

DIPLOMADOLGOZAT

KALOCSAI LEVENTE RICHÁRD

OSZTATLAN AGRÁRMÉRNÖK

**Gödöllő
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Agrármérnöki osztatlan (MSc)

**Széles kárász (*Carassius carassius*) és karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) in vitro
keresztkezéséből származó utódok vizsgálata**

Belső konzulens: Dr. Müller Tamás
egyetemi tanár

Belső konzulens: Dr. Staszny Ádám
tudományos főmunkatárs

Belső konzulens: Varga Ádám
PhD hallgató

Készítette: Kalocsai Levente Richárd
HC4SLB
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: MATE, AKI
Természetesvízi
halökológiai tanszék

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
1.1 Célkitűzések	5
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1. Rendszertani besorolás:.....	6
2.1.1. Pontyalakúak / pontyfélék:.....	6
2.2. Széles kárász	7
2.2.1. Egyéb elnevezései:	7
2.2.2. Leírás:.....	8
2.2.3 Besorolás	8
2.2.4. Elterjedése:	9
2.2.5. Biológia:	10
2.2.6. Táplálkozás:	11
2.2.7. Hasznosítás:.....	11
2.3. Karikakeszeg	12
2.3.1. Egyéb elnevezései:	12
2.3.2. Leírás:.....	12
2.3.3. Besorolás:.....	13
2.3.4. Elterjedése:	13
2.3.5. Biológia:.....	14
2.3.6. Táplálkozás:	14
2.3.7. Hasznosítás, környezetvédelmi helyzet:	15
2.4. Pontyféléknél (Cyprinidae) természetben előforduló fajok közötti hibridizáció	15
3. Anyag és módszer	20
3.1. A halak beszerzése	20
3.2. Halak szaporítása.....	21
3.3. Ikrainkubáció.....	23
3.4. Nevelés	25
3.5. Morfometriai elemzés	26
4. Eredmények.....	28
4.1. Termékenyülés	28

4.2. Morfológiai elemzés.....	28
5. Javaslatok, következtetések.....	34
6. Összefoglalás.....	35
7. Köszönetnyilvánítás	37
8. Irodalomjegyzék.....	38
9. Mellékletek.....	40
10. Mellékletek.....	41

1. Bevezetés

A természetvédelem alapvetően az őshonos hazai fauna vagy ritka elemeinek védelmét tartja szem előtt. Egy közösségben a természetes folyamatok következtében jelenlévő fajok kapcsolata hosszú idő alatt alakul ki, emiatt – elsősorban a versengés miatti – a változások hatása is lassan történik. Így tehát kicsi volt az esélye annak, hogy a versenytársak közötti harcban az egyik faj elsöprő győzelmet arasson, az erőforrásokért folytatott küzdelemben. A klímaváltozás és az ebből következő egyre gyakoribb szélsőséges időjárás, nagyobb léptékű vízállás ingadozás miatt a vízi élettérben élő halfajok élettere összerosódhat. Az elmúlt években (például a 2022-es évben) tapasztalható globális szárazság, csapadékhiány hatására a különböző vizes élőhelyek (nagyraoszt a kisebb tavak és holtágak, valamint vízfolyások) ideiglenesen vagy teljesen kiszáradtak. Ezáltal a szűkebb élettérben megtalálható halfajok között kialakulhat versengés, táplálékkonkurencia, emellett a magasabb reprodukációs képesség vagy jobb reprodukációs stratégia kedvezhet egyes fajok számára. Ilyen esetekben a leszűkült életérben az alkalmas ívóhelyek száma is lecsökken és nagyobb esélyt ad arra, hogy normál körülmények között nem kereszteződő fajok egy időben csoportos ívásuk következtében alkalmasszerűen termékenyítsék egymás ikratételeit. Habár a széles kárász (*Carassius carassius*) és a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) is a pontyfélék családjába tartozik, de azon belül e két faj különböző alcsaládban foglal helyet és nagyobb a genetikai távolság e két faj között.

Egy előzetes kutatás alapján, egykori dunai ártéri területen, a kb. 1 ha területű Palotai-tóból (Rákospalota) gyűjtött széles kárász és ezüstkárász fajok keresztezéséből származó hibrid egyedek mellett morfológiai jegyek alapján „tisztá” széles kárász egyedek utódait több egymást követő évben sikerült megfogni. Amikor kis életérben együtt él a két faj, az lett volna várható, hogy a triploid ezüst kárász ginogenetikus szaporodási sajátosságai, vagy a diploid ezüst kárász tejesek ívási parazitizmusa egy idő után a genotípusok arányát eltolja, de még így is képes volt széles kárász populáció fennmaradni (Varga et al. 2010). A szerbiai Újvidéki Egyetem kutatói beszámoltak arról, hogy előnevelő tóba telepített szexált széles kárász ikrások compó tejesekkel összeívtak és „széles kárász jellegű” utódokat hoztak létre (Sipos 2020, szóbeli közlés). A két megfigyelés során felvetődött a gyanú, hogy esetleg egy eddig feltáratlan új szaporodási stratégia is állhat a háttérben, ami hasonlíthat az ezüst kárász szaporodási jellegzetességeihez (ginogenetikus / szűznemzési stratégia).

1.1 Célkitűzések

Az alapvető célkitűzésünk az volt, hogy ikrás széles kárász és egy másik faj, tejes karikakeszeg természetben nem szaporodó egyedeit pontyféléknél alkalmazott úgynevezett száraz termékenyítési eljárással segítségével keresztezünk. Vizsgáltuk, hogy széles kárász faj ikráit megtermékenyítik-e karika keszgeből származó spermiumsejtek, amennyiben igen, úgy feltárni az utódok életképességét, morfológiai jellemzőit.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Rendszertani besorolás:

Rendszertani besorolása Pintér (1989) szerint a következő:

Gerincesek törzse (Vertebrata), állkapcsosak ágazata (Gnathostomata), csontos halak osztálya (Osteichthyes), sugaras úszójúak alosztálya (Actinopterygii), valódi csontoshalak főrendje (Teleostei), ponty alakúak rendje (Cypriniformes), ponty alkatúak alrendje (Cyprinoidei), pontyfélék családja (Cyprinidae).

2.1.1. Pontyalakúak / pontyfélék:

A világ legnépesebb halfajai a pontyfélék családjába tartozik. Több, mint 1500 fajuk található meg a mérsékelt övi, trópusi és részben a sarkkörön kívüli édesvizekben. Előfordulnak a következő kontinenseken: Európa, Afrika (Madagaszkár kivételével), Ázsia és Észak-Amerika. A mesterséges emberi tevékenységek hatására betelepültek Dél-Amerikába, Ausztráliába és Új-Zélandra is. Délkelet-Ázsia rendelkezik a legnagyobb fajgazdagsággal pontyfélékből. A családba tartozó halak teste általában oldalról lapított és magas. A testet cikloid pikkelyek fedik. A pontyfélék nagy része pelágikus életmódot folytat, ezáltal a színezetük is ehhez alkalmazkodott: a hátuk sötét árnyalatú, az oldaluk ezüstös fényű, hasuk pedig fehér színezetű. A trópusi kisebb fajok azonban nagyon színpompásak. A családban szereplő fajok szájállása mindig az adott táplálékforráshoz alkalmazkodott. Egyes fajoknál a száj körül megtalálhatók a bajuszsálak. Egy távolkeleti nem kivételével a bajuszsálak száma nem haladja meg a kettő párat. A szájüregben nem találhatóak fogak, a garatfogak azonban nagyon fontos szerepet játszanak a táplálkozásban. E fogak fajtól függően 1-3 sorban helyezkednek el a garatcsonton. A garatfogakkal szemben elhelyezkedő rágólap segítségével őrlik össze a táplálékot. A garatfogak elhelyezkedése, alakja és száma nagyon fontos rendszertani bélyeg. A ragadozóhalak gyomortartalmában, az elfogyasztott zsákmány után maradt garatfogak elárulhatják, hogy milyen halfajt fogyasztott el. Szinte kizárólag édesvízi fajok tartoznak e családba, csupán néhány brakkvízi faj található meg. A pontyfélékhez (*Cyprinidae*) tartozó fajok táplálék spektruma rendkívül tágas. A bélcsatorna hossza relevánsan jelzi a fogyasztott táplálék féleségét. A rövidebb bélcsatorna jellemzi a ragadozó halakat. A hosszabb bélcsatornája pedig a növényi planktonevőknek és az olyan növényevő

halaknak van, amelyek fejlettebb vízinövényeket fogyasztanak. Ívásuk tavasszal és nyár elején jellemző, mivel eredetileg melegvízi halfajok. A szaporodásuk során az ikrák nagy számúak és gyors fejlődésűek. A pontyfélékről (Cyprinidae) elmondható, hogy uralják a vizek halfaunáját a magashegységek vízterületeit kivéve és ezért nagy közvetlen és közvetett gazdasági szereppel bírnak (Pintér 1989).

2.2. Széles kárász



1. ábra: Széles kárász. (Fotó: Müller Tamás)

2.2.1. Egyéb elnevezései:

Aranykárász, fattyú kárász, kárász, karics, magyar kárász, ponttyal alkotott hibridje: pontykárász vagy kárászponty (Pintér, 1989). Német neve: Karausche, Angol neve: Curcian carp, Orosz neve: Krugli.

