

Szent István Egyetem

**A széles kárász (*Carassius carassius* LINNÉ 1758)
szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok
fenntartása és megerősítése érdekében**

doktori (Ph.D.) értekezés

Demény Ferenc
2012

A doktori iskola

- megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola
- tudományága:** Mezőgazdaság-tudomány
- vezetője:** Dr. Mézes Miklós
tanszékvezető egyetemi tanár, az MTA doktora
Szent István Egyetem,
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Állattudományi Alapok Intézet
Takarmányozástani Tanszék
- Témavezetők:** Dr. Keresztessy Katalin
- Dr. Müller Tamás
tudományos főmunkatárs
Szent István Egyetem,
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet
Halgazdálkodási Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A széles kárász általános jellemzése.....	7
2.1.1. Rendszertani besorolás és nevezéktan.....	7
2.1.2. A széles kárász leírása.....	7
2.1.3. Elterjedés.....	10
2.1.4. Élőhely és táplálkozás.....	10
2.1.5. Szaporodás.....	11
2.1.6. Növekedés.....	11
2.1.7. Környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképesség.....	12
2.1.7.1. <i>A magas sótartalom és az alacsony pH elviselése</i>	13
2.1.7.2. <i>Az oxigénhiányos környezettel szembeni tűrőképesség</i>	13
2.1.7.3. <i>Az oxigénhiány-tűrőképesség mértéke és évszakos változása</i>	15
2.2. A széles kárász hazai elterjedése és természetvédelmi jelentősége.....	17
2.2.1. A széles kárász múltbeli elterjedése.....	17
2.2.2. A faj mai elterjedése az ezüstkárász megjelenése után.....	19
2.2.3. Természetvédelmi jelentőség.....	23
2.3. A széles kárász hasznosítása, tenyésztése.....	24
2.3.1. A széles kárász szaporítása.....	24
2.3.1.1. <i>Természetes ivatás</i>	24
2.3.1.2. <i>Fészekre történő ivatás</i>	24
2.3.1.3. <i>Indukált szaporítás</i>	24
2.3.2. Intenzív lárvanevelés.....	26
2.3.3. Intenzív ivadéknevelés.....	27
2.3.4. Tógazdasági tenyésztés.....	27
2.4. A széles kárász természetvédelmi megóvása a hazai és nemzetközi gyakorlatban.....	29
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	31
3.1. Indukált szaporítás.....	31
3.2. A kísérletek kiértékelése.....	31
3.2.1. Az eredmények alapján számolt mutatók.....	31
3.2.2. Statisztikai kiértékelés.....	32
3.3. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata.....	32
3.4. Intenzív lárvanevelési kísérletek.....	32
3.4.1. Kísérleti beállítások.....	32
3.4.2. A halnevelés módja.....	35
3.5. Intenzív ivadéknevelési kísérletek.....	36
3.5.1. Az ivadék előnevelése.....	36
3.5.2. Halak mérése, gondozása.....	36
3.5.3. vízminőségi vizsgálatok.....	37
3.5.4. A relatív takarmányadagok beállítása.....	37
3.5.5. Kísérleti beállítások.....	37
3.5.6. Testösszetétel analízis.....	38
3.6. Tógazdasági kísérletek.....	38
3.6.1. Az ivadék előnevelése.....	38
3.6.2. Tógazdasági ivadéknevelés mono- és bikultúrában (1. kísérlet).....	38
3.6.3. Ketreces ivadéknevelés mono- és bikultúrában (2. kísérlet).....	39
3.6. Telepítések és haljelölések.....	40

4. EREDMÉNYEK	41
4.1. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata	41
4.1.1. A szaporított anyahalak szaporodásbiológiai mutatói.....	41
4.1.2. Az ikrakezelések hatása az ikra és a kelő lárva méretére.....	42
4.1.3. A hőmérséklet hatása a kelési időre és a lárva méretére.....	43
4.2. Intenzív lárvanevelési kísérletek	44
4.3. Intenzív ivadéknevelési kísérletek	48
4.3.1. Előkísérlet.....	48
4.3.2. Az 1. kísérlet.....	48
4.3.3. A 2. kísérlet.....	51
4.4. Tógazdasági kísérletek	53
4.4.1. Az első kísérlet.....	53
4.4.2. A második kísérlet.....	54
4.5. Telepítések és haljelölések	56
4.6. Új tudományos eredmények	58
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	59
5.1. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata	59
5.1.1. A szaporított anyahalak szaporodásbiológiai mutatói.....	59
5.1.2. Az ikrakezelések hatása az ikra és a kelő lárva méretére.....	60
5.1.3. A hőmérséklet hatása a kelési időre és a lárva méretére.....	61
5.2. Intenzív lárvanevelési kísérletek	62
5.3. Intenzív ivadéknevelési kísérletek	64
5.4. Tógazdasági kísérletek	66
5.5. Telepítések és haljelölések	70
6. ÖSSZEFOGLALÁS	71
SUMMARY	72
MELLÉKLETEK	73
M1. Irodalomjegyzék	73
M2. Az értekezés témakörében megjelent publikációk jegyzéke	83
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	85

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Ha a széles kárászra gondolunk, egyszerre megjelenik egy letűnt táj, a maga nádrengetegeivel, mocsaraival, lápjaival. A hajnali köd megül a víz felett, csónak suhan el a nád mellett, s a pákász sorba járja varsáit. A kiemelt hálókon megcsillannak a felkelő nap első sugarai, melyek ezerszeresen tükröződnek vissza megannyi csillogó nyálkás haltesten. A csónakba ömlő zsákmány színeit szinte leírni sem lehet, HERMAN OTTÓ mégis megkísérelte, hogy ezt se feledjük el olyan könnyen.

„Igen szép látvány, mikor kárász, czompó, sügér, pirosszárnyú konczér – itt veresszárnyú keszeg – csuka, ponty és dévérkeszeg együvé kerül a varsában, mert a tavi halak mind teliszínűek; a mi vörös, az vérvörös, a mi rezes, az sötét aranysárga, a mi zöld, az telizöld itt (HERMAN 1887).”

Korunk társadalmát és a bennünket körülvevő civilizált világot szemlélve általános az értékvesztés érzése. Ha ezt tagadjuk, csak ki kell mennünk a természetbe, s láthatjuk a megváltozott gondolkodás negatív következményeit. Másfelől viszont a természet megújuló és élni akaró ereje mutatkozik meg a legkisebb természeti jelenségben is. A széles kárász (*Carassius carassius* L.) az elmúlt évszázadok ármentesítő tevékenysége következtében olyannyira visszaszorult, hogy a környező országokban szinte mindenhol védett, s nálunk is igencsak megritkultak állományai. A faj visszaszorulásának másik fő oka az ezüstkárász (*Carassius gibelio* B.) megjelenése, mely a hasonló élőhelyekről fokozatosan kiszorítja. Mégis ha kézbe vesszünk akár egy széles kárász ivadékat, akár egy anyahalat óriási erővel sugárzik felénk annak szépsége és élni akarása, megidézve ezzel a letűnt korok emlékét, s felhívva arra a figyelmet, hogy nem egy helyen hibáztunk... A kérdés az, hogy mit teszünk ezekután? Ha most csak a széles kárászra összpontosítunk (s tulajdonképpen ez is lenne ennek a dolgozatnak a tárgya) könnyen felmerülhet az evolúció fő mozgatójának, a rátermettebb egyed-faj túlélésének (survival of the fittest) a kérdése: *Érdemes-e egyáltalán erőfeszítést tennünk egy faj megmentésére, ha jelenleg úgy tűnik, hogy egy rátermettebb faj (esetünkben az ezüstkárász) úgylis kiszorítja?*

A kérdés megválaszolása nem tűnik könnyűnek, de nem lehetetlen. A természetben minden egyes fajnak meghatározott szerepe, feladata van, s minden egyes faj alapvető tulajdonságokban különbözik a másiktól. A széles kárász és az ezüstkárász ugyan hasonló élőhelyeket tölthetnek be, a két faj mégis különbözik egymástól, így ez lehet a megmaradásnak a kulcsa. Az ezüstkárász egyes feltevések szerint természetes úton is bekerült volna a Kárpát-medence vízrendszerébe, tehát akár természetes folyamatnak is tekinthetjük (legalábbis részben) a faj terjeszkedését, mely tulajdonképpen egy fajta válasz a megváltozott környezeti feltételekre. Kell lennie olyan környezetnek, ahol a széles kárász fent tud maradni, vagy különben valóban elveszítünk még egy fajt, s a változatosság (biodiverzitás) csökkenésével egyre ingatagabbá válik majd a bennünket körülvevő természeti rendszer. Az emberi beavatkozás mindig hatással volt az őt körülvevő környezetre, a kérdés az, hogy milyen ez a hatás? Tudunk a történelemben több olyan kultúrát is említeni, mely vagy teljességgel lerombolta, vagy akár gazdagabbá tette az őt körülvevő és éltető környezetet.

Kutatásaim során olyan módszerek kidolgozásával foglalkoztam, melyekkel a széles kárász állományai gyarapíthatóak. Célunk tehát – a környező európai országokkal ellentétben – az volt, hogy megelőzzük a faj hazai védettségének bevezetését, s olyan módszereket keressünk melyek akár a halgazdálkodási gyakorlatban is megtalálhatják a helyüket. **Célul tűztük ki a termékenyített ikra kezelése és az inkubáció időtartama közti összefüggés vizsgálatát, az intenzív lárva- és ivadéknevelés módszereit, a tógazdasági ivadéknevelés lehetőségeit, valamint nyomonkövetni kitelepített és jelölt kétnyaras halak növekedését, vándorlását.** Vizsgálataink nagy részét laboratóriumban végeztük, de célunk elsősorban a gyakorlatban is jól alkalmazható módszerek kidolgozása volt.

„...a vörscök szűk nyílásán át a varsa tömlőzébe került hal nem talál vissza, akár a világ végéig bökdösi is azt a részt, amelynek nincsen kibúvója. – Ilyen a „kárásztudomány”.”

HERMAN OTTÓ (1887)

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A széles kárász általános jellemzése

2.1.1. Rendszertani besorolás és nevezéktan

A faj rendszertani besorolása NELSON (1984) munkája alapján:

Altörzs: Gerincesek - *Vertebrata*

2. főosztály: Állkapcsosak - *Gnathostomata*

5. osztály: Sugarasúszójú halak - *Actinopterygii*

Alosztály: Újúsósok - *Neopterygii*

Osztág: Csontoshalak - *Teleostei*

Rend: Pontyalakúak - *Cypriniformes*

Alrend: Pontyalkatúak - *Cyprinodei*

Család: Pontyfélék - *Cyprinidae*

Nem: kárász - *Carassius*

Faj: széles kárász (*Carassius carassius* Linné 1758)

Linné két kárászfajról tesz említést, az európai elterjedésű *Cyprinus carassius*-t, valamint a Kínában és Japánban honos *Cyprinus auratus*-t. Ezek alapján a *Cyprinus carassius* a széles kárással, a *Cyprinus auratus* pedig az aranyhállal (*Carassius auratus* L. 1758) azonos.

HERMAN (1887) és VUTSKITS (1902) a széles kárászt *Carassius vulgaris* Nilsson latin névvel írta le. A régebbi szakirodalom megemlíti a széles kárász különféle változatait is. Heckel 1840-ben a nyurga testű, csökkent változatot *Carassius carassius* morpha *humilis* néven (PINTÉR 2002), míg HERMAN (1887) fattyú kárászként *Carassius moles* Agassiz néven írja le, s erre utalhatnak a *Carassius vulgaris* var *moles* Ag., valamint a *Carassius vulgaris* var. *oblongus* Heck. elnevezések is (JEITTELES 1862; VUTSKITS 1902, BERINKEY 1966). FÖLDY (1801) külön változatként említi a *Carassius vulgaris* varietas *gibelio*-t, mely HERMAN (1887) kövi kárászával (*Carassius gibelio* Nilsson) lehet azonos, s az elnevezést később VUTSKITS (1902) is használja.

Carassius carassius néven BERG (1932) említi elsőként, s a későbbiekben is ez marad a hivatalos elnevezése a fajnak (BERINKEY 1966; KOTTELAT 1997; HARKA 1997; PINTÉR 2002). Néhány kivételes esetben az aranyhal (*Carassius auratus*) vagy az ezüstkárász (*Carassius gibelio*) tudományos neveként is használják a *Carassius carassius* latin elnevezést (PENÁZ és DULMAA 1987).

2.1.2. A széles kárász leírása

A széles kárász oldalról erősen lapított, magas („széles”) hátú hal. A népi elnevezések egy része utal a hal megjelenésére, találkozhatunk vele a szakirodalomban „kárász, karics, fattyú kárász, magyar kárász” (PINTÉR 2002; GYÖRE 1995; HARKA és SALLAI 2004), „lapos kárász” (KÁSZONI 2001) néven, a köznyelvben pedig gyakran használják még az „aranykárász”, „cigánykárász”, valamint „sárgakárász” elnevezéseket is. A testalkat és színezet az élőhelytől és a ragadozó fajok jelenlététől függően is erősen változhat, általában a folyóvízben élő egyedek világosabbak és nyúlankábbak, míg az állóvízben élőkre jellemző a magasabb hát és sötétebb színezet (GYÖRE 1995; POLÉO et al. 1995). Háta sötétbarna vagy sötétzöld, oldala sárgás csillogású, hasa sárga. Az ivadék faroknyelén sötét folt látható, ami a 10-12 cm-es testnagyság elérése után fokozatosan elhalványodik. Páratlan úszói szürkésárgák, páros úszói – különösen a mocsaras vizekben élő példányok esetén – vörösek (PINTÉR 2002). Tiszta állóvizekben feje olajzöld, háta zöldesbarna néha sárgásbarna, oldalai aranysárgák, a has sárgásfehér esetenként halványvörös árnyalattal. A folyóvízi példányok színe világos, ezüstösen csillogó. Hashártyája az ezüstkárásztól eltérően nem fekete (GYÖRE 1995).

Feje rövid, homloka kissé domború és meredeken emelkedik, orra tompa, szája kicsi és enyhén felső állású, bajusza nincs. A garatfogak száma az ezüstkárászhoz hasonlóan 4-4, a fogak szélesek, oldalról erősen lapítottak (BERINKEY 1966). Szeme nagy, átmérője azonban kisebb az orr hosszánál. Mell- és hasúszója rövid, hátúszója körülbelül a hasúszóval egy vonalban kezdődik, hosszú és magas, széle domború, elágazó sugarainak száma 14-21. A hátúszó elején található csonttüske hátsó oldala sűrűn fogazott, a fogak finomak, nem olyan erősek, mint az ezüstkárásznál, számuk 25-30. A farokalatti úszóban 5-8 osztott sugár van, az elején található csonttüske pedig szintén finoman fogazott. Pikkelyei nagyok, erősen ülnek, számuk az oldalvonalon 32-35. Közepes méretű faj, hossza 15-25 cm, ritkán 30 cm fölötti (GYÖRE 1995; HARKA és SALLAI 2004).

A széles kárászhoz leginkább fajrokona az ezüstkárász hasonlít. A két faj az élőhely függvényében mind színezetben, mind alakban igen hasonló lehet egymáshoz, amit tovább nehezíthet a hibrid egyedek előfordulása. Egyedüli biztos határozó bélyeg ebből a szempontból a peritoneum (hashártya) színezettsége, mely a széles kárász esetén színtelen, illetve csak gyengén pigmentált, míg az ezüstkárásznál fekete, ennek megállapításához azonban fel kell áldoznunk az egyedeket. A morfológiai elkülönítésnek tehát mind természetvédelmi, mind pedig a faj tenyésztése szempontjából igen fontos szerepe van. A morfometriai jellemzőket BERINKEY (1966) munkája alapján mutatom be (1. táblázat). A vizsgált paraméterek minden esetben átfednek, így a fajok elkülönítésére nem alkalmasak. Jellemző különbségeket figyelhetünk meg ugyanakkor a szélsőértékekben. A széles kárász testmagassága, preorbitalis távolsága, hasúszójának hossza, hátúszójának magassága, preventralis távolsága, valamint preanalis távolsága nagyobb, míg a postorbitalis és interorbitalis távolsága, valamint a hátúszó alapjának hossza kisebb lehet, mint az ezüstkárász esetén előforduló értékek.

1. táblázat: A széles kárász és az ezüstkárász morfometriai jellemzői (BERINKEY 1966)

Morfometriai paraméterek:	széles kárász	ezüstkárász
a test magassága a standardhossz arányában	37,0 - 57,4 %	39,1 - 53 %
a fej hossza a standardhossz arányában	25,8 - 32,4 %	26,7 - 31,5 %
a fej szélessége a standardhossz arányában	16,6 - 21,9 %	17,0 - 22,8%
a fej magassága a standardhossz arányában	23,8 - 28,1 %	21,9 - 25,3%
a szem átmérője a fejhossz arányában	17,2 - 24,9 %	20,7 - 24,2%
a preorbitalis távolság a fejhossz arányában	26,8 - 35,0 %	27,0 - 29,3%
a postorbitalis távolság a fejhossz arányában	43,3 - 54,6 %	47,4 - 52,7%
az interorbitalis távolság a fejhossz arányában	31,4 - 44,0 %	38,1 - 42,2%
a mellúszó hossza a standardhossz arányában	17,7 - 22,8 %	19,3 - 20,4%
a hasúszó hossza a standardhossz arányában	20,0 - 26,6 %	21,2 - 23,6%
a hátúszó alapjának hossza a standardhossz arányában	29,0 - 39,7 %	33,4 - 39,0%
a hátúszó magassága a standardhossz arányában	17,7 - 26,1 %	17,8 - 22,7%
a praedorsalis távolság a standardhossz arányában	51,0 - 58,1 %	49,8 - 56,0 %
a praeventralis távolság a standardhossz arányában	45,0 - 66,4 %	45,1 - 49,6 %
a farokalatti úszó alapja a standardhossz arányában	9,60 - 13,3 %	10,0 - 12,7 %
a farokalatti úszó magassága a standardhossz arányában	15,8 - 21,7 %	14,0 - 18,9 %
a preanalis távolság a standardhossz arányában	71,7 - 80,0 %	73,5 - 76,9 %
a faroknyél hossza a standardhossz arányában	17,0 - 22,6 %	15,0 - 22,6 %
a faroknyél magassága a standardhossz arányában	13,6 - 18,6 %	14,7 - 16,9 %

A pontos fajhatározásra sokkal alkalmasabbak a számolható (merisztikus) karakterek, melyek alapján már különbséget tudunk tenni a fajok között, sőt bizonyos esetben a hibridizáció is nyomon követhető az első néhány generációban. A legfontosabb, elsősorban merisztikus határozóbélyegeket a 2. táblázat mutatja be, melyek közül a legbiztosabb elkülönítő bélyegek: a peritoneum (hashártya) színe, a pikkelyképlet, a kopoltyútüskék száma, a csigolyák száma, valamint a hátúszó és a farokalatti úszó bognártüskéjének fogazottsága. Egyes tulajdonságok szélsőértékeiben itt is lehetnek átfedések, azonban több szakirodalom alapján is a kopoltyútüskék száma és a bognártüskék fogazottsága határozottan elkülönül a két faj esetén (BERINKEY 1961, 1966, GYÖRE 1995, KOTTELAT és FREYHOF 1997, PINTÉR 2002).

2. táblázat: A széles kárász és az ezüstkárász elkülönítésére szolgáló legfontosabb határozóbélyegek (BERINKEY 1961, 1966, GYÖRE 1995, KOTTELAT és FREYHOF 1997, PINTÉR 2002 nyomán)

Határozóbélyeg	széles kárász	ezüstkárász
peritoneum színe	színtelen (nem fekete)	fekete
páros úszók színe	általában vörös	sötét szürkék
fiatalok faroknyelén	van sötét folt	nincs sötét folt
szájhasíték oldalról nézve	ferde	egyenes
hátúszó széle	domború	egyenes vagy homorú
farokúszó	enyhén kimetszett	erősen villás
oldalvonal	ritkán fut végig, gyakran szaggatott	teljes
pikkelyek helyzete	helyenként rendezetlen	sorokba rendezett
pikkelyképlet	(31) 32 6-8/6-7 35 (36)	(27) 28 5-7/5-7 31 (33)
kopoltyútüskék száma	(23) 26-31 (35)	(37) 39-50 (52) (hosszúak)
csigolyák száma	31-34	29-30 (31)
hátúszó bognártüskéjén a fogak száma	(25) 28-30 (34)	10-15
farokalatti úszó bognártüskéjén a fogak száma	29-31	10-15

2.1.3. Elterjedés

A széles kárász Angliától és Észak-Franciaországtól keletre egészen Észak-Ázsiáig tagja a halfaunának, ahol a Léna folyó vízrendszere adja elterjedésének keleti határát (1. ábra). Megtalálható ugyanakkor Kis-Ázsia nyugati és északi részén is, míg hiányzik Írországból, Skóciából, a Skandináv-félsziget északi részéről, az Adriai-tenger keleti partvidékéről, Peloponnészoszról és az Aral-tó vízgyűjtő területéről (PINTÉR 2002).

