

PÁLYÁZATI ZÁRÓJELENTÉS

AZ ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS KUTATÁSI ALAP

által támogatott

„Az ivari ciklus feltárása folyóvízi pontyféléknél különös tekintettel a márnára (*Barbus barbus*) és a paducra (*Chondrostoma nasus*)” c. témáról

a téma kódja: **43332**

A pályázati részjelentést készítette:

Dr. Szabó Tamás, C.Sc.
egyetemi adjunktus, témavezető

SzIE, Halgazdálkodási Tanszék

2006. február

A témavezető a kutatási eredmények nagy részét publikálta (lásd. A "Közlemények" rovatban), ezért az OTKA állásfoglalásának megfelelően a már közzétett eredményekről a zárójelentésben csak összefoglaló jellegű áttekintést ad.

1. Szaporodásbiológiai vizsgálatok

A hazai tógazdasági haltermelésben fontos szerepet betöltő halfajok, mint a ponty, az amur, a fehér-és a pettyes busa, a compó szaporítása az anyahalak hormonkezelésétől egészen a zsenge ivadék előállításáig halkeltetőkben történik. A fajok sikeres szaporításának egyik feltétele szaporodásbiológiájuk megismerése volt. Elsőként a ponty ivari ciklusát és gametogenezisét tárták fel szinte mindenre kiterjedő részletességgel. Ez a későbbiekben alapot nyújtott a növényevő halfajok és a compó ilyen irányú vizsgálatának elvégzéséhez. A hazai folyvizekben élő halfajok esetében hasonló vizsgálatokat még nem végeztek. Ivari ciklusuk és gametogenezisük megismerése új tudományos jelentőséggel bír.

1.1. Az ívási időszakban egyszer ívó halfajok ivari ciklusa (balin, jász, paduc)

A balin esetében a GSI októberben megállapított értéke 66,4%-a márciusban, ívás előtt megállapított maximális, vagy ahhoz nagyon közeli értéknek. A jásznál a GSI októberi értéke 70,5%-a az ívást megelőző értéknek. Annak ellenére, hogy a petefészek relatív tömege már októberben számottevő mindkét halfaj esetében, a GSI értéke kis mértékben ugyan, de fokozatosan tovább nő a téli hónapok alatt. A petefészek tömegének döntő részét a vitellogenezis fejlődési állapotban lévő oocyták teszik ki mindkét fajnál már október hónapban. A vakuolizálódó sejtek számaránya viszonylag alacsony. A GSI értékének téli hónapok alatt történő növekedése azt jelzi, hogy az ikrásokban az ívást megelőző 3-4 hónapban még intenzív sejtépítő folyamatok zajlanak. Ezek már nem „minőségi jellegű” változások (átmenet egyik fejlődési állapotból a következőbe), hanem a már kialakult, vitellogenezis stádiumában lévő sejtek gyarapodása. Ez már nem darabszámbeli, hanem az egyes sejtek méretbeni gyarapodását (szikfelhalmozódás) jelenti.

A paduc petefészkében január hónap elején a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták voltak jelen döntő mennyiségben. A vakuolizáció teljes folyamata feltehetően az őszi hónapokban (szeptember-december) zajlik. Az ikrásokban az ívást megelőző 3-4 hónapban intenzív sejtépítő folyamatok zajlanak (vitellogenezis), amit alátámaszt a GSI értékének szignifikáns mértékű növekedése (február: $15,7 \pm 1,9$; április: $20,6 \pm 2,7$).

Az ívást követően a vizsgált három halfaj petefészkeének döntő tömegét a protoplazmás fejlődési szakasz (elsődleges oocyta növekedés) különböző stádiumaiban lévő oocyták adják. Természetesen a petefészekben mitotikusan osztódó oogóniumok, az ívást megelőzően nem ovulált oocyták és az ívás során le nem rakott ikrák is vannak. Az utóbbi két sejtcsoport felszívódási folyamaton megy keresztül. Az ováriumban mindezek mellett atretikus folyamatok is zajlanak, amelyek elsősorban az ebben az időszakban legfejlettebb stádiumban lévő „funkcionáló/élő” oocytákat érinti, azaz azokat a sejteket, amelyek a protoplazmás fejlődési szakaszban vannak. Minden valószínűség szerint ezek száma *közvetlenül* az ívási időszak után tovább csökken.

