



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**AZ EZÜSTKÁRÁSZ (*Carassius gibelio* BLOCH, 1782) SZAPORODÁSI
SAJÁTOSSÁGAI**

Doktori értekezés tézisei

Tóth Balázs

Gödöllő

2007

A doktori program

címe: Az állattenyésztés biológiai alapjai

tudományága: Mezőgazdaságtudomány

vezetője: Dr. Horváth László

Témavezető: Dr. Váradi László

.....
A programvezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. BEVEZETÉS

Az ezüstkárász (*Carassius gibelio* BLOCH, 1782) magyarországi megjelenése és szaporodásbiológiája számos kérdést vet fel. Korábbi megfigyelések szerint a kialakult populációk kizárólag nőstény egyedekből álltak. Általánossá vált a nézet, hogy a szaporodás mechanizmusát tekintve a ginogenezis jelenségével állunk szemben. A vonatkozó külföldi irodalom és az újabb hazai megfigyelések alapján azonban ez a megállapítás revízióra, kiegészítésre szorul.

A fentiek nyomán határoztam el, hogy genetikai vizsgálatok segítségével tanulmányozom az ezüstkárász hazai állományain a faj jelenlegi szaporodásbiológiai sajátosságait.

Ennek érdekében a következő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- A ploiditási szint meghatározása több, különböző élőhelyről gyűjtött ezüstkárász egyedből Vörösvérsejtmag-terület vizsgálattal.
- Keresztezési kísérletek: diploid és triploid ezüstkárász nőstények ikráinak idegen és saját fajú hímeiktől származó spermával történő megtermékenyítése.
- A keresztezési kísérletekből keletkezett F1 nemzedék kromoszómaszámának és RAPD mintázatának vizsgálata.
- Esetleges spontán triploidizáció vizsgálata a diploid ezüstkárász-nőstények más fajjal történő keresztezése eredményeként.
- Foglalkoztam továbbá a faj gazdasági és természetvédelmi megítélésével.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Az ivar meghatározása

A nyolc különböző élőhelyről származó ezüstkárászok ivarát ívási időszakban határoztam meg oly módon, hogy az állat hasát óvatosan nyomkodva ivarterméket nyertem, amelyből megállapítható volt az egyed neme.

2.2. Az állatok begyűjtése és szaporítása

Az állatokat a következő nyolc élőhelyről gyűjtöttem be:

1. Börgöndi-tó (Dinnyési Fertő Természetvédelmi Terület)
2. Kajtor-csatorna közvetlenül a Velencei-tó alatt
3. A Duna paksi szakasza
4. Babati I. tó
5. Babati II. tó
6. Babati VIII. tó
7. Babati IX. tó
8. Isaszegi I. tó

Az állatokat elektromos halászgéppel fogtam, a gép típusa: Lendvai Tr.H.F.B. Az Isaszegi tóból gyűjtött állatokat használtam fel a mesterséges szaporításhoz. Az állatokat 500 l-es akváriumokban helyeztem el a laboratóriumban 20-22 C° hőmérsékleten. Két hét eltelte után az akváriumok vizének hőmérsékletét lassan 24-25 C°-ra növeltem, és a sikeres szaporítás érdekében hormonkezelést alkalmaztam. Az ikrás egyedek testtömeg-kilogrammonként 0,35 mg pontyhipofizist kaptak előadagként, majd 12 óra eltelte után az állatokat testtömeg-kilogrammonként 3 mg pontyhipofizissel kezeltem (főadag). A hímek esetén – mivel ívási időszakban szaporítottam – hormonkezelés nem volt szükséges. 12 óra eltelte után az ikrát műanyag tálakba fejttem. A hímivarsejteket pipetta segítségével juttattam az ikrára. Az ikra ragadóságának elkerülésére termékenyítőoldatot alkalmaztam (3 g karbamid, 4 g konyhasó 1000 ml desztillált vízben). A megtermékenyített ikrát Zugger-üvegekbe helyeztem és 22 C°-on inkubálva a kelés 50-52 óra után történt meg.