Telepítéseknek köszönhetően állományai alakultak ki Olaszországban, Angliában, Franciaországban, Spanyolország keleti részén, az Appennini-félszigeten, Cipruson, valamint szórványosan Indiában és Chilében is. Az Egyesült Államokba a ponttyal együtt hurcolták be, itt azonban nem tudott elterjedni (KOTTELAT ÉS FREYHOF 1997, PINTÉR 2002).



1. ábra: A széles kárász elterjedése (pirossal jelölve az őshonos, zölddel a betelepített állományok) (KOTTELAT és FREYHOF 1997)

2.1.4. Élőhely és táplálkozás

A széles kárász tipikus élőhelye a tavak, mocsarak, csatornák és a folyók lassú folyású szakaszai, holtágai (BERINKEY 1966), melyek általában dús vízínövényzettel borítottak (KOTTELAT és FREYHOF 1997). A folyók főmedrében csak ritkán fordul elő, amikor egy-egy nagyobb árvíz kimozdítja a hullámtéri állóvizekből. Sűrűbb állományai előregedett holtágakban, mocsarakban alakulnak ki (HARKA és SALLAI 2004), a nagyobb tavakban – így a Balatonban is a 2008-2012. évi telepítések előtt – előfordulása szórványos (PINTÉR 2002).

Mindenevő, egész nap táplálkozik, de leginkább éjjel. Táplálékát planktonszervezetek, fenéklakó gerinctelenek, növényi hajtások és magvak, valamint detritusz alkotják. Gyenge táplálékkonkurencia jellemzi, általában a gazdagabb halfaunájú és sűrűbb ragadozó állománnyal rendelkező vizekből hiányzik. Amennyiben egyedüli fajként van jelen a halfaunában magas egyedsűrűséget érhet el (KOTTELAT és FREYHOF 1997). Alkalmanként más halfajok ikráját és ivadékát is fogyasztja, télen egyáltalán nem táplálkozik (PINTÉR 2002).

Elviseli a szélsőséges környezeti viszonyokat (lásd: 2.1.7. fejezet), oxigénhiány esetén is sokáig életben marad, a víz teljes átfagyását pedig az iszapba fúródva vészeli át (HARKA és SALLAI 2004). Kedvezőtlen, oxigénhiányos nyári időszakban teljesen beszüntetheti táplálkozását, életfunkciói pedig a minimumra csökkennek. Ez befolyásolja a pikkelygyűrűk kialakulását, így pontos kormeghatározása nem könnyű (PINTÉR 2002).

2.1.5. Szaporodás

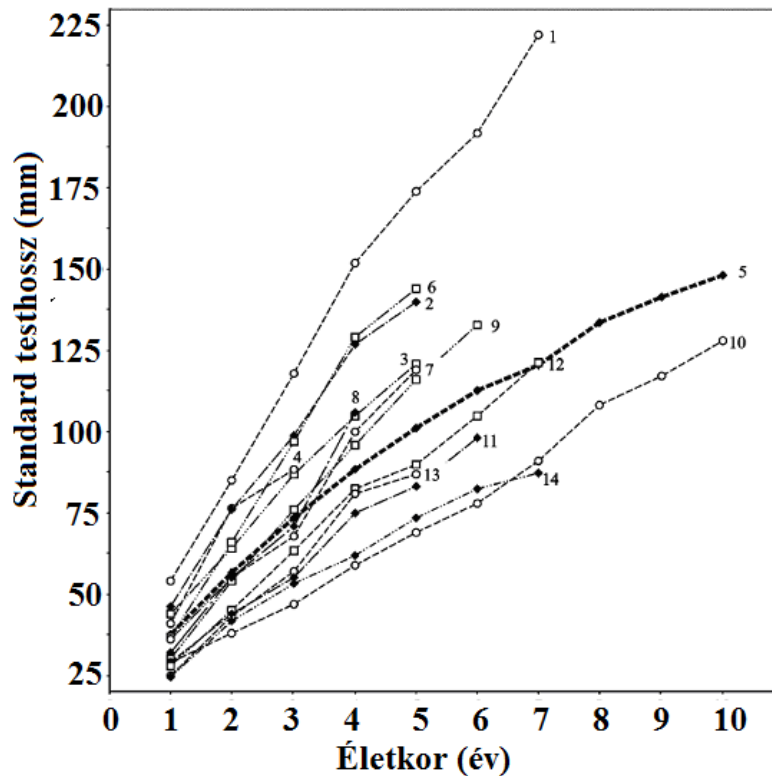
PINTÉR (2002) szerint ivarérettségét 3, esetenként már 2 éves korában is eléri. Az északi, finnországi vizekben azonban 3-4 év szükséges a teljes ivaréréshez (HOLOPAINEN és PITKÄNEN 1985), míg a német és angol szakirodalom egyéves ivarérett halakról is beszámol (SCHÄPERCLAUS 1953; TARKAN et al. 2009). Ívása 14-16 °C-on, általában májusban kezdődik és június végén fejeződik be (PINTÉR 2002, HARKA és SALLAI 2004). Ikráit a szaporodási időszak alatt három-négy vagy több részletben, a sekély víz növényzetére rakja le (BERINKEY 1966). Egy ikrás több tejjessel ívik, melyek gyakran nagy csapkolódással követik az íváásra felkészült egyedeket (KOTTELAT és FREYHOF 1997). Egy szaporodási időszak alatt általában 120-300 ezer szem, 1,4-1,7 mm átmérőjű, sárgás színű, erősen ragadós ikrát rak le (GYÖRE 1995). Az ikra - és a lárvafejlődése rendkívül kedvezőtlen oxigénviszonyok mellett is végbemehet (PINTÉR 2002). Az embrionális fejlődés 3-7 napig tart, a kikelő lárvák 3,8-4,1 mm hosszúak. A szikanyag teljes felszívódásáig, mintegy 5-6 napig még ragasztómirigyeik segítségével a vízinnövényzeten függeszkednek. Az 5,5-5,6 mm-es testhosszúságú lárváknak első tápláléka általában kerekcsigákra áll, majd tíznapos korukban a 8-12 mm-es ivadék már más zooplankton-szervezeteket is képes elfogyasztani (GYÖRE 1995). PENTTINEN és HOLOPAINEN (1992) vizsgálatai alapján a széles kárász lárváknak *Copepoda* és *Cladocera* rákokkal, valamint *Chironomus* lárvákkal táplálkozik. A lárvák és a fiatal (juvenilis) ivadék a leggyakrabban az iszapban és a vízi növényzet között tartózkodik, ahol a hőmérséklet alkalmanként a 30 °C-ot is meghaladhatja (LAURILA és HOLOPAINEN 1990).

2.1.6. Növekedés

A széles kárász hazai növekedéséről viszonylag kevés adat áll rendelkezésünkre. HERMAN (1887) leírása alapján a félkilós példányok hajdanában nem számítottak ritkának. PINTÉR (2002) szerint a félkilósnál nagyobbak már csak szórványosan fordulnak elő, de elérheti akár a 2 kg-os testtömeget is. Akváriumi megfigyelések szerint akár 20 évig is élhet, ami természetes vizekben is előfordulhat olyan mocsarakban, ahol nála nagyobb hal nem találja meg az életfeltételeit. A hazai horgászrekord 2,65 kg (Szókei-tó, 1991) (PINTÉR 2002, HARKA és SALLAI 2004).

Táplálékszegény vízben illetve sűrű állományokban a kárász igen lassan növekszik, alacsony hátú, ún. csökkent formát vesz fel (BERINKEY 1966, PINTÉR 2002). Az első évben általában 2-3 cm-t ér el és csak kivételesen kedvező körülmények közt növekszik 10 cm-nél nagyobbra két évesen (PINTÉR 2002). Az egyes populációk növekedési üteme nagymértékben függ a fajszerekezettől. Olyan állományokban, ahol – nyilvánvalóan a környezeti feltételek következtében – egyedüli halfajként fordul elő a széles kárász, az átlagnagyság és a halak testmagassága jóval kisebb, mint ahol több halfaj és köztük ragadozók is megtalálhatóak (HOLOPAINEN et al. 1997, KOTTELAT és FREYHOF 1997).

A külföldi szakirodalom szintén a széles kárász lassú természetesvízi növekedéséről számol be. Élőhelytől függően az első évben 2-5 cm-t, a másodikban 3-8 cm-t, a harmadikban pedig 4-12 cm-t érhet el (2. ábra; COPP et al. 2008a). Tógazdasági tenyésztése esetén jóval gyorsabban növekszik, két nyarasan elérheti a 15-20 cm-es testmagasságot (LÉVAI, ALFÖLDI és ROLFE szóbeli közlése alapján).



2. ábra: A széles kárász növekedése egyes európai populációkban COPP et al. (2008a) nyomán módosítva. 1-Jarohnevicky (CZ), 2-Hlovovecky (CZ), 3-Zajecske (CZ), 4-Hammaslahti (FI), 5-Bayfordbury (UK), 6 – Borovoje (KAZ), 7-Leles (SK), 8-Cerna (CZ), 9- Cajki (RU), 10-Karasi (CZ), 11-Pavlovo (SK), 12-Hermanninlampi (FI), 13-Mansfeldova (CZ), 14-Kuikkalampi (SF).

2.1.7. Környezeti tényezőkkel szembeni tűrőképesség

„A magyar halászat könyve” (HERMAN 1887) így ír a széles kárász túlélőképességéről:

„Élete igen kemény s a szárazra dobva, órákon át is elél, kemény telekben, a midőn a tavak teljesen befagynak s eleven víz hiánya miatt minden hal pusztul, a kárász még jól érzi magát.”
 „... a csík, a czompó, a kárász kemény halak ám, amelyek szükség esetén víz helyett a sárban is élélnek...”

A széles kárász ikrájának, lárvájának és kifejlett egyedeinek környezeti szélsőségekkel szembeni ellenállóképességét több hazai és külföldi szakirodalom is kiemeli (BERINKEY 1966, GYÖRE 1995, KOTTELAT és FREYHOF 1997, PINTÉR 2002, HARKA és SALLAI 2004).

A széles kárász és a hozzá legközelebbi rokon fajok, az aranyhal (*Carassius auratus*), valamint az ezüstkárász (*Carassius gibelio*) tűrőképességének ismerete hozzásegíthet bennünket ahhoz, hogy az élőhelyfejlesztések során olyan környezetet hozzunk létre, amely – szemben a betelepített fajokkal – az őshonos kárász fajunknak kedvez. Az említett rokon fajok ugyan sok tulajdonságukban nagyon hasonlóak, a széles kárász mégis különbözik tőlük. Az ezüstkárászt a ponty táplálékkonkurensként tartjuk számon, mely rossz tápanyaghasznosításával és kedvezőtlen piaci árának következtében erősen ronthatja pontyos tavaink jövedelmezőségét (BÁRSONY 2007). A széles kárász szintén jóval lassabban növekszik a pontynál, növekedési üteme alapvetően lassúnak mondható mind természetes vizeinkben, mind a tógazdasági tenyésztés során (PINTÉR 2002, COPP et al. 2008a, széles kárászt tenyésztők szóbeli közlése alapján – LÉVAI PÉTER, ALFÖLDI ATTILA, PETER ROLFE). Ugyanakkor a széles kárász tenyésztett állományai alulmaradnak növekedésben az ezüstkárászzal és a compóval szemben is, tehát a többi pontyféléhez viszonyítva is

lassú a növekedése és alulmarad a versengésben (DEMÉNY et al. 2009a). Akvárium-medencés megfigyeléseink alapján is jóval agresszívabb, aktívabb viselkedést mutatott az ezüstkárász, mint a széles kárász. Mindezen kedvezőtlennek tűnő tulajdonságok alapján feltételezhetjük, hogy a széles kárász egy egészen különleges életmódhoz alkalmazkodott, ahol gyakran egyedüli halfajként éli túl a hosszú oxigénhiányt, és a vizek teljes befagyását (HOLOPAINEN és HYVÄRINEN 1985, HYVÄRINEN et al. 1985, HOLOPAINEN et al. 1986). PINTÉR (2002) szerint az ezüstkárász a széles kárással ellentétben pont emiatt nem is telepszik meg az igazi mocsarakban.

2.1.7.1. A magas sótartalom és az alacsony pH elviselése

A széles kárász tűrőképessége leginkább az oxigénhiány és ennek következtében a hosszú hideg telek elviselésében mutatkozik meg, de emellett említésre méltó a faj só-, pH- valamint hőmérsékleti tűrőképessége is. HERMAN (1887) megemlíti a brakkvizet látogató halak között, más források szerint brach tavakban 16 ppt salinitásnál is él és ívik a Volga deltában is (ZHADIN és GERD 1963).

SOLLID et al. (2005) laboratóriumi megfigyelései alapján a széles kárász jól alkalmazkodott a lágy (20-50 qS/cm) csapvízhez, ugyanakkor az aranyhalakat ez megviselte és csak keményebb (500 qS/cm) vízben érezték jól magukat. A különbségre válasz lehet – adott hőmérsékleten – a két faj kopolyúfelülete közti eltérés.

Több szakirodalom leírása alapján elviseli az alacsony, 4 körüli pH-t (BRYUKHATOVA 1937, EIFAC 1969, HOLOPAINEN és OIKARI 1992). BRYUKHATOVA (1937) laboratóriumi vizsgálatai során az egyéves széles kárászok több hónapig is elviselték a 4,0 értékű pH-t. A halak tömege ugyan növekedett, de nem táplálkoztak olyan intenzíven, mint 5,0-ös pH-n. HOLOPAINEN és OIKARI (1992) természetesvízi megfigyelései alapján a széles kárász állományok szintén több hónapig is elviselték a 4,0 értéket is elérő alacsony pH-t, azonban ez a halak egy részének pusztulását okozta, valamint a halak ionszabályozási egyensúlyzavarban és krónikus stresszben szenvedtek. MATEY és KHARAZOVA (1982) sejtszinten vizsgálták az alkalmazkodás mechanizmusát, és a pH csökkenése esetén változásokat figyeltek meg a széles kárász kopolyúhámjában lévő kloridsejtek fehérje- illetve RNS szintézisében.

Az árvaszúnyogok lárvái a zooplankton-szervezetekkel (*Crustacea*) szemben jól viselik az alacsony pH-t, így a széles kárász számára a legfőbb állati fehérjeforrást jelentik a finn savasodó tavakban (MERILÄINEN és HYNENEN 1990).

A széles kárász igen tág hőmérsékleti tartományt képes elviselni. Hőmérsékleti optimuma 27 °C-on van, míg a 38,5 °C már letális számára (HELLAWELL 1986). Szélsőséges, aszályos időszakban akár több hétig is túlélhet az iszapban, míg télen elviseli azt is ha a víz fenéig befagy (HERMANN 1887, KOTTELAT és FREYHOF 1997, SZCZERBOWSKI és SZCZERBOWSKI 2001).

2.1.7.2. Az oxigénhiányos környezettel szembeni tűrőképesség

A széles kárász tág hőmérsékleti tűrőképessége szorosan összefügg a faj rendkívüli oxigénhiány-tűrőképességével, mellyel számos szakirodalom is foglalkozik. Az oxigénhiányhoz többféle módon és az évszakoknak megfelelően is alkalmazkodik. Az alkalmazkodás módjának és az ezzel kapcsolatos vizsgálatoknak két fő területe van:

- az anyagcserefolyamatok és az energiafelhasználás csökkentése
- a glikogénraktárak felhasználása.

A hosszú oxigénhiány elviselése a fakultatív anaerob élőlények között az anyagcserefolyamatok és az ellenőrzött energiafelhasználás csökkentésén alapszik. A széles kárász esetén is ez az első lépés, mellyel a faj óvja és tartalékolja a glikogénraktárait a későbbi akár hónapokig is eltartó oxigénhiányos időszak átvészélése érdekében.

A vizsgálatok alapján, az alkalmazkodás következtében csökken a széles kárász mozgási aktivitása, szívritmusa és a szív energiafelhasználása, a teljes test anyagcseréje, valamint a glikogén raktározása érdekében a kopoltyú felülete.

A mozgási aktivitás csökkentését több szerző is említi (VAN WAVERSVELD et al. 1989, NILSSON et al. 1993). HELLAWELL (1986) vizsgálatai alapján oxigénhiány esetén az energiafelhasználás csökkentése érdekében a széles kárász 50 %-kal kevesebbet mozgott, mint normális oxigénellátottságú környezetben.

A szívrítmus szabályozását és a szív energiafelhasználását szintén többen is vizsgálták (VORNANEN 1994b, AHO és VORNANEN 1997, VORNANEN és PAAJANEN 2004), mitöbb ehhez a szívizomzat is alkalmazkodik (VORNANEN 1994a, ROSSMANITH et al. 1995), amely tovább javítja az oxigénhiány-tűrőképességet.

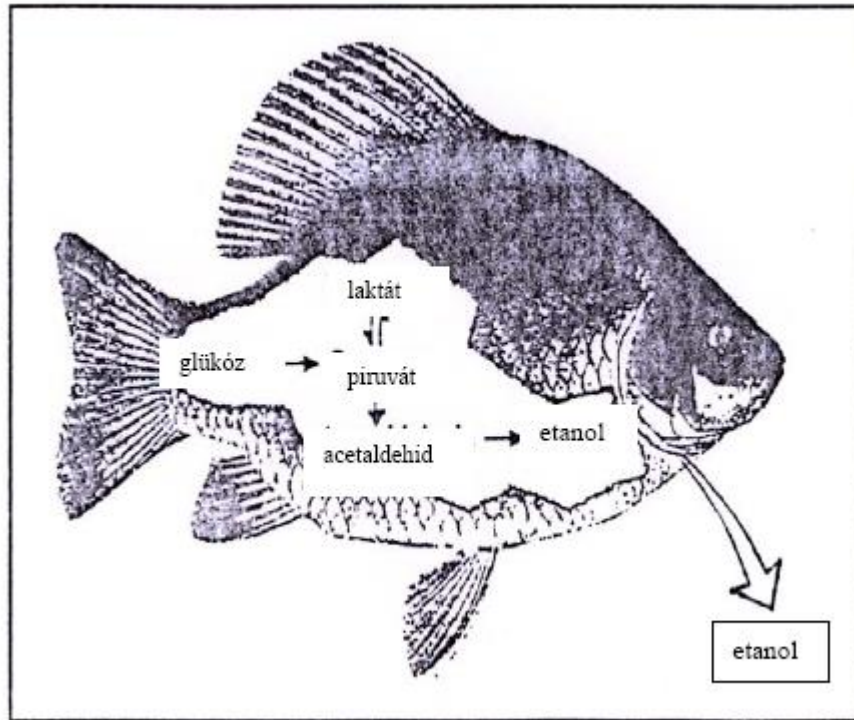
PIIRONEN és HOLOPAINEN (1986) szerint a kitűnő oxigénhiány-tűrő képesség szükséges előfeltétele az ATP-előállítás és a fogyasztás egyensúlyban tartása energia-korlátozott feltételek mellett is. BLAŽKA (1958) adatai alapján arra következtethetünk, hogy az oxigénhiányos hosszú teleken az alacsony hőmérséklet következtében a teljes test anyagcseréje csak 5 %-a annak, mint ami a nyár közepén figyelhető meg.

