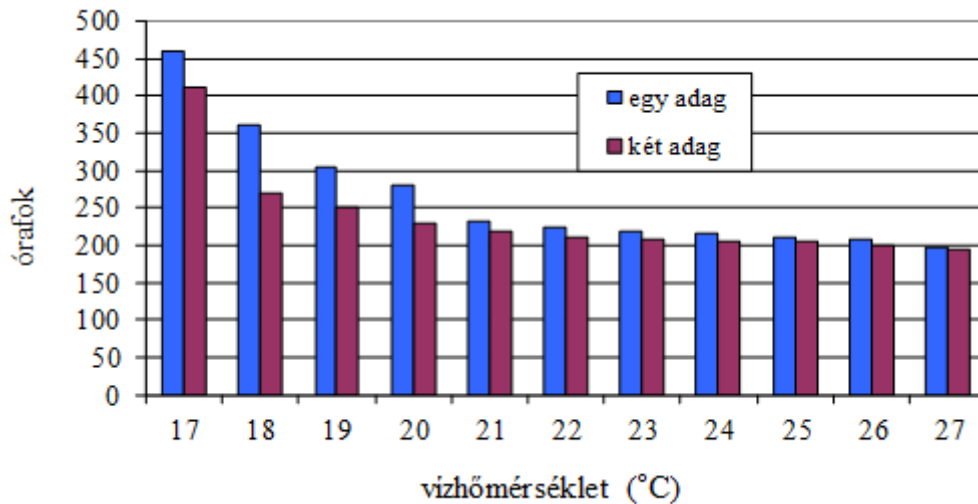


29. ábra Ivarérett tejes jundiá. A fürtszerűen elhelyezkedő here kitölti a hasüreg nagy részét. Ez a típusú ivarszerv jellemzi a *Rhamdia* nemzetséget (fotó: Barcellos, 2001)

Nagyon óvatosan kell eljárni fejsnél, mert az állatok érzékenyek. Erősebb nyomásra azonnal vérzés lép fel.

#### 4.4.2. A jundiá ovulációs ideje

A 19 és 26 °C közötti hőmérsékleti tartományban előadaggal is kezelt anyaállatok ovulációs ideje 285 és 198 órafok között mozgott, míg ugyanez az érték az egyszer kezelt állomány esetében 330 és 192 órafok volt (30. ábra).



30. ábra A jundiá ovulációjához szükséges hőösszeg órafokban, különböző érlelővíz hőmérséklet mellett (kék: elő- és döntőadaggal kezelt ikrások, piros: egyadagban kezelt ikrások.)

#### 4.4.3. Ikraszám egy kg száraz ikrában

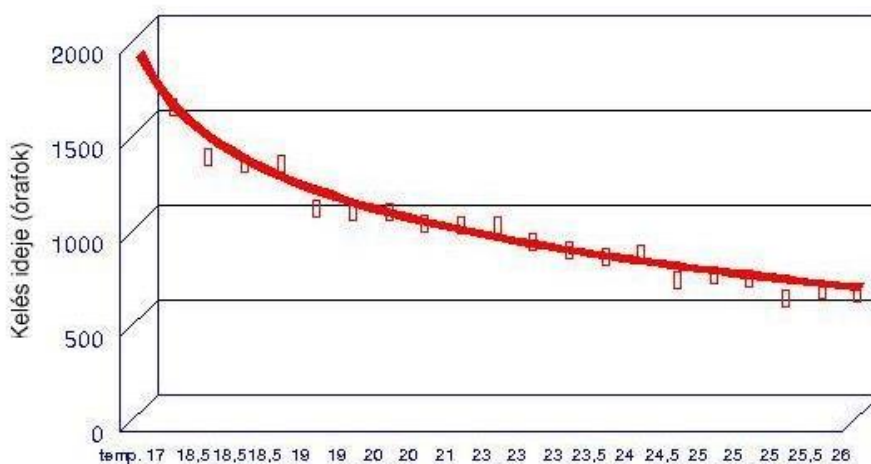
Az egy g-os adagokban számolt szárazikra mennyiség átlaga 810,466 db volt (max. 937,00 min. 758,00), ami azt jelenti, hogy 1 kg szárazikrában átlag 810.000 ikraszem van. A jundiá ikrája lebegő és a termékenyítés után jelentős mértékű hidratáció következik be. Élénksárga (31. ábra) és ellenálló korion jellemzi. Felületén nem található ragadósságot okozó anyag és terjedelmes perivitellinális térrel rendelkezik.



31. ábra A jundiá élénksárga könnyen fejhető, krémszerű ikrája (foto: Szabó 2012)

#### 4.4.4. Az embrió és a lárva fejlődése

A kelési időt a 32. ábra mutatja 17-26 °C-os hőmérsékleti tartományban, ahol az embrió kifejlődése a hőmérséklettől függően 1-4 nap között következett be. A szaporítási időszakban nagyrészt 24 °C-os a víz hőmérséklete. Ezen a hőmérsékleten az ikra 30 óra, azaz 720 órafok szükséges a lárva keléséhez. A kikelő lárva áttetsző, sárgás színű, 7 mm hosszúságú. A keléstől a táplálkozásig a harcsafélékre jellemző módon csoportokba áll össze a medence sarkaiban. Keresi a sötét részeket, ezért a medencék tisztításánál jól bevált módszer a részleges takarás, ahol a lárvák összegyűlnek, szabadon hagyva a tisztítandó aljzatot. Különösen fontos a terméketlen, illetve elpusztult ikrától megszabadulni minél előbb. Ha nem sikerül a keltetőedényből letisztítani, akkor a lárvák medencéjében mindenképpen el kell végezni, ugyanis a lárvák érzékenyek a vízminőségre, ráadásul az elpusztult ikrához könnyen hozzáragad a kishal (a terméketlen el nem távolított ikraszemek felülete rendkívül ragadós).



32. ábra A jundiá embrió keléséhez szükséges hőösszeg órafokban, különböző érlelővíz hőmérséklet mellett

A sejtosztódás, mint a halaknál általában a víz hőmérsékletétől függ. Általában a szaporítási időszak a halgazdaságokban szeptember (tavasz első hónapja-déli félteke) elején kezdődik. Ilyenkor Dél-Brazíliában a vizek hőmérséklete viszonylag alacsony kb. 17 °C körül van. A természetes ívás általában október-novemberben következik be, mikor a vizek hőmérséklete eléri a 24 °C-ot. A halgazdaságok előszeretettel kihasználják a gyakran még kedvezőtlen környezeti tényezőket is felülíró hormonindukció ívásra gyakorolt hatását, a gazdasági érdekek miatt (tenyészévon előtti szaporítás a fajra kedvezőtlen hőmérsékleten).

A leghidegebb víz hőmérséklet, amelyben szaporítást végeztem, 17 °C volt. Ezen a hőmérsékleten az embrió fejlődése nagyon lassú (1.800 órafok). A kelés a 4. napon következik be. A termékenyítés utáni 24. órában az embrió még csak a hólyagsíra fejlődési állapotban van. A szaporítási szezon jelentős részében a víz hőmérséklete 22-23 °C. Ezen a hőmérsékleten 39-34

óra (850-800 órafok) telik el a termékenyítéstől az ikra keléséig (9. táblázat). 24 °C-on az osztódás kétsejtes állapotban a termékenyítés után 1 óra 10 perc után következik be. A 3. órában 32 sejttes állapotban van, a 10. órában pedig a blastoderma körülöleli a szik nagy részét. A gerinchúr látható a 14. órában, míg a 23. órában már mozgást mutat az embrió és a feji rész összeér a farokvéggel, körülölelve a sziket. A 25. órában a szív mozgása és a véráramlás is jól megfigyelhető. Majd a 30. órában bekövetkezik a kelés. Ha ennél magasabb hőmérsékleten szaporítjuk a jundiát, pl. 25 °C-on, az embrió fejlődése nagyon felgyorsul és már a 26. órában kikelt a lárva (650 órafok), míg 26 °C-on (550 órafok) 21 órára van szükség a keléshez. A legmelegebb víz, amiben jundiát szaporítást végeztem (november vége) 27 °C-os vízhőmérséklet volt. Ilyen körülmények mellett 500 órafok elteltével fejlődött ki a lárva, vagyis a 18. órában kikelt. Barcellos *et al.* (2006) vizsgálata szerint 24 °C-on 30,5 óra múlva következik be a kelés. A 10. táblázatban látható lárva fejlődése a keléstől a táplálkozás megkezdéséig.

9. táblázat A jundiá embrió fejlődési üteme 23 °C-on

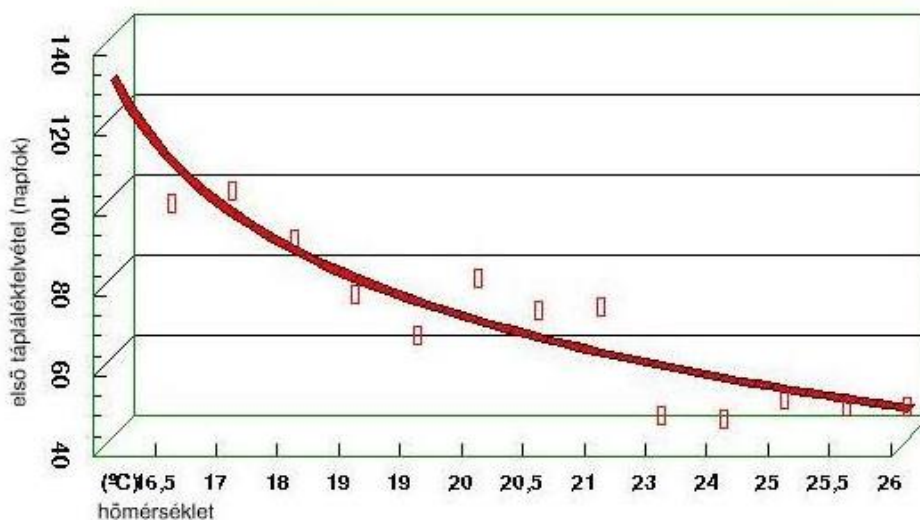
Termékenyítéstől eltelt idő	Embrió fejlődési szakaszok
0 min	Oocita világos sárga színű és 1mm átmérőjű
50 min	Blastodisc kialakulása
1 h 10 min	2 sejttes osztódás állapota
1 h 20 min	4 sejttes osztódás állapota
2 h	8 sejttes osztódás állapota
2 h 35min	16 sejttes osztódás állapota
2 h 45 min	32 sejttes osztódás állapota
3 h 40 min	64 sejttes osztódás állapota
9 h 50min	Blastoderm a sziknek 2/3-át borítja, kezdődő blastofor állapot
10 h 10 min	Blastofor bezáródik
15 h 00 min	Fejdudor stádium
17 h 40 min	Farokdudor kialakulás
21 h 20 min	Faroklefűződés
22 30 min	Embrió körülöleli a sziket
25 h 00 min	Spontán mozgás, szívverés jól látható, a vér szintelen
29 h 20 min	Kelés

10. táblázat A jundiá lárva fejlődési üteme 23°C-on

(a táblázatban szereplő órákat a 9. táblázat termékenyülésétől számoltam)

Termékenyítéstől eltelt idő	Lárva fejlődési szakaszok
42 h 30	Nyitott száj, egy pár bajusz, erősödő pigment, de még világos színű, a lárva a keltető edény alján forog a vízmozgással.
65 h 30	Három pár bajusz, csökkenő szikzacskó, rendezett mozgással úszik az aljaton.
79 h-84 h	Az egész test pigmentált, erőteljes úszással keresi a felszínt, a táplálkozás megkezdése.

A táplálkozás megkezdésekor a halak viselkedése megváltozik, élénken keresik a táplálékot az aljzaton. Az aljzaton való keresés nem kizárólagos, mert ha a lárvatartást óriás Zuger edényben végeztem, a táplálkozó halak a keltetőedény falára ragasztott takarmányért ugyanolyan intenzitással felúsztak. A táplálkozni kezdő lárva szája nagyméretű, a 3.5.4.-es fejezetben leírt pépes tápból nagy darabokat harapnak ki és a táplálkozás kezdetétől számítva 2-3 órán belül az egész állomány megtölti az emésztőrendszerét. A táplálkozást a keléstől számítva 23-24 °C-os vízhőmérséleten megközelítőleg 2 nap után kezdi meg a jundiá (33. ábra).



33. ábra A jundiá lárva első táplálékfelvételéhez szükséges hőösszeg napokban, különböző érlelővíz hőmérséklet mellett

#### 4.4.5. A Pseudo Gonado-szomatikus Index összehasonlítása az ivási időszak egyes hónapjaiban

A 11. táblázat a PGSI% alakulását mutatja az egyes hónapok során. A vizsgálatot 1996 és 1999 között végeztem. A PGSI% értékei kiegyenlítettek a vizsgált hónapokban. A Tukey teszt nem jelzett szignifikáns különbséget.

11. táblázat A jundiá ikrások petefészkeinek méretbeli változásai az év folyamán

Hónap	PGSI%
Szeptember	8,43
Október	11,89
November	11,83
December	11,81
Január	12,13
Február	11,39



#### **4.4.6. A jundiá ivartermék érési üteme**

A 12. táblázatban összegeztem a jundiával tizenhárom év alatt végzett összes szaporításom legfontosabb adatait, mint az ovulációs ráta, a beérett (termékenyíthető ivartermék fejése) anyák aránya a beoltott anyákhoz képest, a termékenyülési % és a szaporítások idején mért vízhőmérséklet.

## Eredmények

## 12. táblázat Tizenhárom év összes általam végzett jundiá szaporításának lényeges adatai

\*B/A=Beérett/beoltott anyák száma, O=Ovultált anyák százaléka, T=Termékenyülési százalék, V=Víz hőmérséklet °C

Év Hónap	1995-96 UPF	1996-97 UPF	1997-98 UPF	1998-99 UPF	1999-2000 UPF	2000-01 UPF	2001-02 AV	2002-03 AV	2003-04 AV	2004-05 AV	2005-06 AV	2006-07 AV	2007-08 AV
<b>08.</b>													
<b>B/A</b>	3/4	7/9	5/5	6/8	-	5/5	18/23	25/28	55/66	77/80	73/80	77/80	71/80
<b>Ov%</b>	75	77	100	-	-	100	78	89	83	96	91	96	89
<b>T</b>	86	88	93	-	-	85	82	85	88	75	81	85	89
<b>V</b>	15-16	18-19	17-18	16		17	16-18	19	18-19	18-19	17-19	17-19	15-18
<b>09.</b>													
<b>B/A</b>	4/6	6/6	4/5	11/11	-	5/6	41/47	48/52	50/59	68/80	75/80	71/80	70/80
<b>Ov%</b>	67	100	80	100	-	83	87	92	85	85	94	89	87
<b>T</b>	90	82	87	77	-	15	87	93	90	83	89	83	85
<b>V</b>	18-19	20-21	16-20	19		18-19	21-22	19-21	19	19-20	18-19	18-21	17-20
<b>10.</b>													
<b>B/A</b>	16/18	12/15	15/17	10/12	15/16	13/16	60/65	59/64	73/80	71/80	75/80	76/80	78/80
<b>Ov%</b>	89	80	88	83	94	81	92	92	91	89	93	95	97
<b>T</b>	79	83	68	81	76	82	76	81	88	94	92	84	90
<b>V</b>	20-22	18-23	20-21	19	19	21	21-23	19-22	18-22	20-21	19-22	19-24	19-22
<b>11.</b>													
<b>B/A</b>	18/21	7/8	10/13	8/9	7/10	10/12	58/66	60/65	74/80	77/80	73/80	69/80	73/80
<b>Ov%</b>	86	87	77	89	70	83	88	92	92	96	91	86	91
<b>T</b>	86	89	81	76	80	79	83	88	85	91	74	87	81
<b>V</b>	22-23	22-23	23-24	23	22-23	23-24	22-24	23-24	22-24	23-25	21-24	20-24	21-23
<b>12.</b>													
<b>B/A</b>	18/19	11/11	9/12	10/15	13/15	10/14	55/63	51/62	73/80	72/80	74/80	70/80	67/80
<b>Ov%</b>	95	100	75	67	87	71	87	82	91	90	92	87	84
<b>T</b>	83	78	84	80	79	77	80	87	82	80	85	82	83
<b>V</b>	23-24	24	23-24	23	25	23-24	23-24	23-25	23-25	24-25	23-26	22-26	22-26
<b>01.</b>													
<b>B/A</b>	10/13	7/9	5/6	6/9	8/9	6/8	61/72	70/80	69/80	66/80	61/80	62/80	-
<b>Ov%</b>	77	78	83	67	89	75	85	87	86	82	76	77	-
<b>T</b>	65	53	32	72	44	48	53	45	39	35	42	51	-
<b>V</b>	24-26	25-26	26	25-27	26	25	26-27	25-27	24-27	25-27	24-27	25-26	