2.2.2. Leírás:

Teste oldalról erősen lapított, háta magas. A testmagasság és a hosszúság aránya az élőhelye környezeti viszonyaitól függően változhat. (1. ábra) Enyhén felső állású állású szája van, bajusz szála nincsen. Szeme a testéhez képest nagy. A hátúszó és a farok alatti úszó szegélye a kifejlett példányok esetén domború. A hátúszójában 3-4 kemény, valamint 14-21 osztott sugár található meg. Az első kemény hátúszó sugár bognártüskévé válik, ennek hátsó oldalán 25-30 a fogak száma. A farok alatti úszóban 3 kemény úszósugár található, emellett 5-8 osztott sugár van. A hal testét kemény, viszonylag nagy pikkelyek fedik, az oldalvonal mentén a pikkelyszám 32—35 darab között változik. Az első kopolyúíven található tüskék száma 26—31 között változhat. A hashártyája nem pigmentált. Háta sötétbarna, esetleg sötétzöld is lehet. Oldala és hasa is sárga. Páratlan úszói színe szürkéssárga, a párosoké- főleg a mocsárban élő egyedeknél vörhenyes (Pintér 1989).

A még nagyon fiatal példányok faroknyelén – közvetlenül a farokúszó előtt – egy körbefutó fekete gyűrűszerű alakzat látható, amely később már csak egy folt képében látható, később az idősebbeknél ez is eltűnik. A széles kárász közepes méretű faj, hossza általában 15-25 cm, ritkán 30 centi fölöttire is megnőhet (Harka & Sallai 2004).

2.2.3 Besorolás

Rendszertani besorolása Pintér (1989) szerint a következő:
Gerincesek törzse (Vertebrata), állkapcsosak ágazata (Gnathostomata), csontos halak osztálya (Osteichthyes), sugaras úszójúak alosztálya (Actinopterygii), valódi csontoshalak főrendje (Teleostei), ponty alakúak rendje (Cypriniformes), ponty alkatúak alrendje (Cyprinoidei), pontyfélék családja (Cyprinidae), Cyprininae alcsoport, kárász nem (*Carassius* Jaroocki, 1822), aranykárász (*Carassius carassius* Linné, 1758).

2.2.4. Elterjedése:

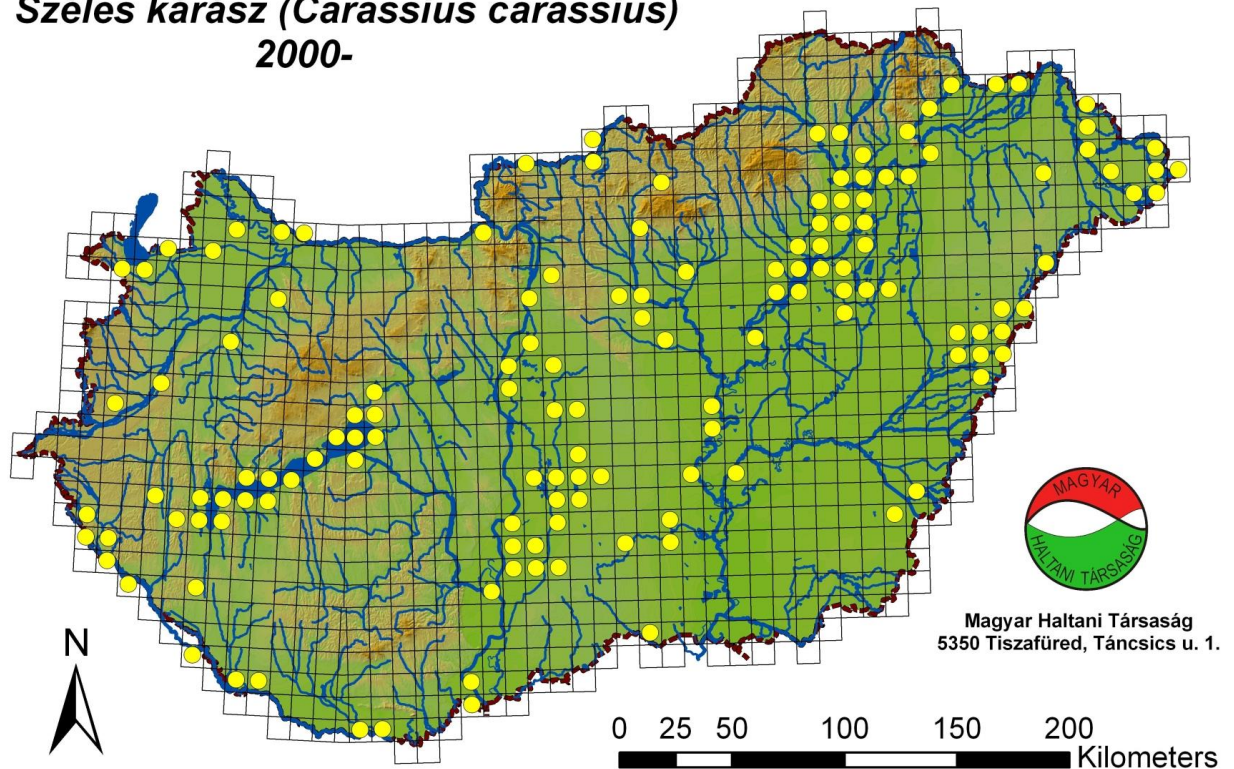
Általánosan Angliától és Észak-Franciaországtól keletre, Európában általában mindenhol elterjedt halfaj. Szibériában a Léna folyó vízrendszere alkotja elterjedésének keleti határát. Írországból, Skóciából és a Skandináv-félsziget északi részén nem lehet megtalálni. Mesterséges telepítések okán fellelhető Spanyolország keleti részén, hiányzik viszont az Appennini-félszigetről, az Adriai-tenger keleti partvidékéről és a Peloponnészoszról. Elterjedési területe átnyúlik Kis-Ázsia nyugati és északi területére. A Cipruson található állomány honosítás gyanánt alakult ki. Hiányzik az Aral-tó vízgyűjtő területéről. A ponttyal karöltve az Egyesült Államokba is behurcolták, de itt nem tudott elterjedni. Fellelhető továbbá Chilében és Indiában is, ahol honosítás hatására jöttek létre szórványos állományok (Pintér 1989).

Őshonos halunk.

Hazai adatok alapján a következő vizeinkben található meg (2. ábra):

- Mosoni-Duna, Duna, Rábca, Répce, Rába, Strém, Marcal, Csörnök-Herpenyő, Rétkerti-patak (Gic), Által-ér, Ipoly, Lókos-patak, Sződi-patak, Tőzeges (Göd), Égerláp (Ócsa), Dunavölgyi-főcsatorna,
- Zala, Boronkai-árok, Jamai-patak (Balatonboglár), Sárvíz, Kapos,
- Dráva, Mura, Kerka, Lendva, Szévíz, Rinya, Baláta-tó,
- Kolon-tó (Izsák), Kondor-tó (Szabadszállás), Kurjantó-tó (Fülöpszállás), Péteri-tó (Pálmonostora), Nagy Csukás-tó (Kiskőrös), Vörös-mocsár (Császártöltés), tőzgebányatavak (Szank),
- Tisza, Túr, Öreg-Túr, Szamos, Kraszna, Csaronda, Bodrog, Ó-Ronyva, Keleti-főcsatorna, Hernád, Vadáspatak, Takta, Füzes-ér (Mezőcsát), Zagyva, Hajta,
- Hármaskörös, Kettős-Körös, Hortobágy-Berettyó, Sebes-Körös, Berettyó, Maros,
- Balaton, Kis-Balaton, Fertő, Velencei-tó, Tisza-tó,
- egyéb tavak, halastavak, holtágak, mocsarak, csatornák (Harka és Sallai, 2004).

Széles kárász (*Carassius carassius*) 2000-



2. ábra: A széles kárász hazai elterjedése (http1).

2.2.5. Biológia:

A széles kárász előnyben részesíti az állóvizet. Különösen kedveli a sűrű növényzettel benőtt, iszapos tavakat és holtágakat. Rendkívül jól viseli az oxigénhiányos állapotot, szennyezésekre kevésbé érzékeny (Terofal 2006). A hosszú teleket akár hónapokig is képes szinte teljesen oxigénmentes állapotban átvészeln. Emellett szobahőmérsékleten is képes pár napot elviselni oxigénben szegény környezetben és emellett fizikailag aktív marad (Nilsson 2004).

Ivarérettségét 3, esetenként már 1 éves korában is elérheti. Májusban 14-16 °C vízhőmérsékletnél kezd el ívni, ez június végéig eltarthat. Növekedése viszonylag lassan megy végbe. Az első éves széles kárászok a farkukon sötét foltot viselnek és kb. 2-3 cm-es nagyságot érnek el, a második év végén is csak nagyon optimális körülmények között lehetnek 10 cm-nél nagyobbak (Demény et al. 2020).

2.2.6. Táplálkozás:

A táplálékuk egyik részét az alsóbbrendű rákfélék alkotják, ezek közül is leggyakrabban a következő partközeli élő fajokat: *Bosmina cornuta*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops macrurus*, valamint *Plumatella fungosa*. Az állati eredetű táplálékon kívül növényi algákkal, moszatokkal is táplálkoznak. Amennyiben ezek nem állnak fenn, a halak a vízpart és vízfenék növényeinek szárával is beérik. A kisebb halak a hajszálvékonyágú finomabb gyökérszálakat, a nagyobbak pedig a vastagabb gyökérzetet fogyasztja akkor, amikor más táplálék nem akad számukra. Amennyiben egy táplálékkal jobban ellátott vízben fejlődnek, akkor előszeretettel fogyasztanak apró, ormányos rákokat, evezős lábú rákokat és vízibolhákat. A nagyobb példányok víziatkákat és vízicsigákat ehetnek (Anonymus 1911).

A széles kárászok táplálékát nagyban befolyásolja az egyedek mérete. Egy kutatás során négy különböző méretű csoport bélrendszerében talált ízeltlábúakat vizsgálva kiderült, hogy szitakötők lárváit csak a legnagyobb méretű halak fogyasztották. Az árvaszúnyog lárvákat a legkisebb halak is fogyasztották, habár ezen halak csoportja leginkább az ágascsapú rákokat fogyasztotta a legszívesebben. A 10 cm-nél nagyobb halak egyáltalán nem fogyasztottak bentikus ágascsapú rák fajokat (Penttinen et al. 1992).