Egyes vizsgálatok indirekt azt bizonyították, hogy oxigénhiány esetén több ektotermikus gerinces csökkenti az ioncsatornák aktivitását annak érdekében, hogy csökkentsék a membránok átteresztőképességét és ezzel az ATP-függő energiaigényes ionpumpálást (HOCHACHKA 1986). A széles kárász esetén *in vivo* vizsgálatokkal PAAJANEN és VORNANEN (2003) nem tudták ezt teljes mértékben bizonyítani, és későbbi vizsgálatok sem igazolták az ioncsatorna-gátlás hipotézisét. Úgy tűnik, hogy az ionpumpálás csökkenése nem az oxigénhiánytól, hanem az alacsony hőmérséklet közvetlen hatásától függ (VORNANEN és PAAJANEN 2004).

Egy hosszabb oxigénhiányos időszak energetikailag nagyon költséges, mivel a glikolízis során leadott etanol egy energiában gazdag hidrogénkarbonát. Mivel ilyen esetekben a túlélés ideje a glikogénraktárakkal függ össze (NILSSON 1990), előnyös elhalasztani az anaerob etanol képződést, és ameddig csak lehet, az aerob anyagcsere-folyamatokat fenntartani. A nagy kopoltyúfelületen végbemenő ionvesztés–iontranszport viszont szintén energiaigényes folyamat, tehát előnyös a légzőfelület változtatása az oxigénigénynek és oxigénkínálatnak megfelelően.

SOLLID et al. (2003) megfigyelték, hogy a széles kárász kopoltyúlemezecekszélei nem láthatóak normális oxigénellátottság esetén, csak oxigénhiányos környezetben, s ilyenkor 7,5-szeresére növekszik a kopoltyú felülete. Kísérletekkel be tudták bizonyítani, hogy a felület növekedését a hőmérséklet is kiváltja (SOLLID et al. 2005). A széles kárász esetén 25 °C-on, míg az aranyhal esetén már 15 °C-on az oxigénhiányos környezethez hasonló kopoltyúfelületet figyeltek meg. A széles kárász esetén igen erős oxigénmegkötést tapasztaltak a hemoglobiban, különösen magas pH-n és alacsony hőmérsékleten, ami valószínűleg előfeltétele a kedvező időszakokban megfigyelhető, kisebb kopoltyúfelület hatékony oxigénfelvételének.

A *Carassius* nem tagjai más halfajokhoz képest többszörös glikogénraktárral rendelkeznek, májuk 30%-át glikogénraktárként használják. Összehasonlítva más gerinces fajokkal a széles kárász agyában nagyobb a glikogén relatív mennyisége, több mint amit az aranyhalnál, vagy az édesvízi teknősnél mértek. Oxigénhiányos környezetben megváltozik a vér glükózszintje illetve a vér áramlásának sebessége. A terminális oxidáció elmaradásával a glikolízisben keletkező ATP elegendő energiát nyújt a túléléshez az állat szervezete számára. Ilyen esetben a lebontási folyamat végtermékeként etanol keletkezik, mely a kopoltyún keresztül távozik a szervezetből (3. ábra), így elkerülhető a tejsav keletkezése miatt egyébként bekövetkező acidózis (SHOUBRIDGE és HOCHACHKA 1980, 1983, JHONSTON és BERNARD 1983, LUTZ és NILSON 1994). A glikogénraktárak mozgósítása aszály és hosszan tartó telek esetén is segítség lehet (WHEELER 2000).



3. ábra: Lebontási folyamatok a széles kárászban oxigénhiány esetén (LUTZ és NILSON 1994)

2.1.7.3. Az oxigénhiány-tűrőképesség mértéke és évszakos változása

PIIRONEN és HOLOPAINEN (1986) a széles kárász populációk életében 3 szakaszt különböztetnek meg egy éven belül:

- 1., A szaporodási időszak tavasszal és kora nyáron. Ez a jég olvadásától kezdődik és az első három hetében az egyedek a magas oxigénhiány-tűrőképességüket elveszítik.
- 2., A tartalékok képzésének kezdete késő nyártól őszig, ami oxigénhiány esetén szintén csak rövid túléléssel (körülbelül 1 nap) jellemezhető. A téli glikogéntartalékok végső képzésekor már hosszabb, 10 napot is elérő túlélés figyelhető meg alacsonyabb hőmérsékleteken.
- 3., A tél az az időszak, amely oxigénhiányban nagyon hosszú túlélési idővel jellemezhető.

A tartalékok képzése (2.,) a hőmérséklet csökkenésével veszi kezdetét augusztusban és legkésőbb késő decemberig tart. A tartalékok glikogénként tárolódnak leginkább a májban és a fehér izmokban. A máj mérete a testtömeg 12-15 %-ra növekszik, a glikogéntartalma pedig eléri a máj tömegének 30 %-át (HYVÄRINEN et al. 1985). A teljes glikogénmennyiség a fehér izmokban is magas, az izomtömeg 10 %-át teszi ki. Augusztus végén a lipidanyagcsere hirtelen csökken és az oxigénhiány-tűrőképesség növekedni kezd. A juvenilis (0+) halak toleranciája a vizsgálatok alapján 1 vagy 2 hónappal később fejlődik ki, mint az idősebb halaké. Ez valószínű azért lehet így, mert a növekedésre fordítják az energiáikat, hogy megfelelő mérettel át tudjanak telelni, így csak később kezdenek glikogént raktározni.

VORNANEN és PAAJANEN (2004) vizsgálatai alapján a szív glikogéntartalma is szezonális követett. A glikogénraktárak májusban voltak a legkisebbek és először július-szeptemberben növekedtek lassan, majd sokkal gyorsabban késő ősszel, a csúcspontot pedig januárban érték el. Az oxigénhiányos tél közepe alatt a glikogéntartalom relatív állandó maradt, majd hirtelen lecsökkent a márciusi oxigénhiányos időszakban.

A telelés egy kifejezetten kritikus időszak a széles kárász életében. Finnországban sok védett kistó, melyeket széles kárász népesít be, jéggel borított akár 5-7 hónapig is és a halak akár 2-3 hónapig is teljes oxigénhiányban szenvedhetnek. Ez az időszak igen magas oxigénhiány-tűrőképességgel jellemezhető, ami az anyagcsere-folyamatok és energiafelhasználás csökkentésén

illetve a glikogénraktárak felhasználásán alapszik (HOLOPAINEN és HYVÄRINEN 1985, HYVÄRINEN et al. 1985, HOLOPAINEN et al. 1986).

A széles kárász oxigénhiány-tűrőképességét vizsgálva LUTZ és NILSON (1994) 10 000 és 100 000 perc (6,9-69 nap) közötti túlélési időket mutatott ki a testhőmérséklet függvényében. BLAŽKA (1958) szintén két hónapig terjedő toleranciáról számol be 5 °C-on, de kevesebb mint 2 nappal 15-20 °C-on. PIIRONEN és HOLOPAINEN (1986) még ennél is hosszabb túlélési időket mért. Kísérleteikkel indirekt módon bizonyítani tudták BLAŽKA (1958, 1960) közléseinek helyességét, aki megfigyelte, hogy 5,5 hónapig fennálló oxigénhiányt is túlél a széles kárász természetes tavakban, valamint HOLOPAINEN és HYVÄRINEN (1985) adatait, akik négy hónapos téli oxigénhiányról számoltak be nagy széles kárász populációkkal rendelkező tavak esetén. A kísérletek során a maximális túlélési idő 4,5 hónap volt, ami a stresszes laboratóriumi körülmények miatt a természetben akár hosszabb is lehet. Ezzel szemben az aranyhal csak néhány naptól két hétig képes oxigén nélkül élni (WALKER és JOHANSEN 1977).

A széles kárász a más fajokkal való versengésben az esetek többségében nem éppen sikeres, a ragadozó halak pedig szintén veszélyeztetik állományait. Rendkívüli oxigénhiány-tűrőképessége viszont hozzásegítette, hogy magas egyedsűrűséget érjen el és uralkodó fajjá váljon Izlandon, számos időszakosan oxigénhiányos tóban (PIIRONEN és HOLOPAINEN 1986). Valószínűleg ennek a tulajdonságnak erős szelekciós hatása van mind a széles kárász, mind a társfajok és hibridjeik populációira. WHEELER (2000) vizsgálatai alapján a széles kárász az erdei oxigénhiányos tavakban minden fajnál nagyobb eséllyel telik ki. Egy enyhébb 0 °C-os tél alkalmával, amikor egy kisebb, vízínövényekkel sűrűn benőtt tavon teljes volt a jégtakaró, a pontyok és ponty x széles kárász hibridek kipusztultak, míg a széles kárászokra nem volt hatással az oxigénhiány. PIIRONEN és HOLOPAINEN (1986) laboratóriumi oxigénhiány-tűrőképesség vizsgálataiban a kontroll csoportban megfigyelhető magas mortalitás szintén az oxigénhiány-tűrőképesség fajon belüli különbségeit mutatja. Tehát a hosszú oxigénhiányos tél szelektív elhullást okozhat a széles kárász természetesvízi populációiban is.

Mindezek alapján joggal feltételezhetjük, hogy a faj tiszta populációi fennmaradhatnak, ha a faj rendelkezésére állnak időszakosan téli oxigénhiányban szenvedő vizes élőhelyek. Saját (nem közölt) vizsgálataink során, 2008-2010 között mi is megfigyelhettünk hasonló jelenséget egy rákospalotai kistó halfaunájában, ahol az ezüstkárász és széles kárász évtizedek óta együtt él már.

2.2. A széles kárász hazai elterjedése és természetvédelmi jelentősége

2.2.1. A széles kárász múltbeli elterjedése

A széles kárász (*Carassius carassius* L.) (HERMAN 1887) hazai halfaunánk egyik őshonos faja, mely a múltban meghatározó szerepet töltött be a Kárpát-medence állóvízeiben és ártéri kiöntéseiben. A folyószabályozások előtti Magyarországon virágzott a halászat, az ország legendás halbőségét több korabeli leírás is őrzi (Wernherus 1529; Edward Brown 1677; A. Pinxner 1697 cit: HERMAN 1887; ANDRÁSFALVY 1973; LÁSZLÓFFY 1982; SZILÁGYI 1995). A halbőség azonban nem csupán a természet ingyen ajándéka, hanem egy tudatos gazdálkodás eredménye volt (MOLNÁR 1991). Az árvizek szabályozott szétterítésén és lecsapolásán alapuló ártéri- vagy fokgazdálkodás legjelentősebb haszonvétele a halászat volt. Az árterek fokokkal való rendezése legkésőbb az V-VII. században készülhetett el, s egészen a XVI. századig, a török háborúig virágzott. Ezt követően felgyorsult a Kárpát-medence elvizesedése, elmocsarasodása, melyet gyorsított a vízimalmok terjedése illetve a községek és magántulajdonosok önérdékű vízrendezései (FRISNYÁK 1992). A 18. század végére betelepítésekkel a lakosság száma fokozatosan nőtt, s a gabonakonjunktúra hatására újból fellendült a szántóföldi gazdálkodás és megindultak a helyi jellegű árvízvédelmi munkálatok, mocsárlecsapolások. A gazdasági fejlődés és a növekvő népesség egyre inkább sürgette a vízi szállítás fejlesztését és a gabonatermő területek növelését, így a 19. század elejére feszítő társadalmi-gazdasági kényszerré vált a folyószabályozások ügyének rendezése (TÓTH 2003). A vízrendezésekkel erősen átalakult az addig vízjárta Kárpát-medence, a szántóföldi gazdálkodás térnyerésével pedig eltűnt az ártéri gazdálkodás, ami a halállomány csökkenéséhez és a természetesvízi halászat visszaszorulásához vezetett (LÁSZLÓFFY 1982). Az egykori árterületeknek csak a töredéke maradt meg, ami az ívóhelyek elvesztésén túl a korábban létező és dinamikus egységben működő mocsarak-rétek eltűnését és ezzel a korábban itt élő mocsári, lápi halak populációinak visszaszorulását is jelentette. Így váltak védett és veszélyeztetett halfajokká a korábban tömegesen előforduló mocsári halfajaink, mint a réticsik (*Misgurnus fossilis* L.), a lápi póc (*Umbra krameri* W.), a compó (*Tinca tinca* L.) és a széles kárász.

HERMAN OTTÓ (1887) *A magyar halászat* c. munkáját a folyószabályozások utáni időszakban írja, mintegy emléket állítva az egykori halgazdálkodásunknak. A fokgazdálkodás virágkorát nyilvánvalóan nem láthatta, azonban még így is igen részletesen ír az ártéri halászat legjelentősebb módjáról, a rekesztéses halászatról, melyen belül a vejszés és varsás halászat fő halaként említi a széles kárászt: „...a természet kedvezéséből is számtalan útja van a varsa főhalának, a turkálni szerető tenyérskézes kárásznak és az aprópénzes, nyálkás, szivárványos színekben játszó czompónak...”.

A széles kárász jelentőségét és kedveltségét mutatja, hogy a magyar konyhában szerhal volt, ami azt jelentette, hogy a tizeden felül is kötelesek voltak belőle az uraság vagy az apátság részére szállítani belőle. HERMAN (1887) egy 1622-es szakácskönyv alapján (*Galóczi István uram „Szakácsi Tudoman”-ja*) leírja, hogy milyen halak kerültek a főurak asztalára, és azokat hányféleképpen készítették el. A leírt 30 halfaj közt a széles kárász is szerepel nyolcféle elkészítési móddal, ami szintén alátámasztja gyakoriságát és népszerűségét.

A széles kárász visszaszorulását az élőhelyeinek megfogyatkozásán túl az ezüstkárász (*Carassius gibelio* B.) elterjedése is erősen befolyásolta. A széles kárász ezüstkárász előtti elterjedéséről, gyakoriságáról több hazai faunisztikai leírás, valamint a Természettudományi Múzeum Állattárának halgyűjteménye alapján is tájékozódhatunk.

Közvetlen a folyószabályozások utáni halfaunisztikai leírások szerint a széles kárász közönséges előfordulású, mely a lassabb folyókban, holtágakban, mocsarakban és lápokban találja meg életfeltételeit. MOCSÁRY (1878) Zemplén és Ung megye faunáját vizsgálva a Bodrogból és a Bodrogbölgéből írja le. HERMAN (1887) megemlíti a Berettyó, Bódva, Borzsa, Dráva, Ipoly, Kraszna, Latorca, Olt, Rába, Sajó, Szamos, Tisza és Zagyva folyók mentéről a Mosztanga

mocsárból, a Szernye és Ecsedi láp mocsaraiból, s nehezen tartja elképzelhetőnek, hogy a valamennyire állandó jellegű mocsaras vizekbe ne jusson be. HECKEL-re (1847) hivatkozva említi még a Fertőből, a Balatonból, a budapesti Ördög-árokából, Erdélyből; PETÉNYI-re hivatkozva pedig a Vág mellett előforduló állóvizekből, a Velencei tóból s a dunamenti tóságokból. A kövi kárász (*Carassius gibelio* Nils.), mint fajváltozat elterjedésénél megemlíti még HECKEL-re (1847) hivatkozva a Zalából, Brassó vidékéről, PETÉNYI-re hivatkozva pedig a Duna, Maros, Száva, Mura mentéről; Rákos mellől a Gyógyrét és Merzse mocsarából, a Podmaniczkyak Rákoskeresztúron fekvő halastavából. Fattyú kárász néven (*Carassius moles* Ag.) JEITTELES (1862) írja le a Felső-Tiszából és a Hernádból.

VUTSKITS (1902) a Fauna Regni Hungariae-ben szintén a legtöbb vizünkéből leírja a széles kárászt, az alábbi előfordulási helyeket említi: Duna, Ördögmalom árok (Budapest), Rákos-patak, Körös, Pece-patak, Berettyó, Zagyva, Sajó, Balaton, Sárvíz, Fertő-tó, Rába, Zala, Mura, Dráva, Marcal, Velencei-tó, Tatai-öregtó, Vág, Garam, Ipoly, Bódva, Losonc-patak, Tugár-patak, Tisza, Borzsa, Kraszna, Latorca, Szernye mocsár, Ecsedi-láp, Zemplén Erdélyben az álló és iszapos vizek, mint a Maros, az Olt, a Szamos, a mezőségi kis tavak, Ompoly, Borszék, valamint Mosztanga mocsarai, Dráva, Száva, Kulpa, Odra, Lónya, Plitvicei-tó, Bednya.

Carassius vulgaris var. *gibeli* Nils. fajváltozatként az alábbi helyekről írták le (VUTSKITS 1902): Duna, Ördögmalom árok, Rákos-patak, Gyógyrét (Rákos), Merzse-mocsár (Rákos), Rákoskeresztúr, Szentendre, Beél, Tőzvíz (Szamos-Szatmár táján), Fertő-tó, Kónyi-tó, Koroncz nádasában, Markotán nádasában, Tapolca, Dráva, Mura Rába, Zala, Morva, Vág, Erdélyben mocsaras és iszapos állóvizekben, Maros, Olt, Barcaság, Mezőség, Nagy-Szeben, Brassó, a Gyula-Fehérvár körül levő tavakban, Magyarországon a kisebb állóvizekben közönséges, Zimony, Dráva, Plitvicei-tó, Bednya, Klupa (Károlyváros). A Tiszából említik a *Carassius vulgaris* var. *moles* Ag., a Sebes-Körösösből, a Pece-patakból, a Morvából a *Carassius vulgaris* var. *oblongus* H. et K. változatokat (VUTSKITS 1902).

Az ezüstkárász 1954-es betelepítési időpontjához közel eső faunisztikai vizsgálatok jól mutatják a betelepítés előtti lehetséges széles kárász populációk előfordulási helyeit. A folyószabályozások-vízrendezések lezárulása után, a megmaradt élőhelyeken is jól megtalálta életfeltételeit, a leírásokban ugyanakkor kevés a faj gyakoriságára vonatkozó pontos adat. Többnyire azonban közönségesen előforduló fajként írják le, sőt az 50-es években tógazdasági gyomhalként is számon tartották (FEKETE 1955).

VÁSÁRHELYI (1959) említi a Hámori-tó halfaunájában, ahová valószínűleg szintén takarmányhal-szállítmányokkal együtt kerülhetett be. Faunisztikai vizsgálatai a Tiszából a lassúbb folyású, iszapos részeken Tiszabecstől Nagyrévig (VÁSÁRHELYI 1960a), a Bodrogonban csak a holtágakban, a Krasznában, mint gyakori fajt, a Szamosban pedig szintén holtágakból említi (VÁSÁRHELYI 1960b).

A Természettudományi Múzeum Állattárának halgyűjteménye alapján az alábbi hazai lelőhelyekről és befogási időpontokról tudunk (SEVCSIK és ERŐS 2008):

Rezéti-Duna, Baja (1957); Kenderáztató, Harta (1957); Duna, Szeremle (1957); Duna, Baja (1958); Orgoványi mocsár, Orgovány (1959); Duna, Szeremle (1959); Orgoványi mocsár, Orgovány (1959); Orgoványi mocsár, Orgovány (1960); Hámori-tó, Miskolc (1944, 1957); Böcsi-tó, Böcs (1958); Hejőcsabai-tó, Hejőcsaba (1958); Zsombói-láp, Zsombó (1956); Tisza, Szeged (1957); Nagyhörcsögpusztai Állami Gazdaság, Sárbogárd (1958); Tisza, Polgár (1959); Dráva, Péterhida (1959); Riger-tó, Úrkút (1957); Kis-Zala, Zalaapáti (1960); Körös, ? (1958); Cséffai tógazdaság, Cséffa/Cefa (jelenleg Románia) (1960); Kis-Szamos/Someşul Mic (jelenleg Románia) (1960).

2.2.2. A faj mai elterjedése az ezüstkárász megjelenése után

Az 1930-as évek elején a hazai szakirodalom a gazdaságilag fontosabb halaink között csak a széles kárászt említi, az ezüstkárász jelenlétéről ekkor még nincs tudomásunk (FISCHER 1931; HANKÓ 1931). Magyarországra hivatalosan az első szállítmány ezüstkárászt 1954-ben hozták be Bulgáriából (SZALAY 1954; PINTÉR 1980), BOTTA (1985) azonban valószínűnek tartja, hogy korábban is előfordult szórványosan, hiszen Bulgáriába már korábban betelepítették, ahonnan természetes vándorlás útján is eljuthatott hazánkba. BALON (1967) szerint az ezüstkárász elsődlegesen természetes úton került be az ázsiai folyók vízrendszeréből a Duna vízrendszerébe, HOLCIK (1980) pedig több sikertelen telepítési akcióra hivatkozva szintén megkérdőjelezi a telepítések szerepét a faj Duna vízrendszerében való elterjedésében.