A jászra vonatkozó adatok alapján megállapítható, hogy az „elsődleges oocyta – vakuolizálódó sejt” átalakulás a július-augusztus hónapokra esik, a vitellogenezis folyamata pedig már augusztus-szeptember hónapokban megkezdődik. A vakuolizálódás folyamata tehát a nyár második felében intenzív és október végére befejeződik. A vitellogenezis a nyár végén kezdődik és az ívási időszak kezdetéig tart. A jász esetében a petefészeket felépítő, a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták mérete, már októberben rendkívül homogén. Az oocyták közel 80%-a az 1300-1400 μ m-es mérettartományba esik.

A szövettani vizsgálatok az ívási gyakorisággal kapcsolatban alátámasztják a ívási viselkedésre vonatkozó korábbi megfigyeléseket. A ívási időszakot megelőzően a vakuolizálódó sejtek hiánya és a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek homogén mérete azt jelzi, hogy a balin, a jász és a paduc az egyszer ívó fajok közé tartozik. Az ívási környezet tényezőinek hatására felkészült oocytáikat egyszerre érlelik be, az érett oocyta-állományon belül az ovuláció szinkronizált és az ikra lerakása is egy alkalommal történik.

1.2. Az ívási időszakban többször ívó halfajok ivari ciklusa

1.2.1. A karika keszeg ivari ciklusa

A halfaj esetében a május-júniusi ívási időszakot egy néhány hetes regenerációs időszak követi. Irodalmi adatok szerint a regenerációs időszak alatt a petefészekben található kis számú érett, de fel nem szakadt follikulusz, az ovulált, de le nem rakott ikrák és az ívás során esetlegesen képződő vérrögök felszívódása történik meg. A petefészekben asszimilációs folyamatok, fontos mennyiségi változások, illetve minőségi átalakulások nem történnek. A halak intenzíven táplálkoznak, a táplálék a szervezet raktárainak feltöltésével hasznosul. Ezek

a források az ívást megelőző intenzív ovogenezis során merülnek ki. Ebben az időszakban a hal nem képes a felvett táplálékból biztosítani a vitellogenezis szervesanyag- és energiaigényét, ezért testének tartalékait is mozgósítani kénytelen.

A karika keszeg ivari ciklusa során az ovogenezis nem azonos intenzitással zajlik. Ezt igazolják a GSI adatok, a szövettani metszetekkel kapcsolatos vizsgálatok, valamint a különböző átmérőjű oocyták számának egymáshoz viszonyított arányai is.

A GSI értéke az ívás után egy százalék alá csökken. A petefészekben csak a protoplazmás növekedés stádiumában lévő oocytákat találjuk meg. Ezek mérete nem éri el a 300 μ m-t. Az ovogenezis először augusztus-szeptember hónapokban vesz lendületet. Szeptember végén a GSI értéke már 4,5% körül alakul. A petefészek relatív tömegének a növekedéséhez a vakuolizálódás stádiumába lépő oocyták járulnak hozzá döntő mértékben. A vakuolizálódó oocyták mérete 300-500 μ m között változik. Augusztus-szeptember hónapokban tehát a petefészek relatív tömegének a növekedése egy minőségi változásnak, nevezetesen a vakuolizálódó sejtek kialakulásának az eredménye. A vitellogenezis fejlődési szakaszban lévő oocyták száma a vakuolizálódókéhoz képest ekkor elhanyagolható.

A petefészekben a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták szeptember végén jelennek meg. Átmérőjük 500 μ m-nél nagyobb. Október hónapban számuk fokozatosan nő, ezzel párhuzamosan a vakuolizálódó sejtek számaránya lecsökken, de még mindig majdnem kétszeresét teszik ki a vitellogenezis stádiumában lévő sejteknek. A vakuolizálódás/vitellogenezis minőségi átalakulás ekkor nem jár együtt a petefészek relatív tömegének nagymértékű növekedésével.