2.2.7. Hasznosítás:

Csekély gazdasági hasznosítási lehetőség jellemzi hazánkban. A halászsákmány zömét tenyésztési példányok alkotják, amelyek a piacon olcsó áruk miatt keresettek. Szálkássága mellett azonban a széles kárász húsa ízletes, kivéve az erősen elmocsarasodott vizekből származó halakat, mert ilyenkor iszapízűek (Pintér 1989). A széles kárász (*Carassius carassius*) hazánkban egész évben nem fogható halfaj.

2.3. Karikakeszeg



3. ábra: Karikakeszeg. (Fotó: Varga Ádám 2022)

2.3.1. Egyéb elnevezései:

Egyéb elnevezései közé tartozik: balinkeszeg, bólén, bordély, бүкэ, dobóka, dobókeszeg, ezüst(ös) balin, fehérhajás keszeg, gyöngyhal, jegeskeszeg, levélkeszeg, rügyő, rütyőke, tányérhal (Pintér 1989) Angol neve: White bream, német neve: der Güster

2.3.2. Leírás:

Magas teste van, amely oldalról erősen lapított. Testmagasság- testhossz aránya 38,9-45,5% között változhat (Berinkegy 1966). Testalkata nagyon hasonlít a dévérkeszegéhez, azonban kisebb a törés a hátvonala ívében, mint a dévérkeszegnek (3. ábra) Széles homlokú, lekerekített orrú halfaj. Farok alatti úszója homorú szegélyű, amelyet III kemény és 18-23 lágy sugár alkot. Az oldalvonal található pikkelyeinek száma 44—48 db. A karikakeszeg

pikkelyei sokkal nagyobbak, mint a rokon fajoké. Háta általában sötétbarna színű, ritkán kékes árnyalat jellemzi. Testének oldala élénken ezüstös csillogású. A páros úszók töve vörös, a többi szürke színű (Pintér 1989).

2.3.3. Besorolás:

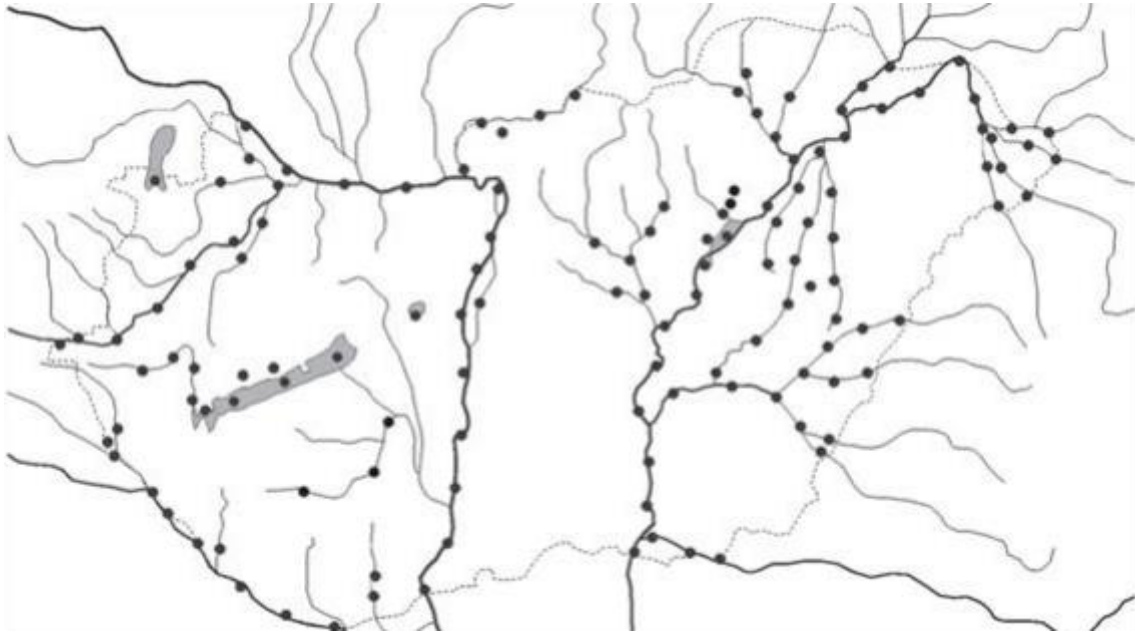
Rendszertani besorolása Pintér (1989) szerint a következő: Gerincesek törzse (Vertebrata), állkapcsosak ágazata (Gnathostomata), csontos halak osztálya (Osteichthyes), sugaras úszójúak alosztálya (Actinopterygii), valódi csontoshalak főrendje (Teleostei), ponty alakúak rendje (Cypriniformes), ponty alkatúak alrendje (Cyprinoidei), pontyfélék családja (Cyprinidae), Leuciscinae alcsalád, Blicca nem, faj *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758).

2.3.4. Elterjedése:

Európában és Ázsiában honos. Északi-, Balti-, Fehér-, Fekete- és a Kaszpi-tenger medencéi mentén és ezek vízgyűjtő területén és az Atlanti-óceán mentén az Adour-folyó vízgyűjtőig található meg. Betelepítették Franciaországban a Loire-től délre eső területeken és a Hérault- és Rhône-folyókba. Ázsiában az Aral, Marmara és Anatóliai Fekete-tenger medencéiben honos Ankarától nyugatra. Hiányzik viszont az Ibériai-félszigetről, Olaszországból, az Adriai-tenger medencéjéből, a Krímből, Nagy-Britanniából (kivéve délkeleten), Skandináviából a Sundsvalltól északra (Svédország) és az ÉSZ 65°-án (Finnország). Spanyolországba és Észak-kelet Olaszországba mesterségesen betelepítették (http 2.)

Hazánkban őshonos halnak számít. Hazai lelőhelyei a következők (4. ábra):

- Öreg-Duna, Mosoni-Duna, Duna, Rábca, Rába, Lapincs, Marcal, Ipoly, Lókos-patak
- Zala, Lesence, Eger-víz, Kapos,
- Dráva, Mura, Kerka, Lendva, Zsdála, Rinya, Taranyi-Rinya, Karasica,
- Tisza, Túr, Öreg-Túr, Szamos, Kraszna, Bodrog, Keleti-főcsatorna, Nyugati-főcsatorna, Sajó, Bódva, Hernád, Eger-patak, Rima, Csincse, Laskó, Zagyva, Tápió, Tarna,
- Hármaskörös, Kettős-Körös, Fekete-Körös, Fehér-Körös, Hortobágy-Berettyó, Sebes-Körös, Berettyó, Maros,
- Balaton, Kis-Balaton, Fertő, Velencei-tó, Tisza-tó,
- egyéb tavak, tározók, holtágak, csatornák.



4. ábra: Karikakeszeg hazai elterjedése (Harka & Sallai 2004).

2.3.5. Biológia:

Három-négy éves korukban válnak ivaréretté, ilyenkor rakják le a dévérkeszegnél nagyobb szemű, nagyjából 2 mm átmérőjű ikráikat. Az ívás május-június hónapban esedékes, ekkor nagyobb csapatokban keresik fel a vízínövényzettel sűrűn benőtt szélvizeket és rakják le kb. 20000-100000 db ikrájukat. Ez a folyamat pár naponta újra megismétlődhet, általában háromszor. Az ikrák keléséhez 4-6 napra van szükség. Lassú növekedésű faj. Az ívási időszakon kívül magányos életmód jellemzi, kedveli a hínárral és vízínövénnyel benőtt területeket. Teleléskor sem alkot nagy csapatokat. Nem jellemző rá a vándorlás, inkább helyhez kötött életmódot folytat (Pintér 1974).

2.3.6. Táplálkozás:

Hasonlóan táplálkozik, mint a dévérkeszeg, ezért annak táplálék konkurens faja. Kifejlett korában is szívesen fogyasztja a különböző moszatokat és növényi törmelékeket. Előnyben részesíti az árvaszúnyog lárvákat (Pintér 1979). Fő tápláléka az árvaszúnyog lárva és a különböző zooplanktonok (Lammens 1984). Emellett kagylókat is fogyasztanak, valamint törpeszúnyogok lárvával is táplálkoznak (Tadajewska 1993).

2.3.7. Hasznosítás, környezetvédelmi helyzet:

Őshonos hazai fajunk. Halászati szempontból nézve nagy szerep tulajdonítható ennek a halfajnak. Ez azonban nem jó szempontból jelentős. A fogásokban nincs megkülönböztetve a dévérkeszegtől, azonban lassabb növekedése és rossz húsminősége miatt nem kívánatos hal. A Dnyeper és a Volga torkolatai mentén hatalmas mennyiségben fogják. Száraz és nagyon szálkás hús jellemzi, amely miatt még a fiatal dévérkeszegekkel sem képesek felvenni a versenyt. A meglehetősen nagy pikkelyei és lapos teste miatt a tisztításkor nagyok a fellépő veszteségek. Ez csekély tényleges húsmennyiséget eredményez. Horgászati szempontból a dévérkeszegnél sokkal inkább előnybe helyezi a tésztaféléket a horgon. Falánksága miatt könnyen kapásra bírható, kevésbé óvatos halfaj. Ezért nem éppen kívánatos egyetlen vízterületen sem a túlzott jelenléte. Mivel az általa megszerzett táplálékot kis hatékonysággal transzformálja nem megfelelő minőségű halhússá, szerepét károsnak ítélik meg. Mellette szól azonban az az érv, hogy mint szapora, lassú növekedésű halfaj, előszeretettel szerepel a ragadozók táplálékában (Pintér 1974).

