

Szent István Egyetem
Mezőgazdasági- és Környezettudományi Kar,
Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet
Halgazdálkodási Tanszék

PONTY- ÉS BUSAHIPOFÍZIS HATÉKONYSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A PONTY
(*CYPRINUS CARPIO*) ÉS A CSUKA (*ESOX LUCIUS*) KELTETŐHÁZI SZAPORÍTÁSA SORÁN

Készítette: Ditrói Balázs
Mezőgazdasági mérnök hallgató
III. évfolyam

Konzulens:
Dr. Szabó Tamás, C.Sc., egyetemi docens

Társkonzulensek:
Dr. Bokor Zoltán, Ph.D., tudományos segédmunkatárs
Dr. Urbányi Béla, Ph.D., egyetemi docens, tanszékvezető

Gödöllő
2012.

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés és célkitűzés	4
2.Irodalmi áttekintés.....	6
2.1.Halak szaporodása	6
2.1.1. Szaporodás fogalmának értelmezése	6
2.1.2. Általános jellemzők	7
2.1.3. A halak szaporodásának környezeti szabályozása	10
2.1.4. A halak szaporodásának hormonális szabályozása	14
2.2. Halak szaporítása	15
2.2.1. Szaporítási módszerek	15
2.2.1.1. Nagytavas ívatás	15
2.2.1.2. Kistavas ívatás	15
2.2.1.3. Keltetőházi szaporítás.....	16
2.2.2. Ovuláció indukálása hormonkezeléssel	17
2.2.2.1. GnRH kezelés.....	17
2.2.2.2. Egyéb hormonkezelések.....	18
2.2.2.3. Hipofízálás.....	19
2.2.3. Halak hipofízisének bemutatása (hormonális szabályozás)	20
2.2.4. Hipofízis gyűjtése, tartósítása, tárolása	20
2.2.5. Hipofízálás folyamata.....	21
3. Anyag és módszer	25
3.1. A Dinnyési Szaporító és Ivadéknevelő Tógazdaság bemutatása	25
3.1.1. A tavak műszaki paraméterei	25
3.1.2. A gazdasághoz fűződő halászatfejlesztési programok	25
3.1.3. A gazdaságban tenyésztett halfajok.....	26
3.2. Az elvégzett vizsgálatok bemutatása	26
3.2.1. A csukával kapcsolatos kísérletek bemutatása.....	26
3.2.1.1. Anyahalak beérlelése.....	27
3.2.1.2. A hímivarú halak hormonkezelése	28
3.2.1.3. Az ikrások hormonkezelése.....	28
3.2.1.4. Az ikrások fejése, az ikra termékenyítése és inkubálása.....	29

3.2.2. A ponttyal kapcsolatos vizsgálatok bemutatása	29
3.2.3. Szaporítási mutatók és számításuk	30
3.2.4. Statisztikai értékelés.....	30
4. Eredmények	31
4.1. A ponty- és a busahipofízis hatékonyságának vizsgálata a csukaszaporítás során	31
4.1.1. Az ikrások beérése	31
4.1.2. A lefejt ikra testtömeghez viszonyított mennyisége (PGSI)	33
4.1.3. A lefejt ikra termékenyülése	36
4.2. A ponty- és a busahipofízis hatékonyságának vizsgálata a pontyszaporítás során	38
5. Értékelés és következtetések.....	39
6. Összefoglalás.....	43
7. Köszönetnyilvánítás	44
8. Irodalomjegyzék	45
9. Nyilatkozat	47

1.Bevezetés és célkitűzés

A föld népességének a XX-XXI. században bekövetkező nagyfokú növekedése világszerte előtérbe helyezte a halhús-termelés volumenének és intenzitásának erőteljes fokozódását. Mivel a természetes vizek halállományának csökkenése legjelentősebben az édesvizeket sújtotta - ez hazánkban is tapasztalható -, nem csoda, hogy az itt folytatott szaporítói munkák tudtak fejlődni a leginkább dinamikus módon. A halgazdálkodás extenzív formájú növekedését az is elősegítette, hogy olyan területek is alkalmasak halastavak létesítésére, amelyek a többi mezőgazdasági üzemágban nem, vagy csak nagyon rosszul hasznosíthatóak. Az elmúlt néhány évtized tudományos kutatási eredményei elősegítették az édesvízi halgazdálkodás előrehajtását, fejlődését. Hazánkban a fejlesztő/kutató munka elsősorban a országunk legfontosabb tógazdasági haszonállatára, a pontyra (*Cyprinus carpio*) irányult. A munka eredményességét a kidolgozott technológiák világszintű elismerése és átvétele is igazolja. A hazai kutatás a tógazdaságokban jelenlévő többi, gazdasági jelentőséggel rendelkező halfajt sem hagyta figyelmen kívül. Jelentős eredmények jöttek létre őshonos halfajaink tenyésztésbe vonása (például: csuka (*Esox lucius*), compó (*Tinca tinca*), szürke harcsa (*Silurus glanis*), illetve az idegen halfajok (dél-kelet ázsiai növényevő fajok, például: amur (*Ctenopharyngodon idella*)) honosítása folyamán (HORVÁTH et al. 1982).

Az elmúlt időkben a tógazdasági haltermelés a halhús iránti igényeknek megfelelően egyre inkább intenzifikálódott. A természetes vizek hallal való telepítése is egyre nagyobb jelentőséget kapott napjainkra. Mindezeknek köszönhetően többszörösére növekedett a halasításhoz kellő előnevelt ivadék iránti kereslet. A szükséges mennyiség produkálásának alapvető feltétele a korszerű előnevelési technológiák mellett a halszaporítás keltetőházi módszerének elterjedése volt. Ennek során a szaporítás lépéseit - anyahalak előkészítése, ivartermékek kinyerése/lefejtése, mesterséges termékenyítés, ikraérlelés, lárvatartás - a tenyésztő felügyelete mellett, védett környezetben végzik. Az így elérhető magasabb termékenyülési- és megmaradási-% sokkal nagyobb hatékonyságot biztosít a természetszerű szaporításhoz viszonyítva.

Az ikra mesterséges termékenyítésének és az ezt követő műveleteknek feltétele a száraz állapotú ivartermék anyahalakból való kinyerése. Keltetőházi környezetben, medencés tartás esetén nem az összes halfaj ovulál spontán módon (például: növényevő halak, szürke harcsa) illetve ha mégis, ez nem egy pontosan meghatározható időpontban történik meg. Emiatt az ovuláció kiváltása, állomány szintű összehangolása és programozása hormonális beavatkozás útján történik. Az ovuláció kiváltására többféle hormon és készítmény sikerrel alkalmazható (SZABÓ 2000c).

Dolgozatomban az indukált halszaporításban egyik legeredményesebben és legrégebben használt módszert, a hipofízálást mutatom be részletesen. A hipofízis beszerzése a rendszerváltás óta egyre nagyobb nehézségekkel jár. A kelet-európai politikai és gazdasági átalakulás a központi halfeldolgozást is érintette. A nagy halfeldolgozó üzemek tönkrementek vagy feldarabolódtak, ami az európai hipofízis szolgáltató ipar megszűnését is jelentette. A mirigyek beszerzésének nehézségei a hipofízálást tovább drágítják. A fentiekkel magyarázható, hogy az igények kielégítése érdekében a busa fajokból származó hipofízis is megjelent a piacon, ami egyelőre olcsóbb, mint a pontyhipofízis. A busahipofízis szaporítási mutatókra gyakorolt hatását nagyüzemi környezetben kísérletesen még nem vizsgálták. Keltetőházban végzett szaporítási kísérleteimben a pontyhipofízis és a busahipofízis hatékonyságát hasonlítottam össze a ponty és a csuka indukált szaporítása során.

2.Irodalmi áttekintés

2.1.Halak szaporodása

2.1.1. Szaporodás fogalmának értelmezése

A szaporodás az élőlények, ezen belül a halak egyik legsajátosabb életjelensége, melynek végeredményeképp olyan utódok jönnek létre, melyek az összes lényeges tulajdonságban a szülőkre hasonlítanak. A halaknál a szaporodás rendkívül nagymennyiségű ivartermék-termelés mellett valósul meg. Erre a bőséges ivartermék mennyiségre azért van szükség, mert a korai egyedfejlődés különféle fizikai, kémiai és biológiai tényezőkre visszavezethetően nagy veszteségekkel járhat együtt. A többnyire szülői oltalom nélküli ikra, majd hallárva berakódhat iszappal, ragadozók zsákmányául eshet, toxikus kémiai hatások érhetik. Ezeket a veszteségeket a halfajok óriási szaporaságukkal egyenlítik ki (SZABÓ 2000a).

A halakra az ivaros szaporodási forma jellemző, amelynek lényege, hogy az ivadékok eltérő nemű szülők ivarsejtjeinek egyesülésével keletkeznek.

A szaporodás kérdéskörébe mindazok az életfolyamatok bele tartoznak, amelyek az utódok kialakulásához elengedhetetlenek. A szülők ivarszervei termelik azokat az ivarsejteket (gamétákat), amelyekből egyesülésük után az utódgeneráció egyedei kifejlődnek.

A szorosan vett szaporodási szervek (gonádok, belső elválasztású mirigyrendszer egy sajátos része) tevékenységén kívül az eredményes ivarsejtképzéshez egyértelműen az egész szervezet zavartalan működése is szükséges (például: jól működő anyagcsere rendszer). A reprodukciós rendszer effektív működéséhez kedvező környezeti feltételek is szükségesek. Ha bármelyik külső vagy belső tényező nem optimális, kedvezőtlen, úgy legelőször a szaporodási funkciókat függeszti fel a szervezet. Ez az adaptáció az egyed túlélése szempontjából igen effektív, mivel a kedvezőtlen viszonyokat átvészelve a túlélő egyednek idővel esélye lehet a faj génjeinek továbbörökítésére az utódokba. A szervezet (egyed) fennmaradásához nélkülözhetetlen alapvető élettevékenység (például: légzés, kiválasztás, érzékszervek, stb.) még sok ideig működnek, amikor az ivari folyamatok már régóta szünetelnek (SZABÓ 2000b).

A szaporodási folyamatot kétféle módon, szűkebb és tágabb értelemben tárgyalhatjuk. Szűkebb értelemben reprodukción csak az ivarsejtek végső beérését és a megtermékenyült utódsejt (ikra) korai fejlődését értjük; az önálló, pozitív energiaegyensúlyt biztosító életmód bekövetkeztéig (például: a halaknál a külső táplálékfelvétel megindulásáig). A halak többségénél azonban, amikor az ivadék a szikanyagból származó tápanyag felhasználásáról áttér a külső táplálkozásra, még

számos szerve nem fejtődött ki tökéletesen. Ez megmutatkozik abban a különbségben is, ami a korai és a végleges, fajra jellemző táplálkozásban előfordulhat (például: a fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) eleinte zooplanktonot fogyaszt, míg később áttér a fitoplanktonra). Ezért és ezen kívül számos más szervezeti különbség miatt indokolt, hogy a halak esetén a végleges táplálkozási formájuk és a kifejlett egyedekre jellemző szervek kifejlődéséig lárvakorról beszéljünk (HORVÁTH et al. 1978).

Köztudott, hogy a halak változó testhőmérsékletű (polikilotherm) állatok, ezért életműködésük sebességét többek között a szaporodási szervek funkcionalitását is elsődlegesen a környezet hőmérséklete befolyásolja. A nagy tömegű ivartermék (pete, ondósejt) összehangolt fejlődését természetesen nemcsak a hőmérséklet, hanem rengeteg egyéb környezeti feltétel, például a vízben oldott oxigén mennyisége, a táplálóanyag-ellátás, stb. is erőteljesen befolyásolja.

Az eredményes szaporításhoz ezek szerint komplikált belső (élettani) és külső (környezeti) feltétel együttes megléte szükséges. A szaporodás hatékonyságában (a megszülető utódok számában) a feltételek optimális voltától igen jelentős egyedi és faji különbségek is előfordulhatnak. Ezért fordulnak elő a haltenyésztés gyakorlatában olyan nagyságrendi különbségekkel a termékenységet és az ivari érést stb. illetően, amelyet nem ismerünk a melegvérűeknél.

Mindezek alapján a halak szaporodási folyamatának körülhatárolásában indokolt a reprodukciós folyamat tágabb értelmezése. Ez magába foglalja a reprodukív szervek számos alkalommal számunkra rejtett működését, a szülők zavartalan ivartermék építését és a „táplálkozó” lárvá életszakaszt is.

2.1.2. Általános jellemzők

A halak változó testhőmérsékletű állatok, tehát a környezetük hőmérséklete döntő hatással van szaporodásukra, növekedésükre és fejlődésükre. Az ivari kétalakúság a legtöbb halfaj esetében nem szembetűnő, többnyire csak a testméretből és hasüregük méretéből lehet következtetni nemi identitásukra. A legtöbb hal külső megtermékenyítéssel szaporodik, tehát az anyaállat szervezetén kívül történik a megtermékenyítés. A halak ikrái lerakásuk után a vízben fejlődnek tovább, illetve a kikelő ivadék is a vízben folytatja korai életszakaszait is. Az ikra- és lárvafejlődés különösen kritikus időszaknak számítanak az egyedek túlélésének szempontjából, melyek még igen védtelenek a külső környezet negatív hatásaival szemben. A vízhőmérséklet csökkenése lelassíthatja, illetve gátolhatja is az ivadékok fejlődését. Viszont a túlságosan magas hőmérséklet oxigénhiányt

eredményezhet, ami fulladáshoz vezet. Egy esetleges hirtelen apadás esetén az ikrák és a még helyváltoztatásra képtelen lárvák szárazra kerülhetnek. Megfelelő vízáramlás nélkül a petékre szennyeződés rakódhat, ami szintén oxigénhiányt okoz. A túl erős áramlat pedig elsodorhatja a megfelelő helyre lerakott ikrát, ezen felül az ivadékokat a partra vetheti (SZABÓ 2000a).

Az életben maradás esélyét az imént felsoroltakon kívül még sok egyéb tényező is ronthatja. A fejlődő ikrát baktériumok és vízi penészgombák fertőzhetik, a kikelő lárvákat pedig ragadozó rovarlárvák pusztíthatják. Az eltérő ikra- és ivadékrabló halak, ezen felül egyes vízimadarak szintén fenyegetik az utódok életben maradását. Ezeken felül egyes esetekben az ivadékoknak a táplálékhiánnyal is meg kell küzdeniük, következésképpen vagy éhen pusztulnak, vagy kórosan alulfejlődnek, ami következtében nem lesznek képesek felhalmozni elég tartalékot, így a hideg téli időszakot nem tudják átvészelni.