HERZIG et al. (1994) a bécsi Természettudományi Múzeum katalogizált halgyűjteményében 7 példány Fertőből gyűjtött ezüstkárászt (*Carassius gibelio*) talált 1825-ből. Genetikai vizsgálatok híján a példányok aranyhalak (*Carassius auratus*) is lehettek, azonban ez is felveti annak a lehetőségét, hogy az ezüstkárász már jóval 1954 előtt jelen volt faunaterületünkön. Lehetséges, hogy a HECKEL (1847), valamint HECKEL és KNER (1858) által *Carassius gibelio* néven, kövi kárászként leírt hal valóban ezüstkárász volt (SALLAI et al. 2009), vagy csupán az aranyhal kivadult egyedeit illették ezen a néven.

A Duna hazai szakaszán az ezüstkárász az 1970-es évek közepén jelent meg (TÓTH 1975), ekkor azonban már a Duna teljes vízgyűjtőjén valószínűsítették előfordulását (BANARESCU et al. 1971), míg az 1980-as évek második felére csaknem Európa egész területén elterjedt (LELEK 1987).

Az 1954 utáni magyar szakirodalom már említi az ezüstkárász meghonosítását (FEKETE 1955), BERINKEY (1966) pedig már két hazai *Carassius* fajt ír le munkájában, a kárászt (*Carassius carassius* L.) és az ezüstkárászt *Carassius auratus gibelio* B. latin néven. Magyarországra 1954-ben csak ikrás egyedeket szállítottak, míg 1977-ben az ikrások mellett tejeseket is hoztak be (BERCSÉNYI 1997). A hazai természetes vizekből 1993 előtt hivatalosan kizárólag ginogenezissel szaporodó ikrás egyedek állományait ismertük, a tejesek megjelenéséről PÉNZES és TÖLG (1993) tudósít először.

Az ezüstkárász gyors terjedését segítette elő vizeink szabályozása, a ragadozó fajok állományainak visszaszorulása. Jelenlétével, tág tűrőképességének is köszönhetően erősen befolyásolja a természetesvízi és tógazdasági halállományokat. Megerősödött populációi komoly táplálékkonkurenciát jelentenek az őshonos illetve tenyésztett fajokkal szemben (PATAKINÉ és TÓTH 2006; BÁRSONY 2007).

Komoly gondot okoz az ezüstkárász ivadékpusztítása is, melyet a Balatonban SPECIÁR et al. (1999) mutattak ki. Az ezüstkárászra kevésbé ható kedvezőtlen környezeti tényezők esetén (pl. hosszan tartó oxigénhiány) a körülmények javulása után az ívási időszakban jelentős károkat okozhat az ivadék megtizedelésével. Ez elsősorban kisebb, a környezeti változásokra érzékenyebb tavakban jelentkezhet (PATAKINÉ és TÓTH 2006).

A legjelentősebb kárt azonban ívási parazitizmusával okozza, mely során az ezüstkárász ikrások összeívnak más pontyfélék tejesével. Az egyes klónvonalak ívási ideje eltérő lehet (ZHOU et al. 2000a), így a pontyfélék ívási időszakának kezdetétől több fajnak is rontják az ívási sikerességét.

A ginogenezis következtében a vegyes ívásból származó utódok többsége triploid ezüstkárász klón lesz. A legújabb kutatások azonban kimutatták, hogy még a triploid ikrások is termelnek diploid petesejteket, melyek a fajon belül diploid – azaz ivaros szaporodásra képes – egyedek, míg más pontyfélékkel hibridek létrejöttét okozhatja (FAN és SHEN 1990; ZHOU et al. 2000b; TÓTH et al. 2005). Egyes esetekben a diploid ezüstkárász ikrásoktól távolabb eső faj hímjével történő kersztezés, vagy diploid ezüstkárász hibridek visszakeresztezése során ugyancsak létrejöhetnek triploid, ezüstkárász fenotípusú egyedek, melyek a triploid klón vonalak változatosságát segítik elő (OJIMA et al. 1975; TÓTH et al. 2005).

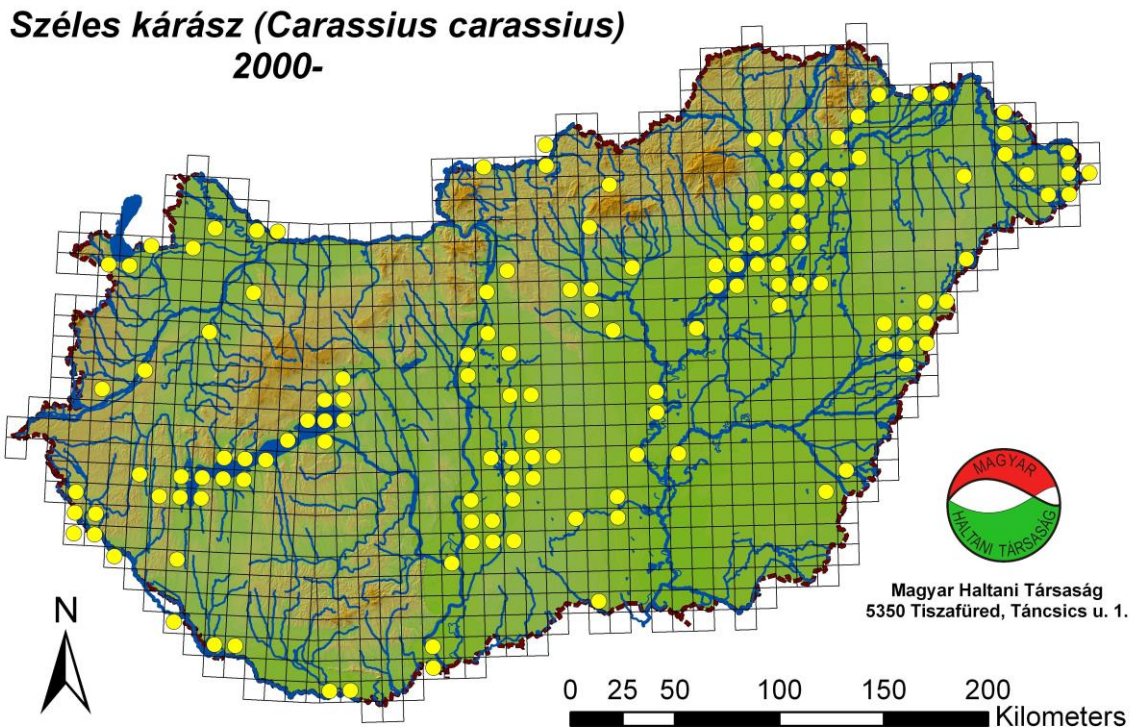
Az ezüstkárász tehát a környezeti tényezőknek és kedvező evolúciós tulajdonságainak köszönhetően a XX. század második felében igen gyorsan elszaporodott a hazai természetes vizekben, egyes élőhelyeken pedig tömegessé váltak állományai. Legnagyobb gradációját a Kis-Balatonban figyelték meg, ahol biomasszája a 90g/m^2 -t is elérte (PAULOVITS et al. 1998).

Az ezüstkárász halfaunánkra gyakorolt károkozása ugyancsak leginkább a széles kárász megritkulásában nyilvánult meg, mivel annak legközelebbi rokona - versenytársa (BANARESCU 2002, KUKARADZE és MARIJAS 1975, GORIJUNOVA 1960). A ginogenetikus szaporodás során a két kárász faj könnyen keveredik, ami az ezüstkárász szempontjából igen kedvező. Vegyes állományok esetén a széles kárász populációk folyamatosan csökkennek, az ivaros szaporodásból származó hibridek pedig rontják a genetikai állományuk tisztaságát (WHEELER 2000; HÄNFLING et al. 2005).

A hazai faunisztikai munkák külön nem foglalkoznak a széles kárász visszaszorulásának nyomkövetésével. A vizsgálatok alapján a széles kárász a számára kedvező élőhelyeken mindenhol előfordul, azonban a 20. század végétől egyre több leírásban jelölik a ritka fajok között. Szórványosan ugyan szerte az országban előfordul, stabil önfenntartó populációi azonban nagyon megritkultak. Természetesvízi halászatunk termelésében szintén egyre kisebb mennyiségben szerepel, de a fogási statisztikák alapján ez nem nyomkövethető, mivel az ezüstkárászsal együtt szerepel (PINTÉR 2002). Magyarországi elterjedéséről HARKA és SALLAI (2004) ad számot legteljesebben, az alábbi előfordulási helyeket írják le:

- Mosoni-Duna, Duna, Rábca, Répce, Rába, Strém, Marcal, Csörnöc-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), tőzeglánytavak (Szank),
- Tisza, Túr, Öreg-Túr, Szamos, Kraszna, Csaronda, Bodrog, Ó-Ronyva, Keleti-főcsatorna, Hernád, Vadász-patak, 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.

A széles kárászt 2012-ben az év halává választotta a Magyar Haltani Társaság. A 4. ábra a legfrissebb adatok alapján mutatja be a faj hazai elterjedését.



4. ábra: A széles kárász elterjedése hazánkban (INTERNET1, MHTT)

Az ezüstkárász betelepítése utáni halfaunisztikai szakirodalomban nyomon követhetjük a széles kárász állományainak visszaszorulását. Míg az 50-es években vizeink többségében erős populációi voltak jelen, addig a 60-as évektől egyre több leírás közli a faj megritkulását. PÉNZES (1973) 1967-1972 között a Velencei-tavon végzett halfaunisztikai vizsgálatokat. Nem emeli ki munkájában, de az adatokból egyértelműen látszik, hogy 1968-tól a növényevő halfajok betelepítésével, valamint az angolna intenzívebb telepítésével a széles kárász a halász- és horgászfogások alapján gyakorlatilag teljesen eltűnt. A széles kárász eltűnése-visszaszorulása egyben helyet adhatott később az ezüstkárász nagymértékű elszaporodásának is, mely annak megürült helyét foglalhatta el. A komolyabb változásokat azonban csak a 80-as évektől jelzi a hazai szakirodalom. BÍRÓ (2002) az 1981 és 1997 közötti időszakban a ritka fajok között sorolja fel a Balatonban valamint a Kis-Balatonban is, ami természetesen szorosan összefügg az ezüstkárász terjeszkedésével (PAULOVITS et al. 1998). SPECZIÁR et al. (1997) munkája alapján a Balaton nádasában szintén a ritka fajok között szerepel. A faj szigetközi állományainak változásáról 1987 és 1997 között GUTI (1997) számol be. Leírása alapján a széles kárász a szigetközi mellékágrendszerben, a Mosoni-Dunában, valamint a hullámtéri és a mentett oldali élőhelyeken is megritkult. A Bodrog holtágaiban 1999-ben szintén kimutatták állományainak csökkenését (HARKA et al. 2000). SEVCSIK et al. (2002) pedig csökkenő populációkról számolnak be a Fertő-Hanság Nemzeti Park területén található Szegedi-csatorna, Fehér-tó, Bősárányi-csatorna, Király-tó és a Répce esetén. KOVÁCS (2004) a Zagyva és Hajta folyókból említi, mint ritka fajt. Horgász és halász elbeszélések alapján a 80-as években még sok helyen gyakori volt (Ráckevei-Duna; Tisza-menti holtágak), majd fokozatosan eltűnt, és felváltotta a hasonló élőhelyeken az ezüstkárász.

Szórványos előfordulását jelzi az irodalom szerte az országban: Német-éri-főcsatorna, Sarkad-ér Fényes-tavak, Sáros-ér, Füred-Kócsi tározó tápcsatornája, Hortobágy-Berettyó (HARKA 1988, HARKA et al. 1996, HARKA et al. 2003a); Szőkei-tó (1991) (PINTER 2002); Ó-Ronyva, Bodrog (HARKA 1992a); Kapos (HARKA 1992c); Berettyó (HARKA et al. 1998); Keleti-főcsatorna (KOVÁCS 1998, HARKA et al. 2003a); Mura és holtágai (SALLAI 1999); Meggyes-mocsár (HARKA et al. 2003a); Darányi-Nagy-Berek, Dráva mellékág (Háromfa), Dráva mellékág (Zákány), Dráva (Rinya-torok), Dráva ártér (Örtilos), Babócsai kavicsbányatavak, Kerka-holtág (Szécsisziget), Cún-Szaporcai-Holt-Dráva, Dráva-holtág (Nagy-Bók) (SALLAI 2002); Bodrogközi

Tisza (HARKA et al. 1999); Lónyai-főcsatorna (TAKÁCS et al. 2005); Tisza (Vezeny) (GYÖRE et al. 2006); Éger-csatorna (Szárzberek) (HARKA et al. 2003b); Ráckevei-Duna (Szigetcsép), Ráckevei-Duna (Szigetszentmárton) (UDVARI et al. 2003); Zagyva (HARKA et al. 2004); Szenkötő (Penyige) (HARKA et al. 2006); Hejő (Hejőkürt) (HARKA és SZEPESI 2007); Tisza (Nagykörű) (DEMÉNY és KERESZTESSY 2007).

További nem közölt előfordulási adatok még:

HARKA szóbeli közlése alapján: Szípai-főcsatorna (Csaroda, 1993); Nagy-morotva (Poroszló, 2002); Háromágú-holtág (Poroszló, 2002); Szivárgócsatorna (Tiszafüred, 2004); Malomzugi-Holt-Túr (Sonkád, 2006); Sajó, hullámtéri kubikgödör (Nagycséc, 2006);

SALLAI szóbeli közlése alapján: Büdösszéki-főcsatorna (1999); III-as sz. Övcsatorna (Orgovány, 1999); XIII. csatorna (Sarlós-pusztai tőzgebánya, 2001); XXXVIII./1. csatorna (Kunpeszér, 2001); I.-es sz. Övcsatorna (derekegyházi útnál levő zsilip, 2001); Kelemenszék melletti magasvezetésű csatorna (Fülöpszállás, 2001); Kondortói-csatorna (2001); Compós-csatorna (Kalocsa-Kishódosi út átmetszésénél, Öregcsertő, 2001); Csalai-középcsatorna melletti lép (Császártöltés, 2001); Karasicába torkolló csatorna zsilipjénél (Homokmégy, 2001); Sipsa-Hajósi-csatorna, a Ratsmann-csatorna betorkollásánál (Hajós, 2001); Újréti kavicsbányatavak (Lenti, 2001); Szévíz a 75-ös főút hídjánál, Pölöske és Zalaszentmihály között (Pölöske, 2001); Principális-csatorna, közúti-híd, (Pölöskefő, 2001); Malomzugi-Holt-Körös (2002); Csatlói-Holt-Tisza (Tiszasüly, 2002; 2003); Szikrai-Holt-Tisza (Lakitelek, 2002); Alpári-rét (Tiszaalpár, 2002; 2003); Nagy-Bók (Barcs, 2005); Ó-Dráva (Barcs, 2005); Baracsi (XXIII.) csatorna (Kunpeszér, 2006); Duna-völgyi-főcsatorna (Kunpeszér, 2006); Maloméri (Sárközi III.) főcsatorna (Homokmégy, 2006); Maloméri (Sárközi III.) főcsatorna (Drágszél, 2006); Szelidi-tavi-csatorna (Uszód, Kisfoktő, Foktő 2006); Tiszavalki-főcsatorna (Tiszavalk, Tiszabábolna, 2007); Vajai (III.)-főfolyás (Ör, 2007); Falu-szögi-Holt-Sajó, (Sajócsege, 2007).

A 80-as évektől a szakirodalomban is jelzett erősebb populációi az alábbi élőhelyeken fordulnak elő: Lesence-patak (1981 és 1997 között) (BÍRÓ 2002); Fűzláp (Mezőcsát, 1981) (HARKA 1992/b); Csikos-fenék (mocsár, Kunmadaras, 1984) (HARKA 1988); Fekete-rét (tó és mocsár, Tiszafüred, 1986; 1987; 1988; 1993), Darvas-fenék mocsara (1986; 1991; 1996) (HARKA 1988; HARKA et al. 1996; HARKA et al. 2003a); Zátyonyi-Duna (1993) (VIDA 1993); Marótvölgyi-főcsatorna (1997-1998) (BÍRÓ 2002); Mura-holtágak (Tóthszerdahely, 1998; Murarátká 1999) (SALLAI 1999); Hejő (Hejőkürt, 2003), Kulcsárvölgyi-patak (Hejőkeresztúr, 2003) (HARKA és SZEPESI 2007).

Nem közölt adatok 1980 óta az előforduló erősebb széles kárász állományokról:

SALLAI szóbeli közlése alapján: Kolon-tó (Csengőd, 1997; Izsák, 1997; Izsák 1999; Izsák 2001; Csengőd 2001, 2005); III. sz. Övcsatorna (Orgovány, 2001); Vörös-mocsár (Császártöltés, 2001; Homokmégy, 2005); Kővágó-éri-csatorna (Pálmonostora, 2001); Zimányi-árok (Balatonmagyaród, 2001); Alpári-Holt-Tisza (Tiszaalpár, 2002); Bodrogzug – Nagy-tó (Bodrogkeresztúr, 2003).

Saját megfigyeléseim szerint a Vörös-mocsárban található populációk 2008-2009-ben is erősek voltak, illetve Rákospalotához közel egy kis tóban is életerős szaporodó állományt találtam 2008 és 2010 között. Mindkét élőhely érdekessége, hogy a jelenlevő és szaporodó ezüstkárász állomány ellenére fenn tud maradni a széles kárász dominanciája. Azokon az élőhelyeken, ahol a széles kárász és az ezüstkárász együtt él, a legtöbbször a széles kárász ezüstkárászhoz viszonyított aránya 5-10 % (TÓTH nem publikált adatok). A szakirodalom azonban nem vizsgálja, hogy mik lehetnek esetleg azok a lehetséges tényezők, amelyek egyes élőhelyeken az ezüstkárász terjeszkedése ellenére is kedveznek a megmaradt széles kárász állományoknak.

2.2.3. Természetvédelmi jelentőség

A széles kárász hazánkon kívül eső populációi – a már említett okok miatt – szintén erősen megfogyatkoztak, így több országban védeltséget élvez. Az IUCN vörös listáján *Least Concern* (= nem fenyegeti kihalás) kategóriában szerepel, populációi azonban világviszonylatban is csökkenő tendenciát mutatnak. Angliában a 40-es – 50-es évek óta megfogyatkoztak az állományai az aranyhal és a ponty terjeszkedése, valamint az ennek következtében fellépő hibridizáció miatt (WHEELER 2000), így veszélyeztetett státuszba került (TARKAN et al. 2009). Lengyelország természetesvízi halászatából az 50-es évek óta fokozatosan eltűnt (SKRZYPCZAK és MAMCARZ 2005).

A környező országok közül Ausztriában a nemzeti vörös listán szerepel „veszélyeztetett” fajként (WOLFRAM és MIKSCHIE 2007), Horvátországban (INTERNET2: The Red List of Threatened Plants and Animals of Croatia, 2008, MRAKOVČIĆ et al. 2006) és Szlovákiában szintén vörös könyves (LUSKOVÁ et al. 2008), Szerbiában (SIMIĆ et al. 2009) és Romániában pedig fokozottan védett (57./2007-es Kormányrendelet alapján) (BĂNĂRESCU 1993, 1994).