## Eredmények

<b>02.</b>													
<b>B/A</b>	-	-	-	5/7	-	-	14/21	24/32	25/40	-	-	-	-
<b>Ov%</b>	-	-	-	71	-	-	67	75	62	-	-	-	-
<b>T</b>	25-27	21-23	24-27	20	-	26	19	22	31	26-27	25-27	25-27	-
<b>V</b>				25-26			25-27	26-27	26-27				
<b>03.</b>													
<b>B/A</b>	-	-	-	-	-	-	6/12	11/29	19/40	-	-	-	-
<b>Ov%</b>	-	-	-	-	-	-	50	38	47	-	-	-	-
<b>T</b>	22-23	19-23	22	20-22	-	21-22	21	18	14	19-21	20-21	19-22	-
<b>V</b>							22	21-23	22				
<b>04.</b>													
<b>B/A</b>	-	-	-	-	-	-	19/30	23/40	25/40	26/40	22/40	17/40	-
<b>Ov%</b>	-	-	-	-	-	-	63	57	62	65	55	42	-
<b>T</b>	20-22	19-21	18-22	16-19	-	-	58	63	51	58	51	43	-
<b>V</b>							19-20	18-19	19-21	19-20	19-21	18-21	

A három kísérleti csoport szaporítási eredményeit a 13. táblázatban foglaltam össze. A csoportok a hat hetes regenerációs időszakot követően hasonló szaporítási mutatókat produkáltak, mint az első alkalommal. A csoportok beérési százaléka nem különbözött statisztikai szempontból egymástól (Chi<sup>2</sup>-teszt, p<0,05). A termékenyülési és kelési százalék szintén hasonló volt a csoportok között.

**13. táblázat A jundiá szaporíthatóságának gyakorisága**

\*B=Ikrás halak beérési százaléka, T=Lefejt ikra termékenyülési százaléka, K=Termékenyített ikra kelési százaléka

		I. csoport			II. csoport			III. csoport		
Szaporítások időpontja	Víz hőmérséklet °C	B%	T%	K%	B%	T%	K%	B%	T%	K%
2003.08.25.	16	10/9	86	76	10/10	90	70	10/7	88	63
2003.10.06.	19	10/8	91	71	10/8	93	70	9/7	82	80
2003.11.17.	23	10/10	75	82	10/8	87	75	8/8	85	81
2004.01.12.	25	8/7	82	71	10/6	83	62	8/6	74	71
2004.04.05.	18	8/8	68	75	10/8	68	74	8/5	72	76
Szaporítások időpontja	Víz hőmérséklet °C	B%	T%	K%	B%	T%	K%	B%	T%	K%
2004.09.06.	17	10/10	82	89	10/7	88	93	8/5	58	78
2004.10.18.	23	10/9	85	87	8/7	82	76	8/8	87	78
2004.11.29.	22	10/10	77	63	8/7	81	84	8/6	80	82
2005.01.10.	26	8/6	70	72	6/6	87	87	7/7	76	90
2005.03.30.	20	8/5	62	69	6/5	66	73	7/5	70	74

**4.5. A jundiá ovulációs mutatói különböző hormonkezelések hatására**

Ebben a vizsgálatban összehasonlítottam a szárított pontyhipofízis és a különböző sGnRHa kezelések hatását a jundiá ovulációjára. A 14. táblázatban láthatóak az ovulációs arány, az ikra mennyisége és a termékenyülési arány eredményei. A kontroll csoport fiziológiás sóoldat oltása nem eredményezett ovulációt. Nyolc oltott jundiá ikrás közül hét ovulált (87,5% ovulációs arány) a pontyhipofízissel, illetve az ovaprimmel kezelt csoportokban.

14. táblázat A jundiá ovulációs és termékenyülési aránya és pseudogonadikus indexe intraperitoneális injektált szárított pontyhipofízis (4,0 mg kg<sup>-1</sup>), ovaprim (0,5 mL kg<sup>-1</sup>), sGnRHa (10 µg kg<sup>-1</sup>), sGnRHa (10 µg kg<sup>-1</sup>) + metoclopramid (MET) (20 mg kg<sup>-1</sup>)

Kísérleti csoport	Ovulációs arány*	PGSI (átlag±SD)	Termékenyülési arány (átlag±SD)
Ponty hipofízis	7/8 <sup>a</sup>	9,9 ± 0,83	82,0 ± 9,27
Ovaprim	7/8 <sup>a</sup>	10,0 ± 1,40	82,1 ± 11,49
sGnRHa	0/8 <sup>c</sup>	-	-
sGnRHa + MET	3/8 <sup>b</sup>	9,7 ± 1,33	74,0 ± 6,56
Fiziológiás oldat	0/8 <sup>c</sup>	-	-

A hasonló ovulációs beérési százalékkal rendelkező csoportok a chi-négyzet teszttel lettek meghatározva és azonos betűvel jelölt értékek statisztikai szempontból azonosnak tekinthetők. Szignifikancia szint: (P<0,005). Az átlagos PGSI és a termékenyülési arány értékei hasonlóak voltak a pontyhipofízissel kezeltével, ovaprim és sGnRHa+ MET (P < 0,05, ANOVA). A pontyhipofízissel, ovaprimmel, illetve sGnRHa+MET kezelt csoportok 9, 13-16, illetve 16-18 óra múlva ovuláltak, a kezeléstől számítva.

#### **4.6. Új tudományos eredmények**

A disszertációban bemutatott kutatómunkám során végzett kísérleteimben tapasztaltakból az alábbi új tudományos eredményeket és megállapításokat teszem:

- A gyakorlatban is hatékonyan alkalmazható mesterséges szaporítási és lárvanevelési technológia kidolgozása és ennek elterjesztése a dél-brazíliai Rio Grande do Sul állam haltenyésztésében.
- Jellemeztem szubtrópusi környezetben, természetes hőmérséklet- és napszakosságnak kitett jundiá populáció mindkét nemének ivari érését (ivari hormonok, gonádok mérésén keresztül), annak ritmusát és szaporíthatósági gyakoriságát.
- Meghatároztam jundiá mindkét ivarának stresszválaszát a halgazdasági munkafolyamatok hatására (halászat, szákolás, rövid távú, telephelyen belüli szállítás) a kortizolszint mérésén keresztül.
- Megvizsgáltam a jundiá ovulációs mutatóit különböző, a halszaporításban általánosan alkalmazott hormonkezelések hatására és meghatároztam a hatékony módszereket. A leghatékonyabbnak az Ovaprimmel történt kezelés bizonyult.



## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### 5.1. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett jundiá ikrások első ivari ciklusa során

A dolgozatomban ismertetett vizsgálatok betekintést nyújtanak a jundiá ikrások és tejesek szaporodásbiológiai folyamataiba.

A kísérleti időszak egy évig tartott, ennek során két spontán ívást figyeltem meg. Nem állítható biztosan, hogy minden egyed kétszer ívott, mivel a spontán ívás kifejezés a megfigyelt tóban tartott állományra vonatkozik, bár valószínűsíthető, hogy a megállapításom az egyedre is helytálló. A 4.4.6. alfejezetben bemutatom, hogy ugyanaz az ikrás egy ivari ciklus alatt, pontyhipofízis indukcióval legalább négyszer készíthető ovulációra, melynek alkalmával jó minőségű, termékenyíthető ikrát termel. A kísérletek során megfigyeltem, hogy az egy tóban lévő vegyes ivarú halak a tenyészidőszak során kétszer ívnak. Az ívás mindig és csoportosan történik. A két ívás között általában két hónap telik el. A faj a jellemző maximális GSI értéke alapján is az egy ívási időszakban többször ívó halak csoportjába sorolható. A többször ívó halfajok esetében a GSI rendszerint kisebb (8-14%), mert az oocitákérésének folyamata elhúzódóbb és kiegyenlítettebb (HSIAO *et al.* 1994). A jundiá ikrások GSI értéke az ívási időszak elején  $12,3 \pm 0,8$  %.

A jundiá ikrások esetében megfigyelhető egy viszonylag gyors GSI növekedés az ívási időszakot megelőzően. A kísérletben észleltem, hogy az E<sub>2</sub> szint a plazmában jelentősen emelkedett az ívási időszakot megelőző hónapokban, elérve a  $2,6 \pm 0,6$  ng/ml értéket, ami 10-szer volt magasabb, mint amit júliusban, vagy augusztusban mértem. Különös, hogy a novemberi első spontán ívás után egy nappal az E<sub>2</sub> szintje elérte a legmagasabb szintet a vérplazmában ( $9,1 \pm 1,2$  ng/ml). Ez valószínűleg a magas GtH koncentráció eredménye, ami együtt jár az oociták végsőérésével és az ívással (NAGAHAMA 1990; RODRIGUEZ *et al.* 2004).

Másrészről az E<sub>2</sub> a felelős az ovuláció után következő vitellogenezis beindításáért, amely során egy újabb petesejt állomány éri el az ovulációra alkalmas állapotot a januári második íváásra.

Az ikrás jundiá T termelése októberben érte el a csúcst és ez egybeesett a GSI maximális értékével. A pozitív korreláció a T és a GSI között arra enged következtetni, hogy a T erős indikátora az oocitákérésének, mint azt megállapították a farkashal esetében is (MARTE és LAM 1992). Az indiai ponty (*Labeo rohita*) esetében a GSI a legnagyobb értékét augusztusban érte el, jelezve az ívás kezdetét (ALAM és PATHAK 2010). HEIDARI *et al.* (2010) leírta a

gyöngyös koncér (*Rutilus frisii kutum*) vitellogenezisét irányító két hormon, a T és az E<sub>2</sub> meghatározó szerepét. A hormonok szerepei az ivarszervek fejlődésével párhuzamosan csökkennek, majd az érési szakaszban a progeszteronok termelése volt a meghatározó.

A kísérlet során a 17-P termelését két elkülöníthető csúcs jellemezte. A 17-P maximális értéke időben egybe esett a két spontán ívással. Ez a szteroid számos csontossal ikrásának a plazmájában jelen van, úgy mint egy ökle faj (*Acheilognatus rhombea*) (SHIMIZU *et al.* 1985), a tengeri pér (*Mugil cephalus*) (CHANG *et al.* 1995) és a *Catostomus comersoni* (SCOTT *et al.* 1984) esetében.

A 17,20 $\beta$ -P szteroid első kiugró értékét októberben mértem, ami egybeesett a 17-P első maximális értékével. A 17,20 $\beta$ -P termelésének második kiugró értékét januárban észleltem, ami szintén egybeesett a második 17-P csúccsal. Az ívásokkal egybevetve a 17,20 $\beta$ -P koncentrációját, arra kell gondolnunk, hogy ez a hormon is felelős az oociták éréséért. SHIMIZU *et al.* (1985) a szivárványos öklével elvégzett kísérletei alapján, ahol mind a 17-P, mind a 17,20 $\beta$ -P hasonló görbét mutatott, leírta, hogy mindkét hormon szerepet játszik az oociták végső érésében. Ez a görbe hasonló a jelen vizsgálatban is. SCOTT *et al.* (2010) a 17,20 $\beta$ -P-t egyenesen a csontos halak legfontosabb progesztagenjeként jellemzi. Az oociták végső érésének irányítása mellett befolyásolja a spermiumok motilitását. Egy másik fontos feladata a meiózis elindítása.

A 17,20 $\beta$ -P viszonylag alacsony koncentrációja a jundiá plazmájában (1,5 ng/ml), ellentétben a lazacfélékkel (500 ng/ml), tipikusan a többször ívó halak jellemzője (SCOTT *et al.* 1998).

A 20 $\beta$ -S szintén kimutatható az ivarérett jundiá vérplazmájában. Ez a szteroid, hasonlóan, mint a *Micropogonias undulatus* (TRANT *et al.* 1986; TRANT és THOMAS 1989) és a csíkos sügér (*Morone saxatilis*) esetében, a jundiánál is lehetséges, hogy rendelkezik MIS funkcióval. Ezt támasztja alá a vizsgálatomban észlelt 20 $\beta$ -S termelés hullámzó alakulása, amelynek az év során három kimagasló értékét mértem. Az első kettő egy-egy hónappal a két vadívás előtt jelentkezett, míg a harmadikat ősszel tapasztaltam. Január végétől a természetes körülmények között tartott csoportnál nem figyeltem meg ívást, de a vizsgálataim bizonyítják, hogy áprilisban a 20 $\beta$ -S harmadik csúcsa után egy csaknem három hónapos szünetet követően hormonális indukcióval ismét sikeresen szaporíthatóak a halak.

A jundiá vérplazmájában a 11-KT értéke nagyon magas az ívási időszak alatt, a plazmában mért értéke eléri a 95 ng/ml-t. LEATHERLAND *et al.* (1982) kizárólag hímekben termelődő hormonnak írja le a 11-KT-t. Az ezt követő munkák már rávilágítanak arra, hogy ez a hormon az ikrások szervezetében is jelen van.

A 11-KT számos ivarérett ikrás hal vérplazmájában kimutatható. MORRISON *et al.*



(1985) 30 ng/ml mennyiségű 11-KT-t mutatott ki a csendes óceáni (coho) lazac (*Onchorrhynchus kisutch*) ikrásában. Ugyanezen faj vérplazmájában FITZPATRICK *et al.* (1986) mutatott ki 11-KT hormont, aminek koncentrációja 0,6-21,7 ng/ml érték között ingadozott az ivási időszak során, de a mennyiségeket nem lehetett értékelhetően összehasonlítani.

A csendes óceáni chinook lazacot vizsgálta SLATER *et al.* (1994), aki a szaporodási ciklus alatt 0,1 és 20 ng/ml között ingadozó 11-KT hormont mutatott ki.

Két ausztrál angolnafaj (*Anguilla* sp.) vándorló ikrásaiból LOKMAN *et al.* (1998) 3-20 ng/ml mennyiségű 11-KT hormont mért. A 11-KT eredete az ikrásokban tisztázatlan. CUISSET *et al.* (1995) 11-KT-t mutatott ki a szibériai tok (*Acipenser baeri*) ikrásában. Vizsgálták a 11-KT hormon bioszintézisének lehetőségét különböző szövetekben és kismennyiségű 11-KT-t, valamint egyéb 11 oxigenált androgén termelését figyelték meg az ováriumban, a vese szöveteiben és a vértetekben.

Még nem tisztázták, hogy a 11-KT-t az ovárium termeli, vagy pedig mellékvese eredetű. Azt sem lehet kizárni, hogy a 11-KT hal-hal transzporttal mikropinocitózissal kerül a hímekből az ikrásokba, mint ahogy azt a T esetében zártrendszerű haltenyésztő rendszerekben megfigyelték (BUDWORTH *et al.* 1994).

Az a tény, hogy a 11-KT termelése a jundiában kizárólag az ivási időszakra korlátozódik, erősen valószínűsíti ennek a hormonnak a petesejtek érését segítő szerepét. Végző következtetésként az E2, T, 17-P, 17,20 $\beta$ -P és a 20 $\beta$ -S az ikrások ivari ciklusa különböző szakaszainak irányításában vesznek részt, hasonlóan az egyéb eddig vizsgált csontoshalához. A kiemelkedően magas 11-KT termelésének okai a még nem ivarérett jundiában még tisztázatlanok.