November és március között a petefészek „nyugalmi állapotba” kerül. Sem a petefészek relatív tömegében, sem a vakuolizálódó és a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták egymáshoz viszonyított számarányában nem történik változás.

Április hónapban az ovogenezis ismét lendületet vesz. A GSI értéke rövid időn belül megduplázódik. Ezzel párhuzamosan a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták száma megnő és meghaladja a vakuolizálódó sejtek számát. A petefészek relatív tömegének növekedéséhez egyrészt hozzájárul a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek számának növekedése. Másrészt a sejtekben felhalmozódó szikanyag az egyes sejtek méretét is megnöveli, amely szintén hozzájárul a GSI értékének növekedéséhez. A petefészekben tehát az ívást megelőző egy-másfél hónapban rendkívül intenzív minőségi és mennyiségi változások zajlanak. Ez az ivari ciklus legintenzívebb szakasza, amely a számszerűsíthető szaporodásbiológiai mutatókban is megmutatkozik.

A GSI-re vonatkozó vizsgálatok megerősítették azokat a korábban leírt megfigyeléseket, miszerint a karika keszeg az egy ívási időszakban többször ívó fajok közé tartozik. Ez a szaporodásbiológiai sajátosság tükröződik a természetes ívást megelőzően megállapított GSI közepesnek tekinthető értékében (kb. 15%), amely a többször ívó halfajok jellemzője. Megállapítottuk továbbá, hogy az ívást megelőző hónapokban mind a vakuolizálódó, mind a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek mérete rendkívül heterogén. Ez szintén parciális ovulációra és szakaszos íváásra utal.

1.2.2. A márna ivari ciklusa

Október hónapban a GSI értéke a márnánál fele akkora, mint a karika keszegnél. Az index értéke azonban a késő őszi és a téli hónapokban is növekszik. A növekedés nem nagy mértékű, de folyamatos és egyenletes. A mintavételi időpontok nem tették lehetővé a GSI maximális, ívás előtti értékének megállapítását. Az áprilisi mintavétel után még számottevő petefészkek-tömeg gyarapodás feltételezhető, a májusi mintavétel pedig már az első ívás lezajlását követően történhetett.

A márna petefészkekében a késő őszi és a téli hónapokban nem csak mennyiségi változások zajlanak, mint ahogy azt a GSI értékének szignifikáns emelkedése mutatta. Október és április hónapok között a vakuolizálódó sejtek száma szignifikánsan csökkent, miközben a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták száma szignifikáns mértékben nőtt. Ez a minőségi változás azt jelenti, hogy a vakuolizálódó sejtek egy részében befejeződik a vezikulumok képződése és megkezdődik a vitellogenezis, azaz a szikfelhalmozódás folyamata.

A márnában a vitellogenezis folyamata valamivel később kezdődik, mint a karika keszegben. Ezt támasztja alá az októberi mintában a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek számarányára, ami jóval magasabb a karika keszegnél. Mivel a márnánál a vitellogenezis a téli hónapokban sem szünetel, a december-január hónapokban vett mintában a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek száma csaknem eléri a vakuolizálódó sejtekét.

Az április hónapban gyűjtött mintában a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták száma majdnem háromszor akkora volt, mint a vakuolizálódóké. A karika keszeg esetében a vitellogenezis stádiumában lévő oocyták száma alig másfélszer volt nagyobb. Az ívást megelőzően a vakuolizálódó, illetve a vitellogenezis fejlődési stádiumban lévő oocyták aránya egyrészt faji sajátosság lehet. Ha ez igaz, akkor feltételezhető, hogy a karika keszeg ívási időszaka hosszabb, mint a márnáé, és ikráját is több részletben rakja le. A másik lehetséges magyarázat az, hogy a karika keszeg ívása néhány héttel később következik be. Ez

idő alatt petefészkében további vakuolizálódó oocyták léphetnek tovább a vitellogenezis fejlődési stádiumba.