Magyarországon a széles kárász veszélyeztetettségi státusza: "R" azaz rare (=ritka) (GUTI 1993), azonban semmilyen védelmet nem élvez. SALLAI (2000) több hazai halfaj védeltségi státuszának átértékelésére tett javaslatot. Mivel a széles kárász populációi az utóbbi évtizedekben faunaterületünkön is csökkennek, a biodiverzitás fenntartása érdekében mint ritkuló, mocsári faunaelemet 2.000 Ft eszmei értékkel a védett kategóriába javasolta. A hazai szakemberek közül támogatta javaslatát Dr. Guti Gábor (MTA Dunakutató Állomás, Göd), Dr. Györe Károly (HAKI, Szarvas), Hoitsy György (FVM BAZ megyei Halászati Felügyelőség), Dr. Keresztessy Katalin (GATE, Állattenyésztési Tanszék) és Vida Antal (TTM, Állattár, Bp.). Védelmének indokoltságát hangsúlyozza több szakirodalom is (GYÖRE 1995, HARKA 1997, LENGYEL 1998, HARKA és SALLAI 2004), mégsem került semmilyen védelem vagy korlátozás alá fogása. A védeltség egyébként sem oldaná meg önmagában a faj megmaradásának kérdését, amellettsé mindenképpen szükség van meglévő élőhelyeinek rehabilitálására, új élőhelyek létrehozására, valamint az újonnan létrehozott élőhelyek és a már meglévő populációk telepítésekkel való megerősítésére. A faj mesterséges körülmények közötti szaporítása-nevelése a tiszai ciánszennyezéshez hasonló környezeti katasztrófák esetén is segíthet a kipusztult-meggyengült állományok pótlásában, a gazdasági célú (elsősorban horgásztatás) hasznosítás pedig szintén elősegítheti a faj populációjának megerősödését az arra alkalmas élőhelyeken (MÜLLER et al. 2007).

2.3. A széles kárász hasznosítása, tenyésztése

A széles kárász a folyószabályozások és az ezüst kárász térnyerése előtt az egyik leggyakoribb halfajunk volt természetes vizeinkben (HERMAN, 1887), a pontyos tógazdaságokban pedig gyomhalként említi FEKETE (1955). Húsa szálkás, de igen ízletes, piacra azonban – mióta állományai megfogyatkoztak – csak kis mennyiségben kerül (BERINKEY 1966, HARKA és SALLAI, 2004). Tenyésztésével Európában csak igen kevesen, elsősorban természetvédelmi és horgászati céllal foglalkoznak.

2.3.1. A széles kárász szaporítása

2.3.1.1. Természetes ivatás

Megfelelő körülmények esetén (jó kondíciójú anyaállomány, ivató és nevelő tavak) a természetes ivatás lehet a legegyszerűbb és leghatékonyabb a faj szaporítására. A hazai tapasztalatok szerint (LÉVAI PÉTER és ALFÖLDI ATTILA szóbeli közlése alapján) 200 kg, 30-50 dkg-os anyahalat kell kihelyeznünk hektáronként a biztonságos ivatáshoz. Az ivás stimulálható légnyomáseséses, borús-esős időszakban a vízszint 15-20 cm-es süllyesztésével vagy emelésével. Egyetlen nehézséget az okozhat, hogy mivel a széles kárász többször is ivó halfaj, az ivadék nagyon szétnőhet. Az ivás sikerességét éppen ezért is rendszeresen ellenőrizni kell, nehogy túl- vagy alulnépesített legyen a tó állománya, vagy külön erre a célra fenntartott, 600-800 m²-es ivatótóból kell a halakat kifogni a továbbneveléshez. Az utóbbi esetben a többszöri ivás miatt az ivadék halászása elhúzódhat (LÉVAI 2012). A széles kárász természetes ivásáról több kerti tó tulajdonos is beszámolt már (HEGEDŰS ISTVÁN és G. NAGY ISTVÁN szóbeli közlése), ami alapján arra következtethetünk, hogy az anyahalak felkészítéséhez és az íváshoz nem szükségesek különleges feltételek.

2.3.1.2. Fészekre történő ivatás

LÉVAI (2012) beszámol a faj félmesterséges szaporításáról, mely során (a compóhoz hasonlóan) az a hormonális indukciót követően hagyják az anyahalakat a mesterségesen kialakított műanyag fészkekre leívni. A megtermékenyült ikraszemeket a fészkekkel együtt lárvartartó edényekbe (óriás Zugerek) keltetik ki. A módszert abban az esetben lehet alkalmazni, ha nincsen rendelkezésre álló ivató tó, vagy van lehetőség szaporodási idő előtt szaporítani az állományt. A víz hőfok emelésével, valamint a hormonális indukcióval szinkronizálható a halak ívása, ami egyben egységesebb méretű ivadékállományt eredményez és lehetőséget ad az intenzív előnevelésre is.

2.3.1.3. Indukált szaporítás

A faj indukált és mesterséges körülmények közötti szaporítása a ponty szaporítástechnológiájához hasonló. A külföldi szakirodalomban lengyel kutatók foglalkoznak a faj indukált szaporításának kérdésével (KWIATKOWSKI et al. 2008, TARGÓNSKA et al. 2012).

TARGÓNSKA et al. (2012) kísérletes megfigyelései alapján, amennyiben a természetes vízből származó ívás előtt álló anyahalakat túl sokáig tartották befogva kontrollált körülmények között (laborban vagy keltetőben), úgy a hormonkezelésre rosszabbul reagáltak és az ikra minősége is romlott (3. táblázat). Ez a megfigyelés egybevág a széles kárász indukált szaporítása során nyert saját tapasztalatainkkal valamint KUCHARCZYK et al. (2007) compón végzett hasonló kísérleteivel.

3. táblázat: Különböző tartási időpontokban kezelt széles kárász ikrások reprodukciós paramétereit TARGÓNSKA et al. (2012) nyomán módosítva, a különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek $p < 0,05$ szinten

	hormonkezelés ideje napokban a befogástól számítva					
	0.	1.	2.	3.	5.	10.
testtömeg (g)	159±17	162±21	152±17	167±19	157±22	160±18
beérési arány (%)	70	90	90	90	70	10
beérési idő (óra)	18	16	16	16	16-18	18
embrió megmaradás szempontos állapotban (%)	53,0±2,5 ^c	75,3±3,2 ^b	89,6±2,1 ^a	89,3±3,4 ^a	77,2±4,2 ^b	34,1±2,1 ^d

Az oocyták végső érése szempontjából az optimális vízhőmérséklet is nagyon fontos. TARGÓNSKA et al. (2012) az anyákat 21 °C-on tartva érték el a legkedvezőbb eredményeket, 17 és 25 °C-on mind a beérési arány, mind pedig a termékenyülési % jelentősen csökkent.

Az anyahalak felkészítésén és tartásán túl a megfelelő hormonkezelés az egyik legfontosabb kérdés az indukált szaporítások során. MÜLLER et al. (2007) többféle hormonnal (pontyhipofízis, hCG, Ovopel /GnRH analóg+metaklopramid, mint dopamin receptor antagonistá/ és motilium /dopamin receptor antagonistá/), ivási idő előtt próbálták indukálni a végső oocitaérést és az ovulációt. Az anyahalakat az oltás előtt 3-4 hétig 19-22 °C-on tartották. A hormonok közül csak a pontyhipofízis, illetve a pontyhipofízis és a motilium együttes kombinációja váltotta ki az ovulációt. A hőmérséklet megemlése után egy héttel csak egyetlen hal reagált a hormonindukációra, újabb hét elteltével azonban a korábban pontyhipofízissel oltott halak már reagáltak a hipofizálásra. Az angolnák mesterséges ivarérlelése során megfigyelt jelenség, hogy az ismételt pontyhipofízis-kezelés oocytafejlődést indukál, azonban a gonadotrop realising hormon-analóg nem, vagy csak kis mértékben hat a petefejlődésre így a velük történt kezelés csak a már ivásra kész egyedek esetében hatékony (MÜLLER et al. 2003). A vízhőmérséklet megemlésetől számított negyedik héten a korábban más hormonokkal kezelt halak is ovuláltak a pontyhipofízis és motilium együttes oltása után.

A szezon előtti szaporítással kapcsolatosan a lengyel kutatók tapasztalata szintén hasonló, gyakran csak a harmadik hormoninjekció után ovulálnak a halak (KWIATKOWSKI et al. 2008).

Az ivási időben a pontyhipofízisen kívül más hormonok is jól alkalmazhatók a szaporításhoz, úgymint a hCG (*human chorionic gonadotropin*), az Ovopel (*pelletenként 18-20 µg mLHRHa és 8-10 mg metaklopramid*), az Ovaprim (*1 ml-ben: 20 µg sLHRHa és 10 mg domperidon*), vagy az LH-RHa (*aktív gonadoliberin analóg*). A kísérletek alapján két GnRH analóg vált be legjobban a szaporításhoz, az Ovopel és az Ovaprim. Ennek a két hormonnak az alkalmazásával érték el a legmagasabb beérési százalékot, mindemellett az így fejt és termékenyített ikrák több mint 80 %-a elérte a szempontos állapotot (KWIATKOWSKI et al. 2008, TARGÓNSKA et al. 2012).

A hormonkészítmények hatásos dózisa az egyes kísérletekben hasonló volt (4. táblázat). MÜLLER et al. (2007) a pontyhipofízis esetén egy adagban oltva testtömeg kg-onként 2,6 mg-mal, míg KWIATKOWSKI et al. (2008) és TARGÓNSKA et al. (2012) 0,3 mg előadag után 2,7 mg pontyhipofízist oltva érték el szintén sikeres ovulációt. A hCG esetén 50 IU előadag után 500 IU döntőadaggal (KWIATKOWSKI et al. 2008), illetve 100 IU előadag után 600 IU döntő adaggal (TARGÓNSKA et al. 2012) tudták az ovulációt indukálni. Az Ovopel esetén az ovuláció kiváltásához KWIATKOWSKI et al. (2008) és TARGÓNSKA et al. (2012) testtömeg kg-onként 0,2 db-ot használtak előadagként, 1 db-ot pedig döntő adagként. Ovaprim-ből mindkét vizsgálat szerint 0,5 ml volt hatásos, függetlenül attól, hogy kaptak-e a halak előadagot (0,1 ml) vagy sem. TARGÓNSKA et al. (2012) vizsgálták az LHRHa hatékonyságát is és sikeres ovulációt érték el, ha 20 µg előadag után 100 µg döntő adagot adtak a halaknak testtömeg kg-onként.

4. táblázat: A széles kárász szaporításához felhasznált hormonok dóziszai*n. a. = nincs adat*

Szerzők / vizsgált hormon dózisa 1 test-tömeg kg esetén	Ponty-hipofízis (mg)		hCG Nemzet-közi egység)		Ovopel (pelletenként 18-20 µg mLHRHa és 8-10 mg metaklopramid)		Ovaprim (1 ml-ben: 20 µg sLHRHa és 10 mg domperidon)		LH-RHa (µg)		
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	
MÜLLER et al. (2007)	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KWIATKOWSKI et al. (2008)	0,3	2,7	50	500	0,2 db	1 db	-	0,5 ml	-	-	
TARGOŃSKA et al. (2012)	0,3	2,7	100	600	0,2 db	1 db	0,1 ml	0,5 ml	20	100	

A hímek esetén (amennyiben nem folyósak, vagy szeretnénk hígabb és több spermát) elég az ikrásoknál alkalmazott előadaggal oltani (MÜLLER et al. 2007). CEJKO et al. (in press) megfigyeléseik alapján szignifikáns növeledést tapasztaltak a hímek Ovaprim-mal való kezelése (0,25 ml/kg) után 24 órával a lefejtő sperma mennyisége és a spermiumszám tekintetében. Ezzel szemben a pontyhipofízis (2 mg/kg) és az Ovopel (0,5 pellet/kg) kezelés nem okozott változást a spermatermelésben.

Az ikrások oltása után az ovulációig eltelt idő hasonló az egyes vizsgálatokban. MÜLLER et al. (2007) 20-21 °C-on 16-18 óra elteltével (320-378 órafok) tudták lefejni a beoltott halakat, KWIATKOWSKI et al. (2008) 24 °C-on 12-18 órát tapasztaltak (288-432 órafok). TARGOŃSKA et al. (2012) különböző hőmérsékleteken vizsgálták az anyahalak beérését és a termékenyülést. Vizsgálataik alapján 17 °C-on 24 óra (408 órafok), 21 °C-on 16 óra (336 órafok), míg 25 °C-on 12 óra (300 órafok) volt az anyahalak beérésének ideje a fejésig.

A széles kárász indukált szaporítási módszerének fejlesztése során vizsgálták az elő- és döntő adag közt eltelt idő hatását is, és azt tapasztalták, hogy – más pontyfélékhez hasonlóan – 12 óra elteltével a leghatékonyabb a döntő adag oltása (TARGOŃSKA et al. 2012). 6 illetve 24 óra után oltott döntő adag esetén az anyahalaknak csak kisebb része reagált a kezelésre. TARGOŃSKA et al. (2012) vizsgálataikkal azt is bizonyították, hogy ha a pontyhipofízis és Ovaprim hormonoknál 0,2 pellet/testtömeg kg Ovopel előadagot alkalmaznak, akkor az anyahalak nagyobb része érik be, valamint jobb lesz a termékenyülés és a megmaradás is, mint ha előadagként és döntő adagként is ugyanazt a hormont használják.

A lefejt ikrák termékenyítése és duzzasztása a ponty szaporításával megegyező. Mivel a széles kárász ikrája rendkívül ragadós, ezért a duzzasztás során Woynárovich-féle oldatot (30 g karbamid és 40 g só 10 liter vízben elkeverve) használnak, a duzzasztás után pedig 2x20 másodpercig tanninos oldattal (5 g csersav / 10 l víz) kezelve veszik el az ikrák ragadosságát (MÜLLER et al. 2007).

2.3.2. Intenzív lárwanevelés

Az utóbbi időben a széles kárász egyre jelentősebb az élőhelyfejlesztésekben, különösen a tavak és vizes élőhelyek rehabilitációjában (COOP et al. 2008b), valamint a horgászok is újra felfedezték. A telepítésre alkalmas, jó kondíciójú előnevelt és egynyaras széles kárász iránt tehát egyre növekvő a kereslet (MÜLLER et al. 2007). A veszélyeztetett halak lárvajának nevelése a faj védelme érdekében szigorú kritériumoknak kell megfeleljen, különösen a faj genetikai tisztaságára, valamint az értékes lárva megmaradására vonatkozóan. Amennyiben a keveréktakarmányon/tápon nevelés technológiai elemei ki vannak dolgozva, úgy a lárwanevelés monokultúrás intenzív rendszerben különösen nagy hatékonyságú. Bár a széles kárász indukált szaporítása laboratóriumi körülmények között sikeres (MÜLLER et al. 2007; KWIATKOWSKI et al. 2008; TARGOŃSKA et al. 2012), a táppal történő intenzív lárwanevelés módszere még nincs kidolgozva. Az intenzív lárwanevelés legfontosabb kérdése mindig a megfelelő starter táp kiválasztása. Míg egyes pontyfélék, mint

például a márna (*Barbus barbus* L.) (WOLNICKI és GÓRNY 1995c) és a vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus* L.) (WOLNICKI et al. 2009) hatékonyan nevelhetők a kereskedelmi forgalomban kapható tápokkal, más fajok sokkal érzékenyebbek a száraz keveréktakarmányokra, és a hatékony nevelés érdekében kiegészítőül élő eleségre is szükségük van. Közéjük tartozik például a compó (*Tinca tinca* L.) (WOLNICKI és GÓRNY 1995b), a jász (*Leuciscus idus* L.) (WOLNICKI és GÓRNY 1995a) és a széles kárász is (ŽARSKI et al. 2011). Később a széles kárász ivadéka is nevelhető tápokkal sikeresen (MYSZKOWSKI et al. 2002), lárvája azonban érzékeny, különösen a táplálkozás megkezdésekor a tápok önmagában való etetésére. ŽARSKI et al. (2011) kísérletei azt mutatták, hogy a kizárólag tápra alapozott étrend csökkentette a lárvák kondícióját és növelte az elhullásokat.

2.3.3. Intenzív ivadéknevelés

A széles kárász intenzív ivadéknevelésével kapcsolatban jelenleg kevés kutatási eredmény áll rendelkezésünkre. Az előnevelt széles kárász lárváinak intenzív továbbnevelésének kérdésével foglalkoztak MYSZKOWSKI et al. (2002), akik különböző tápok hatását vizsgálták a széles kárász (0,36 g-os kezdő átlagtömeg) növekedésére, tömeggyarapodására, illetve a nagy fehérje- és zsírtartalmú tápok okozta testi deformációk megjelenésére.

2.3.4. Tógazdasági tenyésztés

A széles kárász tógazdasági termelése – hasonlóan hazánkhoz - más országokban sem gyakori. Északkelet-Lengyelországban 1951 és 1994 között 706 tóban vizsgálták a széles kárász fogások alakulását (SKRZYPCZAK és MAMCARZ 2005). A tavak összfelülete 120 800 hektár volt, azonban ezekben a tavakban a vizsgált időszak alatt is csökkent vagy akár el is tűnt a széles kárász. A tavakat méretük szerint 5 nagyobb kategóriába osztották. Azt tapasztalták, hogy az első kategóriába (<50 ha) tartozó tavak esetén nagyobb volt a produkció, mint a többi, tehát az 50 ha-nál nagyobb tavak esetében. A populációk azonban nem voltak stabilak, erősen ingadoztak, s ebben jelentős befolyásoló hatása volt a környezeti tényezőknek. A hideg telek következtében fellépő oxigénhiány meghatározó volt az adott populáció életében, valamint a fokozódó eutrofizáció is negatívan hatott. A környezeti tényezők mellett jelentős volt az adott tó halfaunájának, elsősorban a ragadozók jelenlétének hatása. A széles kárász állományok monokultúrában mindig stabilabbak és kiegyensúlyozottabbak voltak, mint polikultúrában. Az ökológiai hatásokon kívül gazdasági tényezők is közrejátszottak a széles kárász termelésének csökkenésében. A halászati politika a ragadozó halak telepítését helyezte előtérbe, így tógazdasági nevelése és természetesvízi fogása olyannyira visszaszorult, hogy napjainkra már nincs Lengyelországban stabil széles kárász populációról tudomásunk.

Magyarországon a széles kárász tógazdasági tenyésztésével sokáig egyáltalán nem foglalkoztak, azonban a hazai állomány csökkenése és a horgászkereslet növekedése ezt indokoltá tette. A széles kárász termelésének lehetőségeiről viszonylag kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre. Hazai termelésével nagyobb mennyiségben egyedül LÉVAI PÉTER (Hal-Gazda Kft.) foglalkozik, aki 2005-ben önerőből kezdte el a faj tenyésztését. Később a Hal-Gazda Kft. az Aranyponty Zrt.-vel összefogva folytatta a megkezdett munkát. A faj szaporítására kipróbálták az indukált módszert, valamint kísérleteztek a medencés és ketreces neveléssel is, azonban az egynyaras ivadéknevelésre a természetes ívatással nyert ivadék monokultúrás tartása volt a leghatékonyabb. Magyarországon itt történt meg először a széles kárász üzemi méretű szaporítása és nevelése, melynek eredményeként évente mintegy 15 tonna 20 dekás halat helyeznek ki különféle természetes vizekbe. Tógazdasági körülmények között a faj a természetes élőhelyéhez képest lényegesen gyorsabban növekszik. Az egynyaras ivadék már kedvező feltételeket talál a pontyos termelő tavakban is, jól hasznosítja a ponty által nem hasznosítható táplálékszervezeteket és a szerves törmelékét. Lévai Péter szóbeli közlése alapján az egynyaras ivadék öszre átlagosan 9-22 grammos nagyságot ér el, a

kétnyaras halak 80-160 grammosak, háromnyarasan pedig kedvező esetben akár a fél kilós testtömeget is elérhetik.

ALFÖLDI ATTILA 2008 óta kísérletezik Bólyon a széles kárász és a compó bikultúrás nevelésével. Az egynyaras ivadékneveléshez kisebb 1500-2000 m²-es tavat használ, ahol természetes ívatás után 2-3,5 mázsa 2-7 cm-es széles kárász és 5-10 cm-es compó ivadékot szokott ősszel lehalászni. Tapasztalatai szerint a széles kárász kétnyarasan 15-20 cm-es, míg a compó 20-25 cm-es testmagyságot szokott elérni, ami LÉVAI PÉTER megfigyeléseihez hasonlóan gyors növekedést jelent a tógazdasági körülmények között. Megfigyelése szerint a széles kárász nem tolerálja sem a ponty, sem az ezüstkárász jelenlétét, tehát törekedni kell a nevelés során az egyéb halak visszaszorítására. Megfigyelése szerint a széles kárász hátmagasságának alakulását a nevelés során kisebb mértékben a táplálékellátottság, nagyobb mértékben pedig a ragadozó halak jelenléte befolyásolja. A tógazdasági bőséges táplálékellátottság, valamint a ragadozók hiánya miatt alacsonyabb hátúak, nyúlánkak lettek a széles kárászok, míg az extenzívebb környezet és a ragadozó halak jelenléte következtében (elsősorban a csuka, de ivadékkorban a sügér is) a széles kárászok hátmagassága megnövekedett, a halak „kikerekedtek”. A ragadozó halak hatását több kutató is vizsgálta, ahol a gyakorlati megfigyelésekhez hasonló eredményeket kaptak (HOLOPAINEN et al. 1997; VOLLESTAD et al. 2004; ANDERSSON et al. 2006). A vizsgálatok alapján a széles kárász hátmagasságának növekedése elsősorban egy védekezési mechanizmus, mely a ragadozó halak jelenlétének (feromon hatás) és szelekciójának együttes hatására változik meg, ugyanakkor negatív hatással van rá az állománysűrűség növekedése.