2.3. Keresztezési stratégia

A következő párosításokat hajtottam végre:

1. diploid ezüstkárász nőstény × diploid ezüstkárász hím
2. triploid ezüstkárász nőstény × diploid ezüstkárász hím
3. diploid ezüstkárász nőstény × széles kárász (*Carassius carassius*) hím
4. diploid ezüstkárász nőstény × ponty (*Cyprinus carpio*) hím
5. diploid ezüstkárász nőstény × aranyhal (*Carassius auratus*) hím
6. diploid ezüstkárász nőstény × rózsás díszmárna (*Barbus conchoniensis*) hím
7. triploid ezüstkárász nőstény × aranyhal hím
8. triploid ezüstkárász nőstény × ponty hím
9. triploid ezüstkárász nőstény × széles kárász hím
10. triploid ezüstkárász nőstény × rózsás díszmárna hím

Minden kezelést háromszor ismételtünk ugyanolyan körülmények között. A kromoszóma-vizsgálatokhoz véletlenszerűen minden kezelésemből 5 egyedet választottam ki, így az azonos kezelésekből $3 \times 5 = 15$ egyedet vizsgáltam.

2.4. Vörösvérsejtmag-terület meghatározás

A különböző élőhelyekről befogott egyedek vörösvérsejtmag méretének vizsgálatát KAVUMPURATH és PANDIAN (1990) módszere alapján végeztem el a következők szerint. A vérmintát a farki vénából (*vena caudalis*) vettem. A mintát a vér megalvadásának megelőzése érdekében 3%-os KCl oldattal kevertem. A sejtmag megfestése fluoreszcensz festék, propidium-jodid (SIGMA, p 4170) segítségével történt a tárgylemezen. 20 µl oldatot 1 ml desztillált vízzel keverve a tárgylemezre csöppentettem, majd 15 percig szobahőmérsékleten tartottam. A festés után a tárgylemezt desztillált vízzel lemostam, glicerin oldattal kezeltem (50% glicerin foszfát pufferben), és fedőlemezzel lefedtem. A tárgylemezt fluoreszcensz mikroszkóp segítségével vizsgáltam (ZEISS, Axioscop 2 plus, Jena). A megfestett nukleuszok területnagyságát a CYTOSOFT 2.0 program segítségével határoztam meg, a statisztikai analízist az ANOVA STATGRAPHICS program segítségével végeztem. Összesen 122 egyedet vizsgáltam. Egyedenként 50 sejtmag analízisét végeztem el.

2.5. Kromoszóma-vizsgálatok, saját szaporításból származó állatok vizsgálata

Kromoszómaszám meghatározást végeztem a szaporításra szánt egyedeknél (három diploid, három triploid ezüstkárász nőstény, három ponty hím, három széles kárász hím, három ezüstkárász hím, három rózsás díszmárna hím), illetve a szaporításból származó utódokon; kezelésként 3 x 5 =15 egyeden.

Az úszómintákat 70%-os etanollal fertőtlenítettem, majd steril tripszin-PBS-oldatba (0,25% tripszin, SIGMA, T 4799) helyeztem. Steril szikével 2×2 mm-es darabokra vágtam, és további 7-10 percre a tripszinben hagytam (szobahőmérsékleten). A tripszines kezelésre azért van szükség, hogy az alkoholos lemosás után keletkezett elhalt felszíni réteget a tripszin leeméssze. Ezután az úszódarabkákat steril szövettenyészítő edénybe helyeztem, megközelítőleg egyenlő távolságra egymástól. A két óra alatt letapadt szövetdarabkákat lassan feltöltöttem 15% FCS-t (SIGMA, F 7524) és Hepes-t (SIGMA, H 0763) tartalmazó TC-199-es szövettenyészítő tápoldattal (SIGMA, M 5017).

Négy hét alatt a fibroblaszt az edény alját befedte. Ekkor egy csepp 0,05%-os kolhicin oldatot (SIGMA, C 9754) juttattam minden szövettenyészítő edénybe. Két órás kolhicin kezelés után az edényből a tápoldatot 10 ml-es centrifugacsőbe töltöttem és az edény aljára tapadt fibroblaszt sejtréteget szuszpendáltam (28 C°-on 7-10 perc, 0,025 % tripszint használva).

A sejtsuszpenziót tartalmazó tápoldatot centrifugacsőbe töltöttem, majd 7 percig centrifugáltam 1500-as fordulatszámmon.

A felülúszó eltávolítása után az üledéket 5 ml hipotóniás oldatban (0,35%-os KCL oldat) felsuszpendáltam, majd 5 percig szobahőmérsékleten tartottam.