2.4. Pontyféléknél (Cyprinidae) természetben előforduló fajok közötti hibridizáció

A fajok ívási szokásai nagyon hosszú idő alatt alakultak ki, ennek hatására rendkívül specifikus, valamint a genetikai meghatározottság miatt rendkívül sztereotíp. Amennyiben ezek a jelzések megváltoznának, a faj szaporodásának sikerességét veszélyeztetnék (Györe 1995). A jelzések meghatároznak egy összefüggő megkülönböztető rendszert, amely segítségével képesek a halak felismerni az ellenkező nemű fajtársukat (Barash 1980). Vannak viszont olyan esetek is, amikor a szexuális viselkedés során hasonló elemek és természeti körülmények miatt, valamint azonos időszakban szaporodó fajok között kialakulnak természetes hibridek (Györe 1995).

A pontyfélék (*Cyprinidae*) családjában a nagy fajgazdagság miatt is nagyobb a hibridizáció lehetősége, mint a más családokba tartozó fajok között (Scribner et al. 2000). A karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) és a dévérkeszeg (*Abramis brama*) hibridizációjából származó egyedeket Vetemaa és csapata laboratóriumi körülmények között vizsgálták. Azt figyelték meg, hogy a termékenyülés, valamint az embrionális fejlődés hogyan alakul a hibrid egyedeknél a tiszta állományhoz képest. A vizsgálat Észtországból származó halakkal

történt, amiket kifogásuk után egy kísérleti medencébe kerültek. A kísérletben 6 darab ikrás dévérkeszeg (*Abramis brama*), valamint ugyanúgy 6 darab ikrás karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) és 16-16 darab karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) és dévérkeszeg (*Abramis brama*) tejes egyed vett részt. Az embrionális fejlődés sikerességét vizsgálták, amelyet a kelés arányával határoztak meg. A kísérlet eredménye szerint a dévérkeszeg ♀♀ x dévérkeszeg ♂♂ egyedek kelési aránya (41,5%) statisztikailag igazolható módon különbözött a dévérkeszeg ♀♀ x karikakeszeg ♂♂ egyedek kelési arányának átlagától (21,7%) $p < 0,05$ szinten. A karikakeszeg ♀♀ x karikakeszeg ♂♂ egyedek kelési arányának átlaga (27,7%) szignifikánsan nem különbözött a karikakeszeg ♀♀ x dévérkeszeg ♂♂ egyedek kelési arányának átlagától (28,3%) $p < 0,05$ szinten (Vetemaa et al. 2008). Mind a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*), mind pedig a dévérkeszeg (*Abramis brama*) 50 kromoszómával rendelkezik (Klinkhardt et al. 1995).

A karikakeszeg és más pontyfélékhez tartozó rokonságban lévő fajok alkothatnak hibrideket. A természetben ilyenre volt példa a karikakeszeg x vörösszárnyú keszeggel alkotott (*Scardinius erythrophthalmus* x *Blicca bjoerkna*) hibridje (5. ábra).



5. ábra: A karikakeszeg és vörösszárnyúkeszeg hibridje. (Fotó: Sallai Zoltán 2017)

Ezt az egyedet a Közép-Tisza vízrendszerében találták meg. Küllemileg jellemző volt az, hogy a háta közepesen magas, valamint az úszói élénkvrösek voltak. Az oldalvonalmenti pikkelyszám 45 volt, szája inkább végállású, nem pedig felső állású. A farok alatti úszója hosszabb volt, ami a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) farkalatti úszójához hasonlított, emellett a hosszasan bemetszett farokúszója is ezt igazolta. A külső bélyegek alapján a halat karikakeszeg és vörösszárnyú keszeg hibridjének határozták meg (Sallai & Tallósi 2017).

Egy másik kutatás alapján a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) F1 hibrideket alkotott a bodorkával (*Rutilus rutilus*), valamint dévérkeszeggel (*Abramis brama*) is. Ezek a hibrid egyedek morfológiai és merisztikus bélyegek alapján teljesen elkülöníthetőek voltak. A karikakeszeg és bodorka keresztezéséből származó hibrid egyedek különböztek a bodorka és dévérkeszeg kereszteződéséből származó hibrid egyedektől az oldalvonal mentén található pikkelyszámban, a garatfogak elhelyezkedésében, valamint a szem mérete a testnagyság függvényében is egy jó elkülönítő bélyeg volt (Matondo et al. 2008).

Egy másik hazai eset szerint karikakeszeg (*B. bjoerkna*) szilvaorrú keszeggel (*Vimba vimba*) való hibridizációját határozták meg morfológiai jegyek alapján (6. ábra).



6. ábra: Karikakeszeg és szilvaorrú keszeg hibridje. (Fotó: Sallai Zoltán 2017)

A szilvaorrú keszeg és karikakeszeg hibridje a Lendva-patakból származott. A kutatás május végén, ívási időszakban történt. A hal küllemi jegyek alapján jobban hasonlított a karikakeszegre, viszont nászruhája pedig a szilvaorrú keszegére emlékeztetett. A hal ajka és praeopelcurum alsó része, valamint a mellúszóinak töve is narancsos volt, viszont a szegélye a karikakeszegre utaló fekete szín jellemezte. Apró orra alatt alsó állású száj volt felfedezhető. A hasonló korú szilvaorrú keszegekhez képest azonban háta magasabb, orra pedig rövidebb volt. A halat külső határozójegyek alapján szilvaorrú keszeg és a karikakeszeg hibridjének (*V. vimba* × *B. bjoerkna*) határozták meg (Sallai & Sallai 2017).

A ponty (*Cyprinus carpio*) és az aranyhal (*Carassius auratus*) egymással alkotott hibridjei (7. ábra) már ismertek (Panicz et al. 2013).



7. ábra: Ponty és aranyhal hibrid egyede (http3)

A széles kárász (*C. carassius*) és a ponty (*Cyprinus carpio*), valamint ezüstkárász (*C. gibelio*) hibridjei hazánkban is ismertek és régóta vizsgáltak (Györe 1995, Varga 2010). Ezen kívül a széles kárász az 1. táblázatban szereplő halfajokkal is képes kereszteződni (Pliszka 1964, Györe 1995).

Carassius carassius × *Tinca tinca*

Carassius carassius × *Abramis brama*

Carassius carassius × *Blicca bjoernka*

Carassius carassius × *Scardinius erythrophthalmus*

1. táblázat: Széles kárász más fajokkal alkotott hibridjei (Györe 1995).

Egy ukrainai kutatás során, ami szerint a széles kárász, az ezüst kárász és az aranyhal (*Carassius auratus*) egymással alkotott hibridizációja világszerte előfordul, diploid, triploid és esetenként tetraploid utódok jöhetnek létre ezekből a fajok közötti keresztezésekből. E vizsgálat során nemcsak küllemi jegyek alapján, hanem citometria és genetikai markerek segítségével meghatározták széles kárász és compóval alkotott nőstény hibrid egyedét, amely triploid volt (Mezhzherin et al. 2012).

A kutatásunkhoz használt két halfaj a pontyfélék családjába tartozó széles kárász (*Carassius carassius*) és karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) voltak. A két faj határozó jegyeit láthatjuk az alábbi táblázatban (2. táblázat).

		Széles kárász	Karika keszeg
Úszósugárképlet	D (hátúszó)	III-IV 14-21	III 8-9
	A (farok alatti úszó)	III 5-8	III 18-24
	P (mellúszó)	I 12-15	I 14-16
	V (hasúszó)	I 7-8	II 7-8
Garatfog képlet		4-4	2,5-5,2; 3,5-5,3
Pikkelyképlet		31 ----- 36 6-8 5-7	43 ----- 50 8-10 4-6
Hátúszó első csonttüskéjének recézettsége		25-30	-
Csigolyák száma		31-35	35-42
Testhossz (cm)		20-30 (max. 50)	35
Testtömeg		max. 4-5 kg (horgászrekord: 2750 g)	max. 2 kg (hazai horgászrekord: 1900 g)

2. táblázat: Összehasonlító táblázat a széles kárász és karikakeszeg morfológiai jegyei alapján (Berinkey 1966, Györe 1995).

3. Anyag és módszer

3.1. A halak beszerzése

A kísérlet során keresztezési partnernek felhasznált karika keszegek a Pest-megyei Domonyvölgyi III-as tározóból származtak. A halakat május 10-én fogtuk ki horgász módszerrel, majd a halakat (egynyaras ivarérett, $n=9$) élve a Tanszék hallaboratóriumába szállítottuk folyamatos levegőporlasztás mellett.

A széles kárász egynyaras halakat ($n=7$) a Magyar Környezetgazdálkodási és Vidékfejlesztési Társaság biztosította számunkra (Tiszafüred mellék). A széles kárászból négy ikrást és egy tejest használtunk fel a kísérletekhez, míg karikakeszegekből egy tejest használtunk fel keresztezésekhez (8. ábra).



8. ábra: Szaporításra szánt egyik széles kárász ikrás (balra) és karika keszeg tejes (jobbra)

(Fotó: Kalocsai Levente 2022)

A fenn maradó 8 karikakeszeget (4 ikrás és 4 tejes) egy IKEA Fyllen összecukható ketrecbe telepítettük fel (magassága: 50 cm, átmérője: 45 cm, térfogata: 79 L., a ketrecet 1 mm lyukbőségű háló fedi, felülről tépőzáras tetővel zárható) indukált ivatásra (9. ábra) (kontroll szaporítás).