2.4. A széles kárász természetvédelmi megóvása a hazai és nemzetközi gyakorlatban

A széles kárász ugyan egész Európában veszélyeztetett a lecsapolások és az agresszívan terjedő tájidegen kárász fajok (aranyhal és ezüstkárász) miatt (WHEELER 2000; COPP et al. 2008a), kevés kutatás foglalkozik a faj természetvédelmi megóvásának gyakorlati kérdéseivel.

Lengyelországban a ragadozó halak termelésének növelésével gazdasági okok miatt szorult vissza mind a tógazdasági, mind pedig a természetesvízi termelése (SKRZYPCZAK és MAMCARZ 2005) olyannyira, hogy ma már a faj *ex situ* védelmével, mesterséges szaporításával és intenzív ivadéknevelésével kell hogy foglalkozzanak (MYSZKOWSKI et al. 2002; ŻARSKI et al. 2011; TARGOŃSKA et al. 2012). Az *ex situ* védelem mellett azonban kiemelt szerepe kell hogy legyen az *in situ* védelemnek, azaz az élőhelyfejlesztéseknek, valamint az élőhelyfejlesztések és a széles kárász telepítések hatását nyomon követő vizsgálatoknak is.

Angliában a faj megőrzése érdekében dolgoztak ki gazdálkodási tervet kisebb mesterséges tavakra (COPP et al. 2008b). Kísérleti gazdálkodást folytattak 1992-től 2000-ig egy 19. században épült, 0,8 hektáros dísztavon. A halállomány változását rendszeresen monitorozták, a mintavételek során varsát, kerítőhálót és elektromos halászgépet használtak. 1992-ben széles kárász, bodorka (*Rutilus rutilus*), dévér (*Abramis brama*), valamint bodorka-dével hibrid alkotta az állományt. A dévért szelektíven halászták, így a bodorkaállomány a kezdeti növekedés után 1996-tól 21-32% közzé csökkent. Sor került vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*) és compó (*Tinca tinca*) telepítésére is. A halfaunába való beavatkozáson kívül egyéb módon is próbálták az aranykárász számára kedvezőbbé tenni az élőhelyet. A tó árnyékoltóságát a lebegő hínárok kaszálásával, a túlzott iszapmennyiséget pedig egy porózus kalcium-karbonáttal („Siltex”: 25kg/100 m² mennyiségben) csökkentették. A tó gerinctelen faunáját árpaszalma vízbe helyezésével növelték, a halállomány védelme érdekében pedig a ragadozó madarakat riasztották. A beavatkozásoknak köszönhetően sikerült a széles kárász számára egy ideálisabb környezetet kialakítani, melyet állományának folyamatos növekedése is jól mutatott. Míg 1992-ben 19 %-ban fordult elő, 2000-re 68 %-ra növekedett állomány nagysága.

A széles kárász újranevesedését vizsgálta PIIRONEN és HOLOPAINEN (1988) mérgezéssel kiürített tó esetében. Megfigyeléseik alapján az 1,5 hektáros tó gyorsan visszanevesedett. Mindössze 280 (6,5-11 cm-es) ivarérett halat helyeztek ki, de az első nyár után, a sikeres ívasoknak köszönhetően már 16 600 hal volt a tóban becsléseik alapján, a második nyár után pedig már 25 500, és a méreteloszlás megközelítette az eredetit. Hasonló eredményeket kaptak TATÁR et al. (2012) mesterségesen létrehozott kistavakban. A tavak mindössze 60 m³-esek voltak, de a kihelyezett kisméretű anyahalak (lápi póc (*Umbra krameri*) és széles kárász) sikeresen leívtak, így már az első nyár után életerős ivadékokat is találtak az újonnan létesített élőhelyeken.

Mivel a széles kárász állományok genetikai tisztaságát és állományaik fennmaradását az ezüstkárász és aranyhal egyedek veszélyeztetik, fontos, hogy a telepítésre szánt állomány valóban genetikailag tiszta állományból származzon. A széles kárász és az ezüstkárász (*Carassius gibelio*) hibridizációjáról Magyarországon először BERINKEY (1961) számolt be. A kárász fajok hibridizációjával, illetve a genetikailag tiszta széles kárász állományok meghatározásával foglalkoztak HÄNFLING et al. (2005) és SMART (2007). Az aranyhal (*Carassius auratus*) és széles kárász keresztezések során SMART (2007) azt tapasztalta, hogy bár az F1 nemzedék életképes volt, nem sikerült őket továbbszaporítani, illetve a visszakereszteзések is sikertelenek voltak. Ezek alapján feltételezhetjük tehát, hogy a hibrid egyedek szaporodóképessége csökken, ami azonban nem feltétlen jelenti azok teljes sterilitását, így a hibridizáció mindenképpen negatívan hat a széles kárász állományokra.

HÄNFLING et al. (2005) hat mikroszatellit markert vizsgáltak, hogy meghatározzák a széles kárász, az aranyhal (*Carassius auratus*) és a ponty (*Cyprinus carpio*) hibridjeit. A vizsgálatok alapján az aranyhal és a széles kárász hibridizációja gyakori volt az angliai természetes vizekben, és tiszta széles kárász állomány a populációknak mindössze 62 %-ában maradt csak fent. SMART (2007) megfigyelésével ellentétesen néhány populációban a hibridek olyan gyakoriak voltak, hogy nem is tudtak fogni tiszta széles kárászt, ami a hibridek erős kompetenciáját mutatja, ugyanakkor

nem bizonyítja azok jó szaporodóképességét. A hibridek többsége az F1 generációhoz tartozott, de kisebb mennyiségben jelen voltak a visszakereszteződésekből származó aranyhal × széles kárász hibrid, valamint aranyhal × ponty hibrid utódok. Ezek alapján tehát a széles kárással közeli rokon pontyfélék nemcsak a faj genetikai tisztaságát, hanem az állományok szerkezetét is megváltoztathatják. Éppen ezért Angliában már fokozott figyelmet fordítanak a telepítésre szánt állományok genetikai vizsgálatára. ALLENDORF et al. (2001) a tiszta állományok megőrzése érdekében az aranyhalak és hibridek szelektív halászatát javasolja, ahol ez lehetséges. HÄNFLING et al. (2005) könnyen ellenőrizhető kis tavak, vizes élőhelyek létrehozását ajánlja a széles kárász állományainak megerősítése érdekében.

Nagyobb természetes vizek esetén a szelektív halászat nem oldható meg hatékonyan, így az őshonos fajok állománymegóvása az élőhelyek fejlesztésével, ivóhelyek létrehozásával illetve telepítésekkel segíthető csak. Ebben az esetben a telepített halak sorsát illetően hasznos információk nyerhetők a halak egy részének megjelölésével. Egyedi haljelek alkalmazásával nemcsak a jelölt halak megmaradása, hanem növekedésük, élőhelyhasználatuk és esetleges vándorlásuk is nyomon követhető. A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpont Balatoni Limnológiai Intézet (volt MTA Balaton Limnológiai Kutatóintézet) és a Balatoni Halászati Zrt. közötti együttműködés keretében 1996 és 2012 között több alkalommal történtek a Balatonon haljelölések ponty-, fogassüllő-, balin- és compótelepítésekhez kapcsolódóan (TÖLG et al. 1997; BODÓ és SPECZIÁR 2006; SPECZIÁR és TURCSÁNYI 2007). Jelölt széles kárász állományok telepítéséről a saját vizsgálatainktól eltekintve (MÜLLER 2009) nincsen tudomásunk. BODÓ (1998) a széles kárászhoz hasonló compó állománycsökkenésének okait a planktonikus eutrofizációra (amur és bütykös hattyú hínárirtása), a partmenti hínarasok eltűnésére, az ezüstkárász gradációjára, valamint a nádasok irtására és a partfeltöltésre vezeti vissza. Véleménye szerint a balatoni compóállományok fenntartása jelenleg csak mesterséges állománypótlással valósítható meg, emellett fontos a telepített halak jelölése, nyomonkövetése. FÜSTÖS et al. (2004) vizsgálatai alapján a Tisza-tóba telepített jelölt compóknak mindössze 1 %-át fogták vissza a nehezen megközelíthető nádas élőhelyekről. Hasonló eredményekről számol be BODÓ és SPECZIÁR (2006) is a balatoni jelölések során. Az 1500 jelölt kétnyaras compóból 14 került visszafogásra hét év alatt. A visszafogott halak felét a telepítés utáni évben fogták meg, és többségük a telepítés helyén maradt. A széles kárász esetén, mivel a compóhoz hasonló élőhelyeket kedveli, feltételezhetően hasonló eredményekre számíthatunk.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Indukált szaporítás

A kísérletekhez szükséges széles kárász és compó ikrát a ponty keltetőházi szaporításának módszerével nyertük (MÜLLER et al. 2007). Az ivási szezon előtti szaporítások alkalmával, a végső érést és az ikrásokban az ovulációt a haltartó medence vizének fokozatos (10 nap alatt 5 °C-ról 18 °C-ra) emelésével és egy dózisban oltva 6 mg/testtömeg kg pontyhipofízissel indukáltuk. Az ivási időszak alatt az ovulációt szintén 6 mg/testtömeg kg pontyhipofízissel váltottuk ki, ekkor a víz hőmérsékletet nem emeltük (18-23°C). A tejeseket minden esetben az ikrások adagjának a felével (3 mg/testtömeg kg pontyhipofízis) kezeltük. Széles kárász esetén a kezelés után 14-16 órával, compó esetén pedig 24 órával megtörtént az ovuláció és a halakat le lehetett fejni. Az ikratételeket minden esetben több tejes spermájával termékenyítettük. Az ivartermékek vízzel való aktivációja után Woynárovich-oldatban (10 l víz, 40 g NaCl, 30 g karbamid) 60-90 percig duzzasztottuk az ikrát, a ragadosság elvételének érdekében pedig kétszer 20 másodpercig tannin oldattal (10 l víz, 5 g tannin) kezeltük, majd mini Zuger üvegekbe helyeztük őket (1,5 liter kapacitás/keltető üveg). A szaporítást, a lárwanevelést valamint az előnevelést a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karának Hallaboratóriumában végeztük.

3.2. A kísérletek kiértékelése

3.2.1. Az eredmények alapján számolt mutatók

Ahhoz, hogy az általunk kapott eredményeket jobban össze tudjuk hasonlítani a korábban közöltekkel, az alábbi mutatókat számítottuk ki:

Gonado- és pszeudogonadoszomatikus index

GSI (%) = 100*ivarszerv m (g)/anyahal m (g)

PGSI (%) = 100*lefejt ikra m (g)/anyahal m (g)

A fajlagos hossznövekedés és a relatív egyedi hossznövekedés sebessége

$SGR_t = 100(\ln T_{th_t} - \ln T_{th_0})/t$

$RGR_t = 100(e^{SGR/100} - 1)$

Ahol T_{th_t} a kísérlet végén elért testhossz (mm), T_{th_0} a kezdő testhossz (mm) és t (nap) a kísérlet időtartama.

Kondíció faktor

$K_0 = 100 \times w_0 / (l_0)^3$ (%); $K_t = 100 \times w_t / (l_t)^3$ (%) ahol: w_0 ; w_t ; kezdő és befejező testtömeg g-ban; l_0 és l_t – kezdő és befejező standard testhossz cm-ben

Fajlagos növekedési sebesség (SGR):

$SGR = 100 \times (\ln w_t - \ln w_0) / t$ (%/nap), ahol a t : a kísérleti periódus hossza

Átlagos napi hossznövekedés = $(l_t - l_0) / t$ (mm/nap), ahol a l_0 és l_t – kezdő és befejező standard testhossz mm-ben és a t : a kísérleti periódus hossza.

Azonos szárazanyagra korrigált fajlagos takarmányértékesítés (FCR):

Azonos szárazanyagra korrigált $FCR = F_{szk} / (w_t - w_0)$ (g/g), ahol F_{szk} az azonos (88 %-os) szárazanyagra átszámolt takarmányfogyasztás a kísérleti idő alatt, a w_0 és w_t a kezdő és a befejező testtömeg g-ban. ($F_{szk} = m_{táp} \times \text{takarmány szárazanyag \%} / 88$)

3.2.2. Statisztikai kiértékelés

A kísérletekben a vizsgált paraméterek átlagértékeit és azok szórását is az SPSS program Descriptives menüpontja segítségével határoztuk meg. Az ikra, a lárva, az ivadék nagyságát és tömegét, valamint a növekedési paramétereket (SGR, FCR, K) 2 mintás t-próbával, valamint egytényezős varianciaanalízissel (One way ANOVA, majd Tukey HSD *post hoc* teszt, $P < 0,05$) hasonlítottuk össze, míg a csoportok közötti megmaradási %, a testi deformációk kiértékeléséhez nem-paraméteres Kruskal-Wallis tesztet, valamint χ^2 tesztet használtunk (Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks, majd Mann-Whitney U-test *post hoc* teszt). A statisztikai kiértékeléseket SPSS 12.0 programcsomag segítségével hajtottuk végre.

3.3. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata

A lefejt ikratételekből mintákat vettünk, majd lemértük a tömegét és digitális fénykép alapján leszámoltuk a benne található ikraszemeket. A felvett adatok alapján kiszámoltuk az egy gramm ikratételeben található ikramennyiséget anyaghalanként. Az ivarszervek, illetve a lefejt ikramennyiség alapján kiszámoltuk a GSI és PGSI értékeket.

Az ikrakezelés hatásának vizsgálata során a szaporításkor az ikratételeket két részre osztottuk. A nem kezelt csoportokban az ikratételeket a termékenyítés után hagytuk a Petri csészékben letapadni. A kezelt csoportokban az ikrát a ponty szaporításánál is használatos Woynarovich-féle oldatban (30 g karbamid, 40 g só 10 l vízben feloldva) duzzasztottuk 1-1,5 óráig, majd a ragadósság elvételének céljából 2x20 másodpercig kezeltük tannin oldattal (5 g 10 liter vízben feloldva, az egyes tanninozások után tiszta vízzel alaposan átöblítettük az ikratételeket). A vizsgálatok során az egyes kezeléseket háromszoros ismétlésben hajtottuk végre.

A különféle hőmérsékleteken való keltetési kísérletben a sós-karbamidos duzzasztás, valamint a tanninos kezelést követően hőmérsékletenként három ismétlésben 150-150 darab ikrát helyeztünk Petri csészénként. Az ikratételekről naponta kétszer lecseréltük a vizet, eltávolítottuk a rossz ikrákat, valamint mértük a vízhőmérsékletet. Az ikrátmérőket, a kelő lárva és az elúszó ivadék méretét digitális fotó alapján az ImageJ szoftver (National Institutes of Health) segítségével mértük le század milliméteres pontossággal.

3.4. Intenzív lárvanevelési kísérletek

3.4.1. Kísérleti beállítások

Öt egymásra épülő kísérletet terveztünk (K1, K2, K3, K4, K5), hogy megvizsgáljuk a különböző takarmányok és egyes takarmány- és etetési kombinációk hatását a növekedési és megmaradási paraméterekre (6. táblázat). Kísérleteinkben négy kereskedelmi tápot és frissen keltetett *Artemia* naupliust használtunk fel (5. táblázat).

A K1. és K2. előkísérletek alkalmával megvizsgáltuk, hogy négy kereskedelemben kapható táp közül melyik a legalkalmasabb a széles kárász lárvanevelésére. A vizsgált négy táp a Sera micron (Sera GmbH), a Nutra HP 0.3 (Skretting), a Classic C22 (Skretting) és az SDS 100 (Special Diets Services Limited International Dietex GB) voltak. Kontrollként élő *Artemia* naupliust (Sera GmbH) használtunk, a kísérletek pedig 7 napig tartottak. A két előkísérlet alapján két tápot, az SDS 100-at és a Classic C22-t választottuk ki a további vizsgálatokhoz, mint lehetséges elemeit egy tápra alapozott nevelési módszernek. Ezek után három 21 napos kísérletben vizsgáltuk, hogyan tudjuk ezeket a tápokot a széles kárász intenzív lárvanevelésében hatékonyan alkalmazni. A K3. és K4. kísérletekben az SDS 100, valamint a Classic C22 tápok élő eleség kiegészítés nélkül való etetésének hatását, valamint a tápok és az *Artemia* naupliusz kétféle kombinációját (naponta öt alkalommal táp és egyszer *Artemia* naupliusz, valamint négy alkalommal táp és kétszer *Artemia*

naupliusz) hasonlítottuk össze egymással és a kizárólag *Artemia* naupliusszal való etetéssel. A K5. kísérletben *Artemia* naupliust használtunk starterként és később váltottunk (a 6. vagy a 11. napján a kísérletnek) SDS 100, vagy Classic C22 tápokra. Az etetések hatását összehasonlítottuk egymással, valamint a csak táppal, illetve csak *Artemia* naupliusszal való etetéssel.

5. táblázat: A lárvevelési kísérletekben felhasznált takarmányok beltartalmi értékei

Takarmány	Szemcsenagyság (µm)	Nyersfehérje (%)	Nyerszsír (%)	Nyersrost (%)	Nyershamu (%)	Emészthető energia (MJ/Kg)
<i>Artemia ssp.</i> *	590	54	11	-	8	-
Sera micron	-	50,2	8,1	4,2	11,9	-
SDS 100 ^a	80-200	55	14	1	12	-
Nutra HP 0.3 ^b	200-600	57	17	0,5	10	19,9
Classic C22	-	28	7	4	6	12,5

* a SERA *Artemia* adatai alapján

^a Vit. A 30000 IU/kg, vit. D3 2500 IU/kg, vit. E 700 IU/kg, vit. C 2000 IU/kg, ω+ HUFA 30 mg/kg

^b P tartalom 1,3%

6. táblázat: Az alkalmazott tápok és etetési módszerek a kísérletekben

K.No.	Kezelés	Ismétlések száma	Etetés módja	Etetési mód rövidítése
1.	1.1	5×	<i>Artemia</i> naupliusz	A
	1.2	5×	Sera micron	Sera
	1.3	5×	SDS 100	SDS
2.	2.1	3×	<i>Artemia</i> naupliusz	A
	2.2	4×	SDS 100	SDS
	2.3	4×	Nutra	Nutra
	2.4	4×	Classic	Classic
3.	3.1	3×	<i>Artemia</i> naupliusz	A
	3.2	3×	SDS 100	SDS
	3.3	3×	ötször SDS, egyszer <i>Artemia</i> naupliusz	SDS 5× - A 1×
	3.4	3×	Classic	Classic
	3.5	3×	ötször Classic, egyszer <i>Artemia</i> naupliusz	Classic 5× - A 1×
4.	4.1	3×	<i>Artemia</i> naupliusz	A
	4.2	3×	ötször SDS, egyszer <i>Artemia</i> naupliusz	SDS 5× - A 1×
	4.3	3×	négyszer SDS, kétszer <i>Artemia</i> naupliusz	SDS 4× - A 2×
	4.4	3×	ötször Classic, egyszer <i>Artemia</i> naupliusz	Classic 5× - A 1×
	4.5	3×	négyszer Classic, kétszer <i>Artemia</i> naupliusz	Classic 4× - A 2×
5.	5.1	3×	<i>Artemia</i> naupliusz	A
	5.2	3×	SDS 100	SDS
	5.3	3×	5 nap <i>Artemia</i> naupliusz, aztán SDS	A ₅ SDS ₁₆
	5.4	3×	10 nap <i>Artemia</i> naupliusz, aztán SDS	A ₁₀ SDS ₁₁
	5.5	3×	Classic	Classic
	5.6	3×	5 nap <i>Artemia</i> naupliusz aztán Classic	A ₅ Classic ₁₆
	5.7	3×	10 nap <i>Artemia</i> naupliusz aztán Classic	A ₁₀ Classic ₁₁

3.4.2. A halnevelés módja

A lárvák a termékenyítéstől számítva 3-6 nap elteltével keltek ki az ikrából, és 2-3 nappal a kelés után úsztak el. A kísérleteket 3-5 nappal a kelés után kezdtük el, amikor a lárvák már megkezdte táplálkozását. Az állománysűrűséget (90 egyed/L a K1.-K2., és 50 egyed/l a K3.-K5. kísérletekben) ŽARSKI et al. (2011) vizsgálatainak megfelelően állítottuk be az optimális tartományba. A tápokát és az *Artemia* naupliuszokat 2-3 óránként, kézzel adagoltuk a lárváknak (6 alkalommal naponta: 6:00, 8:00, 11:00, 14:00, 17:00 és 20:00-kor).