Ezután ismét centrifugáltam, majd a szuszpenzióhoz óvatos rázogató mellett hozzátöltöttem a fixálót (3 rész metanol és 1 rész 99,5%-os ecetsav). 20 perc eltelte után ismét centrifugáltam, majd a fixálást kétszer megismételtem.

A szuszpenzióból vett mintát szobahőmérsékleten nedves lemezre csöppenttettem. Levegőn történő száradás után a lemezeket 7 percig friss 2,4 %-os Giemsa-oldattal (Finomvegyszer Szöv., Budapest) festettem, amelyet a következők szerint készítettem:

A foszfát puffer összetétele:

A oldat: 12,5 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 500 ml-re feltöltve desztillált vízzel

B oldat: 4,76 g KH_2PO_4 , 500 ml-re feltöltve desztillált vízzel

munkaoldat: 20 ml A, 20 ml B, 1 ml Giemsa-oldat, pH=7.0

A lemezeket desztillált vizes öblítés után szobahőmérsékleten szárítottam, majd mikroszkóp alatt (LEITZ Neoplan) 1200x-os nagyítás mellett vizsgáltam.

Minden mintából két lemezt készítettem, és lemezenként 50 metafázist vizsgáltam.

2.6. RAPD-vizsgálat

A DNS kivonása a proteolízist követő kisózással történt. A RAPD polimeráz lánreakciót DyNAzyme (Finnzymes) polimerázzal és 10 nukleotidból álló random primerekkel 15 µl-es reakcióelegyben végeztem el GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems) készülékkel. A PCR protokoll a következő volt: 4 perc első denaturáció (95 C°), 45 ciklus 15 mp denaturáció (95 C°), 1 perc primerkötés (36 C°) és 2 perc polimerizáció (72 C°), végül 9 perc befejező polimerizáció (72 C°). A képződött DNS fragmenteket 1,5 %-os agaróz gélen szeparáltam és a kapott mintázatokat Bio 1D++ (Vilber-Lourmat) géldokumentációs rendszerrel értékeltem. Az előzetes vizsgálatok során 40 primert próbáltam ki. A RAPD vizsgálatot a 6 leginformatívabb primerrel végeztem el:

1. 2. primer, szekvencia: 5'-d[GTTTCGCTCC]-3'
2. 3. primer, szekvencia: 5'-d[GTAGACCCGT]-3'
3. 4. primer, szekvencia: 5'-d[AAGAGCCCGT]-3'
4. 5. primer, szekvencia: 5'-d[AACGCGCAAC]-3'
5. 6. primer, szekvencia: 5'-d CCGTCAGCA -3'
6. AB1 primer, szekvencia: 5'-d CCGTCGGTAG -3'

Az értékelés során kizárólag az intenzív fragmenteket vettem figyelembe, ami biztosította, hogy az esetleges DNS töménységbeli különbségekből vagy egyéb okokból származó amplifikációs különbségek ne okozzanak zavart a klónok esetén. A fenti ismérveknek megfelelő intenzitással megjelenő fragmentek egyöntetűen jelentkeztek az utódokban.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Vörösvérsejtmag-terület meghatározás

1. táblázat: Az általam vizsgált egyedek ivararánya.

Élőhely	Hímek aránya	Hímek százalékos aránya
Börgöndi-tó	10/27	37,7%
Kajtor-csatorna	7/25	28 %
Duna Paksnál	14/35	40%
Babati I. tó	0/5	0
Babati II	0/7	0
Babat VIII	0/6	0
Babat XI.	3/9	33,3 %
Isaszegi I. tó	4/25	16%
összesen	38/139	27,33 %

A gyűjtött mintából 122 adott értékelhető eredményt. Az vörösvérsejtmag területe 10,66 és 26,2 μm^2 között változott (40,68-100% egyedenként). Az átlag területnagyságok a hímeknél $15,35 \pm 2,33 \mu\text{m}^2$, a nőstények esetében $17,66 \pm 3,16 \mu\text{m}^2$ voltak. A statisztikai analízis szerint a tejesek és az ikrások között a DNS-mennyiség szignifikáns különbséget mutatott ($P < 0,0001$), feltehetően azért, mert a nőstények között több triploid egyed fordult elő.