## **5.2. Szteroid hormonok koncentrációjának változása a tenyésztett jundiá tejesek első ivari ciklusa során**

A jundiá esetében a here tömege viszonylag nagy százalékát teszi ki a testtömegnek a szaporodást megelőzően. A jundiá tejesek ivarszerve felnőtt korban eléri a testtömeg 8,25  $\pm$  0,82%-át. Hasonlóan a többi szezonálisan ívó csontoshalhoz, az ivarszervek mérete jelentős változást mutat az ivari ciklus folyamán. Az ivarszervek gyorsan fejlődnek a tavaszi hónapokban és a fejlett állapotukat csaknem az egész nyáron megőrzik.

A jundiá spermatogenezisének morfológiai jellemzői nem különböznek jelentősen a többi csontoshalfajtától. A vérplazma T koncentrációja párhuzamosan növekedett a GSI növekedésével és a legmagasabb értéket a spermáció kezdetekor, vagyis a tavasz második felében érte el. Ezután gyorsan csökkent a termelése, annak ellenére, hogy a sperma termelése még emelkedett.

Szivárványos pisztráng tejeseket vizsgálva PAVLIDIS *et al.* (1994) hasonló eredményre jutottak. Tejhalat (*Chanos chanos*) vizsgálva, MARTE és LAM (1992) a tejeseket négy csoportra osztotta az ivarszervek fejlettségi állapota alapján: éretlen, korai érett, késői érett, túlérrett, vagy visszafejlődő állapotra. Hasonló besorolást alkalmaztam, amikor a jundiá hímek ivarszervének fejlettségi állapotát hasonlítottam össze a plazma T szintjével.

A T mennyisége az „éretlen” fejlettségi állapottól kezdve növekszik a „korai érett” fejlettségi állapotig, majd a „késői érett” állapotban hirtelen csökkenést mutat. A T szintjének hirtelen növekedése a „korai érett” állapotban arra enged következtetni, hogy ennek a hormonnak kiemelkedő szerepe van a spermatogenezis elindításában. DAVIS *et al.* (2011) a csíkos sügér (*Morone saxatilis*) és fehér sügér (*Morone chrysops*) hibridjénél állapította meg a here fejlődésével párhuzamos T termelést.

A *Clarias macrocephalus* (TAN-FERMIN *et al.* 1997) az ivari ciklus során folyamatosan termel spermát, a T koncentrációja 15 és 25 ng/ml közötti értéken marad. A hering (*Clupea harengus*) (CAROLSFELD *et al.* (1996) vérplazmájában szintén nagyon magas T és 11-KT mennyiséget mutattak ki a spermatogenezis kezdetén. A kísérleti eredményeim azt mutatják, hogy *in vitro* a here által termelt T csúcs egybeesik a plazmában mért T csúcsával, majd csökkenni kezd. Szivárványos pisztrángban SCHULZ és BLÜM (1990) szintén megfigyelték a here T termelésének csökkenését a spermiáció kezdete után. Egy másik Dél-Amerikában őshonos halfaj, a király hal (*Odonthestes perugiae*) esetében a here *in vitro* T termelésének maximális értékét szeptemberben mérték, szintén a spermiáció kezdetén (PORAWSKI 1999). A jundiá esetében a T termelés csúcsát egy hónappal előbb mértem, mint ugyanezt a 11-KT esetében. Ezt a jelenséget sok halfaj vizsgálatokor észlelték, így a tengeri pisztrágnál (KIME és MANNING 1982), a szivárványos pisztrágnál (SCOTT *et al.* 1983), a csapó sügérnél (*Perca fluviatilis*) (SULISTYO *et al.* 2000) és a common snook (egy ivarváltó tengeri sügér) (*Centropomus undecimalis*) (ROBERTS 1999) esetében is. DAHLE *et al.* (2003) az Atlanti tőkehal (*Gadus morhua*) tejeseinél figyelte meg a T kiemelt hatását a hímivarszerv fejlődése során, míg a 11-KT termelésének növekedését a spermiáció folyamán. Más vizsgált halfajok esetében a fent említett két hormon termelése egyidejűleg történik. Ilyenek a lepényhal (*Pleuronectes americanus*) (HARMIN *et al.* 1995), a nyúlhal (*Siganus guttatus*) (RAHMAN *et al.* 2000) és a tengeri durbincs (*Dentex dentex*) (PAVLIDIS *et al.* 1994). Ismereteink szerint a 11-KT csúcstermelését a T csúcs előtt még nem észlelték (BARCELLOS *et al.* 2002). A hím csontoshalak 11-KT termelését mérve nagyon nagy változatosságot figyelhetünk meg. Így a törpeharcsában (*Ictalurus nebulosus*) 1,6 ng/ml (BURKE *et al.* 1984), 3 ng/ml a *Pagrus auratus*ban (CARRAGHERA és PAUKHURST 1993) és 115 ng/ml volt a 11-KT koncentrációja az *Onchorrinchus kissutch* (MORRISON *et al.* 1985), illetve 450 ng/ml-t találtak ugyanezt a

hormont vizsgálva a *Clarias macrocephalus* vérplazmájában. A tejes jundiá plazmájában mért különösen magas 11-KT koncentráció (1,0 µg/ml) arra enged következtetni, hogy ennek a fajnak a hímivarszervei nagyon nagy 11-KT (vagy prekursorai) bioszintézisre képesek.

A 11-KT értéke sokkal magasabb volt az első szaporodási időszakban (azaz az első ivarérett évben), mint a másodikban. Ez azt a feltételezést támasztja alá, hogy e hormonnak kiemelt szerepe van az ivaréérés során. A 11-KT a jellemző androgén a legtöbb halfaj tejesében (FOSTIER *et al.* 1983; BORG 1994) és közvetlen serkentő hatása van a here növekedésére, a spermatogenezisre is, amint azt kimutatták a japán angolnában (MIURA *et al.* 1991) és afrikai harcsában (CAVACO *et al.* 1995). A 17-P szintje a spermiáció kezdete előtti hónapban volt a legmagasabb. A *Catostomus comersoni* esetében (SCOTT *et al.* 1984) mind a 17-P, mind a 17,20β-P termelése magas volt a spermiáció folyamán. Ugyanez nem állja meg a helyét a szivárványos pisztráng esetében, ahol csak a 17,20β-P termelése növekedett a spermiáció és az ívási időszak folyamán (SCOTT és BAYNES 1982).

A csontoshalakkal végzett kísérletek azt mutatják, hogy a hőmérséklet az elsődleges tényező, amely befolyásolja a gonádok fejlődését és működésük szabályozását (*ponty*, HORVÁTH 1980.; pettyes harcsa (*Ictalurus punctatus*), MACKENZIE *et al.* 1978).

A kísérleti eredményeim azt igazolják, hogy a T szint a hőmérséklet növekedésével párhuzamosan emelkedik. A hőmérséklet T termelés befolyásoló hatását jegyezték le a nyelvhal (*Solea senegalensis*) ivadék esetében is (VIVES *et al.* 2011).

A fényszakaszosság is befolyásolja az ivarszervek fejlődését és az ívás bekövetkeztét sok halfajban (PETER és YU 1997). Valószínűleg hasonló hatással van a jundiá szaporodására is, mivel a T szint erőteljesen növekszik a nappalok hosszának növekedésével is. Bár ezt a kísérlet nem támasztja alá kizárólagosan, mivel nem zártam ki a fényszakaszosság növekedésével együttjáró hőmérséklet emelkedést. Ellenkezőleg igaz ez a hőmérséklet stimuláló hatására is. Következésképpen levonható, hogy a T, 11-KT, 17-P és a 17,20β-P hasonló módon vesznek részt az ivari ciklus különböző szakaszainak szabályozásában, mint ahogy ezt a legtöbb csontoshalfajban leírták.

### **5.3. A jundiá kortizol és glükóz koncentrációjának változása a vérplazmában a tenyésztéstechnikai beavatkozások következtében kialakuló stressz hatására**

PICKERING és POTTINGER (1989) vizsgálatai lazacfélékben 40-200 ng/ml kortizol koncentrációt mértek stresszelés utáni állapotban. BARTON és IWAMA (1991) idéznek adatokat a csatorna harcsa nyugalmi és stresszelt állapotban mért kortizol szintjeiről. Nyugalmi állapotban a plazma kortizolszintje 5-51 ng/ml között, míg stresszelt állapotban 30-309 ng/ml között változott. Azok az értékek, amiket a jundiá vérplazmájában mértem, hasonlóak az amerikai csatornaharcsa vérplazmájából nyert eredményekkel. A vizsgálatomban a jundiá plazma kortizol szintjének az alapértéke a hímeknél  $15,8 \pm 3,12$  ng/ml volt, az ikrásoknál pedig  $29,6 \pm 5,45$  ng/ml. Egy órával a halászat és szállítás után mértem a kortizolszint maximális értékét  $158,12$  ng/ml-t a hímek plazmájában, míg az ikrások esetében  $207,95$  ng/ml-t.

Ezek az értékek hasonlóak azokhoz, melyeket más csontoshalfajok esetében mértek. Az erre irányuló vizsgálatok szerint (PICKERING és POTTINGER 1989) nem stresszelt halakban a keringő kortikoszteroidok szintje alacsonyabb, mint 30-40 ng/ml. BARCELLOS (2004 a,b, 2006.) szintén hasonló értékeket ( $23,8 \pm 5,45$  ng/ml) mért nem stresszelt jundiában. Az eredményeim azt mutatják, hogy 24 óra sem a tejesek, sem az ikrások esetében nem elegendő, hogy a plazma kortizol szintje a stresszelés előtti állapotot visszanyerje. Más csontoshalfajokban, így a lazac (PICKERING és POTTINGER 1989) és a nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*, L.) (BARCELLOS *et al.* 1999) esetében ez az idő elegendő, hogy az eredeti kortizolszint helyreálljon. A plazma glükózsztintje a stresszelés után 1 órával volt a legmagasabb mind a hímekben, mind az ikrásokban. Négy órával ezután a hímekben a glükózsztint visszaállt a stresszt megelőző szintjére, míg ugyanez a nőstényeknél csak 24 órával később következett be.

Hasonló eredményre jutott KEBUS *et al.* (1992) egy a szivárványos pisztránggal végzett kísérlet során, ahol a kortizol és a glükóz koncentráció maximális értéke a jundiáéhoz hasonló értéket mutatott. Az általam megfigyelt hiperglikémia valószínűleg a katekolaminok hatásán keresztül játszódtott le. A katekolaminok szabályozzák a máj glikogén háztartását. Az intenzív stressz utáni katekolamin felszabadulást jól dokumentálja a csontoshalaknál WENDELAAR (1997).

Egy lehetséges magyarázata az ikrások magasabb kortizol értékének és a glükóz szintén nagymértékű koncentrációnövekedésének 12 órával a stresszelés után, hogy ezek az ikrások az exogén vitellogenézis állapotában voltak. A vitellogenézis e szakaszában az energiaigény igen magas. Több előző tanulmány szoros korrelációt mutat a kortizolszinttel a harcsafélék ikrásainál a szaporodási időszak ezen szakaszában. Az indiai harcsával (*Heteropneustes fossilis*) végzett

kísérletben LAMBA *et al.* (1983) bizonyította a nagymértékű kortizol termelést a vitellogenézissel és az ivási időszakkal egyidejűleg.

SOSO *et al.* (2008) vizsgálta a stressz ivartermék minőségére gyakorolt hatását és megállapította, hogy a stresszelt ikrás csoport mind az ovulált ikra mennyisége, mind a termékenyült ikra mennyisége tekintetében elmaradt a stresszmentes csoporttól. Negatív korrelációt tapasztalt a kortizol és az E<sub>2</sub> termelés között és megállapította, hogy a stressz károsítja a jundiá ivari tevékenységét.

Következésképpen levonható, hogy a halászatra és a szállítás következtében beálló stresszes állapotra a jundiá élettani reakciója hasonló a többi csontosalnál már leírtakéhoz.

#### **5.4. A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése**

A dolgozatomban leírt szaporítási és lárvanevelési technológiát az üzemi gyakorlatban eltöltött 15 év során is kipróbáltam. Ennek összefoglaló és leglényegesebb adatait tartalmazza az 13. táblázat. A 4.4 fejezetben közölt szaporodásbiológiai adatok jól alkalmazhatók nagy mennyiségű ivadék előállítására, mert megkönnyítik az éves termelés tervezhetőségét, ezen belül a szaporítások ütemezését, az anyahal állomány megfelelő mennyiségének megállapítását. A PGSI értékének ismerete, különösen az egy kg száraz ikrában lévő ikraszemek ismeretével együtt biztos támpont a tervezett szaporítás és a tavak előkészítése szempontjából.

Mivel nem végeztem vadvízi befogásból származó halakon vizsgálatot, nincs adatom arra, hogy a mesterséges tavi tartás milyen befolyásoló hatással van erre az értékre. Jelen vizsgálatban az ikraszám egységnyi ivartermékben 810.000 db/kg „száraz” ikra (ITTZÉS *et al.* 1997). SAMPAIO és SATO (2006) ugyanennél a vizsgálatnál 1.128.000 ikraszemet állapított meg. Az egy kg száraz ikrában található ikraszám szintén több tényező függvénye, mivel az ikra átmérőjét a halak mérete befolyásolhatja. Gazdasági halaink esetében (ponty, amur, pettyes- és fehér busa) 200-300.000 is lehet a különbség az ikraszám felső és alsó értékei között (H.TAMÁS *et al.* 1982).

A sperma könnyen és nagy mennyiségben fejhető. Ez megkönnyíti a hímekkel való tervezést a gazdasági munka műveletek során. A harcsafélék tejesei köztudottan nehezen fejhetők, ezért általában a here kioperálása útján történik a termékenyítéshez szükséges sperma kinyerése. Így van ez a hazai haltenyésztés két fontos harcsafajánál, a leső- és az afrikai harcsánál is (HORVÁTH és URBÁNYI 2000.). Nemcsak az ivartermék mennyisége különbözik, de a herék anatómiai felépítése is jelentős eltérést mutat. Míg az említett harcsáknál a két karéjban elhelyezkedő here jellemzi, addig a jundiá heréjének felépítése nyúlványokkal teli és

kitölti az egész hasüreget (29. ábra), a GSI értéke pedig magas a tavaszi-nyári hónapokban és ezt a méretét megőrzi az őszi utolsó hónapjáig (4-5%). Közben két kiugró 8% -os értéket is elér (7. táblázat). Feltehetően ez az oka a bő ivartermék jelenlétének ennél a fajnál. Csaknem 400 g-os tejesektől 21 ml ivartermék fejhető, majd egy óra múlva megismételhető (ITTZÉS *et al.* 1997, 1999, QUEVEDO *et al.* 1999). Ez a harcsaféléknél szokatlanul bő ivartermék a *Rhamdia* nemzetségre jellemző soklebenyes here működésének és tárolóképességének köszönhető.

A hormonkezeléstől az ovulációig eltelt idő szintén fontos adat a jól kivitelezett szaporítás érdekében. A 19 és 26 °C közötti hőmérsékleti tartományban előadaggal is kezelt anyaállatok ovulációs ideje 285 és 198 órafok között mozgott, míg ugyanez az érték az egyszer kezelt állomány esetében 330 és 192 órafok volt (30. ábra). Látható, hogy a jundiá nagyon tág hőmérsékleti határok között szaporítható hal, 26 °C-os vízhőmérsékletnél hasonló eredményeket kaptam a kétféle kezelésnél. Ez azzal magyarázható, hogy az ikrás halak petefészke a szaporodási időszak második felében folyamatosan tartalmaz ovulációra érett petesejteket, így az előadagos kezelés szükségtelenné válik. Ez az időpont december utolsó hetére, ill. január első hetére tehető (gyakorlati megfigyelés).

SAMPAIO és SATO (2006) egy adagban oltotta a jundiá ikrásokat szárított ponythipofízissel. Az oltástól számított 12,3 óra múlva történt az anyák fejése 26 °C-os vízhőmérsékleten. Az általam végzett kísérletek alapján ezen a hőmérsékleten gyorsabb a jundiá ikrás beérési ideje (8 óra).