A korai életszakaszokban elszenvedett veszteségeket a halak többféle módon kompenzálják. Mindig az év egy meghatározott időszakában van az ívásuk, melyet ívási időszaknak nevezünk. Az ívási időszak környezeti feltételei optimálisak az utódok életben maradásának szempontjából. Ívási időszakban a peték lerakása nem véletlenszerűen történik, hanem az adott halfaj jellemző vízi környezetéhez kötődik. Ezt a meghatározott környezetet ívóhelynek hívjuk. Az ívóhely tulajdonságai kedvező feltételeket biztosítanak az adott halfaj ivadékainak a túléléséhez. Számos halfaj ezért ívás előtt hosszú vándorutat is képes megtenni ívóhelyéig. Egyes halfajok aktívan közreműködnek ívóhelyük optimális környezetének megteremtésében. Például: A sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*) az ívóhelyre való megérkezése után farkával tisztára kotorja az aljzatot. A szürke harcsa és a fogassüllő (*Sander lucioperca*) szintén megtisztítja ívóhelyét, illetve az így kialakított fészket ívás után még egy ideig védik, úszóik legyező mozgásával pedig friss, oxigéndúsabb vízzel látják el és tartják tisztán ikráikat (SZABÓ 2000b).

A korai egyedfejlődési szakaszokban bekövetkező veszteségeket a halak a lerakott ikra nagy számával is kompenzálják. A lerakott ikra relatív (testtömeghez viszonyított) mennyiségét hívjuk fekunditásnak. A fekunditás egy szaporodásbiológiai mutató, mely fajra jellemző. Általánosan elmondható, hogy azok a halfajok, melyeknek ivadékgondozásuk fejlettebb, kevesebb ikrát raknak. Más halfajok nem védik ikráikat és a kikelő lárvákat, ezért a faj fennmaradását nagyszámú ikra lerakásával érik el. A környezeti tényezők is befolyásolják a fekunditást. Ha nem optimális a táplálékellátottság, abban az esetben, a halakban kevesebb ikra keletkezik. Ha a halakat kórokozók támadják meg, vagy élősködők gyengítik le szervezetüket, akkor az érett ikrák száma csökken. A halak környezetében bekövetkező hirtelen változás, vagy a tartós stressz befolyásolhatja életfolyamataikat úgy, hogy az ikrák egy része felszívódjon, így csökkentve a fekunditást.

Az anyaállat szervezete és az ikra közötti kapcsolat ívás után megszűnik, ezért a halak, az emlősökkel ellentétben, a fejlődő embriót és a kikelő ivadékot nem tudják táplálni. A pete és a lárva fejlődéséhez nélkülözhetetlen tartalék tápanyag és energia magában az ikrában tárolódik szikanyag formában. Ez a szikanyagot a nőivarú halak halmozzák fel és tárolják az ikrában az ívás előtti úgynevezett felkészülési időszak folyamán. A felkészülési időszak huzamosabb ideig, akár hónapokig is eltarthat. A nőivarú halak májában fehérje- és lipidszerű anyagok képződnek, melyek a vérkeringés segítségével jutnak el a petefészekig. A petefészekben a fejlődő petesejtek ezeket a molekulákat, mint előanyagokat felveszik, majd szikanyaggá átalakítva raktározzák el őket. A felkészülési időszak végén a petesejtek már átmérőjük többszörösét is eléri, ezen felül a petefészkek tömege elérheti a testtömeg akár 10-20%-át, esetenként többet is (SZABÓ 2000a).

Az ívási időszak közeledtével azok a halak, melyek felkészültek a szaporodásra megkezdik vándorlásukat az ívóhelyre. Az ivarsejteket a halak nászjátékuk folyamán rakják le, ezt nevezzük ívásnak.

Egyes fajok ívásuk során a nyílt vízbe bocsájtják ki ivartermékeiket, melyek szabadon lebegve, sodródva fejlődnek, ilyen hal például az amur. Más fajok a medret alkotó kavicságy felett szórják el ikrájukat, melyek a kavicsok közé süllyedve és azok takarásában fejlődnek, erre példa a márna (*Barbus barbus*). Sok halfaj ikrájának felszíne ragadós. Az ikrák lerakásuk után hozzáragadnak kövekhez, kavicsokhoz, ilyen a szilvaorrú keszeg (*Vimba vimba*), vagy vízinövényekhez, ami a pontyra és a compóra (*Tinca tinca*) jellemző. A nyílt aljzatra ívó halak, melyek nem őrzik lerakott ikráikat, csapatosan ívnak, ezt a taktikát alkalmazzák a keszegfélék, a fészekőrző halfajok násza pedig többnyire párban történik.

A nőivarú halak ikráikban sok szikanyagot halmoznak fel, ami biztosítja az energiát és a tápanyagot a fejlődő ivadéknak. Többnyire a halak ikrája gömbölyű, de létezik ettől eltérő, más alakú ikra is. A halpeték azaz ikrák mérete - fajtól, környezeti hatásoktól, életkortól függően - széles határok között változik 0,3-20mm-es tartományban, de átlagosan 1-3 mm kötött alakul. Kimutatható az összefüggés az ikra mérete és a halfaj ívóhelyének hőmérséklete között. Többnyire érvényes, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű vizekben ívó halak ikramérete nagyobb. Az ikra méretével nő a benne felhalmozható tartaléktápanyagok mennyisége, amely a hideg vízben kikelő lárvának nagyobb esélyt ad az életben maradáshoz. A halfajra jellemző ikraméret a fekunditással is kapcsolatban van. Ugyanis a lerakott ikrák mennyisége és mérete között fordított arányosság tapasztalható (SZABÓ 2000a).

A halak ikráit fajsúlyuk alapján két nagy csoportra oszthatjuk. Elsősorban a tengeri fajokra, de hazánkban az édesvízi busákra is jellemző a víznél fajsúlyánál kisebb súlyú, úgynevezett lebegő

ikratípus. A lerakott ikrák a felső vízrétegben lebegve fejlődnek és általában kisméretűek. A másik ikratípusba tartozó, ilyenek a pontyfélék, ikrái nagyobb fajsúllyal rendelkeznek, mint a vize. Víz alatti felületekhez tapadnak vagy lesüllyednek a fenékre és ott fejlődnek.

A halak hímivarsejtjei jóval kisebbek, felépítésük sokkal egyszerűbb, mint az ikráké. Csak két feladatuk van:

1. A hímivarsejt feji része raktározza a hímivarú egyed genetikai információit
2. Amit a viszonylag hosszú farki rész ostorozó mozgással juttat el a célba, azaz a női ivarsejtbe.

A két ivarsejt egyesülése a megtermékenyítés.

2.1.3. A halak szaporodásának környezeti szabályozása

A szaporodási folyamat környezeti szabályozását a ponty faj példáján ismertetem. A ponty egyaránt populáris a mérsékelt égövi és a szubtrópusi-trópusi akvakultúrában is. A mérsékelt övi és a szubtrópusi-trópusi pontyok szaporodása annyiban eltérő, hogy míg a mérsékelt égövön a szaporodást elsődlegesen a mindenkori hőmérséklet befolyásolja és egy évben csupán egyszer, a tavaszi felmelegedés idején történik meg, addig a trópusokon a víz ionkoncentrációjának hirtelen megváltozása (áradás, esőzés miatti hígulás) a fő szabályozó tényező, és az ívás évente több alkalommal is előfordul (HORVÁTH et al. 1978).

Az ovulációra érett petesejtekkel rendelkező halaknál az ovuláció spontán módon nem következik be, csak az úgynevezett ívási környezetben. Az ívási környezet különbözik a halak egész éves tartózkodásának környezetétől és a tavaszi áradások, esőzések alkalmával keletkezik. Jellemzője, hogy az aljzat füves, ami fontos az ikra megtapadásához. Az ívási környezet hatására elindulnak azok a hormonális változások, amelyek azt eredményezik, hogy az érett petesejtek leválnak (ovuláció) és a hímivarsejtek kiszabadulnak a hereampullák falából (spermáció), illetve mindezek után maga az ívás.

Az ívás azzal indul, hogy a megfelelő évszak (mérsékelt égövön ez a tavasz) eljövetelével az ivarérett halak az ívóhelyhez közeli mély vizekben gyűlnek össze, majd az ívási környezet kialakulásakor (áradás) a halak tömegesen kiúsznak a sekély ívóhelyekre és megkezdődik az ívás. Az ívási hőmérséklet fontos meghatározó tényezője a folyamatoknak, ideális tartománya 18-22 C°, de kontinentális területeken már 14 C°-on is jegyezték fel ívást. Az ívási aktivitás 26 C°-on csökkenni kezd, 28 C°-nál abbamarad. A természetes vizek pontyállományának szaporodása a tavasz ideje alatt rövid időszakon belül többször is ismétlődhet, ha az ívási környezet ismételten

kialakul. A trópusokon a ponty nem szezonálisan szaporodik, hanem az érett gaméták minden olyan esetben aktiválódnak, amikor a környezet optimálisan alakul.

A pontyok szaporodásának részleteit, a szabályozás és az egyes környezeti tényezők szerepét, fontosságát, az imént említett munkák nem taglalják. Részletesebb elemzésre azon okból van szükség, mert az effektív szaporítási módszerekben fontos tudnunk, hogy melyik tényezők milyen mértékben befolyásolják a munka eredményességét, melyikre kell különös odafigyelést fordítanunk és mi a szerepe a hormonindukcióban az exogén tényezőknek a sikeres és eredményes ovuláció (szaporítás) szempontjából (BERCSÉNYI et al. 1997).

A gamétafejlődéshez szükséges és elégséges környezeti tényezőket az ivaréő, illetve a már egyszer ívott pontyállományok az álló és folyóvizekben egyaránt megtalálják (a ponty jellemzően a folyók dévér szinttájának, a lassan folyó, tavi arculatú alsó folyószakaszoknak a halfaja). A tavakban a ponty a litorális zónában és a bentoszbán táplálkozik. A gaméták fejlődésének ütemét a mérsékelt égövön elsősorban a hőmérséklet szabja meg. E mellett az eutróf, sekély, nagy biodinamikájú alföldi tavakban az oxigén is előfordulhat korlátozó tényezőként. A tápanyag ellátottság nem elsődlegesen az ikrák fejlődésnek gyorsaságát, hanem a fejlődésnek indult, illetve az ovulációra kész stádiumot elért peték számát befolyásolja.

A teljes folyamatot elemezve a következő egységes teória fejthető ki: A szaporodás folyamatában két részfolyamatot élesen kell elkülönítenünk: 1.) A petefejlődés, más néven ovogenezis, amelyre hosszantartó lassú bioszintézisek, a tartalék tápanyag fokozatos felhalmozásával jellemezhető. 2.) A peteleválás, vagy ovuláció, amely az ovogenezis utolsó fázisában következik be, és időintervallumát tekintve az előző folyamathoz képest igen rövid.

A zavartalan ovogenezishez szükséges környezetben a pontyokra olyan környezeti tényezők hatnak széles határok között, amelyek biztosítják megszakítás nélküli, ámbár igen lassú sejtfejlődést (hőmérséklet, oxigénkoncentráció, teljes értékű tápanyagok stb.). Ilyen esetben a halak mély tavakban és folyókban élnek. Ez a környezet azonban nem megfelelő a szaporodás végeredményeként megszülető apró és védtelen pontyivadék életben maradásához. A filogenezis ezek szerint „gondoskodott” arról, hogy az utódok túlélésére nem alkalmas környezetben ne következessen be a szaporodás (az ilyen környezetben szaporodó halak ugyanis kisselektálódnak, így káros génkészletük eltűnt a populációból). A sikerrel szaporodó egyedek ovocitáinak tehát inaktív stádiumban kell átvészelnie az utódok számára nem megfelelő környezetet. A halaknál a már érett petesejtek a szaporodásra nem alkalmas környezetben kényszernyugalmi stádiumba kerülnek a hormonálisan egyensúlyban lévő szervezetben. Ha ez az állapot túlzottan sok ideig tart (több hónapig) az ovulációra kész petesejtek atretizálódni kezdenek és tápanyaguk jelentős része átkerül a

gyors, fejlődésnek indult következő sejtnevezékbe, gazdaságosan újrahasznosítva a már egyszer megtermelt tartalék tápanyagot. Ez a sejtállomány a következő ívási időszak potenciális utódnemzedék lehet. A tömeges atrézia előzménye a növekvő nyári hőmérséklet és az ezzel negatív korrelációban lévő csökkenő vízben oldott oxigén telítettség.

Az ovogenezis folyamatában a fejlődésnek induló és beérő petesejtek mennyiségét tehát három alapvető környezeti tényező (hőmérséklet, vízben oldott oxigén és az tápanyag) és azok egymáshoz való viszonya, illetve néhány egyéb nem elsődleges limitáló hatású, eseti tényező (kórokozók, toxikus tényezők, extrém vízkémiai hatások, például: zavarosság stb.) szabhatja meg. A folyamat utolsó szakasza a petesejtek mobilizációja, az ovuláció, amely a reprodukciós folyamat egy automatikus szakaszának a bevezetője és közvetlenül az utódnemzedék kialakulásához vezet.

Ahogy az előzőekben leírtam, amíg a halaknál az érett petesejteket a kedvezőtlen környezet a neuroendokrin rendszer által immobilizálni képes, addig az ovuláció megindulása után az ovulált sejt gyors egymásutánban megy át több automatikusan egymásra épülő szakaszon (hidratáció, termékenyülés, embrióogenezis, lárvagenezis), és ez a folyamatos lépéssorozat már nem függeszthető fel, nem szakítható meg. Ha akármelyik lépésben zavar keletkezik, a potenciális utód elpusztul. Ezért a filogenezisnek muszáj volt gondoskodnia arról, hogy eme folyamat kizárólag olyan környezetben kapcsoljon be, ahol a fiatal utódok számára a környezet a legkedvezőbb. Itt nem kizárólag a faji sajátosságok jutnak érvényességre, hanem a méretbeliek is. A néhány milliméter nagyságú hallárva túléléséhez sajátos környezet biztosíthat csupán némi lehetőséget (BERCSÉNYI et al. 1997).

Ezt az esélyt adja meg az ívási környezet, amely tulajdonképpen nem az ivarérett halaknak jelent előnyös vagy megfelelő környezetet, hanem a potenciális ivadékok számára. Az ívási környezet - összehasonlítva az ovogenezishez kellő környezettel - annyiban különböző attól, hogy az úgynevezett ökológiai hatótényezők határértékei szűkebbek. Példának okáért, az előbb említett hőmérsékleti intervallum is szűkebb határok között mozog (17-25 °C, szélsőséges esetben 14-27 °C, összehasonlítva a bővebben értelmezett anyagcsere folyamatok jóval szélesebb, 4-32 °C-os tűrési határaival). Hasonló módon alakul a helyzet az oxigénkoncentráció esetében is.