Figyelemre méltó, hogy a hímek között volt négy olyan egyed (73,96%, 74,16%, 77,44 %, 78,8%), amelyek a jelzett százalékos megoszlás szerint jelentősen, és további egy, amely (69,19%,) kisebb mértékben meghaladta a diploid csoport DNS mennyiségének szintjét (66,6%,). Ez a tény felhívja a figyelmet arra, hogy hazánk területén is lehetnek a hímek között olyan egyedek, amelyek diploid genomnál több genetikai anyaggal rendelkeznek.

Kromoszómaszám vizsgálataim szerint mozaikos hím egyed előfordult hazánkban, ám mivel az itt bemutatott hímeknél kromoszómaszám vizsgálatot nem végeztünk, nem dönthető el egyértelműen, hogy az általam tapasztalt viszonylag nagy DNS-mennyiség az adott öt hím egyedben erre a jelenségre vezethető-e vissza.

3.2. Keresztezési vizsgálatok

A keresztezési vizsgálatokhoz gyűjtött nőstények kromoszómaszámának vizsgálata után kiválasztottam három triploid és három diploid egyedet. Kromoszómaszámuk a következő volt:

Triploid nőstények:

EK98: 156

EK1: 156

Q: 156

Diploid nőstények:

EK3: 100

EK4: 100

EK105: 100

A rózsás díszmárna és triploid ezüstkárász keresztezésből származó két sikeresen kelt utódcsoport fejlődés közben elpusztult, mindössze három egyed sikerült megmenteni. Ennek feltehetőleg fertőzés volt az oka. A két csoportot, bár külön medencében került elhelyezésre, azonos rendszer táplálta vízzel. A három megmaradt egyed kromoszómaszámát vizsgáltam.

3.3. Kromoszóma-vizsgálatok

A diploid ezüstkárász hímek és nőstények utódai minden esetben diploidok voltak, kromoszómaszámuk: $2n=100$. A ponty hím és a széles kárász hím diploid ezüstkárászal történő keresztezéséből származó utódok kromoszómaszáma $2n=96-104$ között változott. Az aranyhal hím és a diploid ezüstkárász nőstény utódainak kromoszómaszáma: $2n=98-102$. A rózsás díszmárna hím és a diploid ezüstkárász nőstény keresztezéséből származó csoport 122-126 kromoszómával rendelkezett. Valószínűleg interspecifikus triploid hibridekről van szó. A rózsás díszmárna kromoszómaszáma: $2n=46$. A triploid ezüstkárász nőstények és a diploid ezüstkárász hímek keresztezéséből származó utódpopuláció kromoszómaszáma $3n=150-156$ volt. Az aranyhállal történt keresztezésből származó utódok között egy egyedet találtam, amely kromoszómaszáma 184 és 200 között változott. Az elvégzett RAPD vizsgálat azt mutatta, hogy ebben az ivadékcsoportban nem csak ez az egyed, hanem több is bizonyítottan hordoz apai genetikai anyagot. Itt tehát ivaros

szaporodás következett be. A triploid ezüstkárász nőstények keresztezése a ponty és a széles kárász hímekkel ginogenetikus utódok születését eredményezte. Az utódok kromoszómaszáma $3n=150-156$ db közé esett. A triploid ezüstkárász nőstény és a rózsás díszmárna tejes utódok fertőzés következtében elpusztultak, a megmaradt három egyed kromoszómaszáma 148, 156 és 156 volt.

3.4. RAPD analízis

A diploid keresztezésekből származó utódok interspecifikus hibridek, amelyekben megtalálhatók az apai és az anyai fragmentek.

A triploid nősténytől származó utódok triploid klónoknak tekinthetők. Az irodalmi adatokkal ellentétben az ezüstkárász hímmel való termékenyítésből származó utódok is klónoknak bizonyultak.

Az aranyhal hímmel termékenyített triploid ezüstkárász nőstény utódai eredményeim alapján nem tekinthetők klónoknak. Az aranyhal specifikus fragmentek megjelentek három különböző utódban, amelyek így egymástól eltérő mintázatot mutattak.