9. ábra: Karikakeszegek és termékenyített ikrák ivatás után hálóketreben. (Fotó: Müller Tamás 2022)

3.2. Halak szaporítása

A halak indukált szaporítása során fontos volt, hogy a természetese élőhelyükből eltávolított, tehát fogságban lévő halakat minél hamarabb megtermékenyítsük, mivel az idő haladtával egyre kevésbé fognak reagálni a hormon kezelésre, valamint rosszabb lehet az ikra minősége is (Demény 2012). A halaknál az ovulációt hormon hatására váltottuk ki. A halakat mesterségesen szaporítottuk száraz termékenyítési eljárással (in vitro fertilizáció). A használt hormon pontyhipofízis volt, amiből a halak egy testtömeg kilogrammra számítva 7 mg-ot kaptak. Az ikrások és a tejesek egyaránt be lettek oltva hipofízis oldattal. A hormont egy adagban kapták meg intraperitoneálisan, nem kaptak sem elő-, sem döntő adagot. A halakat a kezelés után 15 órával lefejtük. A vízhőmérséklet 21 Celsius-fokos volt. A halak bódítását szegfűszegolajos víz segítségével végeztük a könnyebb kezelés és fejes érdekében.

A kísérlethez felhasznált négy ikrás ikratételét ketté bontottuk és az egyik tételt karikakeszeg spermával, a másik tételt széles kárász spermával (kontroll) termékenyítettük (10. ábra). Az ikrák a víz hatására megduzzadtak és megtapadtak az előre felcímkézett (azonosítás) edény falán. A kontroll szaporításoknál ugyanazon faj ikrás egyedeket termékenyítettük ugyanazon faj tejes egyedével széles kárász esetében. A kontroll karikakeszeg ikrás és tejes egyedeket szintén 7 mg pontyhipofízis szuszpenzió / testtömeg kg adagban kezeltük és műanyag fűvel (ívási szubsztrát) visszatelepítettük a hálóketrebe. A természetes ívás/ívatás után (16 órával a kezelést követően már ikraszemeket láttunk a fészken és a hálóketrec oldalán) helyben neveltük tovább az utódokat. A karikakeszeggel történő keresztezés ikrásainak tömege az 3. táblázat mutatja.

Halfaj (ivarok)	Tömeg (gramm)
széles kárász (♀♀)	108,51
széles kárász (♀♀)	67,28
széles kárász (♀♀)	106,2
széles kárász (♀♀)	82,61
széles kárász (♂♂)	137,68
karikakeszeg (♂♂)	149,72

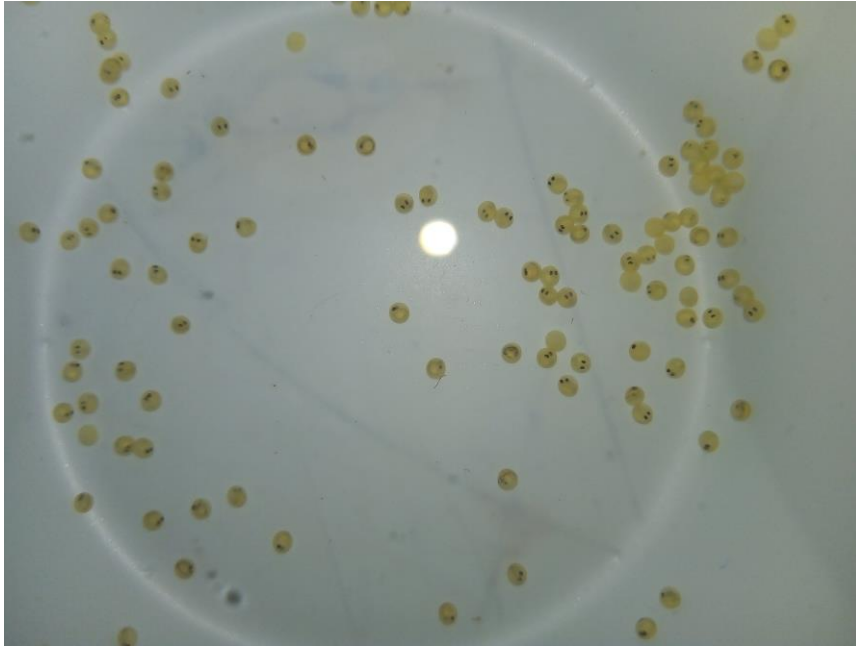
3. táblázat: A keresztezés során szaporított egyedek testtömege



10. ábra: Széles kárász anyától lefejt száraz ikratételek. (Fotó: Kalocsai Levente 2022)

3.3. Ikrainkubáció

A lárvák inkubációja során Petri-csészéket és műanyag tálat használtunk, amiken feltüntettük a szülőpárokat, hogy később is azonosítani tudjuk őket. Az inkubációs idő alatt (4 nap) a vízhőmérséklet 23-25 Celsius-fok volt. Az inkubáció alatt naponta hat alkalommal vizet cseréltem (12. ábra). A fejlődő embriókról fotókat készítettem a termékenyítéstől számított 32 h-ban (2. melléklet) és később az ImageJ program használatával határoztam meg a termékenyülést. A termékenyülési értéket a Windows Excel statisztikai adatelemző szoftverével (két mintás t próba nem egyenlő szórásnégyzetek) elemeztem. A rossz ikrák (terméketlen, fejlődés közben elpusztult) első válogatása a szempontos állapotban történt (48 h), a kiválogatott ikraszemeket leszámoltam (11. ábra).



11. ábra: Karikakeszeg (tejes) és széles kárász (ikrás) keresztezéséből származó, fejlődő szempontos ikrák az inkubáció során 48 óra elteltével. (Fotó: Kalocsai Levente 2022)



12. ábra: Pasteur pipettával végzett vízcsera a fejlődő ikrák környezetéből. (Fotó: Varga Ádám 2022)

3.4. Nevelés

A száraz termékenyítésből származó lárvákat a kelés után (termékenyítéstől számított 3.-4. nap) áttelepítettük nagyobb 2 literes műanyag edényekbe. Ez látható a 13. ábrán. A nevelő egységekbe a szűrést és a levegőztetést egy belső szivacszűrő biztosította egyben. A különböző szaporításból származó kontroll és keresztezett hallárva csoportok külön-külön medencébe kerültek egyedi megjelöléssel. Ebben a rendszerben az elején elegendő volt csak a vizet cserélni, ami itt is állott vízzel történt, valamint az elpusztult lárvákat eltávolítottam a vízből, a vízminőség leromlásának megelőzése érdekében. Amikor később a lárvák elfogyasztották a szikzacskóban tárolt tápanyagukat és elkezdtek úszni, elkezdtem etetni őket. A táplálkozásukat megkezdő lárvákat *ad libitum* etettük frissen keltetett arténa naupliusz lárváival naponta 3 alkalommal. Az edények alját naponta egy cső segítségével tisztítottam. A 15 napos lárvák etetését részben SDS100 zebradánió táp kiegészítéssel oldottuk meg (naponta 1 alkalommal). A 30. naptól napi 3 alkalommal keverék takarmánnyal etettük a halakat, napi egyszeri keltetett artémia kiegészítéssel. A hibrid egyedek lassan fejlődtek, folyamatosan hullottak, a legutolsó életben maradt hibrid egyed 6 hetes korig sikerült nevelni (14. ábra).



13. ábra: Széles kárász, nem táplálkozó lárvák a kísérletben. (Fotó: Kalocsai Levente 2022)



14. ábra: Széles kárász és karikakeszeg keresztezéséből származó hibrid egyed 6 hetes korban

A karika keszeg lárváit a hálóketreben neveltük az első 2 hétben napi 3 alkalommal artemia etetéssel. Ezt követően keverék takarmányon és részben gyűjtött planktonon, részben artemia kiegészítéssel neveltük a morfológiai vizsgálatokig.

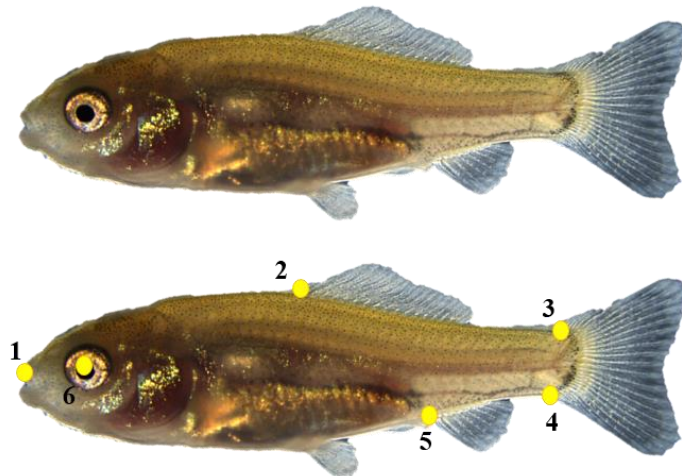
3.5. Morfometriai elemzés

A vizsgálatok során 3 csoportba tartozó 4 hetes halakat hasonlítottunk össze;

- széles kárász × széles kárász (n=10)
- karika keszeg × karika keszeg (n=8)
- széles kárász × karika keszeg (n=5).

A halakat előzetesen bódítottuk (100 mg/liter töménységű benzokain - ethyl 4-aminobenzoate, Norcaine - oldatos vízben), majd Leica M205 FA Mikroszkóp Leica Application Suite X v.3.4.2.18368 szoftver (LAS X; Leica Microsystems) segítségével digitális fényképek készültek. A fényképekből a tpsUtil (Rohlf 2015) nevű program segítségével tps-file-okat hoztunk létre. Ezt követően a tpsDig2 (Rohlf 2015) programmal minden képen felvettünk 6 mérőpontot (15. ábra). Az alacsony elemszám nem tette lehetővé több mérőpont felvételét. A kiértékeléseket morphoJ programmal végeztük (Klingenberg 2011). Munkánk során Prokrusztész-illesztést végeztünk. Ez egy többszörös ismétlésen alapuló módszer, ami által a mérőpontok beforgatásra, áthelyezésre és

átméretezésre kerülnek. Ezután többszörös lineáris regressziót végeztünk a Prokrusztész-koordinátákon, mint függő változókon, és a Centroid méreteken, mint független változókon. Ezáltal kimutatható a méretből fakadó alakkülönbség. A további elemzéseket a regresszió reziduálisán végeztük, ezzel kiszűrve az allometrikus növekedésből eredő különbségeket. A csoportok elkülönülésének vizsgálatára kanonikus varianciaanalízist (CVA) végeztünk (Staszny 2016).