Az ívási környezetet (alapvető tényezők: ívási hőmérséklet, optimális oxigén, stresszhatás hiánya, sajátos fényviszonyok; kiváltó tényezők: víz hígulása és áradása, légnyomás változás, ellenkező nem jelenléte, ívási aljzat) összehasonlítva az ivarsejtek kialakulását befolyásoló fontosabb környezeti hatásokkal (alapvető tényezők: hőmérséklet, oldott oxigén, tápanyag; eseti tényezők: fényviszonyok, kórokozók, szerves anyagok, anyagcseretermékek), észrevehető, hogy az anyahalak szempontjából az ívási környezetben a tápanyagellátásnak nincs jelentősége. Ez érthető,

mivel az igen rövid ovulációs periódus alatt a szexuális izgalomban lévő halak nem, vagy alig táplálkoznak. A fény jelentősége is másodlagos, a bioritmus bekapcsolásában van szerepe, ma még nem egészen tisztázott módon, miután az ívás mindig a kora hajnali órákban megy végbe. Bármilyen (biogén vagy abiogén eredetű) zavaró tényező hatására az ívás abbamarad és az ovulált ikra a petefészekben túlér néhány óra alatt. A folyamatot fizikai változások (hirtelen lehűlés, erős szél, stb.) is negatívan befolyásolják. Az eltérő környezeti tényezők hatásának jelentőségét megvizsgálva, az ívási környezetben kétféle ökológiai tényezőt választhatunk szét (HORVÁTH et al. 1978).

1. Alaptényezőknek hívjuk azokat a tényezőket, illetve hatásokat, amelyek meghatározzák a fiziológiai folyamatok szintjét, egyáltalán azok beindulását, illetve sebességét. Ezek egyszerűen kerülnek korlátozó helyzetbe, megállítva a teljes ovulációs folyamatot. Az alaptényezők között szerepel a hőmérséklet (kontrolláló tényező), az oxigén szint (limitáló tényező), továbbá a toxikus és stressztényezők (ezeknek teljesen hiányozniuk kell a sikeres szaporodáshoz). Az alaptényezők megfelelő szintje az ovuláció és az sikeres ívás egyik legfontosabb alapfeltétele. Akármelyik tényező kedvezőtlen mértéke (túl meleg, vagy túl hideg víz, alacsony oldott oxigénkoncentráció stb.) megállítja a folyamatot és a szaporodás elmarad. Az imént említett tényezők azonban önmagukban még nem váltják ki azokat a hormonális változásokat, amelyek eredményeként a folliculusok enzimikus hatásokra eliminálódnak (tehát megtörténne az ovuláció).

2. A hipofízis gonadotrop depóinak kiürüléséhez egy további tényezőcsoport is nélkülözhetetlen, amelyet kiváltó tényezőknek nevezünk. A kiváltó tényezők közül valószínűleg a legfontosabbak: az ívási aljzat, az ellenkező nem jelenléte, a víz hígulása, a légnyomásváltozás (hideg vagy meleg front), a vízszint emelkedése (áradás), stb. Ezek együttes megléte hat legkönnyebben a gonadotrop depók tartalmának véráramba ürülésére, azonban egyes tényezők hiányában azonban még nem gátolja meg a teljes szaporodási procedúrát.

Más halakból származó, agyalapi mirigy eredetű gonadotrop hormont injektálva érett ikrás pontyokba keltetőházi környezetben jól érzékelhető, hogy az ökológiai effektív tényezők közül melyek, amelyekre oda kell figyelniük és optimálisan kell tartanunk őket, és melyek azok, amelyekre a következőekben nem kell figyelmet fordítanunk. A fentebb felsorolt elveket alkalmazva akármelyik tenyésztett halfajunk esetén elvégezhetjük az ökológiai tényezők analizálását, majd kizárásos alapon kiszűrhetjük és szétválaszthatjuk az alap-, és a kiváltó tényezőket, effektívebbé és céltudatosabbá téve a keltetőházi munkákat.

2.1.4. A halak szaporodásának hormonális szabályozása

Természetes körülmények között a halak ívását megelőző végső ovocita érést és ovulációt az ívási környezeti tényezők együttes jelenléte indukálja ki. A környezetből az adat a „hipotalamusz - hipofízis - ivarszerv tengelyen” át jut el az ovocitákhoz, meghatározott hormonok közvetítésével. A hipotalamuszban előállítódó gonadotropin-releasing hormon (GnRH), amely egy dekapeptid, részben külső környezeti hatásra szekretálódik. A neurohormon közvetlenül az axonokon át jut el a hipofízisben lévő szekréciós sejtekig, ahol indukálja a gonadotrop hormon (gonadotropin, GtH) felszabadulását. A GtH egy glikoproteid, amely a szisztémás keringési rendszeren keresztül jut el az ivarszervekbe, ahol hatására a 17α -hidroxi, 20β -dihidroprogeszteron - az érést eredményező szteroid (maturation including steroid, MIS)- termelődik és választódik el. Ez a progesztagén közvetlenül hat az ivarsejtekre, amelyek eredményeként zajlik le az ovociták végső érése és az ovuláció. Nyilvánvalóan a szintek között az információáramlás nem egyirányú (feedback mechanizmusok miatt) és az említett hormonokon kívül egyéb biológiailag aktív molekulák (szexuáliszteroidok, dopamin) is részt vesznek a gametogenezis végső szakaszának regulációjában (PETER et al. 1991; SZABÓ 2000b).

2.2. Halak szaporítása

2.2.1. Szaporítási módszerek

2.2.1.1. Nagytavas ívatás

A keltetőházi szaporítási technológia általánossá válása mellett is kivételes esetekben indokolt az anyapontyok tavi ívatása. Ilyen eset többnyire az újonnan létesített és befűvesített tó termelésbe állítása, felújítás után szárazon tartott és fűvel betelepült tavak ismételt üzembeállítása, stb. Azoknál a tavaknál is indokolt lehet az ívatás, ahol ívási időben finom szálú hínárvegetáció alakul ki és ideális ívóhelyként tud funkcionálni (HORVÁTH et al. 1978).

Az ívatási célból kijelölt tóba 1-2 ikrást és kétszer annyi tejes anyapontyot helyezünk el hektáronként. A tó előkészítése folyamán alkalmazhatunk vegyszeres plankton szelekciót, ha az árasztó víz gazdag planktonban, ilyen például ha olyan másik tóból történik az árasztás, melyben sok *Copepoda* (*Cyclops* faj) él.

A tavi ívatás során sokszor nem az ivadék hiánya, hanem inkább a túl sok ivadék okozhat problémákat a nevelés során. Mivel a területegységre jutó túl sok ivadék hamar feléli a tó természetes táplálékkészletét, és az nem tud elég gyorsan megújulni. Ilyen esetben az ivadék kénytelen az egyoldalú, keményítő tartalmú abrak takarmányra hagyatkozni, melyet önmagában gyengén hasznosít, így később hiánybetegségek alakulhatnak ki az állományban. Ennek megelőzésére a túlnépesedő ivadék állományt célszerű nagyvízi halászattal ritkítani.

A másik gyakorta megtörténő végtel az ívatás folyamán az ivadéknevelő tó alulnépesedése. Ha az ívás idejében nem volt kedvező az időjárás, illetve az anyahalak kevés és rosszul termékenyülő ikrát raktak, vagy sok a *Copepoda* és a rovarlárva, esetleg szeméthal túlzottan megritkította az ikrákat és a lárvákat, könnyedén előfordulhat, hogy a tó alulnépesített marad és gyenge lesz az egynyaras ivadéktermés. Ilyen esetben ajánlott alapos mérlegelés után más tavakból hasonló méretű ivadékot ráhelyezni, amikor már néhány grammos testtömeget eléri. Ez az ivadék származhat akár vásárlásból is, ha nincs magunknak azonos korú, fölösleges állományunk.

2.2.1.2. Kistavas ívatás

A halak szaporítása több száz éves múlttal rendelkezik. Igazi mérföldkönek számít a ponty kistavas szaporítása, a Dubics módszer. Az eljárás Dubics Tamás nevéhez kapcsolódik, aki saját megfigyelései és tapasztalatai alapján mesterséges tavakban olyan körülményeket létesített, melyek

az ivási időszakban a ponty ívóhelyére jellemzőek. A kisméretű, sekély tavakat melyek medrét fű fedte, májusi időszakban vízzel engedte fel. Amikor a víz hőmérséklet elérte vagy meghaladta a 20 C°-ot, a kisméretű tavakba felkészült állapotban lévő anyahalakat helyezett ki. Az ivadékok ivatás után pár héttel halászta le. Az ivatás ezek szerint többé-kevésbé védett környezetben, tenyésztői odafigyelés mellett zajlott, az ivadék pedig a lehalászás után rendelkezésre állt. Ezt a módszert ma is jó eredményekkel használják (HORVÁTH et al. 1978).

2.2.1.3. Keltetőházi szaporítás

Az egyre intenzívebbé váló halastavi produkció és a természetes vizekbe való haltelepítés sokszorosára emelte a telepítéshez szükséges ivadék iránti szükségleteket. A szükséges mennyiség előállításának feltétele - a korszerű ivadéknevelési technológiákon kívül - a halszaporítás keltetőházi módszerének térhódítása volt. Ennek során a szaporítás lépései - mesterséges termékenyítés, ikraérlelés, lárvatartás - tenyésztői felügyelet mellett, védett környezetben folyik. Az így kapható magasabb termékenyülési- és megmaradási-% jeleni a jelentősebb hatékonyságot a kistavas ivatáshoz képest (HORVÁTH et al. 1982).

A hal petéjének mesterséges termékenyítésének, és az ezt követő műveleteknek feltétele az ivartermék anyahalakból való kinyerése. Az ovuláció indukálása, állományszinten történő összehangolása és a tenyésztői igényeknek megfelelő időzítése hormonkezeléssel (hipofízálás) történik. A lefejt ikrát a hímivarú halakból kinyert spermával termékenyítik, ezek után speciális üvegedényekben inkubálják. A kelés után a lárvát lárvatartó edényekben tartják néhány napig. Miután alkalmassá válik külső táplálék felvételére, az ivadékokat speciális előnevelő tavakba helyezik.

Nagy előrelépést jelentett, amikor Woynarovich Elek az 1950-es évek végén kidolgozta a pontyokra ragadósságának elvételét konyhasós-karbamidos oldat használatával. A ragadósság megszüntetése és az anyahalak hipofízálása együttesen megalkották a teljes keltetőházi pontyszaporítás technikai-biológiai feltételeit. A módszer az idők folyamán egyre jobban kifinomult, hatékonyabbá vált. Manapság szerte a világon egyre több pontyot szaporítanak ezzel a technikával mesterséges, keltetőházi körülmények között.

A csaknem általánossá vált effektív szaporítási metódus eredményes műveléséhez nem csupán speciális technikai feltételrendszer (halkeltető ház), de pontos előírások szerint működő szakaszokra osztott szaporítási technológia is nélkülözhetetlen.

2.2.2. Ovuláció indukálása hormonkezeléssel

2.2.2.1. GnRH kezelés

A gerinces állatok agyalapi mirigyének gonadotrop hormon szintézisét és szekrécióját többek között egy a hipotalamuszban szintetizálódó decapeptid, a GnRH szabályozza. Az emlős GnRH (mGnRH) aminosav sorrendjének meghatározása után a peptidet szintetikusán is előállították. A mesterséges mGnRH ovulációra gyakorolt hatását több gazdaságilag fontos halfaj esetében tesztelték. Az eredmények ígéretesek voltak, bár a módszer az indukált halszaporításban még nem terjedhetett el. Az ovuláció kiváltásához hozzávetőleg nagy mennyiségű peptidre volt szükség - mg/kg dózis -, és ennek ellenére csak egy része reagált a kezelt halakból. A módszer hatékonyságának eredményesebbé tétele további vizsgálatokat kívánt (LIN et al. 1988).

A későbbiekben az mGnRH több analógjának előállítását is elvégezték. Egyes analógoknak nagyobb a biológiai aktivitásuk, mint a természetes változatnak (PETER et al. 1993).

Egyes analógok jelentős biológiai aktivitása két fő okkal magyarázható:

- 1.) Abban az esetben, ha a peptid természetes változatát juttatják a hal szervezetébe, akkor az rövid időn belül lebomlik, a vérplazmában lévő koncentrációja gyorsan lecsökken (felezési ideje 5-6 perc). Egyes analógok ugyanakkor védettebbek az enzimatis lebonatással szemben, ezért több idő után is jelentős mennyiségben kimutathatóak a szisztémás keringésben (felezési idő: 12-22 perc). Következésképpen az analógok által kiváltott GtH-szekréció is hosszabb (megközelítőleg 48 órán keresztül tart, szemben a természetes peptiddel, amely többnyire 12 órán át tartó szekréciót eredményez 10 µg/kg dózis esetén). Az eltérő GnRH-molekulák és analógjaik a hipofízisben, a májban és a vesékben bomlanak le.
- 2.) Az enzimatis lebonatással szembeni védelem mellett van még egy alátámasztott sajátossága egyes analógoknak, amelyek emelik azok aktivitását. Ez a tulajdonság az a megnövekedett affinitás, amellyel a hipofízisben található GnRH-receptorokhoz kapcsolódnak. A GnRH-analógok hipofízis receptorhoz való kapcsolódása és biológiai aktivitása között szoros az összefüggés.

A GnRH-analógok megnövekedett élő szervezetben lévő biológiai aktivitása tehát egyaránt tekinthető az enzimatis lebonatással szembeni védettségnek és a magas affinitásnak, amellyel az agyalapi mirigyben lévő receptorokhoz kötődnek. Eredményességük a hosszantartó és megfelelő szintű GtH-kiválasztásban, illetve a magas ovulációs rátában jelentkezik. Mivel egyes analógok nagy potenciáljuk miatt már alacsony mennyiségben is kiváltják az ovulációt, használatuk lehetővé vált az indukált halszaporításban is. A két legsűrűbben alkalmazott, és már halszaporítási célból

kereskedelmi forgalomba is hozott analóg az mGnRHa és az sGnRHa.

A pontyfélék indukált szaporítása folyamán a szuperaktív analógok használata önmagukban csak kevés esetben sikeres. Ennek az a magyarázata, hogy az analóg GtH-szekrécióna kifejtett inspiráló hatást a dopamin gátolja. A GtH-szekrécióna kifejtett dopaminerg gátlás redukálható, ha a GnRHa-kezelést dopamin receptor antagonistá bevitellel kapcsolják össze. Egyes dopamin receptor antagonisták szignifikánsan fokozzák a GnRH analóg GtH-szekrécióna kifejtett fokozó hatását. A kombinált kezelés az ikrások beérési-%-át is fokozza (DRORI et al. 1994). Amíg a pontyban és a pontyféklékben a GnRH-analógok alkalmazása hatékonynak bizonyult, addig a csuka indukált szaporítása során felhasználásuk nem perspektivikus (SZABÓ 2003).