A kiinduló keverék takarmány mennyiség a halak teljes biomasszájának 40%-a volt (36 mg/100 egyed, a kezdő testtömegét a széles kárász lárváknak 0,9 mg-nak vettük ŽARSKI et al., 2011 kísérletei alapján), amit fokozatosan 7 %-ra (23,8-35 mg/100 egyed) csökkentettük a kísérletek utolsó napjára. Az *Artemia* naupliuszok nedves tömege az első nap meghaladta a halak teljes biomasszájának 300%-át (270 mg/100 egyed), majd körülbelül 40%-ra (1592-2756 mg/100 egyed) csökkent ez az érték a 21. napra. A halakat ugyanabban a recirkulációs rendszerben (1500 literes szűrő és puffer rendszerrel), kis medencékben neveltük. A nevelő medencék számát és nagyságát, a telepítési sűrűségeket és a mért vízminőségi értékeket a 7. táblázat mutatja be. A vízfolyás sebességét minden medencében 0,12 l/ min-re állítottuk be. A medencéket naponta egyszer, az utolsó etetés után tisztítottuk, a hőmérsékletet pedig naponta kétszer, 8:00-kor és 17:00 órákor mértük. A vízminőségi paramétereket az 1. és 2. kísérletekben minden nap, a 3.-5. kísérletekben pedig három alkalommal (0., 10. és 21. nap) mértük. Az elhullott lárvákat a medencék tisztításakor megszámoltuk és eltávolítottuk, a telepített halak számából pedig kiszámítottuk az elhullás %-os arányát. Az egyes csoportokban a halak teljes testhosszát (Tth) minden egyes kísérleti csoportban 0,1 mm-es pontossággal mértük le a kísérlet elején és végén, Image J softver (National Institute of Health) segítségével. A kísérletek végén egy Sartorius mérleg ($\pm 0,01$ g) segítségével lemértük az összes halat medencénként (teljes biomassza/medence), így az elhullások ismeretében – a teljes biomasszát elosztva a megmaradt halak számával – ki tudtuk számolni a halak átlagos testtömegét.

7. táblázat: A főbb beállítások és vízminőségi paraméterek (átlag \pm szórás) a kísérletek alatt

Kísérlet	1.	2.	3.	4.	5.
Medence mérete (l)	3,3	3,3	1,8	1,8	2,4
Hal/medence	300	300	90	90	120
Telepítési sűrűség (hal/l)	90	90	50	50	50
Medencék száma	15	15	15	15	21
Kísérlet ideje (nap)	7	7	21	21	21
Víz hőmérséklet (°C)	23,9 \pm 0,2	22,6 \pm 0,4	24,5 \pm 1,3	25,2 \pm 0,7	
pH	8,1 \pm 0,2	8,3 \pm 0,1	8,2 \pm 0,3	8,3 \pm 0,04	
O ₂ (mg/l)	7,1 \pm 1,1	6,8 \pm 0,3	6,4 \pm 0,5	6,9 \pm 1,2	
NO ₂ (mg/l)	0,1 \pm 0,1	0,1 \pm 0,1	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,01	
NO ₃ (mg/l)	3,8 \pm 0,4	4,1 \pm 0,3	3,6 \pm 0,7	3,1 \pm 1,7	
NH ₄ (mg/l)	2,4 \pm 0,8	1,0 \pm 1,1	2,2 \pm 0,1	1,1 \pm 0,5	

3.5. Intenzív ivadéknevelési kísérletek

3.5.1. Az ivadék előnevelése

A kelő lárvákat lárvatartó edényekbe (óriás Zuger) helyeztük, majd az elúszást követően (2.-3. nap) táppal (SDS 100 és Perla Larva Proactive 6.0) és frissen keltetett *Artemia*-val etettük őket. Egy hónap tartás után a megerősödött ivadékokat 200 literes vályúkba helyeztük át, ahol táppal (Perla 4.0) és vágott *tubifex*-el etettük tovább a kísérlet kezdéséig.

Az egynyaras nevelési kísérletben szereplő halakat a 2007-es indukált szaporításból nyertük (MÜLLER et al., 2007), melyet a tanszéki fóliás medrű 14 m² vízfelületű kistóban neveltük fel. Átteleltetés után a kísérleti állományt a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Hallaboratóriumába szállítottuk.

3.5.2. Halak mérése, gondozása

A kísérletek kezdetekor és befejezésekor lemértük minden hal standard testhosszát és testtömegét. A testhosszt vonalzóval mm-es pontossággal, a testtömeget pedig egy Sartorius[©] mérleggel 0,01 g-os pontossággal határoztuk meg. Az előkísérletben a napi takarmányadag beállításához minden héten lemértünk 50 véletlenszerűen kiválasztott halat, a testtömeg növekedésének nyomon követéséhez pedig 2 hetente az összes egyedet. A halak kis testmérete és a mérés során okozott nagy stressz miatt választottuk ezt a módszert. Az 1. kísérletben hetente, a 2. kísérletben pedig tíz naponta mértük az összes hal testtömegét. A mérések alkalmával a napi takarmányadagnak minden csoport esetén csak a felét etettük.

A halakat naponta két alkalommal etettük a kísérletekben, kivéve az élő *tubifex*-el etett csoportot, ahol a *tubifex*-et naponta egyszer kínáltuk fel. Az előkísérletben Dana Feed DAN-EX 1352/0.4 tápot, az 1. (előnevelési) kísérletben Perla Larva Proactive 3.0 tápot és élő *tubifex*-et, a 2. (egynyaras) kísérletben pedig FIX3 haltápot és fagyasztott szúnyoglárvát alkalmaztunk (8. táblázat). Az akváriumokat az esti etetést követően minden nap letakarítottuk gumicső segítségével és regisztráltuk az esetleges elhullásokat.

8. táblázat: A kísérletekben alkalmazott tápok és természetes táplálékok beltartalmi értékei

*(EVANGELISTA et al. 2005); **(BOGUT et al. 2007)

Paraméterek	Tubifex *	Fagyasztott szúnyoglárva **	Dana Feed DAN-EX 1352/0.4	Perla Larva Proactive 3.0	FIX3
Szárazanyag (%)	8	12,1	91	88	88
Nyers fehérje (%)	3,8	7,6	52	62	56
Nyers zsír (%)	1,5	1,3	13	11	14
Nyers rost (%)	0,2	-	1,4	0,8	0,4
Hamanyagok (%)	0,9	1,1	10,3	10	10,1
Energiatartalom (MJ/kg)	-	2,6-3,1	16,4	19,5	18,48
Szemcseméret (mm)	-	-	0,3-0,5	0,4-0,8	0,8-1,2

3.5.3. Vízminőségi vizsgálatok

A kísérletek ideje alatt a legjelentősebb vízminőségi paramétereket folyamatosan felvételeztük. A hőmérsékletet naponta egyszer, az esti órákban mértük laboratóriumi vízhőmérő segítségével ($\pm 0,1$ °C). A többi tényezőt, azaz a pH-t és a vezetőképességet, oxigén-, nitrát-, illetve foszfát szintet heti egy alkalommal határoztuk meg. A 2. kísérlet alkalmával az akváriumok be- és kifolyó vizéből egyaránt vettünk mintát (9. táblázat).

9. táblázat: Vízminőségi paraméterek a kísérletekben (átlag \pm SD)

A befolyó és a kifolyó víz paraméterei között nem volt statisztikailag igazolható különbség ($P < 0,05$; kétmintás *t*-próba)

Paraméterek	Hőm. (°C)	pH	Vezető- képesség (μ S)	O ₂ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	
Előkísérlet	24,6 \pm 0,7	8,1 \pm 0,1	-	6,9 \pm 1	1,3 \pm 0,6	0,15 \pm 0,33	8,1 \pm 2,4	-	
1. kísérlet	25,6 \pm 0,7	7,9 \pm 0,1	-	4,7 \pm 0,2	1 \pm 0,7	0,05 \pm 0,02	12,3 \pm 2	-	
2. kísérlet	24,3 \pm 0,9	Befolyó víz	7,9 \pm 0,2	425,5 \pm 23,8	6,8 \pm 0,9	0,3 \pm 0,3	0,09 \pm 0,02	9,1 \pm 7,3	2,5 \pm 0,3
		Kifolyó víz	7,9 \pm 0,2	428,2 \pm 18,3	6,9 \pm 0,5	0,2 \pm 0,1	0,08 \pm 0,15	7,4 \pm 5,6	2,5 \pm 0,4

3.5.4. A relatív takarmányadagok beállítása

Az előkísérlet alapján a relatív takarmányadagokat a testtömeg 4 %-ban határoztuk meg. A *tubifex* és a fagyasztott szúnyoglárvát relatív adagját az *ad libitum* elfogyasztott mennyiség alapján állapítottuk meg.

Időben az egygyaras (2. kísérlet) nevelési kísérlet az 1. kísérlet előtt kezdődött, a kísérlet első 30 napjában került sor az *ad libitum* mennyiség meghatározására. A kísérlet kezdetekor a halbiomassza 8%-ának megfelelő szúnyoglárvát kínáltunk fel, majd a tíznaponkénti mérések alkalmával 50%-kal emeltük az adag mértékét. A kísérlet 10. napjától a halbiomassza 12%-át, a 20. napjától a 18%-át, a 30. naptól pedig a 27%-át ettük, és ez bizonyult az *ad libitum* mennyiségnek. Az 1. kísérletben ezek alapján a testtömeg 28 %-ának megfelelő *tubifex*-et ettünk. A vegyes takarmányozású csoportok esetén mindkét kísérletben a hét hat napján a testtömeg 4 %-ában tápot, míg a hetedik nap a testtömeg 27 %-ában szúnyoglárvát, illetve 28 %-ában *tubifex*-et kínáltunk fel a halaknak.

3.5.5. Kísérleti beállítások

Különböző takarmányadagok hatása a növekedésre (előkísérlet): A kísérlet időtartama 8 hét volt, melyet egy lárvanevelésre beállított recirkulációs rendszerben hajtottunk végre. A rendszer 12 \times 6,5 literes kádakból, valamint egy 1500 liter összterfogatú szűrőtartályból állt. Kádanként 100-100 előnevelt halat telepítettünk fel, a telepítési sűrűség 0,77 g/liter volt (kezdő testtömeg: 0,05 \pm 0,01 g). A vízátfolyás 0,12 l/perc volt, melyet kádanként csapokkal lehetett állítani.

A tápetetést intenzitásának vizsgálatára négy kezelést állítottunk be, kezelésként 3 ismétlésben: A csoport: napi takarmány adag a testtömeg 2%-a, B csoport: napi takarmány adag a testtömeg 4%-a, C csoport: napi takarmány adag a testtömeg 6%-a, D csoport: napi takarmány adag a testtömeg 8%-a.

Előnevelt ivadék intenzív nevelése (1. kísérlet): A 10 hetes ivadéknevelési kísérletet vályús-recirkulációs rendszerben hajtottuk végre, mely egy 200 literes vályúból és az ebben elhelyezett 9 \times 5,2 literes kádakból, valamint egy 1500 literes szűrőtartályból állt. Kádanként 50 előnevelt

ivadékokat telepítettünk, a telepítési sűrűség 2,12 g/liter volt (kezdő testtömeg: $0,22 \pm 0,03$ g). A vízátfolyást (1,5-2 l/perc) egy kilyuggatott Bergmann-cső segítségével biztosítottuk, a befolyó víz sugarak így a megfelelő oxigén utánpótlást is biztosították. A vályút közvetlen fénytől védett helyen helyeztük el, napközben a fényerősség 10-20 lux körül alakult.

A kísérlet során három kezelést (A: táp, B: élő eleség, C: vegyes) alkalmaztunk, és minden kezelést három ismétlésben hajtottunk végre. Az egyes csoportok takarmányozása a következő volt: A csoport: Perla Larva Proactive 3.0 táp; B csoport: élő *tubifex*; C csoport: vegyes takarmányozású csoport, 6 nap tápetetést egy nap *tubifex* etetés követett.

Egynyaras intenzív nevelése (2. kísérlet): A kísérletet a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Hallaboratóriumában, egy 2600 liter összterfogatú, recirkulációs rendszerben végeztük. A kísérleti blokk 30 darab 65 literes (33×30×60 cm) üvegmedencéből, valamint három egymással kapcsolódó, egyenként 200 literes szűrőtartályból állt. A 80 napig tartó vizsgálatban összesen 480 egynyaras széles kárászt telepítettünk a 65 literes akváriumokra (40 hal/akvárium). A telepítési sűrűség 0,83g/l, a kezdő testtömeg pedig $1,34 \pm 0,4$ g volt. Az egyedileg szellőztetett üveg medencék mindegyikében külön-külön csapról biztosítottuk a folyamatos, 1,5-2 liter/perc sebességű vízátfolyást. Az akváriumrendszert közvetlen fénytől védett helyen állítottuk fel, ahol a fényerősség napközben 10-30 lux körül alakult.

A vizsgálat során három takarmányozási változatot vizsgáltunk 4-4 ismétlésben. Az első kezeléskor FIX3 haltáppal etettük az állományt, a második kezeléskor fagyasztott szúnyoglárvát kínáltunk fel, míg a harmadik kezelés esetében 6 nap tápetetést egy nap fagyasztott szúnyoglárvával való etetés követett.

3.5.6. Testösszetétel analízis

A kísérlet végén mindkét kísérletből csoportonként 5-5 halat túlaltattunk, majd kiirtottunk teljes testösszetétel-analízis céljából. A fagyasztott mintákat Budapesten az OÉTI-ben dolgoztuk fel. A teljes test feldolgozása és homogenizálása darálással történt. A beltartalmi értékeket a Magyar Szabvány (MSZ 6830-4 1981) alapján határoztuk meg.

3.6. Tógazdasági kísérletek

3.6.1. Az ivadék előnevelése

Az elúszó lárvákat recirkulációs rendszerben, 200 literes vályúban neveltük tovább. Az első két hétben élő sósvízi rákkal (*Artemia salina* naupliusz lárvák) etettük, majd vágott *tubifex*-et adtunk az ivadéknak. Kiegészítésként kereskedelemben kapható ivadéknevelő tápok (Perla Larva Proactive 6.0, Nutra Pro 4.0; Skrettings©) is etettük.

3.6.2. Tógazdasági ivadéknevelés mono- és bikultúrában (1. kísérlet)

A kísérletet 2008. augusztus 1-jén kezdtük a TEHAG Kft. százhalombattai telepén, 5 db 100 m²-es tóban. Két tóban 1000-1000 széles kárászt neveltünk monokultúrában, míg háromban tavanként 500 széles kárászt és 500 compót bikultúrában. A több mint egy hónapos előnevelés után a kihelyezett kárász ivadék tömege $0,05 \pm 0,02$ g, míg a compó ivadék $0,07 \pm 0,04$ g volt. A nevelés során a halak – a testtömegük 2 %-ának megfelelő mennyiségben – kiegészítő takarmányozásként kukoricadarát és tápot (DANA FEED 0.4) kaptak. Kéthetente minden tóból planktonmintát és vízmintát vettünk, mértük a pH-t, az ammóniumot, a nitrit és a nitrát koncentrációt, valamint meghatároztuk a szabad ammónia mennyiségét. A próbahalászatokra szeptember és október elején került sor, melyet kerítőháló segítségével végeztünk. A megfogott halak tömegét és testhosszát

megmértük, majd visszaengedtük őket. Ez szolgált információval a halak növekedési üteméről, egészségügyi állapotáról, valamint ez alapján határoztuk meg a kiegészítő takarmány mennyiségét.

Az ivadék lehalászására november első hetében került sor. A széles kárász és compó esetén tized gramm pontossággal egyedileg mértük a testtömeget, illetve 40 db halnak mm-es pontossággal a testhosszát is. A többi halfaj esetén csak 40 egyed testtömeget és testhosszát mértük, majd az össztömeg és a darabszám alapján átlagtömeget számoltunk.

3.6.3. Ketreces ivadéknevelés mono- és bikultúrában (2. kísérlet)

A ketreces ivadéknevelési kísérletet Tápiószecsőn, az Al-Ku Carp Bt. egyik (5000 m²-es) telelőjében állítottuk be. Az előnevelt halakat 2009. július 28-án helyeztük ki, 6 ketrecbe. A körülbelül 0,6 m³-es hasznos térfogatú ketrecek alját és oldalát szúnyoghálóval vontuk be. Három ketrecbe 400 széles kárászt helyeztünk monokultúrában, a másik három ketrecbe bikultúrában 200-200 széles kárászt, 200-200 compóval. A másfél hónapos előnevelés után a kihelyezett kárász ivadék tömege $0,06 \pm 0,04$ g, míg a compó ivadéké $0,03 \pm 0,02$ g volt. A nevelés során a halak kiegészítő takarmányozásként tápot kaptak (Perla Larva Proactive 6.0; 4.0; 3.0). Az átlagos testtömeget alapul véve a napi takarmányadag az össztömeg 5%-a, majd augusztus 12-től (tápváltáskor), a 10 %-a volt. Ennek legfeljebb a 70%-át vehették fel a halak, a táp önetetőre való feltapadása, illetve a ketrecből való kisodródása miatt. A kísérlet alatt kéthetente mintát vettünk (20 halat) minden ketrecből, majd mértük a testtömeget és a takarmányadagot a becsült átlagsúlynak megfelelően módosítottuk. Szintén kétheti gyakorisággal történt a vízmintavétel, a víz hőmérséklet és a plankton mennyiségének a mérése. A kísérleti periódus közben technikai okok miatt az egyik monokultúras ketrecet ki kellett vonnunk a vizsgálatból.

Az ivadék lehalászására szeptember 14-én került sor. Az összes halnak lemértük a testtömeget századgrammos pontossággal, illetve milliméter pontossággal a standard testhosszukat, továbbá vizsgáltuk a halak esetleges torzulását, parazita fertőzöttségét.

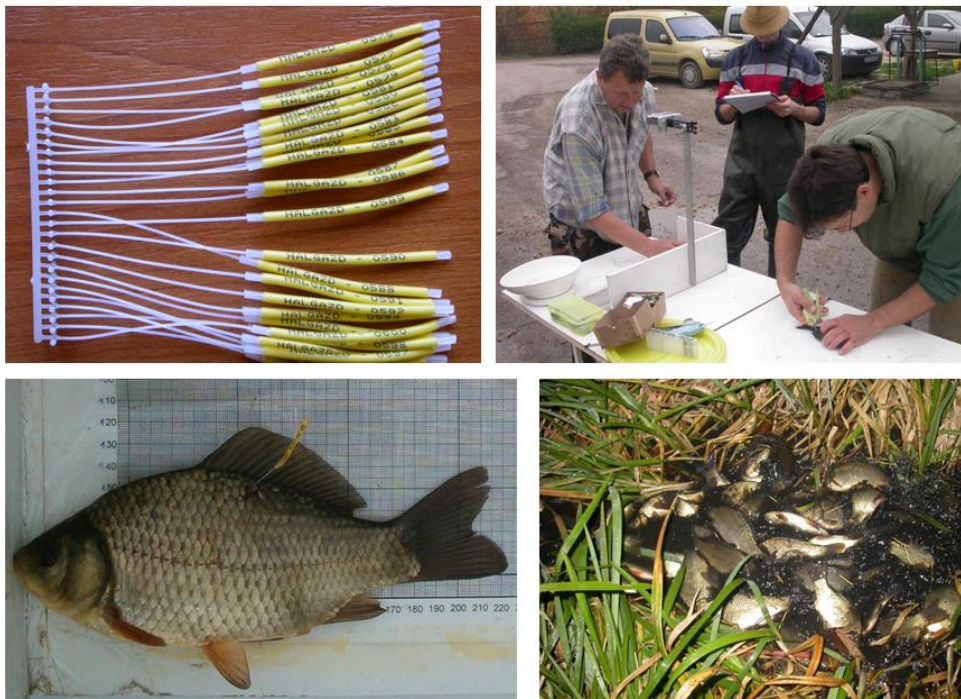
3.6. Telepítések és haljelölések

A szaporítási és nevelési munkák során keletkezett ivadékokat 2007 és 2012 között különféle természetes vizekbe telepítettük, illetve az állományok egy része mesterséges vizekbe (tógazdaságokba, vagy rizsföldre) került továbbnevelés céljából. 2009-ben 50 egynyaras széles kárászt telepítettünk Szadára, egy mocsári halfajok számára létrehozott körülbelül 60 m³-es kistóba (1. számú Illés-tó). A telepített állományt a következő években (2010-2012) folyamatosan elektromos halászgép segítségével folyamatosan monitoroztuk.