Az embrió, majd a lárva fejlődése is hőmérsékletfüggő. Az embrió kifejlődését a kelési idő meghatározásával számszerűsítettem, a lárva kifejlődését pedig a táplálkozás megkezdéséhez szükséges idő meghatározásával. A kelési időt a 32. ábra mutatja 17-26 °C-os hőmérsékleti tartományban, ahol az embrió kifejlődése a hőmérséklettől függően 1-4 nap között következett be. A szaporítási időszakban nagyrészt 24 °C-os a víz hőmérséklete. Ezen a hőmérsékleten 30 óra, azaz 720 órafok szükséges a lárva keléséhez (32. ábra). A táplálkozást 23-24 °C-os vízhőmérsékleten 2 nap után kezdi meg a lárva (33. ábra). (ITTZÉS, 1997). Hasonló eredményre jutott PEREIRA *et al.* 2006. Ez a munka egy hőmérsékleten vizsgálta az embrió- és lárvafejlődést, így a hőmérséklet progresszív hatását nem állapította meg, viszont nagyon részletes ismertetést ad a jundiá lárva embrionális fejlődéséről. A legalacsonyabb hőmérsékleten (15 °C) augusztusban, a legmagasabb hőmérsékleten (27 °C) februárban végeztem sikeres szaporítást. Az augusztus a kiszámíthatatlan időjárás (fagyos déli szelek, „minuano”) miatt nem megbízható. Bár februárban még lehet sikeres szaporítást végezni, az embrió fejlődése is zavartalan, a szaporítási mutatók (anyák beérése, termékenyülés) nagyfokú romlást mutat (13. táblázat).

Szeptembertől februárig a lefejthető ikra (PGSI) mennyisége havonkénti bontásban (12. táblázat) 10% körül alakul (min. 8,43 %; max. 12,13% ). Ezekből az eredményekből megállapítható, hogy a gyakorlati haltenyésztés számára biztonságos és kiszámítható tenyésztő öt hónap (szeptember-január), ami tág teret biztosít a gazdaságoknak a termelésre és biztonságot az esetleges kiesések pótlására. Ezt a következtetést még alátámasztja a jundiá szaporítási gyakoriságára vonatkozó kísérletem is. Ennek eredményei azt mutatják, hogy az általam tenyésztőidőszaknak meghatározott hónapokban legalább négyszer szaporítható ugyanaz az egyed. A vadívások száma kettő volt a tavaszi és nyári időszakban. Egyszer november elején, másodszor pedig január első hetében. Mindkét ívást megelőzte a gonádok gyors növekedése (12. ábra), ezenkívül a plazma T és 20-S koncentrációjának emelkedése (19. ábra). A februári és márciusi alacsony értékek azt mutatják, hogy a környezet kedvezőtlenül alakul ebben az időszakban a jundiá szaporodásához. Valószínűleg a tartósan magas hőmérséklet (26-28 °C), fékezi az ivari folyamatokat. Ezekben a hónapokban végzett szaporítások teljes, vagy részleges sikertelensége is alátámasztja azt, hogy az ivari tevékenység alacsony szinten van. Április elején -az ősz második hónapja- a T, 20-S és a GSI értékei kis mértékű, de határozott növekedést mutatnak. Feltehetően a márciusban kezdődő hőmérsékletcsökkenés következtében visszakerül a komfortzónájába az ivari tevékenység.

A hőmérséklet folyamatos csökkenése és a csökkenő napsütéses órák száma miatt ez a folyamat nem tud kiteljesedni, így az nem végződik egy harmadik vadívással. Ezenben az áprilisi indukált szaporítások sikeresnek bizonyultak.

## **5.5. A jundiá szaporítási mutatói különböző hormonkezelések hatására**

A jundiá ovulációja pontyhipofízis kezeléssel megbízhatóan és kiszámíthatóan kiváltható, hiszen a hipofizáció alkalmazása évtizedek óta bevett technika a jundiá tenyésztési célú szaporításában (ITTZÉS *et al.* 1999). Human Corionic Gonadotropin (HCG) kezelést szintén sikeresen alkalmaztak a jundiá szaporítására (ORTEGA-SALAS *et al.* 2010), ellenben nem található az irodalomban sikeres, GnRH analóggal végzett kezelés ennél a halfajnál.

Az Ovaprimmel végzett kezelés magas beérési %-ot feltételezi, hogy ez a módszer alkalmas a jundiá mesterséges szaporítására. Ha összehasonlítjuk a hipofizálást, illetve az Ovaprim kezeléseket a sGnRH + metoklopramid kezelésekkal, akkor egy szignifikánsan alacsonyabb beérési %-ot figyelhetünk meg ( $P < 0.05$ , chi-négyzet teszt). A nyolc ikrás halból három adott pozitív választ az oltásra.

Az sGnRH egymagában való oltása eredménytelen volt, ami az alacsony gonadotropin

szint következménye lehet, ez pedig az erős dopaminerg gátlás eredménye.

A DA aktivitása, mint a gonadotropin termelés gátló faktora jól ismert a csontosalaknál, csakúgy, mint a GnRH által serkentett gonadotropin termelés gátlása (PETER *et al.* 1991). A DA gátlás mértéke különbözik az egyes halfajoknál. Ez kevésbé jelentős a lazacféléknél (VAN DER KRAAK *et al.* 1986); ezzel szemben erős a hatása a pontyfélék esetében (pl. aranyhal, ponty). Jóllehet a GnRHa önmagában nem volt hatásos plazma gonadotropin szintjének serkentésében és hasonlóképpen nem váltott ki ovulációt az aranyhalban és pontyban, a dopaminreceptor antagonistával társítva erős a hatása (PETER *et al.* 1991). Az afrikai harcsa esetében a dopamin tevékenysége endogén gátlást fejt ki a GnRH stimulált gonadotropin termelésre (DE LEEUW *et al.* 1986) és a beoltott dopamin receptor antagonistá (pimozid) segíti a GnRH analógok hatását az ovuláció kiváltásában (DE LEEUW *et al.* 1985). A vizsgálatunk eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a jundiá esetében a DA szintén gátolja a GnRHa által serkentett gonadotropin termelést. A GnRHa képtelen volt az ovuláció kiváltására, amennyiben önmagában vett részt a kezelésben. Az Ovaprim sGnRHa-t tartalmaz, valamint DA receptor antagonistát, domperidont, jó eredménnyel indukált ovulációt a kísérleti állatokban. Összehasonlítva az Ovaprim kezelést az sGnRHa + metoklopramid kezeléssel, az utóbbi szignifikánsan alacsonyabb arányban váltott ki ovulációt ( $P < 0,05$ , chi-négyzet teszt). A beoltott sGnRHa mennyisége mindkét csoport esetében azonos volt ( $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ ). A hozzájuk társított domperidon, illetve metoklopramid koncentrációja 5, illetve  $20 \text{mg kg}^{-1}$  volt. Ezért levonhatjuk a következtetést, hogy a domperidon (az Ovaprim aktív hatóanyaga) határozottan jobban erősíti a sGnRHa hatását a jundiá ovulációjának kiváltásában. A metoklopramid bizonyítottan kevésbé hatásos az aranyhal esetében is (OMELJANIUK *et al.* 1987), használata mégis indokolt, mivel vizes közegben oldható (YARON *et al.* 2009). A hipofizált csoport a kezelés után 9 órával ovulált. Az Ovaprimmel és a sGnRHa+ metoklopramiddal kezelt csoport esetében az ovuláció 13-16, illetve 16-18 óra múlva következett be. Az Ovaprimmel és a GnRHa+metoklopramid kezelés hatására bekövetkező hosszabb ovulációs idő két egymást követő folyamat eredménye (gonadotropin kibocsátás a kezelt halak hipofíziséből, majd a petefészek válasza a gonadotropin serkentésre). Ez a reakció természetesen jellemzi a GnRH kezelést. Míg a rövidebb ovulációs idejű hipofizált csoport esetében egy lépésben zajlik le az ovuláció kiváltása (a petefészek válasza a külső gonadotropinra). A másik figyelemreméltó különbség, hogy a hipofizált csoport egyedei között az ovuláció szinkronizált volt, míg az Ovaprimmel, illetve GnRHa+metoklopramiddal kezelt csoportok egyedei nem egy időben ovuláltak. A GnRH kezelés utáni elhúzódó ovulációt megfigyelték a ponty (YARON *et al.* 2009) és szürke harcsa esetében is (BRZUSKA 2001). A legtöbb PGSI érték magas volt és hasonló a hipofizált, ovaprimmel és GnRHa+metoclopramiddal kezelt csoportok között ( $P < 0,05$ , ANOVA). A kísérletben



termékenyülési arány magas volt és hasonló értéket mutatott mind a hipofizált, mind az ovaprimmel és GnRHa+metoclopramiddal kezelt csoportban ( $P < 0.05$ , ANOVA). Habár a magas termékenyülési arányt, mint a GnRH analóg kezelés előnyét említik (PETER *et al.* 1991) a hagyományos kezeléssel szemben, a statisztikai különbség nem minden esetben meggyőző a kétféle kezelés összehasonlításában (BRZUSKA és GRZYWACZEWSKI 1999).

Összefoglalva, ez a vizsgálat világosan mutatja, hogy mind a hipofizálás, mind a GnRHa analóg alkalmazása (Ovaprim formájában) hatékony módja az ovuláció kiváltásának, megemlítve, hogy az utóbbi elhúzódó és nem szinkronizált ovulációt vált ki a kezelt állományban. Az eredmények mutatják, hogy a jundiának, hasonlóképpen a pontyhoz és afrikai harcsához, erős dopaminerg gátlása van a gonadotropin szekrécióra. A jundiá sGnRHa gonadotropin termelésére a dopamin receptor antagonistá szinergikus hatással van, és a kombinált kezelés hatásosan kiváltja a vizsgált halfaj ovulációját. A két vizsgált dopamin receptor antagonistá tekintetében megállapítható, hogy a domperidon hatékonyabban segíti a gonadotropin termelést, mint a metoklopramid. Szintén megállapítható, hogy a lefejt ikra mennyisége és a termékenyülési arány magas volt, amit nem befolyásoltak a kezelésselbeli különbségek.

## 5.6. **Javaslatok**

- Javasolom a szaporíthatóság gyakoriságát rövidebb intervallumokkal is megvizsgálni és megállapítani a minimális felkészülési időt a szaporítások között.
- Javasolom a kortizol jundiá szaporodásában betöltött pontos szerepét tisztázni.
- A három progesztagén közül a 17-P mutatta a legszorosabb kapcsolatot a végső éréssel és az ivással. Sűrűbb mintavételezéssel a másik két progesztagén pontosabb szerepét is tisztázni lehetne a jundiá szaporodásában.
- A 11-KT jelenléte az ikrásokban a tenyésztési időszak során jelzi, hogy ez a hormon részt vesz a jundiá ikrások szaporodási folyamataiban. A pontos szerepe még ismeretlen.
- Javasolom a napszakosság és a hőmérséklet ivari tevékenységre gyakorolt hatását egymástól függetlenül is megvizsgálni.
- Javasolom a jundiá feminizációjának, illetve maskulinizációjának lehetőségét és módját megvizsgálni.
- Javasolom az elpusztult, illetve kikelés után visszamaradt ragadós ikrahéj anyagát meghatározni és annak esetleges enzimes úton való eltávolítását kidolgozni.



## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A Brazil haltenyésztés egyik nagy törekvése, hogy az ország faunájában nem szereplő halfajokra épülő tenyésztési technológiákat (ponty,növényevők,tilápia) endemikus fajokkal egészítsék ki. Esetleg ezekre a fajokra alapozva új módokat alakítsanak. Erre alkalmas fajnak látszott a jundiá (*Rhamdia quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824)). Tekintetbe véve tág határok közti túróképességét és más fajokkal szembeni békés viselkedését úgy gondoltam,hogy megfelelő lenne a Rio Grande Sul pontyos,növényevős polikultúrát ezzel a fajjal kiegészíteni.Ehhez első lépésben ismerni kellett a faj szaporodásbiológiai jellemzőit. A vizsgálataimat a Passo Fundo-i egyetemen, illetve az Aquaviva ivadék nevelő gazdaságában végeztem.

Az eredményeim a következők:

- A ikrás jundiá ivari tevékenységében résztvevő hormonok (17-P, 17, 20 $\beta$ -P,20 $\beta$ -S,T, E<sub>2</sub>) szerepe felelős főbb hormonok meghatározása és mennyiségi változásának leírása az első és az azt követő ivari ciklus során havi mintavételeken keresztül.
- A tejes jundiá ivari tevékenységéért felelős főbb hormonok (T, 11-KT, 17-P és a 17,20 $\beta$ -P) meghatározása és mennyiségi változásának leírása az első és az azt követő ivari ciklus során, havi mintavételeken keresztül.
- A jundiá élettani reakciója a halászatra és a szállítás következtében beálló stresszes állapotra hasonló a többi csontoshalnál már leírtakéhoz. A nemek közti különbség feltűnő. Az ikrásokban mind a kortizol, mind a glükóz mennyisége magasabb, mint a tejesekében és később áll vissza az eredeti értékre.
- A jundiá indukált szaporításához és üzemi szintű ivadékneveléséhez szükséges szaporodásbiológiai adatok rögzítése:
  - Pseudo Gonado-szomatikus Index (PGSI%) megállapítása (11,552% max. 20,095%, min. 4,872%).
  - Meghatároztam az ovulációs időt egy és két hormon kezelés esetén és mindkét módszernél megállapítottam a hőmérséklet módosító hatását (330 és 192 órafok 19 és 26 °C közötti hőmérsékleti tartományban).
  - Meghatároztam az ikra számot egy kg szárazikra tömegében 810 000,466 db volt (max. 937 000,00 min.758 000,00).
  - Meghatároztam a lárva kelési idejét, a hőmérséklet módosító hatását és leírtam az embrió és lárva fejlődési szakaszait (22-23 °C hőmérsékleten 39-34 óra 850-800 órafok az embrió kifejődése a kelésig).
  - Összehasonlítottam a vizsgált jundiá állomány PGSI-ét az ívási időszak egyes

hónapjaiban.

- Vizsgáltam a jundiá petesejt érési ütemét, ugyanazon ikrások többszöri szaporításán keresztül. Megállapítottam egy minimális szaporíthatósági gyakoriságot (5) egy tenyésztési során (szeptember-április).
- Összehasonlítottam a jundiá ovulációs mutatóinak alakulását különböző, a halszaporítási gyakorlatban használatos hormonkezelések hatására és sorrendbe állítottam őket a hatékonyságuk alapján.

A kísérleteim eredményeiből levonható, hogy a jundiá szaporodásbiológiai tulajdonságai és stressztűrő képessége alapján egy nagyüzemi tenyésztési műveleteket kiválóan elviseli és így érdemes az ez irányú további kutatásokra. A figyelemre méltó hasonlóság a jundiában az ivarszervek érési üteme és az ivari hormonok termelése között, megerősíti a környezeti tényezők elsődleges szerepét a hormontermelés és a külső környezet összehangolásában. Ezek ismerete és magyarázata hasznos bármely szaporítási program kialakításához.

Az első kísérleteim közreadása és a technika elterjesztése óta a jundá egy jelentős szegmensét foglalta el a brazil haltenyésztésnek.