A leggyakrabban használt dopamin receptor antagonisták a domperidon és a pimoizid. A két dopamin receptor antagonistának kollektív tulajdonsága, hogy vízben nem, vagy alig oldódnak. A hal szervezetébe való beinjektálás előtt a hatóanyagot 0,1 %-os nátrium-metabiszulfidot tartalmazó 0,7 %-os NaCl oldatban szuszpendálják. Hatékonyan alkalmazható dopamin receptor antagonistá a metoklopramid is, amely ellentétben az imént említett kettővel, vízben oldódik. Feloldva hal fiziológiás sóoldatban a hal szervezetébe injektálható. A pontyfélék indukált szaporítása során a hatékonyág elérése érdekében a GnRH-analóg kezelést mindig dopamin receptor antagonistá bejuttatásával társítják. A kombinált kezelés a halszaporítás gyakorlatában „Linpe-módszer” néven vált ismertté. Ugyanis, Lin, kínai és Peter, kanadai kutatók kezdeményezték azt a fejlesztési programot, amely megcélozta a módszer gyakorlati alkalmazását (LIN et al. 1988).

A hatóanyagot hal fiziológiás sóoldatban történő feloldása után azonnal kell felhasználni. A feloldott és a hátizomba, vagy a hasüregbe juttatott hatóanyag endogén GtH-szekrécióna helyett ki a kezelt hal saját hipofíziséből. A GtH a szisztémás keringéssel jut el a petefészkekbe, ahol kiváltja az ovulációna, illetve az ovociták végső érését.

Az ovulációna kiváltásához a hatóanyagok egy alkalommal történő bejuttatására és viszonylag kis mennyiségére van szükség (10-50 µg/kg GnRH-analóg, 1-5 mg/kg domperidon). A pimoizid a domperidonnal azonos dózisban használható, a metoklopramid kezelés ugyanakkor csak 20 mg/kg adagban hatásos pontyfélék esetében. Az anyahalak beérleléséhez kellő idő a GnRH-analóg kezelés után is függ a víz hőmérsékletétől (DONALDSON et al. 1983).

2.2.2.2. Egyéb hormonkezelések

Emlősökből származó gonadotropinokat is használnak az ívás indukálására. Az LH (lutenizáló hormon), az FSH (follikulusz stimuláló hormon), a HCG (humán chorion gonadotropin)

és PMSG (pregnant mare serum gonadotropin) tartalmú készítmények kereskedelemben megvásárolhatóak, hatásukból sok ideig tartó tárolás után sem veszítenek, de különböző okokból használatuk nem bizonyult gazdaságosnak (költségesek, viszonylag magas dózis szükséges az ovulációhoz, több halfaj nem reagál a velük való kezelésre). Ez a módszer inkább az ázsiai országokban terjedt el (PETER et al. 1991).

2.2.2.3. Hipofizálás

A hipofizálásnak azt a hormonális indukciót tekintjük, melynek a gonadotrop-hormon (GtH) az aktív hatóanyaga. A hipofizálás az 1940-es évektől jelent meg és terjedt el a gyakorlatban. A hipofízis kivonata azonnal felhasználható, vagy tárolást követően. A gyakorlati alkalmazás szempontjából igazi jelentőséget a tartósított hipofízis kivonatok kapnak. Több eljárás ismeretes az agyalapi mirigy tartósítására. A hazai gyakorlatban a hipofízisek tartósítása acetonnal való dehidratálással illetve zsírtalanítással, majd ezt követően kiszáritással történik. A kiszáritott hipofízisek exikátorban évekig tárolható anélkül, hogy veszítenének hatékonyságukból (SZABÓ 2000c).

A kezelés többnyire két adagban (elő- és döntő dózisban) beadott intramuszkuláris, vagy intraperitoneális injekciót tartalmaz, amely a hal keringési rendszerében olyan magas szintre emeli a GtH koncentrációját, amely csak a természetes ívás idején következik be. A friss hipofízis készítmények komplikált eltarthatósága miatt merült fel az igény a tartósításra. Ebben az eljárásban a mirigyek zsír és víztartalmát elvonják többszörös acetonos áztatással, így jóval hosszabb időre tárolhatóvá alakul, akár porrá őrölve, akár egészben hagyva. Egyéb lehetséges módok lehetnek a liofilizálás, és a -20 °C alatti mélyhűtési tárolás. Ezen eljárásokkal a készítmények képesek megőrizni éveken keresztül hatékonyságukat lényegesebb minőségi romlás nélkül.

A biokémia előrehaladása lehetővé tette a hetvenes években az agyalapi mirigy gonadotrop-hormon tartalmának kinyerését, így koncentráltabbá tudtak válni a készítmények. A tisztított gonadotropin produktumok előnye, hogy stabilizálhatóak, több évig is el lehet őket tárolni és halfiziológiás oldatban maradéktalanul feloldódnak (YARON 1995).

A módszerrel szemben azonban felmerül néhány nehézség, amik a következők: az egyes mirigyek hormontartalma nem ugyanolyan és a különbségek nem ismerhetők, ezért a pontos dózis adagolása nem teljesen lehetséges. Az agyalapi mirigy kioperálása a donorból annak az egyednek a feláldozását jelenti. A kezelt egyedben előfordulhat immunreakció, amely csökkentheti a hatékonyságot. A kezeléssel beadott mirigyben található egyéb hormonok között előfordulhatnak

gátló hatásúak is.

2.2.3. Halak hipofízisének bemutatása (hormonális szabályozás)

Az adenohipofízisben termelődnek és raktározódnak a gonadotrop hormonok. A szisztémás keringési rendszerbe való szekréciójuk neuroendokrin reguláció alatt áll és hatásukat az ivarszervekben fejtik ki. Az agy, mely részt vesz az agyalapi mirigyből történő GtH-szekréció serkentő és blokkoló szabályozásában egyaránt, érzékeli és értelmezi a környezeti tényezőket és a feromonális jeleket. A hipofízisből kiválasztódó GtH serkenti az ivartermékek fejlődését, az ivari szteroidok pedig visszahatnak, mind a hipofízisre, mind az agyra, modulálva ezzel a GtH kiválasztást (BERCSÉNYI et al. 1997).

A GtH-szekréció serkentő neuroendokrin regulációja a GnRH-on keresztül megy végbe. A GnRH idegnyúlványokon át jut el a hipofízisben található szekréciós sejtekig. A csontos halakban leggyakrabban a cGnRH-II és a sGnRH GnRH-forma fordul elő, amelyek egyaránt stimulálják a GtH-felszabadulást.

Az agyalapi mirigyből való GtH-szekréció blokkoló neuroendokrin szabályozása a dopaminerg rendszeren át történik meg. A dopamin a spontán, és a GnRH által stimulált GtH-szekrécióra ugyanúgy blokkoló hatást fejt ki. Az agyalapi mirigyben lévő GtH-szekréciós sejtek beidegzése közvetlen, és a dopaminerg gátlás D-2 típusú receptorokon át történik meg. A hipofízis szintjén a GnRH-szekréció blokkolása axo-axonális szinapszisokon, D-2 típusú receptorok által valósul meg.

2.2.4. Hipofízis gyűjtése, tartósítása, tárolása

A hipofízis eltávolítása a halból a donor állat feláldozásával jár együtt. Emiatt az agyalapi mirigy gyűjtése többnyire háromnyaras, piaci méretű (nagyjából: 1,5 kg-os) pontyokból a leggazdaságosabb, mivel a leölt halak a továbbiakban feldolgozásra és értékesítésre kerülnek. A háromnyaras ponty még nem ivarérett, de az agyalapi mirigyében raktározott GtH-mennyiség megfelelő a gyakorlati felhasználásra. A hipofízisek gyűjtése november és április hónapok között ajánlott, mivel az agyalapi mirigy GtH koncentrációja ebben az időben a legmagasabb (HORVÁTH et al. 1982).

A hipofízis kivétele többféle módon is lehetséges. Az egyik módszer során csőfűróval csontdugót emelnek ki az állat koponyájából. A csontdugó feltárását követően a hipofízis fogorvosi

kaparókanállal eltávolítható. A másik eljárás gyorsabb és egyszerűbb, de csak abban az esetben alkalmazható, ha a feldolgozás folyamán a hal fejét elválasztják a testétől. Ilyen esetben a levágott fejet fejtetővel lefelé vágódeszkára helyezzük és késsel hosszanti irányba kettévágjuk. Az agyalapi mirigy többnyire elválk az agyvelő többi részétől, és addigi helyén, egy kis csontos mélyedésben marad. Ebből fogorvosi kaparókanállal könnyen kivehető. Ezt a műveletet óvatosan és körültekintően kell végeznünk, mivel a nyers mirigy nagyon sérülékeny. A hipofízis felismerése és kivétele rövid gyakorlással is elsajátítható (SZABÓ 2000c).

Az eltávolított hipofíziseket acetont tartalmazó kisüvegekbe kell helyezni. Az acetont beszerezhető a gyógyszertárakban is, de az olcsóbb, kevésbé tiszta ipari acetont erre a célra nem megfelelő. Az acetont zsírtalanítja és vízteleníti a hipofízist, anélkül, hogy a GtH tartalmát csökkentené vagy károsítaná. 50 ml acetont 200-300 darab hipofízist tárolhatunk. Az acetontos tárolást 48 órán át folytatjuk. Ez idő alatt 4-5 alkalommal cseréljük le az acetont. A legelső cserét a gyűjtést követően rögvést végezzük el. A tárolás folyamán a mirigyeket tároló üveget időnként megrázogatjuk. Az acetontos kezelés után megkeményedett, golyó alakú hipofíziseket egy rétegben itatós papírra helyezzük és szobahőmérsékleten szárítjuk. Néhány óra alatt az acetont elpárolog a mirigyekből. A hipofíziseket, miután méret szerint szétválogattuk - kicsi, közepes, nagy - szobahőmérsékleten, száraz környezetben tároljuk. Ilyen környezetben a mirigyek hatékonyságukat évekig is képesek megtartani. Ha megfelelően végeztük el a tartósítási procedúrát, akkor a mirigyek megtartják eredeti alakjukat és méretüket, illetve csontfehér színűek lesznek. A nem megfelelően tartósított és kezelt hipofízisek a szárítás során sárgásbarnán elszíneződnek, összezsugorodnak és viszonylag rövid idő elteltével elveszítik biológiai aktivitásukat.

Egyes vélemények úgy tartják, hogy a mirigyek víztelenítésére az abszolút alkohol is megfelelő. A hipofízisek liofilizálásával, vagy -20 °C-os tárolásával szintén jelentős ideig megőrizhető hatékonyságuk.

2.2.5. Hipofizálás folyamata

A szaporításra érett ikrás és tejes anyahalak az előkészítés (lehalászás, szákolás, válogatás, szállítás, stb.) során kiemelt bánásmódot igényelnek. A jelentős méretű petefészek és here egy vékony, vérerekkel fedett kötőszöveti hártával van fedve, amely, igen érzékeny és sérülékeny. A durva bánásmód következtében, vagy a hal leejtése után olyan komoly sérülések jöhetnek létre, melyek miatt az anyahal napokon belül elpusztul, de még a kisebb sérülések miatt is előfordulhat, hogy nem reagál a hal a hormonkezelésre (BERCSÉNYI et al. 1997).

Az anyatartó tó halászatakor oda kell figyelnünk, hogy először a legérettebb, legpuhább anyahalakat vegyük ki. A válogatáskor azonban nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy pár nap múlva a többi halra is sor fog kerülni, tehát a visszamaradókkal is kíméletesen kell bánni. A telelőtől a keltetőig, akármilyen rövid is az út, az anyahalakat vízben kell tartanunk. A kézi szállításra a ponyvából vagy műbőrből készült kétrekeszes saroglyát használjuk. Vízet öntve a saroglyába, kettesével, közvetlenül a keltető házba szállítjuk az anyahalakat. Csekélyebb fizikai erőbefektetést kíván, ha járműre szerelt tartályba gyűjtjük össze a szaporításra kisselektált anyahalakat. Az oxigénporlasztóval ellátott tartályban a halak huzamosabb idő alatt sem szenvednek kárt, és egy alkalommal akár 20-30 darabot is szállíthatunk rövidebb távolságra.

A keltetőházban el kell altatni az anyahalakat, mivel így törődésmentesen lehet mérlegelni és elvégezni az első hormonkezelést. A tóból történő beszállítást úgy célszerű időzíteni, hogy rögvest el lehessen végezni az első hormonkezelést, ezáltal el lehet kerülni egy további kézbevételt és az ezzel járó törődést. Az altatáshoz etanolban oldott szegfűszegolajat használunk, 5 ml szegfűszegolajat és 45 ml etanolt adunk 100 liter vízhez. Az altatást célszerű olyan medencében végezni, amelyben 100-150 liter víz fér, különben az altatás túlzottan költségessé válik, 100 liter vízben egy időben 6-8 halat altathatunk. A halakat folyamatos altatásban részesítjük, mindig azokat az egyedeket vesszük ki az oldatból, amelyek már alvó állapotban vannak, és helyükre újakat rakunk. Az altatás akkor tekinthető befejezettnek, ha a hal teljesen állapotban van, ellenállás nélkül megfordítható a vízben és ha elengedjük, akkor sem fordul vissza. Könnyedén túl is lehet altatni a halakat, ezért figyelmet kell fordítani arra, hogy az egyes halak csupán néhány percig legyenek az altatókádiban. A túlaltatás úgy jelentkezik, hogy a kopolyúfedő alig mozog, alig van légzés vagy megszűnt. Ebben az esetben a halat azonnal friss, átfolyó vízbe kell tenni, ahol néhány perc elteltével visszaáll a normális légzés. Az anyahalakat altatást követően le kell mérlegelni.

A hal tömegére azért van szükség, mert a hipofízis adagot a hal tömege alapján számítjuk. Abban az esetben, ha az állomány mérete nem egységes, a mérlegeléssel együtt jelzést (például színes fonalat tűzünk a hátúszóba) alkalmazunk, és a dózisokat a szaporítási naplóba a megfelelő jelzés mellé tüntetjük fel. Ha alkalmunk adódik válogatáskor nagyobb állományból aránylag azonos nagyságú érett halakat válogatni, abban az esetben célszerű azonos méretű halakból álló csoporttal foglalkozni. A tömegadatok ismeretében első lépésként elkészítjük az ikrások számára a hormonadagot.