3.5. Új tudományos eredmények

1. Új adatokat írtam le az ezüstkárász faj esetén tapasztalható eltérő kromoszómaszámok kialakulásának, illetve a faj rendkívüli alkalmazkodóképességének magyarázatához. Triploid ezüstkárász nőstény és aranyhal keresztezés során elsőként mutattam ki az aranyhal genomját az utódokban, így igazoltam az aranyhal és a triploid ezüstkárász kétszülős szaporodásának lehetőségét. Diploid ezüstkárász és rózsás díszmárna szaporítása során igazoltam annak lehetőségét, hogy az ezüstkárásztól távolabb eső fajjal történő kereszteződése eredményezhet triploidizációt, így interspecifikus triploid egyedek jöhetnek létre, tehát a triploid állományok lehetnek alloplidok.

2. A vonatkozó irodalomban található adatok szerint az ezüstkárász hímmel termékenyített triploid nőstényben megjelennek az apai genomrészek. Ezt az adatot kiegészítettem azzal a megfigyeléssel, hogy ez a jelenség nem minden esetben mutatkozik meg, azaz a triploid ezüstkárász nőstények saját faj hímeivel termékenyítve is szaporodhatnak ginogenetikusan.

3. Vörösvérsejtmag vizsgálatokkal igazoltam, hogy hazánk területén előfordul olyan hím, amelynek DNS mennyisége a diploid genom DNS mennyiségét meghaladja.

4. Kromoszómaszám-vizsgálataimmal igazoltam, hogy az irodalmi adatok szerint tapasztalható kromoszómaszám különbség okai között szerepelhet a hibridizáció, illetve a triploid állatok kétszülős szaporodása.

5. A hazai ezüstkárász állományok genetikai vizsgálatához meghatároztam a hat leinformatívabb RAPD primert.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Következtetések

- A vörösvérsejtmag-terület meghatározása során öt olyan hím egyedet találtam, amelynek DNS-mennyisége meghaladta diploid állatok DNS-mennyiségét, azonban kromoszóma vizsgálatok nélkül nem állíthatom, hogy azok valóban triploidok voltak. A vörösvérsejtben található DNS mennyiség alapján feltehető, hogy kromoszómaszámuk 100 és 150 között volt.
- Szaporítási vizsgálataim során igazoltam több szerző állítását, miszerint a diploid ezüstkárász ponttyal és széles kárásszal életképes diploid hibridet hoz létre.
- A citogenetikai vizsgálatok során nem igazolódott az a feltevés, hogy a ponty, illetve a széles kárász fajokkal való hibridizáció poliploid egyedet eredményez. Poliploid egyed esetünkben egy, az ezüstkárásztól rendszertanilag lényegesen távolabb eső rózsás díszmárna hímmel való keresztezés során jött létre.
- Vizsgálataim során igazolódott, hogy aranyhal hímmel történő termékenyítésből származó utódok között van olyan egyed, amelynek kromoszómaszáma (184) lényegesen eltér az anya kromoszómaszámától (156). RAPD vizsgálattal igazoltam, hogy az utódokban az apai genom megtalálható.
- A triploid ezüstkárász nőstény és a ponty, széles kárász és rózsás díszmárna hímek keresztezése során RAPD analízissel igazoltam, hogy az utódok ginogenetikus úton jönnek létre, az apai genom nem vesz részt az utód kialakításában. A saját keresztezési vizsgálataim szerint ugyanakkor az ezüstkárász hímmel való termékenyítésből származó utódokból sem sikerült kimutatni az apai genom részleteit, ami ellentmond több szerző állításának.
- Megállapítottam, hogy a triploid ezüstkárász nőstény egyedek kétféleképpen tudnak szaporodni. Egyfelől képesek az ivaros szaporodásra ezüstkárász vagy aranyhal hímmel, másfelől képesek a triploid ginogenetikus utódnemzésre saját és más fajok hímjével.