15. ábra: Morfometriai mérőpontok felvétele az elemzésbe bevont egyik széles kárász egyeden. 1 – orrsúcs, 2 – hátúszó első úszósugarának eredése, 3 – faroktő dorzális vége, 4 – faroktő ventrális vége, 5 – farokalatti úszó első úszósugarának eredése, 6 – szem középpontja.

4. Eredmények

4.1. Termékenyülés

A 32. órában mért termékenyülési értékeket a 4. táblázat mutatja:

Megnevezés	SZ × KK 1	SZ × KK 2	SZ × KK 3	SZ × KK 4
Összes ikra (db)	86	85	119	185
Nem termékenyült ikra (db)	17	78	49	42
Termékenyült ikra (db)	69	7	70	143
Termékenyülési %	80,23	8,24	58,82	77,30
Megnevezés	SZ × SZ 1	SZ × SZ 2	SZ × SZ 3	SZ × SZ 4
Összes ikra (db)	112	46	45	81
Nem termékenyült ikra (db)	23	11	16	26
Termékenyült ikra (db)	89	35	29	55
Termékenyülési százalék	79,46	76,09	64,44	67,90

4. táblázat: széles kárász × karika keszeg (SZ × KK) és széles kárász × széles kárász (SZ × SZ) szaporításból származó termékenyülési értékek.

A széles kárász kontroll termékenyülési értékek ($72 \pm 7\%$) statisztikailag igazolható módon nem különböztek a keresztezett állományok termékenyülési értékeitől $p < 0,05$ szinten ($56,1 \pm 33,3\%$). A kelést követő lárvaneveléskor az elhullást nem elemeztem, de a becsült megmaradás a széles kárász kontroll halak esetében 80%-ra becsültem, míg a keresztezett állomány folyamatosan hullott. A 4. héten már csak 5 egyed élt, a 6. héten elpusztult az utolsó keresztezett hal is.

4.2. Morfológiai elemzés

Amint a 16. ábrán is látható a különböző halfajoknak más-más a pigmentációjuk. A kopoltyúfedőn lévő sötét pigmentfolt a széles kárász esetén egyáltalán nem található, a karikakeszegnél viszont már lárvakorban felfedezhető ez a pigmentáltság. A hibrid egyedeknél genotípusos különbség látható az egyes halak kopoltyúfedő és a test pigmentáltsága között. A hasfalat ugyanígy megvizsgálva olyan következtetésre juthatunk, hogy sem a széles kárásznál, sem a karikakeszegnél nem látunk pigmentfoltokat. A hibridek ebből a szempontból is kitűnnek, mert náluk a hasfalon is találhatóak pigmentfoltok. A hibridek teljes testfelületén megtalálhatóak a pigmentfoltok, a széles kárász esetén egyáltalán

nem. A karikakeszegnél csupán a fej tetején fedezhetünk fel szembetűnő pigmentálódást, valamint az egyik egyed kopolyúfedőjén. A keresztezett egyedeknél nem alakult ki kopolyúfedő, csak redők láthatóak, amíg a kontroll halaknál ilyen idős korban már kialakult a kopolyúfedő. A mikroszkópos fotók alapján az is kiderült, hogy a hibridek nagy részének rendellenesen fejlődött a szemük, tehát korlátozott látásúak vagy vakok lehettek. A képeken még az is látható, hogy a hibridek úszói sokkal inkább hasonlítanak a széles kárászéhoz, mint a karikakeszegéhez. A hibrid egyedeknél észrevehető, hogy az úszószegélyek szakadozottak, nem épek. Ezzel szemben a kontroll fajoknál ép az összes úszószegély. A keresztezett halaknál feltehetőleg a tápcsatorna sem fejlődött ki normálisan, mivel a nagy részük rossz kondícióban volt, annak ellenére, hogy folyamatosan élő eleség állt rendelkezésükre.

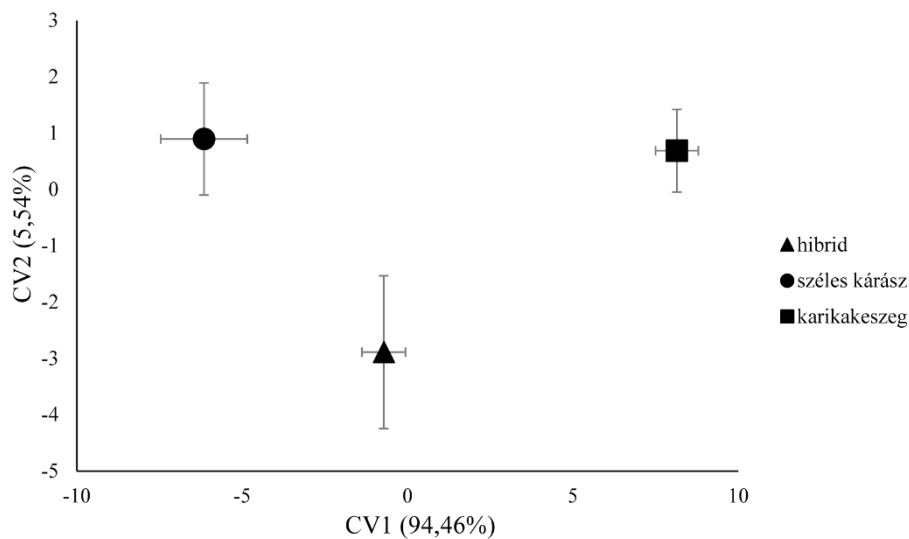


16. ábra: Balra széles kárász (*Carassius carassius*), középen széles kárász (*Carassius carassius*) × karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) és jobbra karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) lárvák.

Az allometrikus növekedés az élőlény különböző részeinek, vagy dimenzióinak differenciális növekedését jelenti. A regresszió segítségével fel tudjuk mérni, hogy melyik az az alakban mérhető variancia-hányad, amiért az egyes egyedek méret-különbsége a felelős. Amennyiben az alakot szingifikánsan befolyásolja a méret, abban az esetben a regresszió reziduálisát használva, csak azt a variancia-hányadot vagyunk képesek vizsgálni, ami nem a méretkülönbségből adódik.

A regresszió alapján az allometrikus növekedésből eredő alak-variancia mértéke 28,46%, ami szignifikáns mértékű ($p < 0,001$), ezért a regresszió reziduálisával dolgozunk tovább.

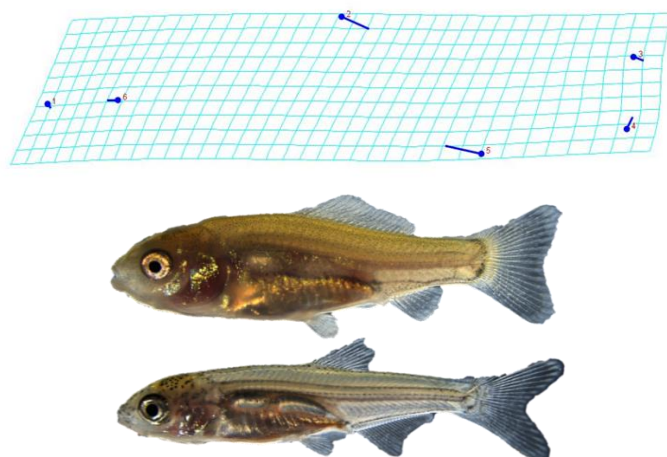
Mind a három csoport szignifikánsan elkülönül egymástól (17. ábra).



17. ábra: A kanonikus variancia-analízis eredménye

A 18. ábra megmutatja, hogy a két faj (széles kárász, karikakeszeg) alakja milyen módon tér el egymástól. A pontok a széles kárász átlagos alakját, míg a pontokból kiinduló vonalak a karikakeszeg átlagos alakját mutatják. Jól látható az ábrán, hogy:

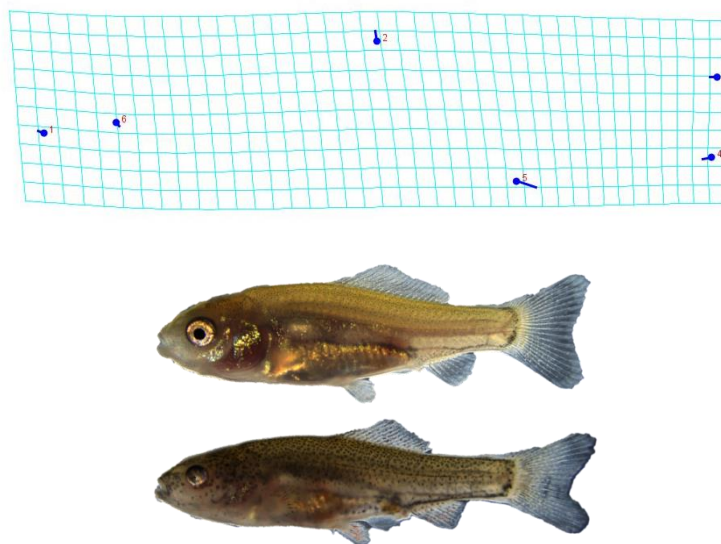
- a széles kárász magasabb hátú és farknyelű, mint a karikakeszeg
- a karikakeszegnek hátrébb ered a hátúszója, mint a széles kárásznak
- a karikakeszegeknek előrébb van az orrcsúcsához képest a szeme, mint a széles kárásznak



18. ábra: Fent: karika keszeg - széles kárász thin plate spline ábra. Lent: széles kárász és karika keszeg típuspéldányok

A 19. ábra megmutatja, hogy a széles kárász és a hibrid alakja milyen módon tér el egymástól. A pontok a széles kárász átlagos alakját, míg a pontokból kiinduló vonalak a hibrid átlagos alakját mutatják. Jól látható az ábrán, hogy:

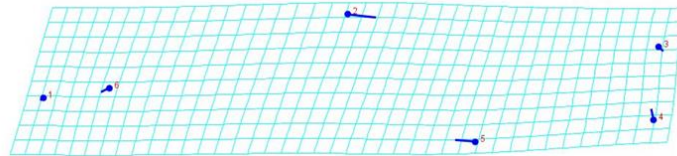
- a széles kárász magasabb háttal rendelkezik, mint a hibrid egyedek
- a széles kárász anális úszója hátrébb ered, mint a hibrid egyedeké



19. ábra: Fent: széles kárász - hibrid thin plate spline ábra. Lent: széles kárász és hibrid egyed típuspéldány

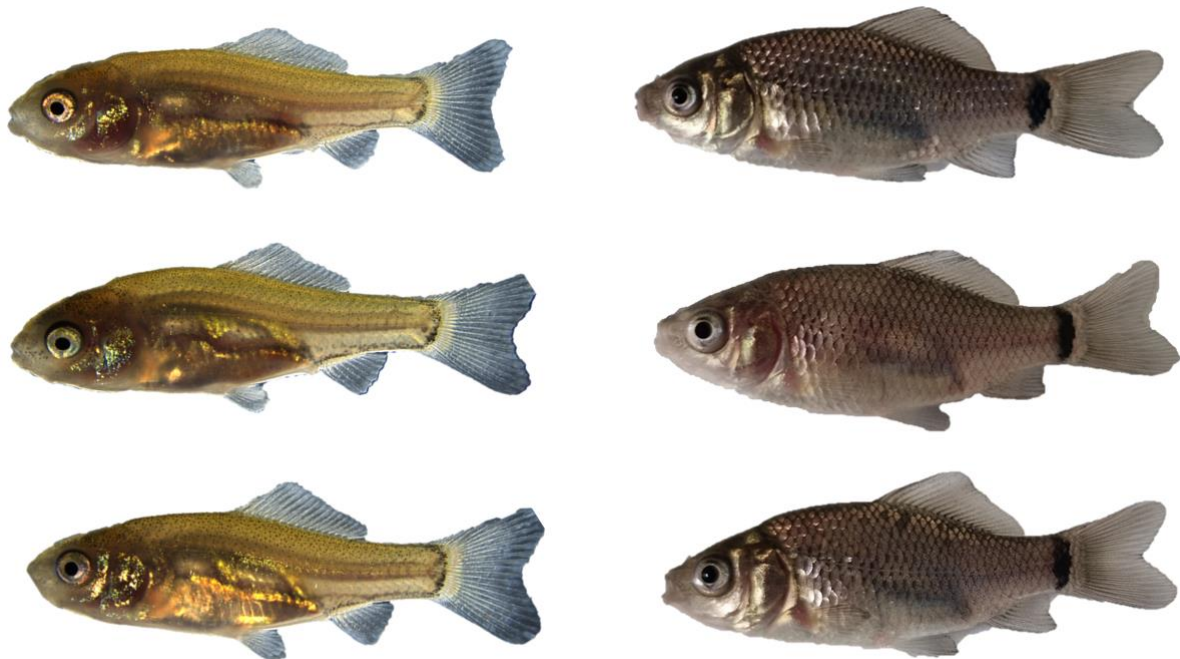
A 20. ábra megmutatja, hogy a hibrid és a karikakeszeg alakja milyen módon tér el egymástól. A pontok a hibrid egyedek átlagos alakját, míg a pontokból kiinduló vonalak a karikakeszeg átlagos alakját mutatják. Jól látható az ábrán, hogy:

- a karikakeszeg szeme közelebb van az orrcsúchhoz, mint a hibrid egyedeké
- a karikakeszeg hátúszója hátrébb ered, mint a hibrid egyedeké
- a karikakeszeg faroknyele kevésbé magas, mint a hibrid egyedeké
- a karikakeszeg anális úszója előrébb ered, mint a hibrid egyedeké



20. ábra: Fent: hibrid - karikakeszeg thin plate spline ábra. Lent: karikakeszeg és hibrid egyed típuspéldány.

A 21. ábrán látható, hogy a fajra jellemző hátúszó alakulás változik a növekedés során, a széles kárász domború hátúszó szegélye szépen kialakult. Az allometrikus növekedés során ez a morfológiai jegy is fokozatosan a fajra jellemzően megváltozik. A másik fontos határozó és az ezüstkárásztól jól elkülönítő morfológiai bélyeg a fark folt, ami a kifejlett ivadékoknál teljesen, épen látszódik.



21. ábra: A kísérletben részt vett széles kárász (*Carassius carassius*) 4 hetes (bal oldal) és 5 hónapos (jobb oldal) korban

5. Javaslatok, következtetések

- 1) A morfológiai vizsgálatok alapján a széles kárász ikrás és karikakeszeg tejes keresztezéséből származó utódok hibridek voltak.
- 2) Nem igazoltuk azt a korábbi feltevést, hogy esetleg a széles kárász hasonló szaporodási stratégiát követhet, mint az ezüstkárász.
- 3) A két különböző nembe tartozó faj hibridjei életképessége alacsony
- 4) Bár a termékenyülés magasabb értékeket mutatott a hibrid csoportoknál, a lárvák rövid életideje viszont igazolja, hogy a természetben nem fordul elő e két faj egymással alkotott hibridje.

A kontroll csoportok egyedeit sikerült felnevelni és a nagyobb részük kitelepítésre került, a széles kárászok (*Carassius carassius*) a Szadai Mintaterület tavaiba kerültek (22. ábra), a karikakeszegek (*Blicca bjoerkna*) pedig egy nógrád-megyei bányatóba lettek kihelyezve.



22. ábra: Széles kárászok telepítése Szadai-Mintaterületen (Fotó: Varga Ádám 2022)

6. Összefoglalás

A fajok közötti versengés, a predáció, az élőhelyek változásai, valamint más biotikus és abiotikus tényezők hatása miatt egy adott fajnak egy jól működő reprodukciós képességre vagy stratégiára van szüksége a faj hosszú távú fennmaradása érdekében. Az utóbbi évtizedekben az emberi mértékben is tapasztalható klímaváltozás, az egyre gyakoribb aszályok és a természetes élőhelyek folyamatos degradációja a környezeti hatásokra leggyorsabban és legjobban reagáló fajok túlélésének kedvez. A vizes élőhelyek fragmentációja és eltűnése hazánkban is jelentős probléma, ami a hazai halfauna faj szintű diverzitás változásában is lényegesen észrevehető. Az őshonos halfajaink populációi csökkennek, míg az inváziós halfajok újabb és újabb területeket hódítanak meg az általában nagyobb alkalmazkodóképességük és környezeti tűrőképességük miatt. Előfordulnak olyan esetek is, amikor két különböző faj között populációk, csoportok vagy egyedek szaporodási közösséget alkotnak. A fajok közötti kereszteződés nem gyakori a természetben és legtöbbször az így született utódok sterilek és alacsonyabb életképességgel rendelkeznek. A hazai halfaunában is vannak példák arra viszont, hogy bizonyos fokú hibridizáció esetében képesek fennmaradni és szaporodni is ezek az egyedek. Jó példa erre a széles kárász (*Carassius carassius*) ezüstkárászsal (*Carassius auratus*) alkotott hibridje és a fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) pettyes busa (*Hypophthalmichthys nobilis*) egymással alkotott hibridjei. Kutatásaink során korábban már vizsgáltuk széles kárász (*Carassius carassius*) és ezüstkárász (*Carassius auratus*) hibridizációját, a különböző természetes vizekből származó hibrid egyedek morfológiai és morfometriai jegyek összehasonlítása alapján. Az újabb célkitűzésünk az volt, hogy széles kárász (*Carassius carassius*) ikrás egyedeket a genetikailag nagyobb távolságra lévő karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) tejes egyedével próbálunk termékenyíteni a keltetőházakban is gyakorlott száraz termékenyítési eljárással. A halakat a közeli Domonyvölgyi III-as víztározóból szereztük be. A halak felkészítése, hormon bejuttatása (pontyhipofízis szuszpenzió) után 15 órával végeztük el a termékenyítést úgy, hogy kontoll csoportként széles kárász (*Carassius carassius*) ikrásokat is szaporítottunk széles kárász (*Carassius carassius*) tejes egyedével. Valamint karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*) ikrásokat és tejeseket ivattunk hálóketreben. A termékenyítés után Petri-csészékbe és kis műanyag tálakba tettük a termékenyített ikratételeket és folyamatos vízcserét végeztünk az embriók fejlődésének biztosítása érdekében. A termékenyülési értékeket a termékenyítést követő 32 h-ban határoztuk meg. A keresztezett csoport (*Blicca bjoerkna* x *Carassius*