Az ovulációhoz testtömeg-kilogrammonként 3,5-4,5 mg száraz hipofízis szükséges. Ennek a dózisnak kb. 10 %-át juttatjuk be előadagként. A gyakorlatban egy 5-6 kg-os ikrás anyahalba előadagként 1 darab hipofízisből készített oldatot injektálunk. Ennél nagyobb adagot csak

lényegesen nagyobb tömegű halak esetében indokolt adni, kevesebbet pedig abban az esetben kell számítani, ha a szezon második felében a kezelt csoportban már találhatók olyan egyedek, melyek már az előadagra is ovulálnak.

Az előadagot úgy csináljuk, hogy az egy darab hipofízist halanként alapos szétmorzsolás után 1 ml fiziológiás oldatban (0,65 %-os konyhasó) feloldjuk. (Az egy csoportra megalkotott oldatnál 10% veszteséget kalkulálunk, tehát ennyivel több hipofízist és oldatot kell kimérnünk.)

A kiszámolt hipofízis mennyiséget egy száraz dörzscsészében addig porítjuk, míg az púder finomságú nem lesz. Felszívjuk az oldatot egy fecskendőbe (fontos, hogy ugyanazt a tűt használjuk, mellyel majd később oltani fogunk, nehogy a durvább szövetrészek eldugítsák a tűt az oltás folyamán). Pikkely nélküli halak (pl.: harcsa vagy tükörponty esetén) az oltást középvékony tűvel mélyen a hátizomba injektáljuk, majd a még tűt az izomban tartva, ujjunkkal óvatosan az izomszövetbe masszírozzuk az oldatot. Csak ez után szabad a tűt óvatosan eltávolítani, így meggátolhatjuk az oldat visszafolyását. Pikkelyes halak esetén az oldatot a hasúzó tövének a hasüregbe injektáljuk. Manapság egyre inkább ez utóbbi kezelést részesítjük előnyben még a pikkelytelen halaknál is, mivel így elkerülhető az oldat visszafolyása. Ügyelnünk kell arra, hogy az oldat ne kerüljön bélbe oltás során, ezért nem szabad a tűt túl mélyen beszúrni a hasüregbe, hanem csak úgy, hogy a hasfalat éppen, hogy átszúrja.

A második kezelést 10-12 órával az előadag beadása után, többnyire az esti órákban adjuk, melynek hatására az érett peték leválnak, azaz bekövetkezik az ovuláció másnap reggelre. Viszont még egy fontos folyamatra kell sort kerítenünk a döntő adag beadása előtt, az ivarnyílás bevarrására. Erre a mozzanatra azért van szükség, mert nélküle, az ovuláció során folyóssá váló ikrák jelentős részét az anyahal elszórná és a keltetés számára kárba veszne.

A bevarrt anyahalak még kábult állapotban kapják meg a döntőadagot. Úgy készítjük az oldatot, hogy a csoport testtömege alapján számítjuk ki a kellő hipofízis mennyiséget (1kg halra 3-3,5 mg hipofízissel számolunk), púder finomságúra porítjuk a mirigyet, majd annyi fiziológiás oldattal oldjuk, hogy 3 mg hipofízis 0,2 ml fiziológiás oldatban oldódjon. Így az előbb felvetett 5-6 kg-os ikrás anyahal 1-1,2 ml hormonadagot fog kapni (a 10% veszteséget is belevéve a számításba).

A teljes hal csupán egyszer kezeljük és testtömeg-kilogrammonként 2 mg hipofízist kap. Ilyen célból viszont felhasználhatók a törött, kis méretű, nem teljes értékű hipofízisek is.

A hormonkezelés befolyására megindulnak azok az élettani folyamatok amelyek miatt órákon belül bekövetkezik az ovuláció, tehát az érett ikrák leválnak, és lefejeződnek. Ehhez a folyamathoz azonban nem elégséges csupán a hormonhatás, egyéb tényezők is elengedhetetlenek. A petesejtek egyidejű leválásához nélkülözhetetlen a 22-24 °C-os érlelővíz-hőmérséklet. Ha ez a

feltétel nincs meg, akkor az ovuláció elhúzódik, szakaszossá válik és jelentősen kevesebb lesz a beérett ikra mennyisége is. A hőmérsékleten kívül még a víz oxigéntartalma is hatást gyakorol az eredményre. A 22-24 °C-os érlelővízben az érési folyamat a döntő hormonkezelés után megközelítőleg 11-12 óra elteltével fejeződik be (nagyjából 240-260 órafok). A fejési idő pontos megállapítása igen jelentős, mivel a korai fejés gátolja a folyamatot, míg a késve kezdett fejés miatt gyengén termékenyülő, túlérrett ikrát kapunk eredményképp.

A fejési idő meghatározását a hőfok alapján történő számítás mellett egyszerűsíthetjük jelző tejes használatával is. Az ellátott ikrás anyahalak közé jelző hímet teszünk, amely az ikra beérését követően, ha nem zavarjuk a halakat ívni kezd az ikrásokkal. Az ikrások azonban az ivarnyílásuk bevarrása végett nem tudják elszórni ikráikat. Az első ívásokat követően 10-20 perccel kezdhetjük el a fejést, lehetőleg a leghevesebben csapkodó egyedekkel kezdve.

3. Anyag és módszer

3.1. A Dinnyési Szaporító és Ivadéknevelő Tógazdaság bemutatása

Vizsgálataimat a Dinnyési Szaporító és Ivadéknevelő Tógazdaságban végeztem. A Dinnyési Tógazdaságban az 1960-as évektől foglalkoznak mesterséges szaporítással, előneveléssel és ivadékneveléssel. A Tógazdaság a Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület-hasznosítók Szövetségének termelőtelepe. A gazdaság összes vízterülete 107 ha, melyből 8 hektárnyi tóterület kimondottan előnevelésre szolgál, 4 hektár pedig a telelőrendszer.

A gazdaság a Velencei-tó nyugati részén a 7-es számú főút mellett található. A tavak vízellátását két forrásból biztosítják: a Velencei-tavat tápláló Császár patakból gravitációsan és a kifolyó Dinnyés-Kajtori csatornából szivattyúzással. Az I-VIII. sz. tavakat és az ívatótavakat 1963-ban, a IX-XVII. sz. tavakat 1964-ben építették. Az I-VIII. sz. tavak és telelők a Császár patakot a Dinnyés-Kajtori csatornával összekötő, magasépítésű tápcsatornából kapják a vizüket. A IX-XVII. sz. tavak a Velencei-tóból szivattyú segítségével. 1964-1966 között megépült a gazdaság keltetőháza.

3.1.1. A tavak műszaki paraméterei

A Dinnyési Ivadéknevelő Tógazdaság tavainak vízellátását a Császár-patak adja, az előnevelő tavak töltésénél ez az áttetsző patakvíz kismértékben keveredik a telelőkön forgatott tóvízzel.

A befolyó vizet szivattyúval emelik a körtöltéses tavakba, fémrácsból készült szúnyoghálón keresztül a vadhal mentesség miatt. Az előnevelő tavak átlagmélysége 80-100 cm, sekélységük miatt könnyen átmelegednek, halágyuk jól karbantartott.

3.1.2. A gazdasághoz fűződő halászatfejlesztési programok

- 1964-ben új típusú, temperált vizű, nagyüzemi halszaporításra alkalmas keltető építése, saját tervek alapján.
- Növényevő halak szaporítása, optimális népesítési szerkezet kidolgozása.
- Különböző halfajok zsengeivadékának oxigén-porlasztásos szállítása műanyagkádakban.

- Vízi madarak elleni riasztóágyú használata.
- Ivadék válogatása félautomata válogatóasztalon faj és nagyság szerint a vízzel feltöltött szállítóedényben.
- Csuka és süllő hipofízálásának kidolgozása.

3.1.3. A gazdaságban tenyésztett halfajok

- Ponty (*Cyprinus carpio*): A gazdaság legjelentősebb terméke. A díjnyertes tükrös és magas hátú pontyot tenyésztik több vérvonalban.
- Amur (*Ctenopharyngodon idella*): Betelepítésével megoldódott a gazdaság fonalas alga, hínárral és keményszárú növényzettel folytatott küzdelme.
- Fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*): Ez a lebegő algát fogyasztó halfaj új táplálékbázist hasznosít a tógazdaságban. A természetes hozamot megfelelő darabszámú kihelyezéssel akár 200 %-kal is emelheti.
- Pettyes busa (*Hypophthalmichthys nobilis*): Főleg zooplankton fogyasztó hal, de kék algákkal is táplálkozik.
- Süllő (*Lucioperca lucioperca*): Szaporítása és előnevelése a növekvő kereslet miatt a gazdaság egyik fontos célkitűzése.
- Csuka (*Esox lucius*): A gazdaság feladatának tekinti a természetes vizek csukaállományának biztosítását.

Az ivadéknevelő tavakat egy tenyésztőidőszakban többször is lehalásszák. Kora tavasszal zsenge csukát vagy süllő ivadékot helyeznek ki, majd a 20-40 napos előnevelés után lehalásszák. Következőleg zsenge pontyivadék, majd növényevő-halfajok ivadéakai kerülnek a nevelőtavakba.

3.2. Az elvégzett vizsgálatok bemutatása

A ponty és a busahipofízis a Hortobágyi Halgazdaságból szereztük be a szaporítást megelőzően.

3.2.1. A csukával kapcsolatos kísérletek bemutatása

A ponty- és a busahipofízis hatékonyságát a csuka szaporítása során két egymást követő évben, 2011-ben és 2012-ben vizsgálhattuk. Az első kísérleti évben a szaporításhoz felhasznált anyahalakat a szaporítást megelőzően vásárolta a gazdaság több forrásból. Ennek megfelelően

szaporítóállományt alkotó halak mérete és állapota meglehetősen heterogén volt. A második kísérleti év anyahalait a gazdaság maga teleltette és készítette fel a szaporításra. Méretük, állapotuk és felkészültségük ebből adódóan egységesebb volt, mint a megelőző év állományáé. A kezelt halak tömegéről az 1. és 2. táblázat tájékoztat.

A busa és a ponty hipofízissel kezelt, a kezelésre reagáló csukaanyák tömege 2011 (1. táblázat)			
Ponty hipofízises		Busa hipofízises	
1.	2,44	1.	2,63
2.	1,18	2.	2,53
3.	1,44	3.	1,66
4.	1,26	4.	2,3
5.	3,1	5.	2,7
6.	2,43	6.	1,63
7.	2,49	7.	1,96
8.	1,1	8.	1,04
9.	1,89	9.	2,38
10.	3,77	10.	0,93
11.	1,5	11.	0,92
12.	2,32	12.	1,3
13.	0,9	13.	1,9
14.	1,72	14.	1,03
15.	4,06	15.	1,39
16.	2,29	16.	0,97
17.	2,71	17.	1,43
18.	3,07	18.	1,17
19.	1,06	19.	0,97
20.	3,1		
Átlag:	2,19	Átlag:	1,62
Szórás:	0,93	Szórás:	0,63

A busa és a ponty hipofízissel kezelt csukaanyák tömege 2012 (2. táblázat)							
Ponty hipofízises anyák (kg)				Busa hipofízises anyák (kg)			
1.	2,84			1.	2,9	19.	1,89
2.	2,22			2.	2,15	20.	2,61
3.	3,18			3.	3,2	21.	1,72
4.	1,25			4.	1,9	22.	2,61
5.	0,98			5.	2,25	23.	2,79
6.	2,89			6.	3,51		
7.	2,27			7.	3,1		
8.	1,82			8.	4,1		
9.	3,32			9.	3,86		
10.	1,56			10.	3,89		
11.	4,35			11.	1,46		
12.	2,72			12.	2,26		
13.	1,84			13.	kiadta		
14.	3,83			14.	2,43		
15.	1,81			15.	3,41		
16.	5,31			16.	2,02		
17.	2,29			17.	1,14		
18.	1,67			18.	2,38		
Átlag:	2,56			Átlag:	2,62		
Szórás:	1,12			Szórás:	0,81		

3.2.1.1. Anyahalak beérlelése

Az anyahalak tartása és beérlelése zárt térben, 10m³-es lefedett betonmedencékben, átfolyó vízen történt. Az átfolyó víz hőmérséklete a beérlelés alatt 10,3 °C körül alakult (3. táblázat). A medence vizének átlagos oxigén koncentrációja az anyahalak beérlelése alatt átlagosan 8,8 mg/l volt (4. táblázat). A vízhőmérséklet és az oxigénkoncentráció alakulására vonatkozó adatokat a 2012-es kísérleti évben volt lehetőségünk gyűjteni. Az egy medencében tartott halak száma 20 és 30 között változott. Az eltérő kezelést kapott csoportokat különböző medencékben érleltük be. A két ivar beérlelése közös medencében történt, az ivararány hozzávetőlegesen 3 ikrás:1 tejes volt. Az anyahalak bódítását minden „kézbevételel” (tömegmérés, hormonkezelés, fejés, herék eltávolítása, stb.) megelőzően elvégeztük.

A víz hőmérséklete (3. táblázat)					A víz oxigén-koncentrációja (4. táblázat)				
		Napszak	Hőm.	(C°)			Napszak	O ₂	(mg/l)
Anyabevezetési:	2012.03.14	R	8,3	C°	Anyabevezetési:	2012.03.14	R	9,3	mg/l
(2012. év)		E	8,4	C°	(2012. év)		E	9,1	mg/l
	2012.03.15	R	8,1	C°		2012.03.15	R	8,5	mg/l
		E	9,3	C°			E	9,3	mg/l
	2012.03.16	R	9,9	C°		2012.03.16	R	8,4	mg/l
		E	9,3	C°			E	9	mg/l
	2012.03.17	R	10,2	C°		2012.03.17	R	8,4	mg/l
		E	11,5	C°			E	8,4	mg/l
	2012.03.18	R	11,4	C°		2012.03.18	R	9,1	mg/l
		E	12,1	C°			E	8,7	mg/l
	2012.03.19	R	11,8	C°		2012.03.19	R	8,5	mg/l
		E	12	C°			E	8,5	mg/l
	2012.03.20	R	11,9	C°		2012.03.20	R	8,9	mg/l
		Átlag:	10,3	C°			Átlag:	8,8	mg/l

3.2.1.2. A hímivarú halak hormonkezelése

Annak ellenére, hogy az ikra termékenyítéshez felhasznált spermát kioperált heréből nyertük, a teljes halak hormonkezelése is elengedhetetlen. A spermiáció kiváltása acetonnal, kiszáritott pontyhipofízissel történt 3 mg/kg dózisban. A 0,7 %-os NaCl-oldat felhasználásával készített homogenizátumot 0,5 ml/kg mennyiségben, egyszeri kezeléssel injektáltuk a halak testüregébe.