4.2. Javaslatok

- Javaslom a természetes ezüstkárász állományok hím egyedeinek kromoszómaszám-vizsgálatát.
- Szükségesnek tartom megvizsgálni a rózsás díszmárna×ezüstkárász interspecifikus triploid hibrid egyedek tovább szaporításával, hogy képesek-e a ginogenetikus szaporodásra. Ezzel arra is választ kapnánk, hogy a természetes vizeinkben található 100-nál több, de 150-nél kevesebb kromoszómával rendelkező egyedek képesek-e az utódnemzésre.
- Tudjuk, hogy az aranyhalat már évszázadokkal ezelőtt behozták Európába. Egyes szerzők az ezüstkárász megjelenését természetes migrációval hozzák összefüggésbe, és a korábbi észlelések során leírt egyedeket az ezüstkárász autochton megjelenésének bizonyítékaként kezelik. Nyitott kérdés, hogy amennyiben az ezüstkárász valóban megtalálható volt már a XX. század előtt is, akkor miért nem volt képes a jelenleg tapasztalt mértékű gradációra. Különösen kiélezetten jelentkezik a kérdés HOLCIK (1980) megállapításának tükrében, miszerint a telepítés nem játszott szerepet a faj elterjedésében. Valószínűleg a betelepítésen kívül más – időszakát tekintve is összefüggésbe hozható – hatással is számolhatunk, amely természetes vizeinket érintette, így az ezüstkárász tömeges elszaporodását eredményezhette. A vízfolyások szabályozási munkálatai, illetve a szennyvízkezelés gyakorlata vizeink minőségi paramétereit, illetve meder-morfológiai sajátosságait megváltoztatta. Javaslom az ezüstkárász mennyiségi arányainak összehasonlítását az emberi hatásokkal különböző mértékben terhelt vízgyűjtő területeken. Ehhez az emberi hatások leírása és értékelése mellett átfogó céltudatos faunisztikai vizsgálatokra is szükség van.
- Az irodalomban található adatok, illetve saját vizsgálataim alapján megállapítom, hogy a *Carassius* genus alkalmas a halak evolúciós folyamatainak tanulmányozására.
- Javaslom az ezüstkárász radikális ritkítását annak érdekében, hogy az őshonos széles kárász állományunk genetikai állománya tiszta maradjon. Ennek inkább kisebb, zárt tavakban van realitása, ám valószínűleg ott is állandó fenntartási feladatot jelent.
- Javaslom, hogy szaporítás céljából kizárólag olyan helyről származó széles kárászt használjunk fel, ahol nem élt mellette ezüstkárász.
- Tekintettel az ezüstkárász kiemelt mértékű károkozására a tógazdaságokban, illetve a hibridizáció következményeként kialakuló széles kárász állományok leromlásának lehetőségére javaslom, hogy a halászati jogszabályok alkotásánál, illetve a jogszabályok betartatása során az ezüstkárász külön elbírálásra kerüljön.

- Javaslom, hogy a tógazdaságokban lehalászott ezüstkárászt kizárólag madártáplálékként, és ragadozó halaink táplálékként hasznosítsuk zártrendszerű tógazdaságban vagy, oly módon, hogy a telepítéssel érintett időszakos vízállások (lehetőleg a madárvonulási időszakban elárasztott belvizek) ne legyenek összeköttetésben más víztérrel.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ KÖZLEMÉNYEK, ELŐADÁSOK