A márna esetében is megállapítottuk, hogy az ívást megelőző hónapokban mind a vakuolizálódó, mind a vitellogenezis stádiumában lévő sejtek mérete rendkívül heterogén. Ez a márna esetében is parciális ovulációra és szakaszos íváásra utal. A márna azonos fejlődési stádiumú oocytájának átmérője csaknem duplája a karika keszegének.

2. A halfajok indukált szaporításával kapcsolatos vizsgálatok

Az indukált szaporítással kapcsolatos vizsgálatokat a pályázat címében szereplő halfajokon kívül (márna, paduc) további fajokra, nevezetesen a bagoly keszegre (*Abramis sapa*) és a szilvaorrú keszegre (*Vimba vimba*) is kiterjesztettük. Az utóbbi két faj esetében a szaporítás előtt egyszerűbb szaporodásbiológiai vizsgálatokat is elvégeztünk. A szaporítási kísérletekre a kutatási időszak második felében került sor. Az eredményeket egyelőre csak a paduc estében volt lehetőségünk közzétenni, ezért a kísérletekről a zárójelentésben részletesebben beszámolunk.

2.1. Anyag és módszer

Az ovuláció kiváltása (hormonkezelés)

A szaporítómunka során acetonnal, kiszárított pontyhipofízissel kezeltük az anyahalakat. A hipofízist halfiziológiás sóoldatban homogenizáltuk. A homogenizátumot 0,5 ml/testtömeg kg mennyiségben, egyszeri kezeléssel injektáltuk a hasüregbe.

A spermáció kiváltására acetonnal és kiszárított pontyhipofízist használtunk 2,5 mg/testtömeg kg dózisban, melyet 0,5 ml halfiziológiás sóoldatban juttatunk a tejes halak szervezetébe. A szükséges hormonmennyiséget egy alkalommal injektáltuk a halakba.

Az ikrás és a tejes halakat egymástól elkülönítve, letakart medencékben, $12\pm 1^\circ\text{C}$ -os vízhőmérsékleten, erős vízátfolyás mellett érleltük be. A halak fejésére a hormonkezelést követően 36-48 órával került sor. A lefejt ikra és a maradvány petefészek tömegét grammnyi pontossággal mértük. Az egyes halaktól lefejt ikrát külön-külön termékenyítettük és inkubáltuk.

Szaporítási mutatók és számításuk

Az ovuláció hatékonyságára utalnak:

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

$$(\text{lefejt ikra tömege}/\text{hal tömege fejés előtt})\times 100$$

- ovarialis index (%):

$$\text{lefejt ikra tömege} \times 100 / \text{ikra tömege} + \text{maradvány petefészek tömege}$$

A lefejt ikra minőségére utalnak:

- termékenyülési %:

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

2.2. Eredmények

2.2.1. A bagoly keszeg indukált szaporítása

Szaporítási adatok:

- az ikrások szaporodásbiológiai állapota:

a petefészek-mintában lévő ovociták több, mint 50%-ában a sejtmag a sejthártya alatt, vagy annak közelében található

- a tejesek szaporodásbiológiai állapota:

a tejesekből enyhe nyomással sperma fejhető

- A szaporítás időpontja: 2005. április 22-24.
- Hormonkezelés / dózis: 5 mg ponty hipofízis / testtömeg kg
- A kezelés időpontja: 2005. április 22. 18 óra
- A fejes időpontja: 2005. április 24. 8 óra
- Az érlelővíz hőmérséklete: 12,0 °C
- A beérleléshez szükséges idő: 38 óra
- A PGSI meghatározása: 1. táblázat

1. táblázat: bagoly keszeg ikrások PGSI értéke

Ikrás:	BW (g)	ikra (g)	PGSI (%)
1.	520	115	22,11
2.	450	95	21,11
3.	350	65	18,57
átlag ± szórás:	440 ± 85,4	91,7 ± 25,2	20,6 ± 1,83