3.2.1.3. Az ikrások hormonkezelése

1. csoport:

Az első csoportba tartozó ikrásokat pontyhipofízissel kezeltük. Eszerint az ikrások acetonnal, kiszáritott pontyhipofízis-kezelést kaptak, 3,5 mg/kg dózisban. A hipofízis bejuttatásához hatóanyag-felszívódást késleltető vivőanyagot alkalmaztunk. A felhasznált depó hatású vivőanyag a Karbopol volt (B.F. Goodrich Chemical, Ltd.). A hipofízist 3,5 mg/kg dózisban 2,5 %-os Karbopol vizes oldatban homogenizáltuk. A homogenizátumot 0,5 ml/kg mennyiségben injektáltuk a hasüregbe.

2. csoport:

A második csoportba tartozó ikrásokat busahipofízissel kezeltük. A busahipofízis bejuttatása minden tekintetben (dózis, vivőanyag, injektálás helye) megegyezett azzal, ahogyan az első csoport esetében eljártunk.

3.2.1.4. Az ikrások fejése, az ikra termékenyítése és inkubálása

Az ovuláció az adott vízhőmérsékleten a hormonkezelést követő 4. napon következett be. Az ikrát fejéssel nyertük a halaktól. Az ikrát minden egyes ikrástól külön tálba fejtük, és legalább két tejestől származó tejjel termékenyítettük. A szaporítás során lemértük az ikrások és a lefejt ikra tömegét. A termékenyített ikrából mintát vettünk és a termékenyülési-%-ot 24 óra után morula stádiumban állapítottuk meg fénymikroszkóp segítségével.

3.2.2. A ponttyal kapcsolatos vizsgálatok bemutatása

A pontyok szaporítása során a hagyományos módszer szerint jártunk el, amit az „Irodalmi áttekintés” c. fejezetben részletesen bemutatam. Itt is két csoportot alakítottunk ki: az első csoportban az ovuláció indukálásához felhasznált hatóanyag pontyhipofízis volt, a másik csoportban pedig busahipofízis. A szaporításkor a vízhőmérséklet $23\pm1^{\circ}\text{C}$ volt. A kezelt halak súlyáról az 5. táblázat tájékoztat.

A busa és a ponty hipofízissel kezelt pontyanyák tömege 2011 (5. táblázat)							
Ponyóty hipofízises anyák (kg)				Busahipofízises anyák (kg)			
1.	6	18.	7	1.	5		
2.	7	19.	8	2.	8		
3.	2	20.	12	3.	5		
4.	3	21.	7	4.	5		
5.	3	22.	7	5.	5		
6.	1	23.	5	6.	9		
7.	6	24.	10	7.	14		
8.	6	25.	15	Átlag:	7,29		
9.	4	26.	8	Szórás:	3,40		
10.	7	27.	9				
11.	7	28.	7				
12.	6	29.	7				
13.	4	30.	7				
14.	7	31.	6				
15.	4						
16.	3	Átlag:	6,42				
17.	8	Szórás:	2,83				

3.2.3. Szaporítási mutatók és számításuk

Beérés (%): $(\text{indukált halak száma} / \text{ovulált halak száma}) \times 100$

pszeudo-gonado-szomatikus index (PGSI) (%):

$(\text{lefejt ikra tömege} / \text{az ikrás fejest megelőző tömege}) \times 100$

termékenyülési-%:

$(\text{megtermékenyült ikrák száma} / \text{termékenyített ikrák száma}) \times 100$

A termékenyülési-%-ot a termékenyítést követő napon, morula stádiumban állapítottam meg, binokuláris mikroszkóp segítségével.

3.2.4. Statisztikai értékelés

A statisztikai értékeléshez a "MINITAB" statisztikai programcsomagot, valamint a programcsomag alkalmazásához segítséget nyújtó irodalmat (BARÁTHNÉ et al. 1996) használtuk. A hormonindukciót követően ovulált ikrások számának csoportok közötti összehasonlítása Chi^2 - próbával történt (CHANG & PETER 1983). Az ovuláció mértékére (PGSI) és az ikraminőségre (termékenyülési-%) vonatkozó mutatók csoportok közötti összehasonlítását kétmintás t -próbával végeztük el. A következtetéseket minden esetben 95 %-os megbízhatósági szinten hoztuk meg ($P < 0,05$).

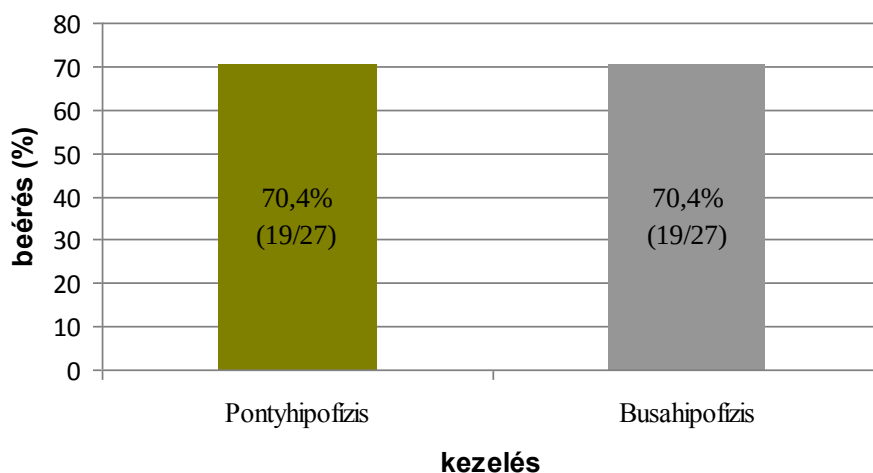
4. Eredmények

4.1. A ponty- és a busahipofízis hatékonyságának vizsgálata a csukaszaporítás során

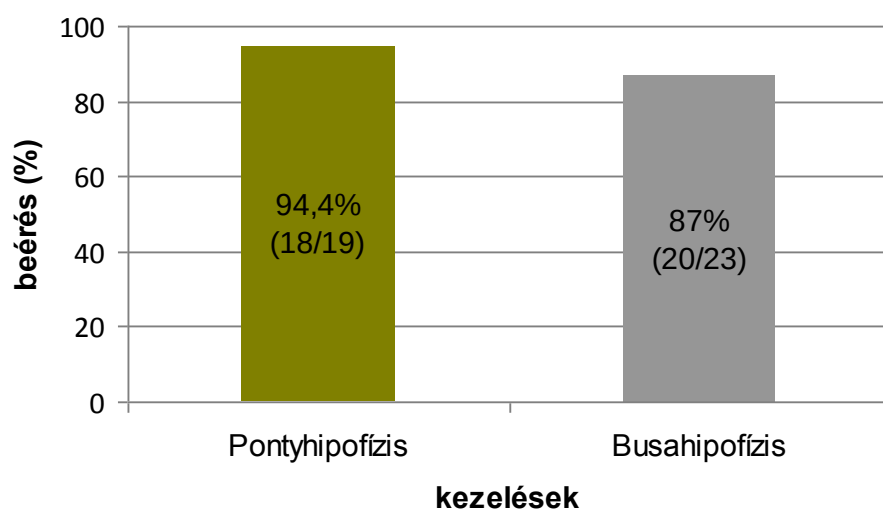
4.1.1. Az ikrások beérése

Az ikrások beérése mindkét kísérleti csoportban hasonló volt, a Chi-négyzet próba egyik évben sem jelzett szignifikáns különbséget. A 2011-es szaporítási időszakban a beoltott és a hormonkezelésre reagáló ikrások száma is megegyezett a két csoportban (1. ábra). 2012-ben a pontyhipofízissel kezelt csoportban a reagáló ikrások aránya néhány százalékkal meghaladta a másik csoportban megállapított értéket, de statisztikai szempontból nem volt igazolható, hogy a különbség a kezelésnek tulajdonítható (2. ábra).

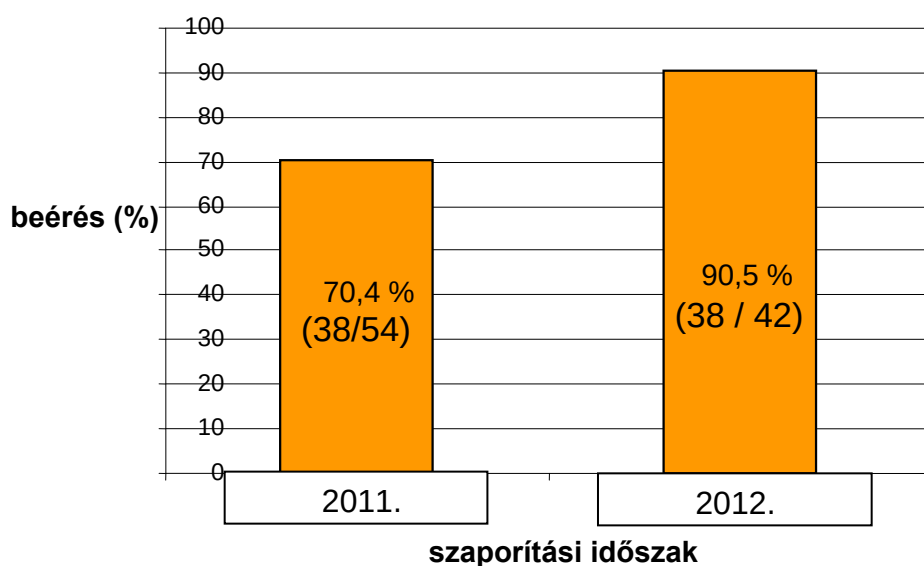
Statisztikailag igazolható különbséget találtunk azonban a két kísérleti évben tapasztalt beérési százalékokban (3. ábra). Az értékelést megelőzően összeadtuk a két kísérleti csoportban ikrát adó és a kezelésre nem reagáló anyák számát. Tehát ebben az esetben nem a hormonkezelés hatását vizsgáltuk, hanem a két kísérleti évben felhasznált anyaállományt értékeltük. Az egyes évek kísérleti csoportjainak ilyen jellegű összevonását megtehetjük, mert korábban kimutattuk, hogy a ponty-, illetve a busahipofízis hasonló eredményességgel indukálja az ovulációt a kezelt halakban.



1. ábra: Csukaanyák beérése a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2011-es kísérleti évben. Zárójelben: ovulált ikrások száma / kezelt ikrások száma. Az ikrások beérése a két csoportban megegyezett.



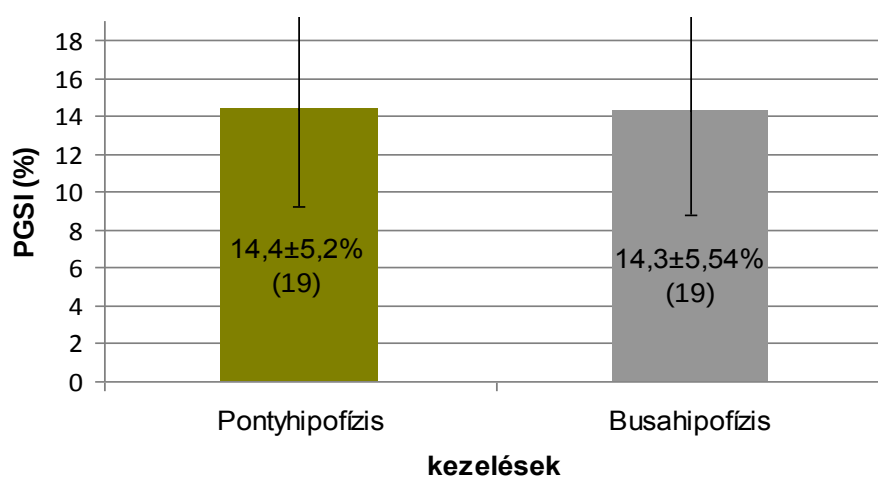
2. ábra: Csukaanyák beérése a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2012-es kísérleti évben. Zárójelben: ovulált ikrások száma / kezelt ikrások száma. A Chi-négyzet próba szerint az ikrások beérése azonosnak tekinthető a két csoportban ($p=0,39$).



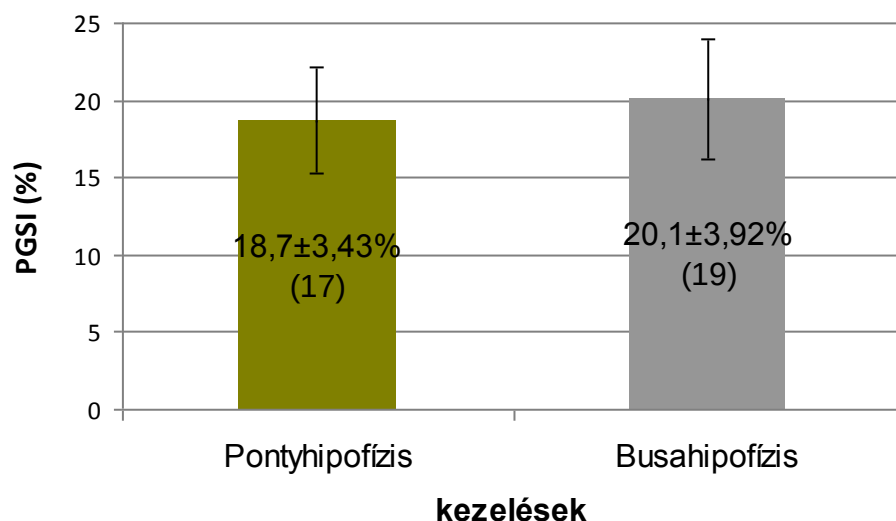
3. ábra: Csukaanyák beérése a 2011-es és a 2012-es kísérleti években. Zárójelben: ovulált ikrások száma / kezelt ikrások száma. A Chi-négyzet próba szerint az ikrások beérése a 2012-es kísérleti évben szignifikánsan magasabb volt, mint 2011-es szaporítási időszakban ($P\text{-Value} = 0,016$).

4.1.2. A lefejt ikra testtömeghez viszonyított mennyisége (PGSI)

A lefejt ikra fejést megelőző testtömeghez viszonyított mennyisége mindkét szaporítási időszakban megegyezett a ponty-, illetve a busahipofízissel kezelt csoportokban (4. és 5. ábra), az értékek között a kétmintás t-próba nem talált különbséget.

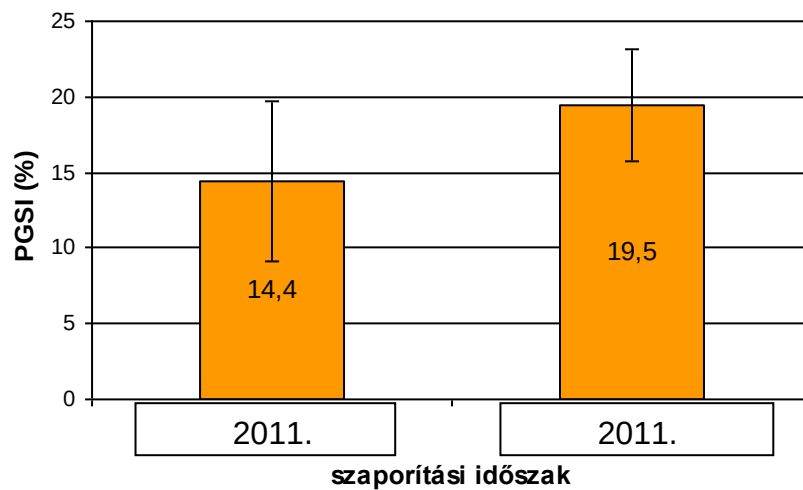


4. ábra: Csukaanyák PGSI adatai (átlag $\pm$ szórás) a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2011-es kísérleti évben. Zárójelben a vizsgált egyedek száma. A kétmintás t-próba alapján a az értékek azonosnak tekinthetők ($T = 0,03$; $P = 0,98$).