A dolgozatomban ismertetett vizsgálatok jó rálátást nyújtanak a jundiá ikrások és tejesek ivari folyamataira. Bemutatják ennek a fajnak a stresszválaszát a vérplazma kortizolszint változásán keresztül. A munkám során néhány érdekes és szokatlan eredményre jutottam. Az ikrás halakban nagy mennyiségű 11-ketotesztoszteront mértem. Ennek a hormonnak az eloszlása az ivari ciklus során azt sugallja, hogy a 11-ketotesztoszteronnak fontos szerepe van a jundiá ikrás ivari működésében, de ez a szerep még ismeretlen. A másik érdekes pontja az ikrások esetében nyert eredményeknél, a három progesztogén, (17-P, 17,20 $\beta$ -P, 20 $\beta$ -S) hormon koncentrációja. E három hormon közül a 17-P mutatta a legszorosabb korrelációt azokkal a hónapokkal, amikor az ivás bekövetkezett. Ugyanakkor ennek a hormonnak a termelése szorosan a végső érés és az ovuláció idején következik be. A tejesekkel végzett vizsgálatok alapján egyértelmű, hogy a 11-ketotesztoszteron a hím pubertás szteroid. Különösen magas 11-KT értékeket mértem az első ivari ciklus során. Ennek a hormonnak ilyen magas értékeit csontoshalak esetében nem említi az irodalom. A második ivari ciklus alatt ez az érték az átlagosan regisztrált mennyiségre csökkent. Ekkor a tejesek és az ikrások plazmájában mért 11-KT értéke hasonló volt. Meg kell említeni, hogy az ikrások esetében az első ivari ciklus során a vizsgált hormonok közül egyik sem volt mérhető olyan mennyiségben, ami egy esetleges pubertás hormon szerepét töltené be. A tejesek esetében mért T mennyisége magas, a here T termelése pedig nagyon magas volt. Ezek az adatok mutatják a T és metabolitjainak különösen fontos szerepét a spermatogenezis és a spermáció folyamataiban. A tejesekben mért

progesztogének (17-P, 17,20 $\beta$ -P,) a spermiáció kezdetén mutatták a legmagasabb értékeket, ami azt jelzi, hogy a spermatozoák végső érésében van szerepük, ahogy azt több csontoshal esetében már leírták. A stresszelési kísérletek eredményei azt mutatták, hogy az ikrások szignifikánsan nagyobb stresszválasszal reagáltak, mint a tejesek. Ezt a kísérletsorozatot csak a végső érés időszakában végeztem el. A kortizol különös fontossággal bír az ivari ciklus e szakaszában, mint azt más harcsafajoknál leírták. A kortizolszint mennyisége és eloszlása arra utal, hogy a jundiá esetében is nagy jelentősége van ennek a hormonnak az ivari folyamatok szabályozásában. Végül a jelen munka eredményeként, az éves ivari hormontermelés eloszlásának birtokában, megismerhetjük, hogy az egyes hormonok milyen élettani hatást fejtenek ki a vizsgált halfajban.



## 7. SUMMARY

One main pursuit of Brazilian aquaculture is to supplement the technologies used for species not part of its natural fauna (carp, herbivorous fish, tilapia) with technologies for the endemic species, maybe developing new methods based on these species. Jundiá (*Rhamdia quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824) seemed a good subject for this experiment. Taking into consideration its wide tolerance and its peaceful behaviour towards other species I thought it would be suitable for supplementing the carp and herbivorous policulture in Rio Grande do Sul. In order for this to happen I needed to know the reproduction biology characteristics of this species. I have carried out my experiments at Passo Fundo University and at AquaViva rearing fish farm.

Here are my results:

- Role of hormones participating the female jundiá reproduction cycle (17-P, 17, 20 $\beta$ -P, 20 $\beta$ -S, T, E<sub>2</sub>), their volume during the first and second reproduction cycle through monthly sampling.
- Determination and description of the changes in their volume (T, 11-KT, 17-P and 17,20 $\beta$ -P) in the first and second reproduction cycles through monthly sampling
- Physiological reaction of jundiá to the stress caused by capture and transport is similar to other bony fish species. There is a striking difference between the two sexes. Both cortisol and glucose concentration is higher in females, and it reduces to the non-stressed level in a longer time than in the case of males. Recording the reproduction biology data for the induced propagation and rearing of fries in jundiá:
  - Determination of the Pseudo Gonado-somatic Index (PGSI%) (11,552% max. 20,095%, min. 4,872%).
  - I have determined the ovulation time in the case of one and two hormone treatments, and I have determined at both methods the effect of temperature 330 and 192 hour-degrees in the temperature range of 19 and 26 °C.
  - I have determined the number of eggs in one kg dry eggs, it was 810 000,46 (max. 937 000, min 758 000)
  - I have determined the hatching point of the larvae, the modifying effect of the temperature and I have described the development stages of the embryo and the larvae (it takes 39-34 hours for the larvae to hatch at 22-23°C temperature range, 850-800 hour-degree).

- I have compared the PSGI levels of the jundiá stock in the different spawning months.
- I have examined the ripening process of jundiá eggs through the repeated propagation of the same females. I have determined a minimum possible propagation frequency (5) during one spawning season (September till April).
- I have compared the ovulation measures of jundiá due to different practically applied hormone treatments and I have ranked them based on their effectiveness.

The reproduction biology characteristics and its stress tolerance of jundiá makes it suitable for large scale production therefore it is worth for further research based on my experiments. There are remarkable similarities between the ripening of the gonads and the production of the sex hormones in jundiá, that strengthens the primary role of the environment in the harmonisation of the hormone production and the external environment. Knowledge and explanation of this is very useful for any propagation programme.

Jundiá has taken a significant role in Brazilian aquaculture since the publication and the spread of new technologies from my first experiments.

The experiments explained in my thesis provide a good overview the reproduction biology processes of male and female jundiá. They present the stress reaction through the cortisol level changes in the blood plasma. I have arrived at some interesting and unusual results. I have measured a large amount of 11-ketotestosterone in females. The distribution of this hormone through the reproduction cycle suggests that 11-ketotestosterone has an important role in the reproduction cycle of the females, but its exact function is yet to be clarified. The other interesting point is the concentration of the three progestogens (17-P, 17,20 $\beta$ -P, 20 $\beta$ -S) in female jundiá. 17-P showed the strongest correlation with the months when spawning occurred. However, the synthesis of this hormone occurs strictly during the final ripening and at ovulation. 11-ketotestosterone is a male puberty steroid-hormone based on the experiments carried out on males. I have measured extremely high values of 11-KT in the first reproduction cycle. No literature can be found stating so high level of this hormone in the case of bony fish. The level of the hormone decreased to the average recorded amount in the second reproduction cycle. At this point, the level of 11-KT was similar in males and females. It must be noted that none of the hormones measured in the first reproductive cycle had a level that would suggest a puberty hormone in females. In case of males, T concentration was high, and the T synthesis of the testis was very high. This data shows the role of T and its metabolites during spermatogenesis and spermiation. Progestogens presented the highest value at the beginning of spermiation, showing



that their role is in the final development of the spermatozoa, as described earlier for bony fish. The stress experiments present that females have a lot stronger stress reaction than the males. I have carried out my experiments at the latest stage of the final ripening. Cortisol has an outstanding importance in this stage of the reproductive cycle as described in other catfish species before. The level and distribution of the cortisol level suggests that this hormone has a great importance in the control of the reproduction cycle of jundiá. Finally, as a result of the present work, knowing the yearly distribution of hormone production, we can investigate the physiological effect of certain hormones in the tested fish species.



## 8. IRODALOMJEGYZÉK (MELLÉKLET)

1. ALAM,M., PATHAK,J.K. (2010): Assessment of fecundity and gonadosomatic index of commercially important fish, *Labeo rohita* from Ramganga river. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*,1,3.
2. ANDRADE,R.G.F. (1996): Histofisiologia das glândulas hipófise e interrenal. Dosagens plasmáticas de esteróides de fêmeas adultas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), Pisces, Teleostei. *D.Sc. Thesis, Instituto de Biociencias. Universidade de São Paulo* 125.
3. BALDISSEROTTO, B., RADÜNZ NETO, E.J. (2005) *Jundiá (Rhamdia sp)*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, E.L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, 303-325.
4. BALM, P.H.M., LAMBERT, J.D.G., WENDELAAR BONGA, S.E. (1989): Corticosteroid biosynthesis in the interrenal cells of the teleost fish, *Oreochromis mossambicus*. *General and Comparative Endocrinology* 76. 53-62.
5. BAMBINO,T.H., HSUEH,A.J.W. (1981): Direct Inhibitory Effect of Glucocorticoids upon Testicular Luteinizing Hormone Receptor and Steroidogenesis *in Vivo and in Vitro*. *Endocrinology* 108,(6) 2142–2148.
6. BARÁTH CS-NÉ, ITTZÉS A., UGRÓSDI GY., (1996): *Biometria*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 288 pp.
7. BARCELLOS, L.J.G., WASSERMANN, G.F., PORAWSKI, M., WOHEL, V.M., ITTZÉS, I., QUEVEDO, R.M., KRIEGER, M.H. (1999): Determinação do ciclo gonadal e dos esteróides sexuais durante o ciclo reprodutivo do macho do jundiá, *Rhamdia quelen*. *51a Reunião Anual da SBPC, 11 a 16 de julho de 1999. Porto Alegre, RS. CD Rom 51a Reunião Anual da SBPC, BRASIL*
8. BARCELLOS, L.J.G, WOHL, V.M., WASSERMANN, G.F., QUEVEDO, R.M., ITTZÉS, I., KRIEGER, M.H. (2001): Plasma levels of cortisol and glucose in the response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, Pisces, Teleostei), a South American catfish. *Aquaculture research* 32 (2), 121-123.
9. BARCELLOS, L.J.G, WASSERMANN, G.F., SCOTT, A.P., WOHL, V.M., QUEVEDO, R.M., ITTZÉS, I., KRIEGER, M.H., LULHIER, F. (2002): Plasma steroid concentrations in relation to the reproductive cycle of cultured male *Rhamdia quelen*. *Journal of Fish Biology* 61 (3), 751-763.
10. BARCELLOS,L.J.G, KREUTZ,L.C., QUEVEDO,M.R., FIOREZE,I., CERICATO,L., SOSO,A.B., FAGUNDES,M., CONRAD,J., BALDISERRA,R.K., BRUSHIA., RITTER,F. (2004a): Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type,

- stocking density and stress response to confinement. *Aquaculture* 232,(1–4) 383-394
11. BARCELLOS,L.J.G, KREUTZ,L.C., SOUZA,C., RODRIGUES,L.B., FIOREZE,I., MEZZALIRA QUEVEDO,R., CERICATO,L., SOSO,A.B., FAGUNDES,M., CONRAD,J., LACERDA,L.A., TERRA,S. (2004b): Hematological changes in jundia' (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture* 237. 229–236.
  12. BARCELLOS,L.J.G,KREUTZ,L.C.,QUEVEDO,M.R. (2006): Previous chronic stress does not alter the cortisol response to an additional acute stressor in jundia' (*Rhamdia quelen*,Quoy and Gaimard) fingerlings. *Aquaculture* 253. 317– 321
  13. BARRY,T.P., SANTOS, A.J.G., FURUKAWA, K. (1990): Steroid profiles during spawning in male common carp. *General and Comparative Endocrinology* 80. 223-231.
  14. BARTON, B.A., SHRECK,C.B.,BARTON,L.D. (1987): Effects of chronic cortisol administration and daily acute stress on growth, physiological conditions, and stress responses in juvenile rainbow trout. *Dis. Aquat. Org* 2,173-185.
  15. BARTON,B.A., IWAMA,G.K. (1991): Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Rev. Of Fish Diseases, Vancouver* 10. 3-26.
  16. BILLARD, R., (1976): Induction of sperm release in the goldfish by some steroids. *IRCS Library Compendium* 4. 42.
  17. BILLARD, R., BRETON, B. (1978): Rhythms of reproduction in teleost fish. In Rhythmic activity of fishes, edited by J.E. Thorpe. *Academic Press* London, 31-53.
  18. BLÁZQUEZ,M., PIFERRER,F. (2004): Cloning, sequence analysis, tissue distribution, and sex-specific expression of the neural form of P450 aromatase in juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Molecular and Cellular Endocrinology* 219,(1–2) 83-94.
  19. BLYTHE, W.G., HELFRICH, L.A. & SULLIVAN, G.V. (1994): Sex steroid hormones and vitellogenin levels in Striped Bass (*Morone saxatilis*) maturing under 6-,9- and 12-month photothermal cycles. *General and Comparative Endocrinology* 94,122-134.
  20. BOMBARDELLI,R.A., SANCHES,E.A., TESSARO,L., BUZZI,A.H., MARTINS,A.H.C., MEURER,F. (2015): Digestible energy requirement for females of *Rhamdia quelen* reproductive activity fed with ration based on vegetal ingredients. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 43,(3) 566-574.
  21. BOMBARDELLI,R.B.,MÖRSCHBÄCHER,E.F.,RODRIGOCAMPAGNOLO,R., SANCHES,E.A., MIRNA ADRIANE SYPERRECK,M.A. (2006): Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824) Insemination dose for artificial fertilization of grey jundia oocytes, *Rhamdia quelen*

- (Quoy & Gaimard, 1824). *Revista Brasileira Zootecnologia* 35. 4.
22. BORG, B. (1994): Androgens in teleost fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology* 109: 219–245.
23. BRETT, J.R. (1958): Implications and assessment of environmental stress. 69-83 in P.A. Larkin, ed. The investigation of fish-power problems. *H.R. MacMillan Lectures in Fisheries, Univ. British Columbia, Vancouver, B.C.*
24. BRZUSKA E. (2001): Artificial spawning of European catfish *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. *Aquaculture Research* 32, 11–19.
25. BRZUSKA E. és GRZYWACZEWSKI R. (1999): Artificial spawning of carp (*Cyprinus carpio* L) differences between the effects on reproduction in females of Israeli strain Dor-70 and its crossbred treated with carp pituitary and Ovopel. *Aquaculture Research* 30. 559–570.
26. BURKE, M. G., LEATHERLAND, J.F., SUMPTER, J. P. (1984): Seasonal changes in serum testosterone, 11-ketotestosterone, and 17 $\beta$ -estradiol levels in the brown bullhead, *Ictalurus nebulosus* Lesueur. *Canadian Journal of Zoology*, 62,(6) 1195-1199.
27. BUDWORTH, P. R., SENGER, P. L., GRISWOLD, M. D., DONALDSON, E. M. (1994): Relationship of plasma steroids to germ cell development and the presence of protamine mRNA in rainbow trout during the induction of spermatogenesis with partially purified salmon gonadotropin. *J. Fish Biology* 44. 983–995.
28. BUTLER, D.G. (1968): Hormonal control of gluconeogenesis in the North American eel (*Anguila rostrata*). *General and Comparative Endocrinology* 10.85-91.
29. CANARIO, A.V.M., SCOTT, A.P. (1988): Structure-activity relationships of C21 steroids in an in vitro oocyte maturation bioassay in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *General and Comparative Endocrinology* 71.150-160.
30. CAMPBELL, C.M., FOSTIER, A., JALABERT, B. (1980): Identification and quantification of steroids in the serum of rainbow trout during spermiation and oocyte maturation. *J. Endocrinology* 85. 371-378.
31. CARBALLO, M., MUNOZ, M.J., CUELLAR, M., TARAZONA, J.V. (1995): Effects of Waterborne Copper, Cyanide, Ammonia, and Nitrite on Stress Parameters and Changes in Susceptibility to Saprolegniosis in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Applied of Environmental Microbiology* 61,(6) 2108-2112.
32. CARNEIRO, P.C.F., BENDHACK, F., MIKOS, J.D.(2002): Jundiá: um grande peixe para a Região Sul. *Panorama da Aquicultura* 12. 41-46.
33. CAROLSFELD, J., SCOTT, A.P., COLLINS, P.M. & SHERWOOD, N.M. (1996): Reproductive steroids during maturation in a primitive teleost, the pacific herring (*Clupea*