5.1. Tudományos előadások, poszterek

1. VÁRADI L., TÓTH B. (1998): Az ezüstkárász szaporodása, mint új evolúciós stratégia. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 1998. május 27-28. (előadás)
2. VÁRADI L., TÓTH B., VÁRKONYI E. (1998): Chromosome studies in silver crucian carp. 13th European Colloquium on Cytogenetics of domestic animals, Budapest, Hungary, 1-6 June (poszter)
3. VÁRADI L., TÓTH B., HIDAS A. és VÁRKONYI E. (1999): Az ezüstkárász egyedülálló reprodukciós mechanizmusa mint sikeres evolúciós stratégia. IV. Magyar Genetikai Kongresszus április 11-14. (előadás)
4. VÁRADI L., TÓTH B., KOVÁCS N. és PATÓCS, G. (1999): Az ezüstkárász genetikája és alkalmazkodóképessége. XXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, május 26-27. (előadás)
5. VÁRADI L., HARKA Á., SALLAI Z., TÓTH B. (2000): Az ezüstkárász és környezete. XXIV. Halászati Tudományos Találkozás, Szarvas, május 24-25. (előadás)
6. TÓTH B., VÁRADI L., HIDAS A., VÁRKONYI E. (2000): Genetic background of the silver crucian carp's (*Carassius auratus gibelio*) adaptability. Aquaculture America 2000, New Orleans (előadás)
7. VÁRADI L., DECKER K., TÓTH B., MISKOLCZI E. (2000): Gyomhalak a magyar haltenyésztésben. A tiszai ciánszennyezés hatása az egyes halfajokra. II. Halászati Szakmai Napok, SZIE, Gödöllő (előadás)
8. TÓTH B., VÁRADI L., DECKER K., VÁRKONYI E., HIDAS A. (2001): Újabb adatok a hazai ezüstkárász állományok genetikai sajátosságairól. Halászati Tudományos Találkozás Szarvas, május 16-17. (előadás)
9. PATAKINÉ VÁRKONYI E., TÓTH B., EDVINÉ MELEG E., HIDAS A. (2003): A Magyarországon élő diploid és triploid ezüstkárász állományok (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) valamint utódpopulációik genetikai vizsgálata. V. Magyar Genetikai Kongresszus, Siófok, április 13-15. (poszter)
10. TÓTH B., CSIHAR L., HEGYI Á., TÓTH B., RÁCZ T. (2003): Idegen halaink elterjedésének korlátozása, XXVII Halászati Tudományos Tanácskozás Szarvas (poszter)
11. VÁRKONYI E., TÓTH B., VÁRADI L., HIDAS A. (2003): Genetic analysis of diploid and triploid populations of Silver crucian carp's (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) and their offsprings. (poszter) World Aquaculture 2003, Salvador, Brazil. Május 19-23, Book of Abstract on CD, p. 556.
12. PATAKINÉ VÁRKONYI E., TÓTH B., EDVINÉ MELEG E., HIDAS A., VÁRADI L. (2004): A hazai diploid és triploid ezüstkárász állományok (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) szaporodásbiológiai sajátosságainak és rendkívüli adaptációs képességének vizsgálata genetikai módszerek segítségével. XXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, máj. 12-13. előadás
13. PATAKINÉ VÁRKONYI E., TÓTH B., EDVINÉ MELEG E., SZENTES K., HIDAS A., (2005): Comparison of different ploidy level populations of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) and their offspring by chromosome and RAPD analysis. Fourth Hungarian – Vietnamese symposium on Cooperation in Sustainable Animal Production and Aquaculture: Results and Prospects, Gödöllő-Szarvas, Hungary. (előadás)

5.2. Tudományos közlemények

1. VÁRADI L., TÓTH B. (1998): Az ezüstkárász szaporodása mint új evolúciós stratégia. *Halászatfejlesztés*, HAKI Szarvas 21 102-107. p.
2. VÁRADI L., TÓTH B., VÁRKONYI E. (1999) Chromosome studies in silver crucian carp. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 48 98-100. p.
3. TÓTH B., VÁRADI L., HIDAS A., VÁRKONYI E. (1999): Az ezüstkárász egyedülálló reprodukív mechanizmusa. *Halászatfejlesztés*, HAKI, Szarvas 22 91-97. p.
4. TÓTH B., VÁRADI L., VÁRKONYI E., HIDAS A. (2000): Silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) in the Danube river basin. *Tiscia monograph series*, 42 61-65. p.
5. PATAKINÉ VÁRKONYI E., TÓTH B., SZENTES K., EDVINÉ MELEG E., HIDAS A. (2004): Investigation on diploid and triploid populations of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* BLOCH) and their offspring by chromosome and RAPD analysis. *Cytogenetic and Genome Research*, 106 24. p.
6. PATAKINÉ VÁRKONYI E., TÓTH B., EDVINÉ MELEG E., HIDAS A., VÁRADI L. (2005): A hazai diploid és triploid ezüstkárász állományok (*Carassius auratus gibelio* Bloch) szaporodásbiológiai sajátosságainak és rendkívüli adaptációs képességének vizsgálata genetikai módszerek segítségével. *Halászatfejlesztés*, HAKI Szarvas 29 5-15. p.
7. TÓTH B., VÁRKONYI E., HIDAS A., EDVINÉ MELEG E., VÁRADI L. (2005): Genetic analysis of offspring from intra- and interspecific crosses of *Carassius auratus gibelio* by chromosome and RAPD analysis. *Journal of Fish Biology*, 66 (3) 784-797. p.
8. VÁRKONYI E., TÓTH B. (2006): Cytogenetic studies and reproductive strategies of an invasive fish species, the silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch). 243-260. p. In.: E. Pisano, C. Ozouf-Costaz, F. Foresti & B. G. Kapoor (szerk.): *Fish Cytogenetics*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 510. p.