carassius) utódainak átlagolt termékenyülési értéke 56,1 %-os volt. A kontroll csoport (*Carassius carassius* x *Carassius carassius*) utódainak 72 % volt az átlagolt termékenyülési értéke. Ez alapján elmondható, hogy a keresztezett, hibrid csoportnál meglepően jó termékenyítést lehetett elérni és hasonló termékenyülési értékeket kaptunk a kontroll széles kárász (*Carassius carassius*) átlagolt termékenyülési értékeivel összehasonlítva. A kelés kevésbé volt sikeres a fajkeresztelt utódok esetében, mint a kontroll utódoknál. Nagyobb térfogatú edényekbe telepítettük át kelés után a lárvacsoportokat és biztosítottuk számukra a folyamatosan keltetett élő, artémia eleséget. A lárvák növekedésével zooplanktont is adagoltunk a megfelelő fejlődés érdekében. A különböző lárvacsoportokat 4 hetes korban hasonlítottuk össze morfológia és morfometriai jegyek alapján kanonikus varianciaanalízis és diszkriminancia függvényelemzés segítségével, valamint a fontosabb határozóbélyegeket vizsgáltuk fénymikroszkóppal készített fotó összehasonlítás alapján. Az eredmények igazolták, hogy szignifikáns különbség van a keresztezett és kontroll csoportok között, jól elkülöníthető a két faj és a hibrid csoport egymástól. A nevelés során a hibrid egyedeknek a lárvakort sikerült megélni, a gyenge fejlődés, az elsődleges szervek fejlődés alatti differenciálódásának hiánya miatt fokozatosan elpusztultak, az utolsó megmaradt hibrid egyed 6 hetes koráig volt életben. A kontroll csoportok egyedeit sikerült felnevelni és a nagyobb részük kitelepítésre került, a széles kárászok (*Carassius carassius*) a Szadai Mintaterület tavaiba kerültek, a karikakeszegek (*Blicca bjoerkna*) pedig egy nógrád-megyei bányatóba lettek kihelyezve.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Prof. Dr. Urbányi Béla egyetemi tanár úrnak, hogy biztosította a kísérletemhez a megfelelő helyszínt, amelyet az Intézet keretein belül tudtam megcsinálni és a dolgozatomat is megírni. Köszönöm továbbá Prof. Dr. Müller Tamás egyetemi tanárnak, Dr. Staszny Ádám tudományos főmunkatársnak és Varga Ádám PhD hallgatónak, hogy irányt mutattak a kísérlet és a dolgozat írása során, valamint segítettek, amiben csak tudtak.

8. Irodalomjegyzék

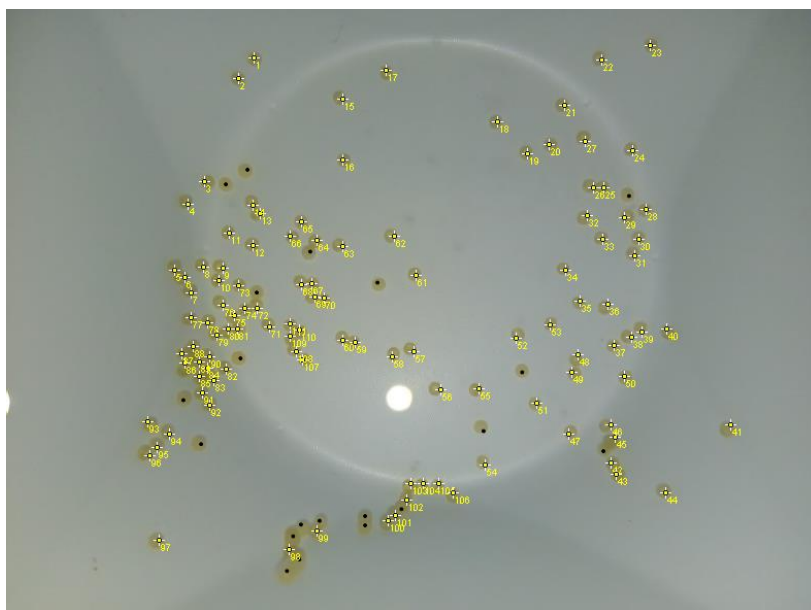
- Anonymus (1911): A kárász, a konczér, a küllő és a czompó természetes táplálékáról. – Halászat XII évfolyam 22. szám 169-171 p.
- Barash, D. P. (1980): Szociobiológia és viselkedés. Natura, Budapest, 239 p.
- Berinkei, L. (1966): Halak. Pisces. Akadémiai Kiadó, Budapest, 138 p.
- Demény F. (2012): A széles kárász (*Carassius carassius* LINNÉ 1758) szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében- doktori (Ph.D.) értekezés
- Demény, F., Józsa, V., Müller, T. (2020): A Széles kárász. pp: 117-187. In: Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, réticsík, széles kárász – második, módosított kiadás). Müller, T. Staszny, Á., Urbányi, B. (eds). Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp 1-264.
- Terofal, F. (2006): Édesvízi halak- Mérték Kiadó, Budapest, 287 p., 128 p.
- Györe K. (1995): Magyarország természetesvízi halai. – Környezetgazdálkodási Intézet, 339 p.
- Harka Á. & Sallai Z. (2004): Magyarország halfaunája – Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, 269 p.
- Klinkhardt, M., Tesche, M. and Greven, H. (1995): Database of fish chromosomes. Westarp Wissenschaften. Magdeburg. Kock KH (1992). Antarctic fish and fisheries. Cambridge, University Press. Koehler MR, Neuhaus D., Engel W., Scharl M. and Schmid M.(1995). Evidence for an unusual ZW/ZW'/ZZ sex-chromosome in *Scardinius erythrophthalmus*, 356-362.
- Klingenberg, C. P. 2011: MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357. p.
- Lammens, E. H. R. R. (1984): A comparison between the feeding of white bream (*Blicca björkna*) and bream (*Abramis brama*) With 4 figures and 2 tables in the text. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 22(2), 886-890.
- Mezhzherin, S. V., Kokodii, S. V., Kulish, A. V., Verlatii, D. B., & Fedorenko, L. V. (2012): Hybridization of crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) in Ukrainian reservoirs and the genetic structure of hybrids. *Cytology and Genetics*, 46(1), 28–35. p.
- Nilsson, G. E., & Renshaw, G. M. (2004): Hypoxic survival strategies in two fishes: extreme anoxia tolerance in the North European crucian carp and natural hypoxic preconditioning in a coral-reef shark. *Journal of Experimental Biology*, 207(18), 3131-3139.
- Nzau Matondo, B., Ovidio, M., Poncin, P., Vandewalle, P., & Philippart, J. C. (2008): Morphological recognition of artificial F1 hybrids between three common European cyprinid species: *Rutilus rutilus*, *Blicca bjoerkna* and *Abramis brama*. *Acta Zoologica Sinica*, 54(1).
- Panicz, R., Hofsoe, P., Sadowski, J., Mysłowski, B., & Pólgések, M. (2013): Morphometric and molecular characterisation of *Cyprinus carpio* × *Carassius auratus* hybrids. *Aquaculture International*, 21, 751-758.
- Penttinen, O. P., & Holopainen, I. J. (1992): Seasonal feeding activity and ontogenetic dietary shifts in crucian carp, *Carassius carassius*. In *Environmental biology of European cyprinids: Papers from the workshop on 'The Environmental Biology of Cyprinids'* held at the University of Salzburg, Austria, in September 1989 (pp. 215-222). Springer Netherlands.

- Pintér K. (1974): A karikakeszeg- Halászat
- Pintér K. (1979): A karikakeszeg- Halászat XX. 67. évfolyam 4. szám 113-114p
- Pintér K. (1989): Magyarország halai. Biológiájuk és hasznosításuk- Akadémiai Kiadó, Budapest 232 p.
- Pliszka, F. (1964): Biologia ryb.(Fish biology). PWRiL. Warszawa.
- Rohlf FJ. 2015: The tps series of software. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 26:1-4. p.
- Sallai Z. & Sallai M. (2017): Szilvaorrú keszeg és karikakeszeg hibridje (*Vimba vimba* x *Blicca bjoerkna*) a Lendvából- Halászat 110. évfolyam 4. rész, 18 p.
- Sallai Z. & Tallósi Béla (2017): Vörösszárnyú keszeg és karikakeszeg hibridjének (*Scardinius erythrophthalmus* x *Blicca bjoerkna*) előfordulása a Közép-Tisza vízrendszerében- Halászat 110. évfolyam 3. rész, 22p.
- Scribner, K. T., Page, K. S., & Bartron, M. L. (2000): Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10, 293-323.
- Sipos S. (2020): Szóbeli közlés.
- Tadajewska, M. (1993): Food of bream, *Abramis brama* (L.), and white bream, *Blicca bjoerkna* (L.), in Zegrzyński dam reservoir. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 23(2), 77-101.
- Varga Á. (2010): Széles kárász (*Carassius carassius*) hazai elterjedésének és populációbiológiájának vizsgálata. Diplomamunka, SZIE, Gödöllő, 45 p.
- Vetemaa, M., Kalda, R., & Tambets, M. (2008): Success of embryonic development of reciprocal hybrids of bream *Abramis brama* (L.) and white bream *Blicca bjoerkna* (L.). *Journal of Fish Biology*, 72(7), 1787-1791.
- (http1): http://haltanitorsasag.hu/kep/CarCar_MHTT_2013.01.08_hun.jpg
- (http2): <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=4471&AT=white+bream>
- (http3): http://gallery.nanfa.org/v/members/Nate+Tessler/nativenorthamericanfreshwaterfish/cyprinidae/Carassius/hybrid/Goldfish+x+Common+carp+hybrid_+SP17_+9-5-11_+NT.jpg.html

9. Mellékletek



1. melléklet: Halak bódítása szegfűszegolajjal. (Fotó: Kalocsai Levente, Gödöllő 2022)



2. melléklet: Fejlődő ikratételek számolása a 32. órában. (Fotó: Kalocsai Levente, Gödöllő 2022)

10. Mellékletek

4. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott KALOCSAI LEVENTE RICHÁRD, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN CAMPUS Campus, OSZTATLAN AGRÁRMÉRNÖK szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 05 hó 3 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: GÉCŐÖ, 2023 év május hó 2 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: KALOCSAI LEVENTE RICHÁRD
A Hallgató Neptun kódja: H04SLB
A dolgozat címe: SZÉLES KÁRÁSZ (CARASSIUS CARASSIUS) ÉS KARIKAKESZEG-
(BOLICCA BIFEDERKNA) IN VITRO KERESZTEZÉSEBŐL SZÁRMAZÓ UTÓPOK
VIZSGÁLATA
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: MATEJAKI TERMÉSZETESVIZSI HALÖKOLÓGIAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 05 hó 03 nap


Hallgató aláírása