- harengus* Pallasi). *General and Comparative Endocrinology* 103(3), 331-348.
34. CARRAGHERA, R.J.F., SUMPTERA, J.P., POTTINGER, T.G., PICKERING, A.D. (1989): The deleterious effects of cortisol implantation on reproductive function in two species of trout, *Salmo trutta* L. and *Salmo gairdneri*. *General and Comparative Endocrinology* 76,(2)310-321.
35. CARRAGHERA, J.F. AND PANKHURST, N.W. (1993): Plasma levels of sex steroids during sexual maturation of snapper, *Pagrus auratus* (Sparidae) caught from the wild. *Aquaculture* 109(3-4), 375-388.
36. CARVALHO GOMES, L., GOLOMBIESKI, J.I, CHIPPARI GOMES, A.R., BALDISSEROTTO, B. (2000): Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural*, Santa Maria 30(1), 179-185.
37. CAVACO, J.E.B., SHULZ, R.W., TRUDEAU, V.L., LAMBERT, J.G.D., GOOS, H.J.TH. (1995): Sexual steroids and regulation of puberty in male african catfish (*Clarias gariepinus*). *Proc. Fish Symp. Reprod. Physiol. Fish.* (Goetz, F.W. and Thomas, P. eds) Austin, Texas, USA. 2.
38. CHAN, D.K.O., WOO, N.Y.S. (1978): Effect of cortisol on the metabolism of the eel, *Anguilla japonica*. *General and Comparative Endocrinology* 35, 205-215.
39. CHANG, J.P., PETER, R.E., CRIM, L.W. (1984): Effects of dopamine and apomorphine on gonadotropin release from the transplanted pars distalis in goldfish. *General and Comparative Endocrinology* 55. 347-350.
40. CHANG, C.F., LAN, S.C. & CHOU, H.Y. (1995): Gonadal histology and plasma sex steroids during sex differentiation in grey mullet, *Mugil cephalus*. *The Journal of Experimental Zoology* 272. 395-406.
41. CHANG, J. P. AND PETER, R. E. (1983): Effects of pimozide and des Gly<sup>10</sup>, [D-Ala<sup>6</sup>] luteinizing hormone-releasing hormone ethylamide on serum gonadotropin concentrations, germinal vesicle migration, and ovulation in female goldfish, *Carassius auratus*. *General and Comparative Endocrinology* 52. 30-37.
42. CHIPPARI-GOMES, A.R. (1998): Temperaturas letais de larvas e alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824 – Pisces, Pimelodidae) Santa Maria – RS, 70 p. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pósgraduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.*
43. COPELAND, P.A., THOMAS, P. (1989): Control of gonadotropin release in the Atlantic croaker *Micropogonias undulatus*: evidence for lack of dopaminergic inhibition. *General and Comparative Endocrinology* 74. 474-483.
44. CSÁVÁS, I. (1994): The Status And Outlook Of World Aquaculture With Special Reference

- to Asia (paper presented at the *Aquatech'94 International Conference On Aquaculture* Augusztus 29-31, Colombo, Sri Lanka.
45. CRIM LW, EVANS DM. (1983): Influence of testosterone and/or luteinizing hormone releasing hormone analogue on precocious sexual development in the juvenile rainbow trout. *Biol. Reprod* 29(1):137-42.
46. CUSSAC, V. E., MATKOVIC, M., MAGGESE, M. C. (1985): Desarrollo embrionario de *Rhamdia sapo* (Valenciennes, 1840) Eigenmann y Eigenmann, 1888 (Pisces, *Pimelodidae*) II. Organogénesis media, organogénesis tardia y eclosión. *Rev. Bras. Biol* 45,(1-2) 149-160.
47. CUISSET, B., FOSTIER, A., WILLIOT, P., BENNETAU-PELISSERO,C., AND LEMENN,F. (1995): Occurrence and in-vitro biosynthesis of 11-ketotestosterone in Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* Brandt maturing females. *Fish Physiol. Biochem.* 14, 313–322.
48. DAHLE,R., TARANGER,G,L., KARLSEN,Ø.,KJESBU,O,S.,NORBERG,B. (2003): Gonadal development and associated changes in liver size and sexual steroids during the reproductive cycle of captive male and female Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136,(3) 641-653.
49. DAVIS,K.B.,TORRANCE,P.,PARKER,N.C.,SUTTLE,M.A. (1985): Growth, body composition and hepatic tyrosine aminotransferase activity in cortisol-fed channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Rafinesque. Journal of Fish Biology* 27,(2) 177-184.
50. DAVIS,K.B., SUTTLE, M.A., PARKER, N.C. (1984): Biotic and abiotic influences on corticosteroid hormone rhythms in channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society* 113. 414-421.
51. DAVIS,K.B. és MCENTIRE,M. (2011): Influence of reproductive status, sex hormones and temperature on plasma IGF-I concentrations in sunshine bass (*Morone chrysops*×*Morone saxatilis*) *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 158, 13–16.
52. DE LEEUW, R., RESINK J.W., ROOYAKKERS E.J.M. & GOOS H.J.TH. (1985): Pimozide modulates the luteinizing hormone-releasing hormone effect on gonadotrophin release in the African catfish, *Clarias lazera*. *General and Comparative Endocrinology* 58. 120–127.
53. DE LEEUW, R., GOOS H.J.T.H. & VAN OORDT P.G.W.J. (1986): The dopaminergic inhibition of the gonadotropinreleasing hormone-induced gonadotropin release: an in vitro study with fragments and cell suspensions from pituitaries of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *General and Comparative Endocrinology* 63. 171–177.
54. DE VLAMING,V., FITZGERALD,R., DELAHUNTY,G., CECH JR, J.J., SELMAN,K. & BARKLEY, M. (1984): Dynamics of oocyte development and related changes in serum estradiol-17 $\beta$ , yolk precursor, and lipid levels in teleost fish, *Leptocottus armatus*.

- Comparative Biochemistry Physiology* **77A**,(4) 599-610.
55. DONALDSON, E. M. (2000): Hormones in finfish aquaculture, in: *Encyclopedia of Aquaculture*, ed. por Stickney R. R. Texas A&M University. USA.
56. DUFOUR S., SEBERT M.E., WELTZIEN F.A., ROUSSEAU K. & PASQUALINI C. (2010): Neuroendocrine control by dopamine of teleost reproduction. *Journal of Fish Biology* **76**, 129–160.
57. ESTAY, F.; NEIRA, R.; DIAZ, N.F., VALLADARES,L. & TORRES, A. (1998): Gametogenesis and Sex steroid profiles in cultured coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*, Walbaun). *The Journal of Experimental Zoology* **280**. 429-439.
58. AGERLUND, U.H.M., MCBRIDE, J.R., WILLIAMS, I.V. (1995): Edited By C.Groot,L. Margolis, and W.C. Physiological Ecology of Pacific Salmon, Chapter 8. Stress and Tolerance 459.p, Clarke Department of Fisheries and Oceans Nanaimo, British Columbia,Canada, UBC Press.
59. FENSKE,M. (1997): Role of cortisol in the ACTH-induced suppression of testicular steroidogenesis in guinea pigs. *Journal of Endocrinology* **1**, (154) 407-414.
60. FITZPATRICK,M.S., VAN DER KRAAK,G., SCHRECK,C.B. (1986): Profiles of plasma sex steroids and gonadotropin in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, during final maturation. *General and Comparative Endocrinology* **62**. 3437-451.
61. FRYER,J.,PETER,R.E. (1977): Hypothalamic control of ACTH secretion in goldfish. III. Hypothalamic cortisol implant studies. *General and Comparative Endocrinology* **33**. 215-225.
62. FOSTIER,A., JALABERT, B., BILLARD,R., BRETON,B. & ZOHAR,Y. (1983): The gonadal steroids. In: *Fish Physiology, vol. 9B. Endocrine Tissues and Hormones* (Hoar,W.S.; Randall,D.J. & Donaldson, E.M. eds.) 277-372. New York: Academic Press.
63. GAZOLA,M.I., DONALDSON, E.M., VALL-SELLA, M.V., SANIN, N.S., FAVA-DE-MORAES, F. & BERNARDINO, G. (1996): Plasma steroids and corticosteroid levels in female Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* **29**. 659-664.
64. GISSIS, A., LEVAVI-SIVAN, B., RUBIN-KEDEM, H., OFIR, M., AND YARON, Z. (1991): The effect of gonadotropin releasing hormone superactive analog and dopamine antagonists on gonadotropin level and ovulation in tilapia hybrids. *Israel Journal Aquaculture-Bamidgeh* **43**. 123-136.
65. GODINHO,H.M., FENERICH, N. A. & NARAHARA, M. Y. (1978): Desenvolvimento embrionário e larval de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). *Rev. Bras. Biol.*, **38**,(1) 151-156.



66. GOES, M.D., DOS REIS GOES, E.S., RIBEIRO, R.P., BARRERO, N.M.L., DECASTRO, P.L., THAÍS SOUTO BIGNOTTO, T.S., BOMBARDELLI, R.A. (2017): Natural and artificial spawning strategies with fresh and cryopreserved semen in *Rhamdia quelen*: Reproductive parameters and genetic variability of offspring. *Theriogenology* 15. 254-263.
67. GOETZ, F.W. (1983): Hormonal control of oocyte final maturation and ovulation in fishes. In: *Fish Physiology* (W.S. Hoar, W.J. Randall and E.M. Donaldson, eds.), pp.117-170.
68. GOMES L.C., GOLOMBIESKI J.I., CHIPARI-GOMES A.R.C. & BALDISSEROTTO B. (2000): Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciencia Rural* 30. 179–185.
69. GOMIERO, L.M. SOUZA, U.P., DE SOUZA BRAGA, F.M. (2007): Reproduction and feeding of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) in rivers of the Santa Virgínia Unit, State Park of the Serra do Mar, São Paulo, SP. *Biota Neotrop* 7. 3.
70. GUEDES, D.S. (1980): Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia* spp) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Santa Maria – RS, 1980. 99p. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)* - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
71. GUERRERO, H.Y., CARDILLO, E., POLEO, G., MARCANO, D. (2009): Reproductive biology of freshwater fishes from the Venezuelan floodplains. *Fish Physiol Biochem* 35:189–196.
72. HADDY, J.A., PANKHURST, N.W. (1999): Stress-induced changes in concentrations of plasma sex steroids in black bream. *Journal of Fish Biology* 55,(6) 1304-1316.
73. HANKE, W. JANSSENS, P.A. (1983): The role of hormones in regulation of carbohydrate metabolism in the Australian lungfish *Neoceratodus forsteri*. *General and Comparative Endocrinology* 51. 364-369.
74. HARMIN SA, WIEGAND MD., CRIM LV. (1995): Manipulation of the seasonal reproductive cycle in winter flounder, *Pleuronectes americanus*, using a gonadotropic hormone releasing hormone. *Marine Biology* 121(4):611-619.
75. HEIDARI, B., ROOZATI, S.A., YAVARI, L. (2010): Changes in plasma levels of steroid hormones during oocyte development of Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*, Kamensky, 1901). *VETINDEX Periódicos Brasileiros em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 7,(4) 373-381.
76. H. TAMÁS, G., HORVÁTH, L., TÖLG, I. (1982): *Tógazdasági tenyésztésanyag termelés*, Mezőgazdasági Kiadó, Hungary.
77. HORVÁTH, L. (1980): A ponty (*Cyprinus carpio* L.) petefejlődésének elemzése és

- szabályozása (kandidátusi értekezés). *Halhústermelés Fejlesztése sorozat 9*, Haltenyésztési Kutató Intézet Szarvas.
78. HORVÁTH L., URBÁNYI, B. (2000): Általános szaporodásbiológia. *In: Halbiológia és haltenyésztés*, Mezőgazda Kiadó. 168-184.
79. HOOVER E. E., HUBBARD H. E. (1937): Modification of the sexual cycle in trout by control of light. *Copeia*, 4, 206-211.
80. HSIAO, S.-M., GREELEY, M. S., AND WALLACE, R. A. (1994): Reproductive Cycling in Female *Fundulus heteroclitus*. *Biol. Bul.* 186:271-284.
81. IHERING, R. VON & AZEVEDO, P. (1936): A desova e a hypophysação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. *Arch. do Inst. Biológico* 7: 107-120.
82. INCE, B. W., THORPE, A. (1977): Glucose and amino acid-stimulated insulin release in vivo in the European silver eel (*Anguilla anguilla* L.). *General Comparative Endocrinology* 31,(2) 249-56.
83. ITTZÉS, I.; MEZZALIRA, R.; FIORESE, I. (1997): Jundiá: uma espécie nativa com tecnologia dominada. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 20-23.
84. ITTZÉS I., QUEVEDO R. M., BARCELLOS L. J. G. & WOEHL V. (1999): Uso de hipofise de carpa hungara (*Cyprinus carpio*) na inducao a reproducao de femeas e machos de jundiá (*Rhamdia quelen*). Efeito de diferentes faixas de peso. *Anais da 51a, Reuniao Anual da SBPC*, Porto Alegre, Brazil.
85. IWAMA, G. K. (1993): Intensive fish production: *Course Manual UBC Access Guided Independent Study*. Vancouver: The University of British Columbia, p.130.
86. KAH, O., DUBOURG, P., COOK, H. (1984): Ultrastructural identification of catecholaminergic fibers in the goldfish pituitary. *Cell Tissue Res* 238. 621-626.
87. KAH, O., DUBOURG, P., ONTENIENTE, B., GEFFARD, M., CALAS, A. (1986): The dopaminergic innervation of the goldfish pituitary. An immunocytochemical study at the electron-microscope level using antibodies against dopamine. *Cell Tissue Res* 244. 577-582.
88. KAGAWA, H.; YOUNG, G. & NAGAHAMA, Y. (1983): Changes in plasma steroid hormones levels during gonadal maturation in female goldfish, *Carassius auratus*. *Bulletin of Japanese Society of Science Fisheries* 49. 1783-1787.
89. KEBUS, M. J., COLLINS, M. T., BROWNFIELD, M. S. (1992): Measurement of Resting and Stress-elevated Serum Cortisol in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* in Experimental Net-pens *Journal Of The World Aquaculture Society* 23, School of Veterinary Science, University of Wisconsin-Madison, Madison. Wisconsin 53706 USA
90. KESTEMONT, P., RINCHARD, J. & HEINE, R. (1995): A comparative study of the vitellogenesis dynamic and reproductive ecology in single and multiple-spawner cyprinids.

- Proceedings of the Fifth International Symposium of the Reproductive Physiology of Fish* (F. Goetz & P. Thomas eds) The University of Texas at Austin, 2-8.
91. KIME, D. E. & MANNING, N. J. (1982): Seasonal patterns of free and conjugated androgens in the brown trout, *Salmo trutta*. *General and Comparative Endocrinology* 48. 222–231.
92. KIME, D.E., LONE, K.P & AL-MARZOUK, A. (1991): Seasonal changes in serum steroid hormones in a protandrous teleost, the sobait (*Sparidentex hasta* Valenciennes). *Journal of Fish Biology* 39.745-763.
93. KING, W. V., THOMAS, P., HARRELL, R. M., HODSON, R. G., AND SULLIVAN, G. V. (1994): Plasma levels of gonadal steroids during final oocyte maturation of striped bass, *Morone saxatilis* L. *General and Comparative Endocrinology* 95. 178–191.
94. KOAKOSKI, G., KREUTZ, L.C., FAGUNDES, M., OLIVEIRA, T.A., FERREIRA, D., SANTOS DA ROSA, J.G., BARCELLOS, L.J.G. (2013): Repeated stressors do not provoke habituation or accumulation of the stress response in the catfish *Rhamdia quelen*. *Neotropical Ichthyology*, 11(2):453-457.
95. KRAMER, D.L. (1978): Reproductive seasonality in the fishes of a tropical stream. *Ecology* 59,(5) 976-985.
96. KUBITZA, F., AKIFUMI ONO, E., CAMPOS, J.L. (2007): Os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil: Uma análise da produção e obstáculos da piscicultura. *Panorama da Aqüicultura*, 3. 17-21.
97. KUMEDA, H.H. (2014): Efeito da interação sexual do jundiá (*Rhamdia quelen*) no desenvolvimento gonadal e qualidade dos gametas. *Universidade federal do rio grande – Furg, programa de pós-graduação em aquicultura – Ppgaq, Estação marinha de aquicultura – Ema, Rio Grande do Sul, Brasil*
98. KUO, C.M., NASH, C.E., SHEHADEH, Z.H. (1974): The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey-mullet (*Mugil cephalus* L.). *Aquaculture* 3. 25-43.
99. LAMBA, V.J., GOSWAMI, S.V. & SUNDARARAJ, B.J. (1983): Circannual and circadian variations in plasma levels of steroids (cortisol, estradiol-17 $\beta$ , estrone and testosterone) correlated with annual gonadal cycle in catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *General and Comparative Endocrinology* 50. 205-225.
100. LEATHERLAND, J.F., COPELAND, P. SUMPTER, J.P. (1982): Hormonal control of gonadal maturation and development of secondary sexual characteristics in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, from lakes Ontario, Erie and Michigan. *General and Comparative Endocrinology* 48.196-204.