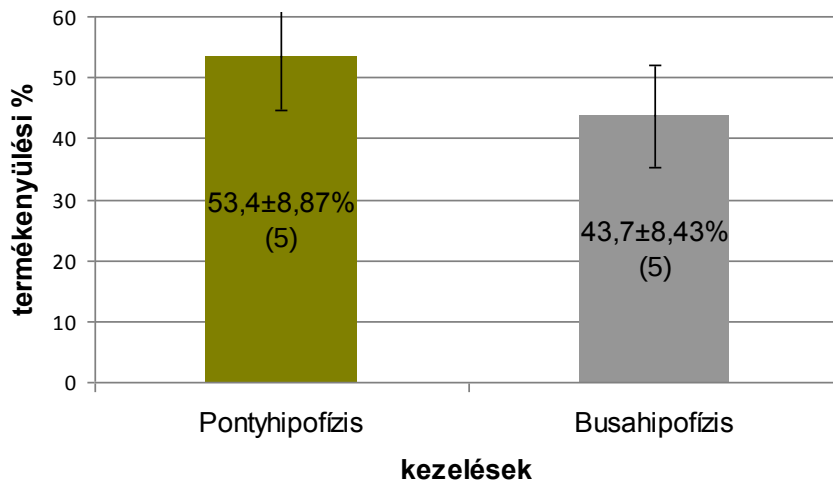
5. ábra: Csukaanyák PGSI adatai (átlag $\pm$ szórás) a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2012-es kísérleti évben. Zárójelben a vizsgált egyedek száma. A kétmintás t-próba alapján a az értékek azonosnak tekinthetők ($T = 1,09$; $P = 0,28$).

Statisztikailag igazolható különbséget találtunk azonban a két kísérleti évben tapasztalt PGSI értékekben (6. ábra). Hasonlóan ahhoz, ahogyan a beérésre vonatkozó adatokkal kapcsolatban eljártunk, összevontuk a két kísérleti csoportban kapott PGSI értékeket, majd ezeket az évek között hasonlítottuk össze. Ezzel tehát nem a hormonkezelés hatását vizsgáltuk, hanem a két kísérleti évben felhasznált anyaállományt értékeltük. Az egyes évek kísérleti csoportjainak ilyen jellegű összevonását megtehettük, mert korábban kimutattuk, hogy a ponty-, illetve a busahipofízis hatása a lefejehető ikramennyiségre megegyezett.



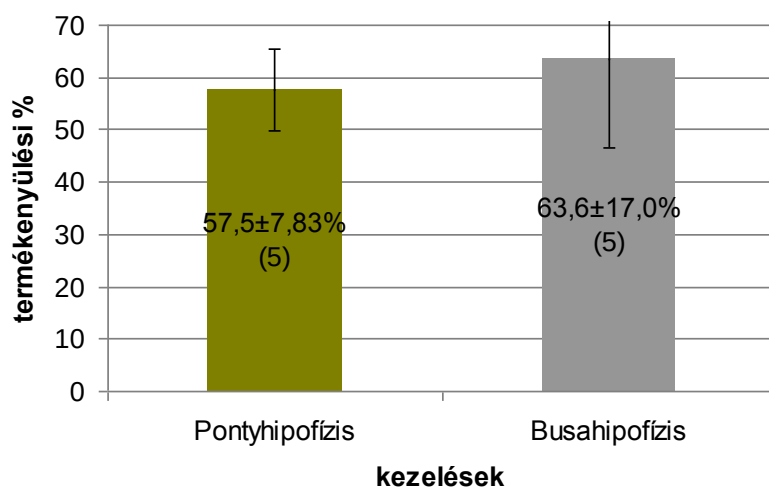
6. ábra: Csukaanyák PGSI adatai (átlag $\pm$ szórás) a 2011-es és a 2012-es kísérleti években. A kétmintás t-próba szerint az ikrások PGSI értéke a 2012-es kísérleti évben szignifikánsan magasabb volt, mint 2011-es szaporítási időszakban ($T = 4,80$; $P = 0,00$).

4.1.3. A lefejt ikra termékenyülése

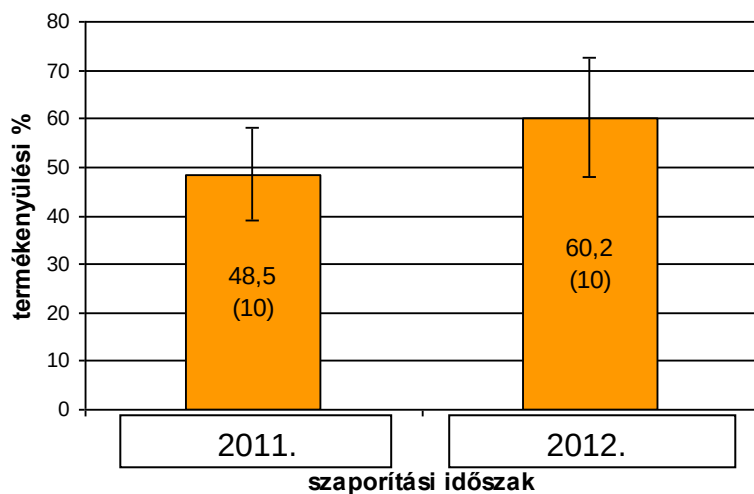


7. ábra: Csukaanyáktól lefejt ikra termékenyülési %-a (átlag $\pm$ szórás) a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2011-es kísérleti évben. Zárójelben a vizsgált egyedek száma. A kétmintás t-próba alapján a az értékek azonosnak tekinthetők ($T = 1,78$; $P = 0,11$).

A lefejt ikra termékenyülési-%a a kétmintás t-próba szerint nem különbözött egymástól a pontyhipofízissel és a busahipofízissel kezelt csoportok között. A 2011-es szaporítási időszakban a pontyhipofízissel kezelt anyáktól származó ikra termékenyülési %-a volt magasabb (7. ábra), a 2012-es kísérleti évben pedig a busahipofízissel kezelt csoportban (8. ábra). A különbség azonban egyik esetben sem volt igazolható statisztikai szempontból. Statisztikailag igazolható különbséget találtunk azonban a két kísérleti évben kapott termékenyülési % között (9. ábra).



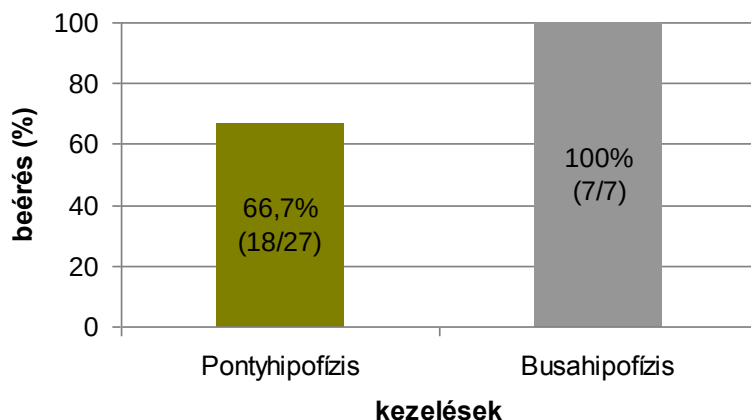
8. ábra: Csukaanyáktól lefejt ikra termékenyülési %-a (átlag ± szórás) a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2012-es kísérleti évben. Zárójelben a vizsgált egyedek száma. A kétmintás t-próba alapján a az értékek azonosnak tekinthetők ($T = 0,73$; $P = 0,49$)



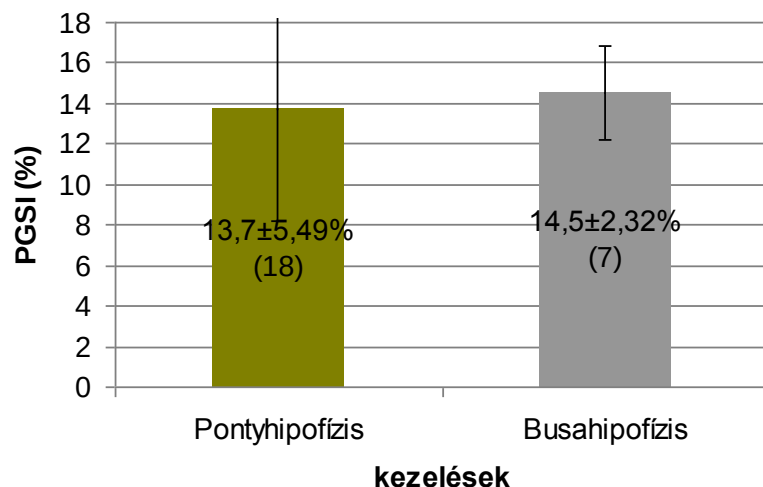
9. ábra: Csukaanyáktól lefejt ikra termékenyülési %-a (átlag ± szórás) a 2011-es és a 2012-es kísérleti években. A kétmintás t-próba szerint a termékenyülési-% a 2012-es kísérleti évben szignifikánsan magasabb volt, mint 2011-es szaporítási időszakban ($T = 2,33$; $P = 0,03$)

4.2. A ponty- és a busahipofízis hatékonyságának vizsgálata a pontyszaporítás során

A pontyanyák beérése között –bár számottevő különbség volt a két csoport között– szignifikáns különbséget Chi-négyzet próbával nem tudtunk kimutatni (10. ábra). A lefejt ikra arányosított mennyisége is hasonlóan alakult a két csoportban (11. ábra).



10. ábra: Pontyanyák beérése a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2011-es kísérleti évben. Zárójelben: ovulált ikrák száma / kezelt ikrák száma. A Chi-négyzet próba szerint az ikrák beérése azonosnak tekinthető a két csoportban ($p=0,075$).



11. ábra: Pontyanyáktól lefejt ikra termékenyülési %-a (átlag ± szórás) a ponty- és a busahipofízissel kezelt csoportokban a 2011-es kísérleti évben. Zárójelben a vizsgált egyedek száma. A kétmintás t-próba alapján a az értékek azonosnak tekinthetők ($T = 0,34$; $P = 0,74$).

5. Értékelés és következtetések

A keltetőházi halszaporítás során az ovuláció kiváltása és a spermiáció serkentése hormonkezeléssel történik. Az indukált szaporítás tradicionális módszere a hipofízálás, melynek során donor halból kinyert agyalapi mirigyet használnak a szaporításhoz. A módszert elsősorban Kelet-Közép-Európában alkalmazzák. Délkelet-Ázsiában a hipofízálás nem terjedt el széles körben, ott elsősorban humán coriogonadotropint használnak a pontyfélék nagyüzemi szaporításához. Az elmúlt két évtizedben terjedt el a különböző GnRH-analógok, illetve az ezeket tartalmazó készítmények alkalmazása. A hormon szintetikus előállítható, ezért olcsóbb, mint a hipofízis, melynek kinyerése a donor hal feláldozását követeli.

Annak ellenére, hogy különböző eljárásokat dolgoztak ki, a hagyományos módszer - a hipofízálás - megőrizte vezető szerepét. A módszert évtizedek óta alkalmazzák, melynek során a felhasználással kapcsolatban sok információt és tapasztalatot szereztek a szakemberek. Az új eljárások, készítmények kipróbálása mindig magában rejti a bizonytalanságot, ezért a haltenyésztők általában ragaszkodnak a bevált módszerekhez.

Az elmúlt két évtizedben a hipofízis piaci ára nagymértékben megemelkedett. Ez egyrészt magyarázható azzal, hogy az új eljárások és készítmények megjelenése ellenére a szakemberek szívesebben alkalmazzák a hagyományos hipofízálást. A másik ok abban jelölhető meg, hogy a rendszerváltást követően a korábban folyamatosan működő halfeldolgozó ipar megszűnt, így a hipofízis ellátás bizonytalanná vált. Épültek és épülnek ugyan kisebb feldolgozók nagyobb halgazdaságok termékskáláját és értékesítési lehetőségeit bővítendő, de a visszafogott kereslet miatt kapacitásuk kihasználatlan, működésük szezonális. Mindezek következtében a pontyhipofízis ára nemcsak hogy megemelkedett, de az elmúlt években beszerzése komoly nehézségekbe ütközött.

A hipofízis hiányt mérsékelhetné, ha a felhasználás nem csak a pontyhipofízisre korlátozódna, hanem azt más fajok agyalapi mirigyére is ki lehetne terjeszteni. Ehhez azonban az alkalmazhatóság kísérletes vizsgálatára van szükség. A hazai halfeldolgozóknál a ponty mellett viszonylag nagy mennyiségű busa is feldolgozásra kerül. Ezért célszerűnek tartottuk, hogy a busahipofízis hatását vizsgáljuk az ovuláció kiváltására és a lefejt ikra minőségére. A vizsgálatok során a busahipofízis hatékonyságát a pontyhipofízis hatékonyságával vetettük össze. Az összehasonlítást két halfaj szaporítása során végeztük el. Az egyik a ponty, amely a legnagyobb mennyiségben tenyésztett halfajunk. A másik a csuka, amely a ponttyal és a busával ellentétben hidegvízi ívó és rendszertanilag is távolabb áll a két fajtól. A ponty és a busa a pontyalakúak (*Cypriniformes*) rendjébe és a pontyfélék (*Cyprinidae*) családjába tartoznak. A csuka egy másik

halcsaládot (*Esocidae*), sőt egy mási halrendet (*Esociformes*) képvisel.

A ponty- és a busahipofízis szaporítási mutatókra gyakorolt hatását a csuka esetében két szaporítási időszakban (2011. és 2012.) vizsgálhattuk. A vizsgált szaporítási mutatók a beérés, a lefejt ikra relatív mennyisége és az ikraminóségről tájékoztató termékenyülési-% voltak. A busahipofízissel kezelt csoport esetében meghatározott mutatók értékei mindkét kísérleti évben hasonlóak voltak azokhoz az értékekhez, amit a pontyhipofízissel kezelt csoport esetében kaptunk. Statisztikai különbséget a ponty- és a busahipofízis ovulációra és ikraminóségre kifejtett hatásában statisztikai módszerekkel nem lehetett kimutatni.