A PGSI relatíve magas értékéből arra következtethetünk, hogy az érett ovociták döntő hányada leválik a hipofízis hatására. Az ovulációt követően ezek az ikrák az anyahaltól könnyen lefejthetők. Ezen kívül, a lefejt halakból kioperált maradvány petefészek rendkívül

kis tömege is az un. teljes ovuláció tényére utalt. A mesterséges szaporítás során nyert ilyen irányú tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy a bagoly keszeg az ívási időszakban egyszer ívó fajok közé tartozik.

2.2.2. A szilvaorrú keszeg indukált szaporítása

Szaporítási adatok:

- az ikrások szaporodásbiológiai állapota:

a petefészek-mintában lévő ovociták sejtmagja az ovociták középpontjában helyezkedik el

- a tejesek szaporodásbiológiai állapota:

a tejesekből enyhe nyomással sperma fejhető

- A szaporítás időpontja: 2004. április 22-24.
- Hormonkezelés / dózis: 5 mg ponty hipofízis / testtömeg kg
- A kezelés időpontja: 2004. április 22. 18 óra
- A fejés időpontja: 2004. április 24. 18 óra
- Az érlelővíz hőmérséklete: 12,0 °C
- A beérleléshez szükséges idő: 48 óra
- A PGSI meghatározása: $11,7 \pm 2,36$ (2. táblázat)

2. táblázat: a szilvaorrú keszeg ikrások szaporítási adatai

Ikrás:	testtömeg (g)	lefejt ikra (g)	Rez. petefészek (g)	ovulációs index (%)
1.	1196	174	58	75,0
2.	1054	134	64	67,68
3.	1162	112	102	52,34
4.	872	86	70	55,13
Átlag ± SD:	1071 ± 145,8	126,5 ± 37,3	73,5 ± 19,62	62,54 ± 10,66

A vizsgálatok alapján arra következtethetünk, hogy a szilvaorrú keszeg az egy ívási időszakban többször ívó fajok közé tartozik. Ezt támasztja alá a természetes szaporodást megelőzően megállapított GSI közepesnek tekinthető értéke (kb. 15%), és a petefészek szövettani vizsgálata is. A szaporítás előtt több olyan ovocita csoport is megtalálható a

petefészekben, melyek a vitellogenezis eltérő stádiumaiban vannak. Az egyes sejtcsoportok beérése, ovulációja és lerakása feltehetően néhány napos, esetleg hetes különbséggel történik az ívási időszakban. Az ikrák szakaszos beérlelésére és részletekben történő lerakására utal az a tény is, hogy a hormonkezelés az ikrásokban parciális ovulációt indukált.

2.2.3. A paduc indukált szaporítása

Anyahalak

A szaporítást a Győri "Előre" HTSZ-ben végeztük 2004. április közepén (Dunavíz hőmérséklet 9°C). Az anyaállományt közvetlenül szaporítást megelőzően fogták természetes folyóvízi ívóhelyen. A szaporítás során az ikrás és a tejes halak aránya 2:1 volt.

Hormonkezelés és beérlelés

Az ovuláció és a spermiáció kiváltására acetonnal és kiszáritott pontyhipofízist használtunk. Az ikrásoknak testtömeg-kilogrammonként 5mg, a tejeseknek 2,5mg hipofízist adtunk. A beérleléshez szükséges idő 40 óra volt 12°C-os vízhőmérsékleten.