101. LEACH, G.J., TAYLOR, M.H. (1980): The role of cortisol in stress-induced metabolic changes in *Fundulus heteroclitus*. *General and Comparative Endocrinology* 42. 219-227.
102. LIN T, HASKELL J, VINSON N & TERRACIO, L. (1986): Direct stimulatory effects of insulin-like growth factor-I on Leydig cell steroidogenesis in primary culture. *Biochem. Biophys. Res. Commun* 137. 950-956.
103. LOKMAN, P. M., VERMEULEN, G. J., LAMBERT, J. G. D., YOUNG, G. (1998): Gonad histology and plasma steroid profiles in wild New Zealand freshwater eels (*Anguilla dieffenbachii* and *A. australis*) before and at the onset of the natural spawning migration. I. Females. *Fish Physiology and Biochemistry* 19. 325-338.
104. LOPES, J.M. (1998): Influência do pH da água na sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, *Pimelodidae*) em duas épocas de desovas. Santa Maria – RS, 60 p. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)*, Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
105. LOPES, J. M., SILVA, L. V. F. & BALDISSEROTTO, B. (2001): Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. *Aquaculture International* 9.(1) 73-80.
106. MACKENZIE, S.D., THOMAS, P & FARRAR, S.M. (1978): Seasonal changes in thyroid and reproductive steroid hormones in females channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in pond culture. *Aquaculture* 78. 63-80.
107. MARCHIORO, M.I. (1997): Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824, *Pisces*, *Pimelodidae*) à variação de pH e salinidade da água de cultivo. Santa Maria, RS, 1997. 87p. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)* - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
108. MARTE, C.L. & LAM, T.J. (1992): Hormonal changes accompanying sexual maturation in captive milkfish (*Chanos chanos* Forsskal). *Fish Physiology and Biochemistry* 10,(4) 267-275.
109. MAULE, A. G. TRIPP, R. A. KAATTARI, S. L. SCHRECK, C.B. (1989): Stress alters immune function and disease resistance in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) *Journal of Endocrinology* 120. 135–142
110. MCLEAY, D.J. (1973): Effects of cortisol and dexamethasone on the pituitary-interrenal axis and abundance of white blood cell types in juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *General and Comparative Endocrinology* 21,(3) 441-450.
111. MEHDI, Y., MOUSAVI, S.E. (2011): The mechanism of reproduction and hormonal function in finfish species. *Scientific Research and Essays* 6. 3561-3570.
112. MELLO, J.F.B., RADÜNZ NETO, S.J. (2002): Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de

- lipídios. *Ciência Rural* 32,(2) p. 321-327.
113. MEURER, S., ZANIBONI FILHO, E. (1997): Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. *XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA* São Paulo, SP. p. 29.
114. MÉZES, M. (2000): Halélettan. In: *In: Halbiológia és haltenyésztés*, Mezőgazda Kiadó.
115. MOMMSEN, T., P., MOON, T. W. (1990): Metabolic response of teleost hepatocytes to glucagon-like peptide and glucagon. *Journal of Endocrinology* 126, 109-118.
116. MIRANDA, L. A., STRÜSSMANN, C. A., SOMOZA, G. M. (2009): Effects of light and temperature conditions on the expression of GnRH and GtH genes and levels of plasma steroids in *Odontesthes bonariensis* females. *Fish Physiology and Biochemistry* 35. 101–108.
117. MIURA, T., YAMAMUCHI, K., TAKAHASHI, H., NAGAHAMA, Y. (1991): Hormonal induction of all stages of spermatogenesis in vitro in the male Japanese eel (*Anguilla japonica*) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88. 5774-5778.
118. MIURA, T., YAMAUCHI, K., TAKAHASHI, H. & NAGAHAMA, Y. (1992): The role of hormones in the acquisition of sperm motility in salmonid fish. *Journal of Experimental Zoology* 261, 359–363.
119. MONTANHA, F. P., NAGASHIMA, J. C., KIRNEW, M. D., ASTRAUSKAS, J. P., PIMPÃO, C. T. (2011): Características fisiológicas e reprodutivas do *Rhamdia quelen*. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária – issn: 1679-7353*. v. 17, p. 1-8.
120. MORRISON, P. F.; LEATHERLAND, J. F. AND SONSTEGARD, R. A. (1985): Plasma cortisol and sex steroid levels in Great Lakes Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch* Walbaum) in relation to fecundity and egg survival. *Comp. Biochem. Physiol.* 80A, 61-68.
121. MYLONAS C. C. & ZOHAR Y. (2007): Promoting oocyte maturation, ovulation and spawning in farmed fish. In: *The Fish Oocyte: From Basic Studies to Biotechnological Applications* (ed. by P. J. Babin, J. Cerda & E. Lubzens) pp. 437–474. Springer, The Netherlands.
122. MYLONAS C. C., FOSTIER A. & ZANUY S. (2010): Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology* 165. 516–534.
123. NAGAHAMA, Y. (1983): The functional morphology of teleost gonads. In: *Fish Physiology Vol. IX, Part A. Reproduction: Endocrine Tissues and Hormones* (Hoar, W. S. & Randall, D. J., eds) pp. 223–275. London: Academic Press
124. NAGAHAMA, Y. AND YAMASHITA, M. (1989): Mechanisms of synthesis and action of 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one, a teleost maturation-inducing substance. *Fish*

- Physiology and Biochemistry* 7,(1-4) 193-200.
125. NAGAHAMA, Y. (1990): Endocrine control of oocyte maturation in teleosts. *In: Progress in Comparative Endocrinology* pp.385-392. New York: Wiley-Liss, Inc.
126. NARAHARA, M.Y., GODINHO, H.M. & ROMAGOSA, E. (1985) Estrutura da população de *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) (*Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae*). B. Inst. Pesca 12,(3)123-137.
127. NELSON E.R., HABIBI, H.R. (2013): Estrogen receptor function and regulation in fish and other vertebrates. *General and Comparative Endocrinology* 192. 15-24
128. NÉMETH, Á. (2013): Új technológia a fogassüllő (*Sander lucioperca* l.) mesterséges szaporítására és nevelésére, a dél-dunántúli halastavak gazdaságosabb üzemelése érdekében. *Doktori Disszertáció* Mosonmagyaróvár.
129. OMELJANIUK R.J., SHIH S.H. és PETER R.E. (1987): *In vivo* evaluation of dopamine receptor-mediated inhibition of gonadotropin secretion from the pituitary gland of the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Endocrinology* 114. 449–458.
130. ORTEGA-SALAS A.L., RODRIGUEZ-VARGAS C.J. & LOPEZ-MACIAS J.N. (2010): Evaluacion comparativa del efecto del Extracto Pituitario de Carpa (EPC) y gonadotropina corionica humana (hCG) en la reproduccion inducida del bagre del Patia (*Rhamdia quelen*). *Veterinary Zootechnician* 4. 16–22.
131. OTTOLENGHI, C., PUVIANI, A.C., GAVIOLI, M.E., BRIGHENTI, L. (1985): Effects of insulin on glycogen metabolism in isolated and perfused catfish liver. *Comparative Biochemistry and Physiology A, Comparative Physiology* 80,(1)135-138.
132. OYAKAWA, O.T., AKAMA, A., MAUTARI, K.C. & NOLASCO, J.C. (2006): Peixes de riachos da Mata Atlântica. Ed. Neotrópica, São Paulo. Print version ISSN 1679-6225.
133. PANKHURST, N.W. & CARRAGHER, J.F. (1992): Oocyte maturation and changes in plasma steroid levels in snapper *Pagrus (=Chrysophrys) auratus* (*Sparidae*) following treatment with human chorionic gonadotropin. *Aquaculture* 101. 337-347.
134. PANKHURST, N.W., VAN DER KRAAK, G., PETER, R.E. (1995): Evidence that the inhibitory effects of stress on reproduction in teleost fish are not mediated by the action of cortisol on ovarian steroidogenesis. *General and Comparative Endocrinology, Duluth*, 99.249-257.
135. PARRA, J.E.G., NETO, R.J., VEIVERBERG, C.A., LAZZARI, R., BERGAMIN, G.T., PEDRON, F.A., ROSATTO, S., SUTILI, F.J. (2008): Alimentação de fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento embrionário e larval. *Ciencia rural* 38,( 7) 2011-2017.
136. PATIÑO, R., REDDING, J.M., SCHRECK, C.B. (1987): Interrenal secretion of

- corticosteroids and plasma cortisol and cortisone concentrations after acute stress and during seawater acclimation in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *General and Comparative Endocrinology*, Duluth 68. 431-439.
137. PAULY, D. (1998): Beyond Our Original Horizons (1998): the Tropicalization of Beverton and Holt. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* September 8, (3) 307–334.
138. PAVLIDIS, M., DIMITROU, D. AND DESSYPRIS, A. (1994): Testosterone and 17 $\beta$ -estradiol plasma fluctuations throughout spawning period in male and female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), kept under several photoperiod regimes. *Annual Zoological Fennici* 31. 319-327.
139. PEREIRA, C. R.2, BARCELLOS, L. J. G.1, KREUTZ, L. C.1, QUEVEDO, R. M.2, RITTER, F.3 AND SILVA, L. B. (2006): Embryonic and larval development of Jundiá (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824, *Pisces, Teleostei*), a South American Catfish. *Brazilien Journal of Biology* 66. 4.
140. PETER, R.E., LIN, H.R., VAN DER KRAAK, G. (1988): Induced ovulation and spawning of culture freshwater fish in China: advances in application of GnRH analogues and dopamine antagonists. *Aquaculture* 74. 1–10.
141. PETER, R.E., CHANG, J.P., NAHORNIK, C.S., OMELJANIUK, R.J., SOKOLOWSKA, M., SHIH, S.H., BILLARD, R. (1986): Interactions of catecholamines and GnRH in regulation of gonadotropin secretion in teleost fish. *Recent Prog. Horm. Res* 42. 513–547.
142. PETER R.E., TRUDEAU V.L. & SLOLELY B.D. (1991): Brain regulation of reproduction in teleosts. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica Monograph* 16. 89–118.
143. PETER, R.E., LIN, H.R., VAN DER KRAAK, G., LITTLE, M. (1993): Releasing hormones, dopamine antagonists and induced spawning. In: Muir, J.F., Roberts, R.J. Eds., *Recent Advances in Aquaculture. Blackwell Scientific, Oxford* pp. 25–30.
144. PETER, R.E. & YU, K.L. (1997): Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: basic and applied aspects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7. 173-197.
145. PETERSON, C.W., WARNER, R.R. (2002): The ecological context of reproductive behavior. In Sale, P.F. (ed.) *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. San Diego, CA: Academic Press, pp. 103–119.
146. PIAIA, R., TOWNSEND, C.R., BALDISSEROTTO, B. (1999): Growth and survival of fingerlings of *Rhamdia quelen* exposed to different light regimes. *Aquaculture International* 7. 201-205.
147. PICKERING, A.D. (1984): Cortisol-induced lymphocytopenia in brown trout, *Salmo trutta* L. *General and Comparative Endocrinology* 53. 252-259.
148. PICKERING, A.D., POTTINGER, T.G., CARRAGHER, J., SUMPTER, J.P. (1987): The

- effects of acute and chronic stress on the levels of reproductive hormones in the plasma of mature male brown trout, *Salmo trutta L. General and Comparative Endocrinology* 68. 249-259.
149. PICKERING, A.D. és POTTINGER, T.G. (1989): Stress response and disease resistance in salmonid fish: Effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiology Biochemistry* 7,(6) 253-258.
150. PODHOREC, P. AND KOURIL, J. (2009): Induction of final oocyte maturation in Cyprinidae fish by hypothalamic factors: a review. *Veterinarni Medicina* 54. 97-110
151. PORAWSKI, M. (1999): Níveis de testosterona e características morfofuncionais do testículo de peixe-rei, *Odonthestes perugiae*, durante o ciclo reprodutivo. *D.Sc. Thesis, Instituto de Ciências Básicas da Saúde*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 150p.
152. POTTINGER, T.G., PICKERING, A.D. (1990): The effect of cortisol administration on hepatic e plasma estradiol binding capacity in immature female rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). *General and Comparative Endocrinology* 1, Duluth, 80. 264-273.
153. POTTINGER T.G. & PICKERING A.D. (1992): The influence of social interaction on the acclimation of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaun) to chronic stress. *Journal of Fish Biology* 41. 435-447.
154. POTTINGER, T.G. & MOSUWE, E. (1994): The corticosteroidogenic response of brown and rainbow trout alevins and fry to environmental stress during a critical period. *General and Comparative Endocrinology* 95. 350-362.
155. QUEVEDO, R.M., ITTZÉS, I., WOEHL, V.M., BARCELLOS, L.J.G., WASSERMANN, G.F., PORAWSKI, M. AND KRIEGER, M.H. (1999): Estudo morfológico da gônada masculina de jundiá (*Rhamdia quelen*), durante o ciclo reprodutivo. *Proceedings of the 51 Annual Meeting of the Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* Pontificia Universidade Católica, Porto Alegre, 16-21.
156. RAHMAN MS, TAKEMURA A, TAKANO K. (2000): Correlation between plasma steroid hormones and vitellogenin profiles and lunar periodicity in the female golden rabbitfish *Siganus guttatus* (Bloch). *Comparative Biochemistry and Physiology* 127. 113-22
157. RINCHARD, J., KESTMONT, P., KÜHN, E.R. & FOSTIER, A. (1993): Seasonal changes in plasma levels of steroid hormones in an asynchronous fish, the gudgeon, *Gobio gobio L. (Teleostei, Cyprinidae)*. *General and Comparative Endocrinology* 92. 168-178.
158. ROBERTS, S.B. (1999): Annual reproductive cycle of the common snook: Endocrine correlates of maturation. *Transactions of American Fisheries Society* 128. 436-445.
159. RODRIGUEZ, L. CARRILLO, M. SORBERA, L. ZOHAR, Y. AND ZANUY, S. (2004): Effects of photoperiod on pituitary levels of three forms of GnRH and reproductive



- hormones in the male European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) during testicular differentiation and first testicular recrudescence. *General and Comparative Endocrinol* 136. 37-48.
160. SALIGAUT, C., GARNIER, D.H., BENNANI, S., SALBERT, G., BAILHACHE, T., JEGO, P. (1992): Effects of estradiol on brain aminergic turnover of the female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at the beginning of vitellogenesis. *General Comparative Endocrinology* 88. 209-216.
161. SALONIUS, K., IWAMA, G.K. (1993): Effects of Early Rearing Environment on Stress Response, Immune Function, and Disease Resistance in Juvenile Coho (*Oncorhynchus kisutch*) and Chinook Salmon (*O. tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50,(4) 759-766.
162. SAMPAIO E.V. és SATO Y. (2006): Biologia reprodutiva e desova induzida de duas especies de bagres (*Osteichthyes: Siluriformes*) da bacia do rio Sao Francisco. Reproductive biology and induced spawning of two catfish species (*Osteichthyes: Siluriformes*) from the Sao Francisco river basin. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 28. 263–268.
163. SANTOS, H.B., ARANTES, F.P., SAMPAIO, E.V., SATO, Y. (2013): Artificial reproduction and reproductive parameters of the internally inseminated driftwood catfish *Trachelyopterus galeatus* (*Siluriformes: Auchenipteridae*) *Ichthyological research* 60,(2) 142–148.
164. SAPOLSKY, R.M. (1985): Stress-Induced Suppression of Testicular Function in the Wild Baboon: Role of Glucocorticoids. *Endocrinology* 116,(6) 2273–2278.
165. SCHRECK, C.B. (1997): Behavioral responses to stress. 145p. *Fish Stress And Health In Aquaculture*, Cambridge University, New York
166. SCHRECK, C.B. (2010): Stress and fish reproduction: The roles of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology* 165,(3) 549-556.
167. SCHULTER, E.P., RIBEIRO VIEIRA FILHO, J.E. (2017): Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia. *IPEA (Instituto de Pesquisa Económica Aplicada)* 2328 Texto para Discussão, Governo Federal Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão Ministro, Rio de Janeiro.
168. SCHULZ, R. (1984): Serum levels of 11-oxotestosterone in male and 17 $\beta$ -estradiol in female rainbow trout (*Salmo gairdneri*) during the first reproductive cycle. *General and Comparative Endocrinology* 56. 111-120.
169. SCHULZ, R. AND BLÜM, V. (1990): Steroid secretion of rainbow trout testis in vitro. Variation during the reproductive cycle. *General and Comparative Endocrinology* 80. 189-198.
170. SCHULTZ, D. R., PEREZ, N., TAN, C.K., MENDEZ, A.J., CAPO, T. R., SNODGRASS,