Különbséget tapasztaltunk azonban a két szaporítási időszak eredményei között. Az anyahalak beérési százaléka, a PGSI és a termékenyülési-% is szignifikánsan magasabb volt a 2012-es szaporítási időszakban. Ennek hátterében minden bizonnyal a szaporított állományok felkészültségében és általános állapotában meglévő különbségek álltak. A szaporítás helye, a szülőhalak beérlelésének környezete, a hormonkezelés, sőt a szaporítást végző keltetőházi személyzet is megegyezett mindkét évben. A szaporításhoz használt anyaállomány előélete azonban teljesen eltérő volt a két szezonban. A 2011-ben szaporított állományt tavasszal, a szaporítási időszakot megelőzően vásárolta a gazdaság. Az állomány beszerzése több helyről történt. Ebből adódóan méretük, felkészültségi és egészségi állapotuk meglehetősen heterogén volt. Ezzel szemben a 2012-ben szaporított állományt a gazdaságban készítették fel a szaporításra. Ősszel teleltető tavakban helyezték el őket az állomány tömegének két-, háromszorosát kitevő takarmányhállal. A halak zavartalan körülmények között készülhettek fel a szaporításra. A szaporítást megelőzően a teleltető tóból közvetlenül a keltetőházba kerültek. Ennek időpontját szakmai alapon határozta meg a gazdaság vezetője.

Ezzel szemben a 2011-ben szaporított állományt a szaporítást megelőzően jóval több stressz érte. Telelőbontáskor az eladó lehalászta a tavát, ezt követte hosszabb-rövidebb ideig tartó tárolás, majd szállítás a dinnyési tógazdaság területére. Ott újra teleltető tóban helyezték el őket, majd amikor a vízhőmérséklet elérte a megfelelő értéket, a keltetőházba szállították őket. Mivel tavasszal vásárolt halról van szó, az eladó egyszerűen „csak” teleltette a halak és nem felkészítette a szaporításra.

A gyengébb beérési mutatók, az alacsonyabb PGSI és termékenyülési-% hátterében a szaporítást megelőző stressz állhat. Ez gyengíthette a szülőhalak állapotát és negatívan befolyásolta a hormonkezelésre való érzékenységüket. A nem megfelelő mennyiségű takarmányhal a teleltetés során az ikraprodukciónak volt negatív hatással, ami a kapott PGSI értékekben volt tetten érhető. A két szaporítási időszak eredményességében tapasztalható különbségek jól párhuzamba állíthatók

azokkal a korábbi megfigyelésekkel, melyek szerint a szülőhalak szakszerű telettetése / felkészítése alapvető feltétele a szaporítás sikerének (SZABÓ 1997). A szakszerűen felkészített állomány szaporítása során kapott eredmények (2012. szaporítási időszak) hasonlóak ahhoz, melyeket a faj szaporítása kapcsán korábban leírtak (SZABÓ 2003).

A ponty- és a busahipofízis szaporítási mutatókra gyakorolt hatását a ponty esetében egy szaporítási időszakban (2011.) vizsgálhattuk. A hipofíziskezelés termékenyülési-%-ra gyakorolt hatását nem vizsgáltuk kísérletesen. A termékenyülést Zuger üvegből vett minta alapján határoztuk meg. Az üvegben több ikrástól származó ikrát érleltek, de egy üvegbe csak azonos kezelést kapott ikrásoktól származó ikrát kerülhetett. Mivel az anyánkénti termékenyülést nem ismertük, így statisztikai értékelésre nem volt lehetőség. Az üvegből vett minták vizsgálata alapján azonban megállapítottuk, hogy mindkét kezeléssel származó ikrák jó minőségűek voltak, a termékenyülés mindkét csoportban meghaladta a 90 %-ot.

A pontyikrások beérése és a lefejehető ikrák relatív mennyisége között nem mutatott ki különbséget a két csoport között a statisztikai elemzés. A PGSI átlaga magasabb volt a busahipofízissel kezelt csoportban (14,5 %), de értéke egy százalékkal sem haladta meg a pontyhipofízissel oltott csoportban kapott értéket (13,7 %). A ponty nagyüzemi szaporításának 18 évre kiterjedő vizsgálata során a PGSI átlagos értéke 16,3 %-nak adódott. A saját kísérletünkben kapott értékek ennél valamivel alacsonyabbak, de mindenképpen elfogadhatónak tekinthetők (SZABÓ et al. 2000).

Egy kicsit meglepő volt a különbség a két csoport között az anyahalak beérése tekintetében. A busahipofízissel kezelt csoportban az összes ikrás reagált a kezelésre, míg a pontyhipofízissel kezelt csoportban az ikrások beérése 66,7 % volt. A viszonylag nagy különbség ellenére a Chi-négyzet próba nem jelzett szignifikáns különbséget. Statisztikai szempontból az egyes kezelések elemszámának emelése növeli a kísérlet pontosságát. (SZABÓ et al. 1996) Azonban a szaporítás során szakmai szempontokat is figyelembe kellett venni. A gazdaságnak minden szaporítási szezonban meghatározott mennyiségű zsengeivadékot kell előállítani. A kísérlet megtervezése és beállítása során a gazdasági szempontokat is figyelembe kellett venni. A busahipofízis alkalmazásával a gazdaságnak még nem voltak tapasztalatai. Az eredménytelen kezelés a tervezett zsengeivadék mennyiségét veszélyezteti, az esetleges parciális ovuláció pedig a nagy értékű ikrások pusztulását (szepszis következtében) okozhatja. Ezek a megfontolások játszottak szerepet abban, hogy a busahipofízissel csak negyedannyi ikrást oltottunk, mint pontyhipofízissel. Utólag, a kísérlet eredményeinek ismeretében már bátran javasolhatjuk a busahipofízissel kezelt anyák részarányának

növelését.

Kísérleteinket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a busahipofízis hatékonysága egyik szaporítási mutató tekintetében sem maradt el a pontyhipofízistől sem a csuka, sem a ponty szaporítása során. Ez a szakirodalmi adatok ismeretében nem is meglepő. A ponty hipofízist már évtizedek óta használják eredményesen a növényevő halak szaporítása során. A pontyhipofízis sikerrel alkalmazható nem csak a ponttyal azonos halcsaládba tartozó fajok esetében, hanem akár eltérő halrendbe tartozó fajok (csuka, süllő, harcsa) szaporításában is. Pontyhipofízissel a porcos vérteshalak közé tartozó kecsegtől is jó minőségű ikrát nyerhetünk a szaporítási időszakban. A hipofízis hatóanyaga a gonadotrop hormon. A két változat közül a luteinizáló hormon (LH) az, ami az ovuláció kiváltásában főszerepet kap. Evolúciósan konzervált molekulának tekinthető, szerkezete nem sokat változott a halak, vagy akár a gerincesek törzsfejlődése során. Természetesen más az elsődleges szerkezete (aminosav sorrendje) az eltérő fajok LH- jának, de az eltérés nem akkora, hogy a hormon a funkcióját egy másik halfajban ne tudná megőrizni. Ezt erősíti a HCG nagyüzemi szintű felhasználása a halszaporításban. A HCG az emberi szervezetben termelődik, ráadásul nem a hipofízis állítja elő, hanem a méhlepény.

Egy új hatóanyag vagy készítmény hatékonyságának megítélése nem alapulhat kizárólag elméleti megfontolásokon. Nagyüzemi felhasználásának bevezetését kísérletes vizsgálat kell, hogy megelőzze. Az elméleti alapokon nyugvó, keltetőházban, nagyüzemi körülmények között elvégzett kísérleteink eredményei alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy a busahipofízis hatékonysága megegyezik a pontyhipofízis hatékonyságával. Eredményeink alapján bátran javasoljuk a busahipofízis felhasználását a keltetőházi halszaporítás gyakorlatában.

6. Összefoglalás

A halak keltetőházi szaporítása során az ovuláció kiváltása hormonkezeléssel (hipofizálással) történik. A pontyhipofízis beszerzése az elmúlt két évtized gazdasági átalakulása következtében egyre nehezebb. Ezzel magyarázható, hogy a tenyésztői igények kielégítése érdekében a busa fajokból származó hipofízis is megjelent a piacon. Célul tűztük ki a busahipofízis szaporítási mutatókra gyakorolt hatásának kísérletes vizsgálatát nagyüzemi környezetben. A busahipofízis hatékonyságát a pontyhipofízissel történő kezeléssel összehasonlítva értékeltük. A vizsgálatba vont halfajok a csuka (*Esox lucius*) és a ponty (*Cyprinus carpio*) voltak.

A csuka ikrások beérése az első kísérleti évben mindkét kezelés esetén 70,4 % volt. A második kísérleti évben a pontyhipofízissel kezelt csoportban az ikrások 94,4 %-a, a busahipofízissel kezelt csoportban 87 %-a adta le az ikrát. A PGSI az első kísérleti évben gyakorlatilag megegyezett a két csoportban (14,3 %), a második évben $18,7 \pm 3,43$ % volt a pontyhipofízissel és $20,1 \pm 3,92$ % a busahipofízissel kezelt csoportban. Az ikra termékenyülése az első évben $53,4 \pm 8,87$ % (pontyhipofízis), illetve $43,7 \pm 8,43$ % (busahipofízis) volt. A második évben a pontyhipofízissel kezelt csoportban az ikra $57,5 \pm 7,83$ %-a termékenyült, busahipofízissel kezelt csoportban pedig $63,6 \pm 17,0$ %-a. A pontyszaporítása során az ikrások beérése 66,7 %-volt a pontyhipofízissel oltott csoportban, a PGSI pedig $13,7 \pm 5,49$ %-nak adódott. A busahipofízissel kezelt ikrások mindegyike reagált a kezelésre, a PGSI pedig $14,5 \pm 2,32$ %-os volt. A két csoport szaporítási mutatói a pontyikrások beérésének kivételével statisztikailag azonosnak tekinthetők. Vizsgálataink az előzetes feltevéseinket igazolták, miszerint a busahipofízis legalább olyan eredményesen alkalmazható, mint a pontyhipofízis.

7. Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Dr. Szabó Tamásnak a témáért, és a folyamatos segítségért. Köszönettel tartozom Szabó Krisztiánnak, hogy kísérleteimet és felméréseimet Dinnyésen az ő keze alatt végezhettem. Továbbá köszönet illeti Dr. Urbányi Bélát és Dr. Bokor Zoltánt a tanszéken végzett munkájukért és segítőkészségükért. Hálával tartozom barátaimnak, kik nyelvtanilag és szerkezetileg segítettek a szakdolgozat szerkesztésében és ellenőrzésében. Köszönöm családomnak, hogy mindvégig mellettem álltak, és támogattak.

8. Irodalomjegyzék

- BARÁTH CS-NÉ, ITTÉS I. & UGRÓSDI GY., 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 288 pp.
- BARÁTH CS-NÉ, RASCH D. & SZABÓ T., 1996. Összefüggés a kísérlet pontossága és az ismétlések száma között. Állattenyésztés és takarmányozás, 45 (4): 359-371.
- BERCSÉNYI-HORVÁTH-ORBÁN-SZABÓ: Biotechnológia a haltenyésztésben 65 pp. Kézirat a Pro Renovanda Cultura Hungariae számára Budapest, 1997.
- CHANG, J. P. & PETER, R. E., 1983. Effects of pimozide and des Gly¹⁰, [D-Ala⁶] luteinizing hormone-releasing hormone ethylamide on serum gonadotropin concentrations, germinal vesicle migration, and ovulation in female goldfish, *Carassius auratus*. Gen. Comp. Endocrinol., 52: 30-37.
- DONALDSON, E. M. & HUNTER, G. A., 1983. Induced final maturation, ovulation and spermiation in cultured fish. In: W. S. HOAR, D. J. RANDALL ÉS E. M. DONALDSON (szerkesztők), Fish Physiology, Vol. IXB. Academic Press, New York, pp. 351-403.
- DRORI, S., OFIR, M., LEVAVI-SIVAN, B. ÉS YARON, Z., 1994. Spawning induction in common carp (*Cyprinus carpio*) using pituitary extract or GnRH superactive analogue combined with metoclopramide: analysis of hormone profile, progress of oocyte maturation and dependence on temperature. Aquaculture, 119: 393-407.
- HORVÁTH L. & TAMÁS G., 1978. Halszaporítás - Ivadéknevelés. In: Bakos J. (Szerkesztő), Haltenyésztés (Szakmérnöki jegyzet), Debrecen, pp. 141-240.
- HORVÁTH L., TAMÁS G. & TÖLG I., 1982. Tógazdasági tenyészanyag termelés. 259 pp.
- LIN, H. R. & PETER, R. E., 1988. Induced breeding of cultured fish in China. In: R. C. Ryans (Szerkesztő), Fish Physiology, Fish Toxicology, and Fisheries Management. Proceedings of an International Symposium, Guangzhou, PRC, September 14-16, 1988, pp. 34-45.

- PETER, R. E., TRUDEAU V. L. & SLOLEY, B. D., 1991. Brain regulation of reproduction in teleosts. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, Monograph 16: 89-118.
- PETER, R. E., LIN, H. R., VAN DER KRAAK, G. & LITTLE, M., 1993. Releasing hormones, dopamine antagonists and induced spawning. In: J. F. Muir és R. J. Roberts (szerkesztők), Recent Advances in Aquaculture Vol. IV, Blackwell, Oxford, U. K., pp. 25-30.
- SZABÓ T., 1997. Különböző hormonkezelések hatásának vizsgálata a csuka (*Esox lucius* L.) ovulációjára és ikraminőségére. Kandidátusi értekezés. GATE, Gödöllő.
- SZABÓ T., 2000a. A valódi csontoshalak ikrájának morfológiája, élettana és megtermékenyülése. Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv) Szerkesztő: Horváth László. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 185-194.
- SZABÓ T., 2000b. A szaporodás neuroendokrin szabályozása. Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv) Szerkesztő: Horváth László. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 194-205.
- SZABÓ T., 2000c. Az indukált halszaporítás módszerei. Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv) Szerkesztő: Horváth László. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 206-213.
- SZABÓ T., SZABÓ R., URBÁNYI B. & HORVÁTH L., 2000. Review of the results of common carp (*Cyprinus carpio*) breeding at a large-scale hatchery. Reproduction in Domestic Animals, 35: 89-94.
- SZABÓ T., 2003. Ovulation induction in northern pike, *Esox lucius* L. using different GnRH analogues, Ovaprim, Dagin and carp pituitary. Aquaculture Research, 34: 479-486.
- YARON, Z., 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. Aquaculture, 129: 49-73.

9. Nyilatkozat

Alulírott, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar hallgatója nyilatkozom, hogy a szakdolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.

Gödöllő, 2012.hó.....nap

.....

hallgató aláírása