Az anyahalak beérése és a PGSI értéke

A szaporítás során a 23 ikrás hal közül 18 (78%) adta le ivartermékét. A különböző tömegű ikrásoktól lefejthető ikramennyiségek a következők voltak (3. táblázat):

3. táblázat: különböző tömegű paduc ikrásoktól lefejthető ikra mennyisége

Testtömeg kategóriák:	lefejt ikra tömege
0,5-0,7 kg	90-140 g
1,0-1,2 kg	170-270 g
1,5-2,0 kg	300-400 g

A paduc indukált szaporításának továbbfejlesztése

Kísérleteink célja az volt, hogy az indukált szaporítás új módszerét adaptáljuk a paduc keltetőházi szaporítása során. Összehasonlítottuk a GnRH-analóg kezelés és a hipofízálás különböző szaporítási paraméterekre gyakorolt hatását. Ezzel párhuzamosan vizsgáltuk a

GtH-szekrécióna kifejtett dopaminerg gátlás erősségét. A 4. táblázat a kipróbált kezeléseket és a kezelések eredményeit mutatja be.

4. táblázat: Kísérleti csoportok kialakítása az ikrás halakban. A táblázat az átlag- és szórásértékeket tartalmazza (ttkg: testtömeg kg, mGnRHa: emlős gonadotropin-releasing hormon analóg, a: p=0,05 szinten szignifikáns eltérést mutat b-vel szemben)

Hormonkezelés:	hipofízis (3mg/ttkg)	hipofízis (6mg/ttkg)	mGnRHa	mGnRHa+ domperidon	kontroll
beérés: ovulált/kezelt	4/6	4/5	0/6	5/6	0/6
Ovariális- index:	55,9±7,9b	86,2±5,9a	-	85,5±4,7a	-
Termékenyülési%:	69,1±3,7b	74,7±5,9b	-	83,5±5,6a	-

Vizsgálataink eredményei egyértelműen bizonyítják, hogy a dopamin receptor antagonistával kombinált GnRH-analóg kezelés egy jellegzetesen folyóvízi halfaj, a paduc esetén is alkalmas a hipofizálás jövőbeni felváltására. A sikeres szaporítás ténye, és a kísérletek során megismert szaporodásbiológiai tulajdonságok (GtH-szekrécióna kifejtett erős dopaminerg gátlás) jó alapot jelentenek ahhoz, hogy a bizonyos szempontból modell értékű kísérlet alapján több más, a paducéhoz hasonló környezetben élő és szaporodó halfaj indukált szaporítását is kidolgozzuk.

A hormonkezelés után lefejthető ikramennyiség és a maradvány petefészek kis mérete alapján feltételezhetjük, hogy a paduc az egy ívási szezonban egyszer ívó fajok közé tartozik, szemben pl. a szilvaorrú keszeggel, ahol a hipofizálás „csak” parciális ovulációt eredményezett.

2.2.4. A márna indukált szaporítása

1. szaporítás: 2004. évi szaporítási időszak

Szaporítási adatok:

- a szaporítás időpontja: 2004. május 2-3.

- az ikrások szaporodásbiológiai állapota: nem vizsgáltuk
- a tejesek szaporodásbiológiai állapota: a tejesek kivétel nélkül folytatták a tejet
- hormonkezelés / dózis: ikrások: 3 hipofízis (6-8mg) / testtömeg kg
tejesek: 2 hipofízis (4-6mg) / testtömeg kg
- a kezelés időpontja: 2004. május 2. 8 óra
- a fejes időpontja: 2004. május 3. 20 óra
- az érlelővíz hőmérséklete: $17,0 \pm 1$ °C
- a beérleléshez szükséges idő: 36 óra
- a kezelés hatása: tejesek: a hormonkezelés fokozta a spermiációt
ikrások: a beérés 40-50 %-os volt
- a PGSI meghatározása: az adatokat az 5. táblázat tartalmazza
- az ikra termékenyülése: 82,5% (5 nappal a termékenyítés után)

5. táblázat: az ovulált ikrásokra vonatkozó PGSI adatok

ikrás:	testtömeg (g):	lefejt ikra (g):	PGSI (%):
1.	2.150	165	7,67
2.	2.220	230	10,36
3.	2.200	210	9,54
4.	1.900	155	8,16
5.	1.710	175	10,23
átlag ± SD	2.036±222,8	187±31,7	9,2 ± 1,22

2. szaporítás: 2005. évi szaporítási időszak

Szaporítási adatok:

- a szaporítás időpontja: 2005. május 13-15.
- az ikrások szaporodásbiológiai állapota:
a megfogott ikrások egy része már ívott a szaporítási szezonban, ezeket a halakat nem használtam fel a kísérlet során
- a tejesek szaporodásbiológiai állapota:
a tejesek kivétel nélkül folytatták a tejet
- hormonkezelés / dózis: ikrások: 2 hipofízis (4-6mg) / testtömeg kg
tejesek: 1 hipofízis (2-3mg) / testtömeg kg

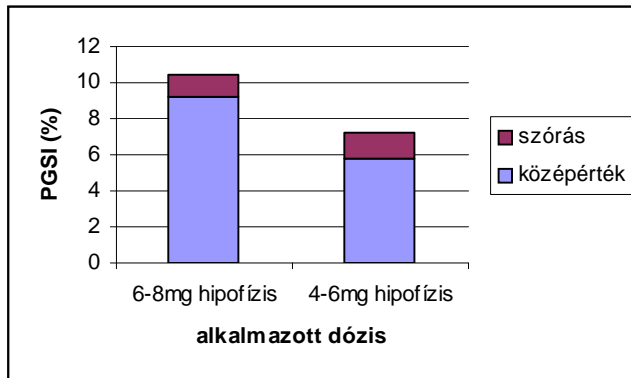
- a kezelés időpontja: 2005. május 13. 20 óra
- a fejés időpontja: 2005. május 15. 8 óra
- az érlelővíz hőmérséklete: $17,0 \pm 1$ °C
- a beérleléshez szükséges idő: 36 óra
- a kezelés hatása: tejesek: a hormonkezelés fokozta a spermiációt
ikrások: a beérés 80 %-os volt
- a PGSI meghatározása: az adatokat a 6. táblázat tartalmazza
- az ikra termékenyülése: 80,8% (5 nappal a termékenyítés után)

6. táblázat: az ovulált ikrásokra vonatkozó PGSI adatok

ikrás:	testtömeg (g):	Lefejt ikra (g):	PGSI (%):
1.	1.425	90	6,32
2.	1.590	85	5,35
3.	1.710	75	4,39
4.	1.840	160	8,7
5.	1.840	125	6,79
6.	1.690	110	6,51
7.	1.580	100	6,33
8.	1.435	70	4,88
9.	1.840	95	5,16
10.	1.140	40	3,51
Átlag ± SD	1.609±226,6	95±32,6	5,79±1,46

A két kísérletben azonos hormonkezelés (hipofizlás) eredményességét vettem össze két eltérő dózis alkalmazása esetén. A kísérletekben kapott PGSI adatokat a 1. ábrán mutatom be.

1. ábra: eltérő dózisok hatása a lefejhető ikra relatív mennyiségére (a kétmintás t-próba szignifikáns különbséget mutat a két érték között, $p=0,006$)



A hormonkezelés után lefejhető ikra mennyisége nagyobb, ha hipofizáláskor magasabb dózist használunk. A 6-8 mg/kg dózis kétszerese a ponty esetében alkalmazott dózissnak, de ez jól összeegyeztethető azzal a ténnyel, hogy a márna szakaszosan érleli be ikráját.

A szaporítási kísérleteink során megállapítottuk, hogy az eltérő ívási stratégiával rendelkező fajok keltetőházi szaporításának hatékonysága nem egyforma. Az ívási időszakban egy alkalommal ívó paduc és bagoly keszeg a hormonkezelés hatására ikrájának döntő részét leadja. A részletekben ívó szilvaorrú keszegben és márnában a hormonkezelés csak parciális ovulációt indukál.

A szaporodásbiológiai vizsgálatok eredményei alapul szolgálhatnak további folyóvízi halfajok keltetőházi, indukált szaporításának a kidolgozásához. A sikeres ovulációs kísérletek során szerzett tapasztalatok és a felvett szaporítási adatok lehetőséget adnak a szaporítási módszer átvételére és a természetes vízi halasításhoz szükséges ivadék előállítására.