- D.,PRINCE,E.D.,SERAFY,J.E. (2005): Concurrent levels of 11-ketotestosterone in fish surface mucus, muscle tissue and blood. *Journal of Applied Ichthyology* 21,(5) 394-398.
171. SCOTT, A.P. AND BAYNES, S.M. (1982): Plasma levels of sex steroids in relation to ovulation and spermiation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: "Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish (C.J.J. Richter and H.J. Goos, eds.), pp. 103-106. Pudoc, Wageningen. The Netherlands.
172. SCOTT A.P., SUMPTER, J.P. és HARDIMAN, P.A. (1983): Hormone changes during ovulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *General and Comparative Endocrinology* 49. 128-134.
173. SCOTT, A.P., MACKENZIE, D.S. & STACEY, N.E. (1984): Endocrine changes during natural spawning in the white sucker *Catostomus commersoni*. II. Steroid hormones. *General and Comparative Endocrinology* 56. 349-359.
174. SCOTT, A.P., CANARIO, A.V.M. (1987): Status of oocyte maturation-inducing steroids in teleosts. In: "Proceedings of the IIIrd International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, St. John's, Newfoundland, Canada, August 1987" (D.R. Idler, L.W. Crim and J.M. Walsh, Eds.) Marine Sciences Research Laboratory, St. John's, Newfoundland, Canada. pp.24-234.
175. SCOTT, A.P., SUMPTERN, J. P., STACEY (2010): The role of the maturation-inducing steroid, 17,20 $\beta$ -dihydroxypregn-4-en-3-one, in male fishes: a review. *Journal of Fish Biology, Special Issue: Reproductive Physiology of Fishes* 76, (1) 183–224.
176. SELYE, H. (1952): The story of the adaption syndrome. *ACTA Inc., Medical Publishers, Montreal*.
177. SHIMIZU, A., AINDA, K. & HANYU, I. (1985): Endocrine profiles during the short reproductive cycle of autumn-spawning bitterling, *Acheilognathus rhombea*. *General and Comparative Endocrinology* 60. 361-371.
178. SHERIDAN, M.A. (1987): Effects of Epinephrine and Norepinephrine on Lipid Mobilization from Coho Salmon Liver Incubated *in Vitro*. *Endocrinology* 120,(6) 2234–2239.
179. SILFVERGRIP, A.M.C. (1996): A systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (*Teleostei, Pimelodidae*). Stockholm, Sweden, 156p. (*PhD Thesis*) - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History.
180. SILVEIRA, W.F., KAVAMOTO, E.T. & NARAHARA, M.Y. (1985): Avaliação da qualidade e crio-preservação em forma de "pellets" do sêmen do bagre, *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840). *B. Inst. Pesca* 12,(4) 7-11.

181. SLATER, C.H.; SCHRECK, C.B. & SWANSON, P. (1994): Plasma profiles of the sex steroids and gonadotropins in maturing female spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Comparative Biochemistry Physiology* 109, (1) 167-175.
182. STACEY, N.E. (1984): Control of the timing of ovulation by exogenous and endogenous factors. In *Fish Reproduction, Strategies and Tactics*. Potts, G.W. & Wootton (Eds). Academic Press, London, v.1, p.207-222.
183. SMITH, J.C., SEIDEL, J.M. (1982): The factor structure of self-reported physical stress reactions. *Biofeedback and Self Regulation* 7, (1) 35-47.
184. SOARES- CARVALHO, F. A., STREIT JR, D. P., EBERT, A. R., COLDEBELLA, I.J., OBERST, E. R. (2010): Qualitative parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*) semen in spring and winter. *Bras. Ci. Vet.* 17. 129-133.
185. SOSO, A.B., BARCELLOS, L.J.G., RANZANI-PAIVA, M.J., LUIZ CARLOS KREUTZ, L.C., MEZZALIRA QUEVEDO, R. MARINA LIMA, M., BOLOGNESI DA SILVA, L., RITTER, F., CALLIARI BEDIN, A., FINCO, J.A. (2008): The Effects of Stressful Broodstock Handling on Hormonal Profiles and Reproductive Performance of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) Females. *of the World Aquaculture Society* 39, (6) 836-841.
186. SUMPTER, J.P., DYE, H.M., BENFEY, T.J. (1986): The effects of stress on plasma ACTH,  $\alpha$ -MSH and cortisol levels in salmonid fishes. *General and Comparative Endocrinology* 62. 377-385.
187. SZABÓ T., RADICS F., BARTH T., HORVÁTH L. (2007): In vivo activity of native GnRHs and their analogues on ovulation in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquaculture Research* 38. 140-146.
188. SZABÓ, T., SZABÓ, R., URBÁNYI, B., HORVÁTH, L. (2013): A növényevő halfajok indukált szaporításának eredményei az ikrások beérésére és ikraproduktumára vonatkozó adatok elemzése alapján. *XXXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás. május 22-23.*
189. SZABÓ T., RADICS F., BARTH T., HORVÁTH L. (2007): In vivo activity of native GnRHs and their analogues on ovulation in the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Aquaculture Research* 38. 140-146.
190. SZABÓ T. (2000): Az indukált halszaporítás módszerei. In: Horváth, L. (Szerk): Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 206-211.
191. SULISTYO, I., FONTAINE, P., RINCHARD, J., GARDEUR, J. N., MIGAUD, H., CAPDEVILLE, B. AND KESTEMONT P. (2000): Reproductive cycle and plasma levels of steroids in male Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquat. Living Resour* 13. 99-106.
192. TAN-FERMIN, J. D., PAGADOR, R. R., & CHAVEZ, R. C. (1997): LHRHa and pimozone-induced spawning of Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Gunther) at different

- times during an annual reproductive cycle. *Aquaculture* 148,(4) 323-331.
193. TCHOUDAKOVA,A.,CALLARD,G.V.(1998): Identification of Multiple CYP19 Genes Encoding Different Cytochrome P450 Aromatase Isozymes in Brain and Ovary *Endocrinology* 139,(4) 2179–2189.
194. TCHOUDAKOVA,A., KISHIDA,M., WOOD,E., CALLARD,G.,V. (2001): Promoter characteristics of two *cyp19* genes differentially expressed in the brain and ovary of teleost fish. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 78,(5) 427-439
195. TONHASCA JR., A. (2005): Ecologia e história natural da Mata Atlântica. *Ed. Interciência, Rio de Janeiro.*
196. TOWNSEND, C.R., PIAIA, R., BALDISSEROTTO, B. (1997): Tolerância de alevinos de *Rhamdia quelen* (jundiá) a variações de pH e de dureza da água utilizada no cultivo. *In: XXVI Encontro ANUAL De Ciências Fisiológicas* Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SFRES, 88p. p. 65.
197. TOWNSEND, C. R., SILVA, L. V. F., & BALDISSEROTTO, B. (2003): Growth and survival of *Rhamdia quelen* (*Siluriformes, Pimelodidae*) larvae exposed to different levels of water hardness. *Aquaculture*, 215. 103-108.
198. TOWNSEND, C. R. & BALDISSEROTTO, B. (2001): Survival of silver catfish fingerlings exposed to acute changes of water pH and hardness. *Aquaculture International* 9,(5) 413-419.
199. TRANT, J. M., THOMAS, P., SHACKLETON, C. H. L. (1986): Identification of 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ ,21-trihydroxy-4-pregnen-3-one as the major ovarian steroid produced by the teleost *Micropogonias undulatus* during final oocyte maturation. *Steroids* 47. 89–99.
200. TRANT, J. M., THOMAS, P. (1989): Identification of a novel maturation-inducing steroid produced in vitro by ovaries of Atlantic croaker. *General and Comparative Endocrinology* 75. 397–400.
201. TROND,M., ROCHA,K.E., ARUKWE,A. (2009): Previtellogenic oocyte growth and transcriptional changes of steroidogenic enzyme genes in immature female Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) after exposure to the androgens 11-ketotestosterone and testosterone *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 152,(3)304-313.
202. TRUDEAU, V.L., PETER, R.E. (1995): Functional interactions between neuroendocrine systems regulating GtH-II release. *In: Goetz, F.W., Thomas, P. Eds., Reproductive Physiology of Fish, 1995. Fish Symposium* 95, Austin, Texas, pp. 44–48.
203. TRUDEAU, V.L., SLOLEY, B.D., WONG, A.O., PETER, R.E. (1993): Interactions of gonadalsteroids with brain dopamine and gonadotropin-releasing hormone in the control of

- gonadotropin-II secretion in the goldfish. *General and Comparative Endocrinology* 89. 39–50.
204. TVEITEN, H., SCOTT, A.P., JOHNSEN, H.K. (2000): Plasma sulfated C21-steroids increase during the periovulatory period in female common wolffish and are influenced by temperature during vitellogenesis. *General and Comparative Endocrinology* 117. 464-473.
205. YARON,Z. (1995): Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture* 129, (1–4), 49-73.
206. YARON Z., BOGOMOLNAYA A., DRORI S., BITON I., AIZEN J., KULIKOVSKY Z. & LEVAVI-SIVAN B. (2009): Spawning induction in the carp: past experience and future prospects – a review. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh* 61. 5–26.
207. YU, K.L., PETER, R.E. (1990): Dopaminergic regulation of brain gonadotropinreleasing hormone in male goldfish during spawning behaviour. *Neuronendocrinology* 5. 276-283.
208. YU, K.L., PETER, R.E. (1992): Adrenergic and dopaminergic regulation of gonadotropin-releasing hormone release from goldfish preoptic-anterior hypothalamus and pituitary *in vitro*. *General and Coparative Endocrinology* 85. 138-146.
209. VAL-SELLA, M.V., SESSO, A. (1980a): Morphometric evaluation of the number of gonadotropic cells of the teleost *Rhamdia hilarii* in the maturation, mature and spent stages of the gonadal cycle. *Acta Zoologica* 61,(3) 133-139.
210. VAL-SELLA, M.V., SESSO, A. (1980b): Thin-section and freeze-fracture studies of the hypophyseal proximal pars-distalis in a teleost (*Rhamdia hilarii* Val) during different stages of the reproductive cycle. *Cell and Tissue Research* 208, (3) 433-444.
211. VAN DER BOON,J., GUIDO,E.E., VAN DEN THILLART, J.M., ADDINK, D.F.(1991): The effects of cortisol administration on intermediary metabolism in teleost fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 100,(1)47-53.
212. VAN DER KRAAK G., DONALDSON E.M. & CHANG J.P. (1986): Dopamine involvement in the regulation of gonadotropin secretion in coho salmon. *Canadian Journal of Zoology* 64. 1245–1248.
213. VAZZOLER, A.E.A.M. (1996): Biologia da reprodução de peixes teleósteos:teoria e prática. *Nupelia* Maringá-PR, 169.
214. WALLACE, R.A. (1985): Vitellogenesis and oocyte growth in nonmammalian vertebrates. *In: Developmental Biology* (Browder, L.W., ed.) 1.127-177.
215. WENDELAAR BONGA, S.E. (1997): The stress response in fish. *Physiological reviews* 77. 591-625.
216. WINEMILLER, K.O. (1989): Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81. 225-241.

217. VIJAYAN, M.M., BALLANTYNE, J.S., LEATHERLAND, J.F. (1991): Cortisol-induced changes in some aspects of the intermediary metabolism of *Salvelinus fontinalis*. *General and Comparative Endocrinology* 82,(3) 476-486.
218. VIJAYAN, M.M., REDDY, P.K., LEATHERLAND, J.F., MOON, T.W. (1994): The Effects of Cortisol on Hepatocyte Metabolism in Rainbow Trout: A Study Using the Steroid Analogue RU486. *General and Comparative Endocrinology* 96, (1) 75-84.
219. VIVES, B.B., VIERA, L.M., JESÚS RAMOS, BAYARRI, M.J., VÁZQUEZ, E.M. (2011): Exposure of larvae to daily thermocycles affects gonad development, sex ratio, and sexual steroids in *Solea senegalensis*, kaup. *Journal of Experimental Zoology* 315A, (3) 162-169.
220. ZAIONS, M.I., BALDISSEROTTO, B. (2000): Ca<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> body levels and survival of fingerlings of *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae) exposed to acute changes of water pH. *Ciência Rural* 30,(6) 1041-1045.
221. ZAAR, J.H. (1996): Biostatistical Analysis. New Jersey: Prentice Hall. 800p.
222. ZOHAR, Y. (1995): Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture* 129, (1-2), 49-73.
223. ZOHAR, Y., MYLONAS, C. (2001): Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture* 197. 99–136
224. ZOHAR, Y., MUÑOZ-CUETO, J.A., ELIZUR, A., KAH, O. (2010): Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology* 165. 438-455.

## INTERNETES HIVATKOZÁSOK

1. INTERNET 1.: [https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species\\_id=872](https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species_id=872)

Letöltés időpontja: 2018.03.27.

INTERNET 2.: <https://www.youtube.com/watch?v=AWsC8nWUISc>, Vida de Peixe –

Lambari, letöltés időpontja: 2018.04.20.

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok mindazoknak, akik segítettek a munkámat és felkaroltak abban, hogy megfelelő formába öntsem és a hivatali eljárások útvesztőjében kalauzoltak a hosszú idő alatt, míg ez a dolgozat elkészült,

Így köszönöm **Dr. Urbányi Bélának** szakmai vezetőmnek a kitartó segítségét, hogy sok akadály ellenére is elkészülhessen ez a dolgozat.

**Dr. Bokor Zoltánnak**, szintén szakmai vezetőmnek köszönöm az évekig tartó türelmét és segítőkészségét a munkám bármely területével kapcsolatban. Köszönöm mindkettőjüknek a bizalmát és biztatását, ami nélkül ez a dolgozat nem készült volna el.

Köszönettel tartozom **Dr. Bercsényi Miklósnak** és **Dr. Szabó Tamásnak**, akik mind a kísérletek kidolgozásában, mind a publikációk elkészítésében odaadóan és önzetlenül segítettek.

Hálásan köszönöm **Dr. Orbán Lászlónak** hasznos tanácsait, mellyel hozzájárult a fokozatszerzési folyamat során a felkészülésemhez.

Mivel a dolgozattal kapcsolatos terepmunkák és a kísérletek Brazília különböző helyszínén készültek, köszönettel tartozom az ottani munkatársaknak, **Dr. Leonardo Barcellosnak** az UPF kutatási rektorhelyettesének, akivel a kísérletek jelentős részét együtt végeztük,

**Rosemari Mezzalira Quevedo**-nak a CEPAGRO halászati részleg vezetőjének a kísérletekben évekig végzett gondos, lelkiismeretes munkájáért.

Ugyanígy köszönöm a segítőkész munkáját minden munkatársamnak, így **Dr. Guillermo Wassermannak**, **Dr. Alexander Scottnak**, **Dr. Viviane Woehlnek**, **Dr. Marta Helena Kriegernek** és **Francisco Lulhiernek**.