2008-ban és 2009-ben a Balatoni Halászati Zrt.-vel közösen kétnyaras halakat jelöltünk meg és telepítettünk a Balatonba. A haljelölések során alkalmazott Floy-Tag gyártmányú fonaljelek vége a halak hátuszó merevítő csontjai közé kerültek rögzítésre jelölőpisztollyal. A jeleknek a halból kiálló, információhordozó része egy 1,9 mm átmérőjű és 37 mm hosszú, narancssárga színű műanyag csővecske, amelyen postacím és egy az egyedi azonosítást biztosító sorszám volt.

A jelölések során felvettük a halak legfontosabb adatait, lemértük a testtömeget 0,1 g pontossággal, valamint a standard és teljes testhosszt (fotó segítségével, 5. ábra) mm-es pontossággal. A jelölés után a halakat oxigénporlasztással ellátott halszállító tartályokban vittük el a telepítési helyekre.

A telepítések során 2008-ban azokba a befolyóvizekbe is (Egervíz, Lesence-patak) helyeztünk ki jelölt halakat, ahol azok jelenléte korábban bizonyított volt, illetve jó szaporodási feltételeket is biztosítottak a széles kárásznak és más fitofil fajoknak. A halak többsége viszont közvetlenül a Balatonba, a kárász számára kedvező nádas-hínáros öblökbe, lett telepítve (2008: Balatonederics; 2009: Sajkod, Balatonalmádi). A Balatoni Halászati Zrt. hirdetésben közzétette a telepítéseket, és a hatékonyabb adatgyűjtés érdekében, jutalommal is ösztönözte a visszafogások bejelentését.



5. ábra: A széles kárász jelölés folyamata

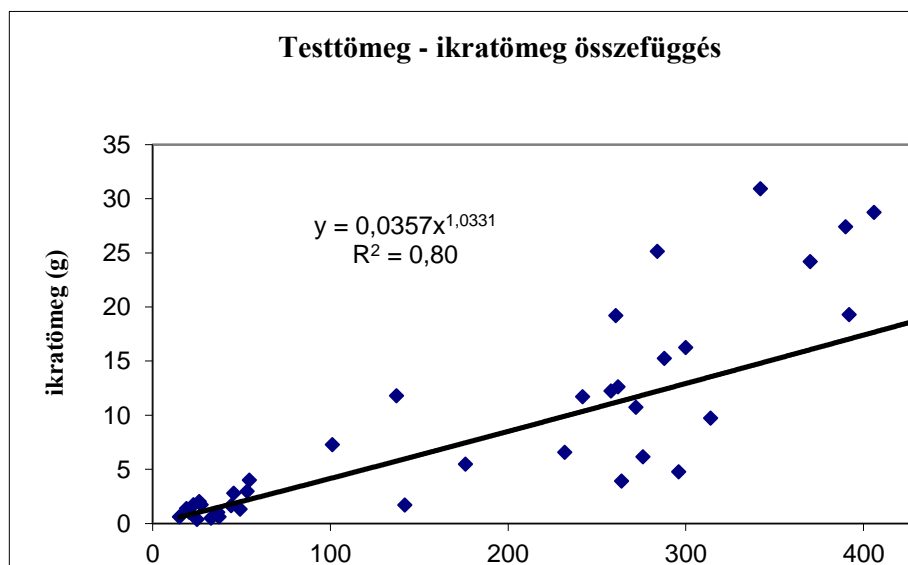
Balra fent: fonaljelek; jobbra fent: mérés, haljelölés és a jelölt halak adatainak felvétele; balra lent: jelölt széles kárász; jobbra lent: jelölt halak telepítése az Egervízbe

4. EREDMÉNYEK

4.1. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata

4.1.1. A szaporított anyahalak szaporodásbiológiai mutatói

Az 6. ábra a lárva- és ivadéknevelési kísérletekhez szaporított széles kárász ikrások testtömegének függvényében ábrázolja a lefejt ikra tömegét. Az összefüggés egyenlettel kifejezve legpontosabban egy hatványgörbére illeszkedik, melyben az összefüggés erőssége közepesen erős ($R^2 = 0,80$). Az adatok alapján a testtömeg és a lefejt ikra mennyisége egyenes arányosságban áll egymással, illetve a testtömeg növekedésével enyhe növekedésre lehet következtetni. A mért adatok azonban igen nagy szórást mutatnak, amit a felvett adatok alapján kiszámolt PGSI értékek szórása is jól mutat. A szaporítások alatt elhullott ikrásoknak GSI értékeit a PGSI értékekkel összevetve (10. táblázat), láthatjuk, hogy a GSI közel a PGSI értékek kétszerese volt.



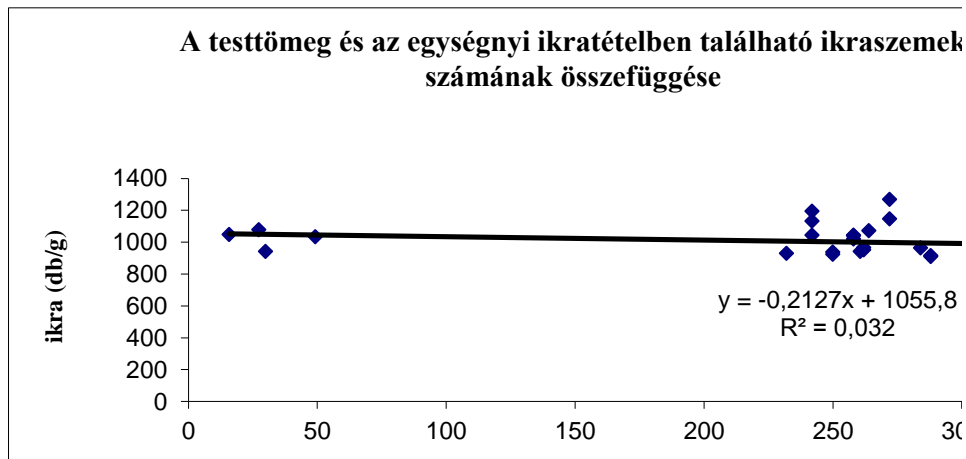
6. ábra: A szaporított ikrások testtömegének és a lefejt ikra tömegének összefüggése (n= 39)

10. táblázat: A széles kárász esetén jellemző GSI és PGSI értékek

* *nincs pontos adat, a fejt mennyiség 0,1-5 ml között változott*

	GSI ($n_{\text{ikrások}} = 20$; $n_{\text{tejesek}} = 16$)		PGSI ($n_{\text{ikrások}} = 39$)	
	átlag+szórás	min.-max.	átlag+szórás	min.-max.
Tejesek	3±0,9 %	1,5-4,8 %	n.a.*	
Ikrások	9,4±3,3 %	4,9-18,1 %	4,8±2,3 %	1,2-9 %

Vizsgáltuk az egységnyi ikratételben levő ikraszemek mennyiségét, ami 24 ikrás adatai alapján átlagosan 1008 ± 111 db/g volt. A testtömeg és az egységnyi ikratételben található ikraszemek száma gyenge negatív korrelációban állt egymással (7. ábra).



7. ábra: Az egységnyi ikratételben található ikraszemek száma a testtömeg függvényében (n= 24)

4.1.2. Az ikrakezelések hatása az ikra és a kelő lárva méretére

Az indukált szaporítási eljárásakor az ikrák ragadóságának elvételéhez Woynárovich oldatot, valamint tannint használtunk (WOYNÁROVICH 1962). Vizsgálataink alapján a széles kárász ikrakezelésen átesett ikráinak átmérői átlagban 30,6 %-kal nagyobbak voltak a kezelés nélküli ikrákhoz képest (11. táblázat). A jobban megduzzadt ikra valószínűleg Woynárovich oldat okozta, míg az ikrahéj megkeményedése miatt a tannin a felelős. A nagyobb és keményebb héjú ikrában az embriók hosszabb ideig fejlődnek és a lárvák nagyobb testhosszal keltek ki, mint természetes úton fejlődő társaik. Az érlelővíz hőmérséklete kevésbé befolyásolta az ikraátmérőket, habár 21,5 °C-on a nem kezelt ikrák nagyobbak, míg a 30 °C-on a kezelt ikrák kisebbek voltak, mint a többi hőmérsékleti tartományban.

A kezelt és kezeletlen ikrából kikelő lárva nagyságát a 12. táblázat mutatja be. Az első három hőmérsékleti csoportban (21,5; 23; 25 °C) a kezelt ikrákból nagyobb lárvák keltek ki statisztikailag igazolható mértékben (9-17%-os növekmény), míg a magasabb hőmérsékleten nem volt kimutatható különbség $p < 0,05$ szinten.

11. táblázat: A kezelt és nem kezelt ikraátmérők különböző hőmérsékleten

A különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek adott kezelésen belül a különböző hőmérsékleten keltetett csoportok között (one-way ANOVA, $p < 0,05$), a csillagok a kezelések között mutatnak statisztikailag igazolható különbséget adott hőmérsékleten (t-próba, $p < 0,05$)

érlelési hőmérséklet (°C)	kezelt (mm)	nem kezelt (mm)
21,5	1,70±0,16 ^{b*}	1,35±0,13 ^a
23	1,70±0,16 ^{b*}	1,28±0,14 ^b
25	1,69±0,17 ^{b*}	1,27±0,13 ^b
28	1,70±0,16 ^{b*}	1,29±0,14 ^b
30	1,65±0,19 ^{a*}	1,28±0,13 ^b

12. táblázat: A kezelt és nem kezelt frissen kelt lárva méretek különböző hőmérsékleten.

A különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek adott kezeléson belül a különböző hőmérsékleten keltetett csoportok között (one-way ANOVA, $p < 0,05$), a csillagok a kezelések között mutatnak statisztikailag igazolható különbséget adott hőmérsékleten (t -próba, $p < 0,05$)

Hőmérséklet (°C)	Kezelt (mm)	Nem kezelt (mm)
21,5	4,19±0,14 ^{a*}	3,66±0,44 ^a
23	4,83±0,25 ^{b*}	4,13±0,13 ^b
25	4,31±0,20 ^{a*}	3,97±0,26 ^c
28	4,25±0,24 ^a	4,27±0,20 ^d
30	4,43±0,21 ^a	4,45±0,22 ^d

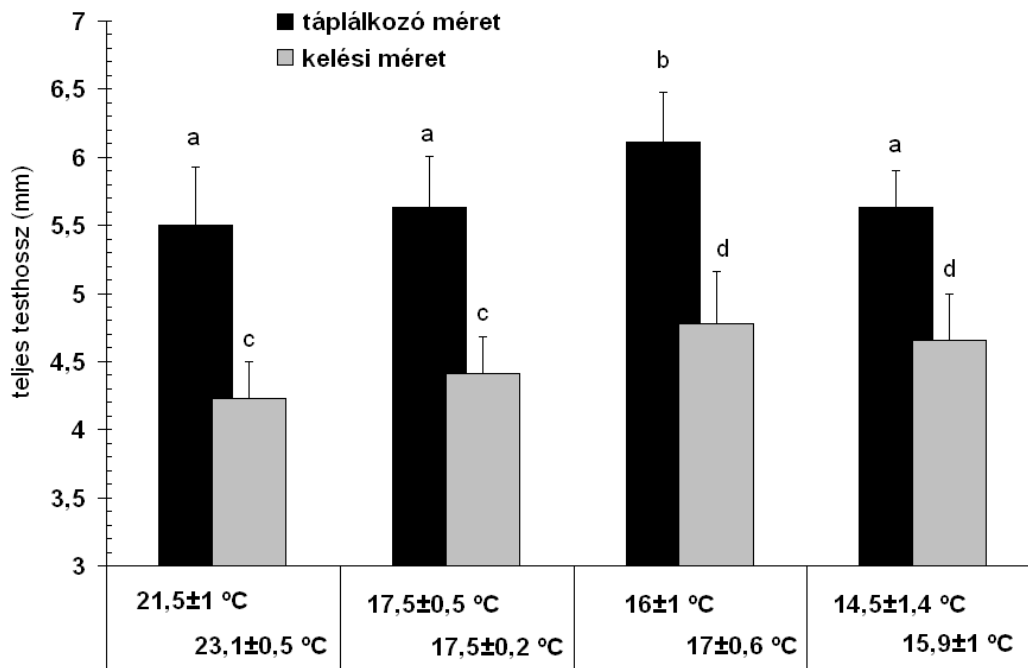
4.1.3. A hőmérséklet hatása a kelési időre és a lárva méretére

A 13. táblázat a kezelt ikrák keltetési eredményeit, valamint a nem táplálkozó lárvaszakasz hosszát mutatja be különböző hőmérsékleteken. Vizsgáltuk a különböző hőmérsékleteken kikelt lárva és az elúszó ivadék nagyságát is. Statisztikailag igazolhatóan 16 °C -on mértük a legnagyobb kelő lárva méretet, míg az elúszó ivadék mérete a 16 és 14,5 °C-on keltetett csoportokban volt a legnagyobb. Megfigyeléseink alapján a hidegebb vízben való keltetés csak egy bizonyos határig okozott a hosszabb embriogenezissel együtt nagyobb lárvaméretet. Ugyan 14,5±1,4 °C fokon volt az embriogenezis a leghosszabb, a kikelt lárva mérete a kedvezőtlen környezet következtében - a 16 °C-on való keltetéshez képest – már csökkent (8. ábra).

13. táblázat: A keltetési eredmények összesített táblázata

A különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek ($p < 0,05$)

Víz hőmérséklet		21,5±1 °C	17,5±0,5 °C	16±1 °C	14,5±1,4 °C
első lárva	Nap (óra)	4 (99)	7 (161-167)	7-9 (172-211)	12-14 (281-329)
	órafok	2128,5	2817,5-2922,5	2752-3376	4074,5-4770,5
50% lárva	Nap (óra)	5 (113-117)	8 (191-195)	11-12 (256-281)	16 (375)
	órafok	2429,5-2515,5	3342,5-3412,5	4096-4496	5437,5
teljes kelés (100%)	Nap (óra)	6 (137-149)	10-11 (243-261)	13-15 (313-353)	18-19 (424-448)
	órafok	2945,5-3203,5	4252,5-4567,5	5008-5648	6148-6496
Első 30 kelő mérete	mm	4,23±0,27 ^a	4,41±0,27 ^a	4,78±0,38 ^b	4,66±0,34 ^b
Víz hőmérséklet		23,1±0,5 °C	17,5±0,2 °C	17±0,6 °C	15,9±1 °C
Levegő-vétel	Nap (óra)	7 (167)	13 (305)	16 (376)	23 (557)
	órafok	3619,3	5337,5	6039	8229,1
(Táplálkozó lárva méret)	Nap (óra)	8 (185)	14 (337)	17 (412)	24 (581)
	órafok	4035,1	5897,5	6651	8610,7
Első 30 lárva elúszó mérete	mm	5,50±0,43 ^a	5,63±0,38 ^a	6,11±0,37 ^b	5,63±0,27 ^a
Összesített órafok		4035,1	5897,5	6651	8610,7



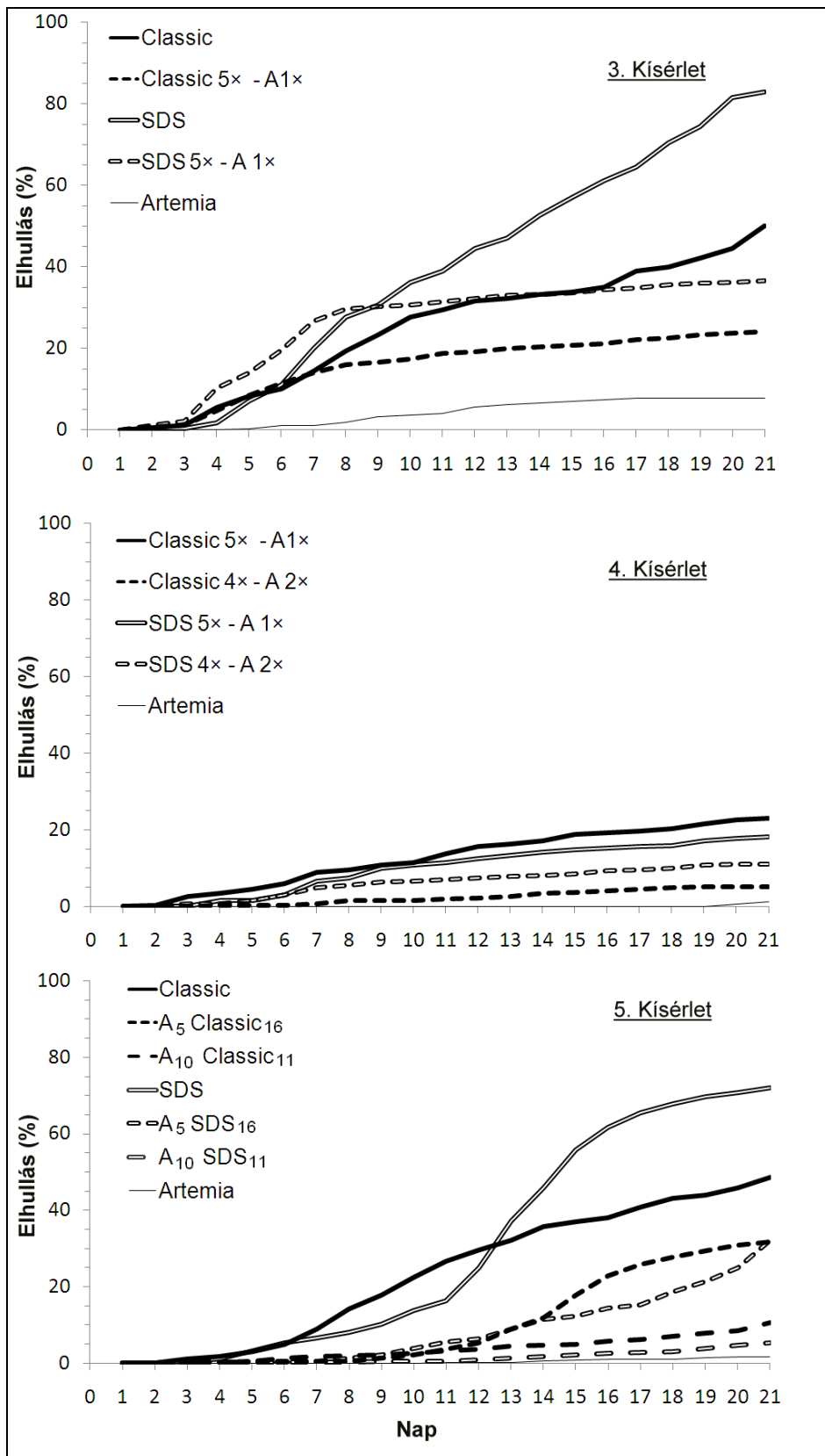
8. ábra: A kelő és elúszó lárvák testhossza különféle keltetési hőmérsékletek esetén
A különböző betűjelek statisztikailag igazolható különbséget jelölnek $p < 0,05$ szinten

4.2. Intenzív lárvanevelési kísérletek

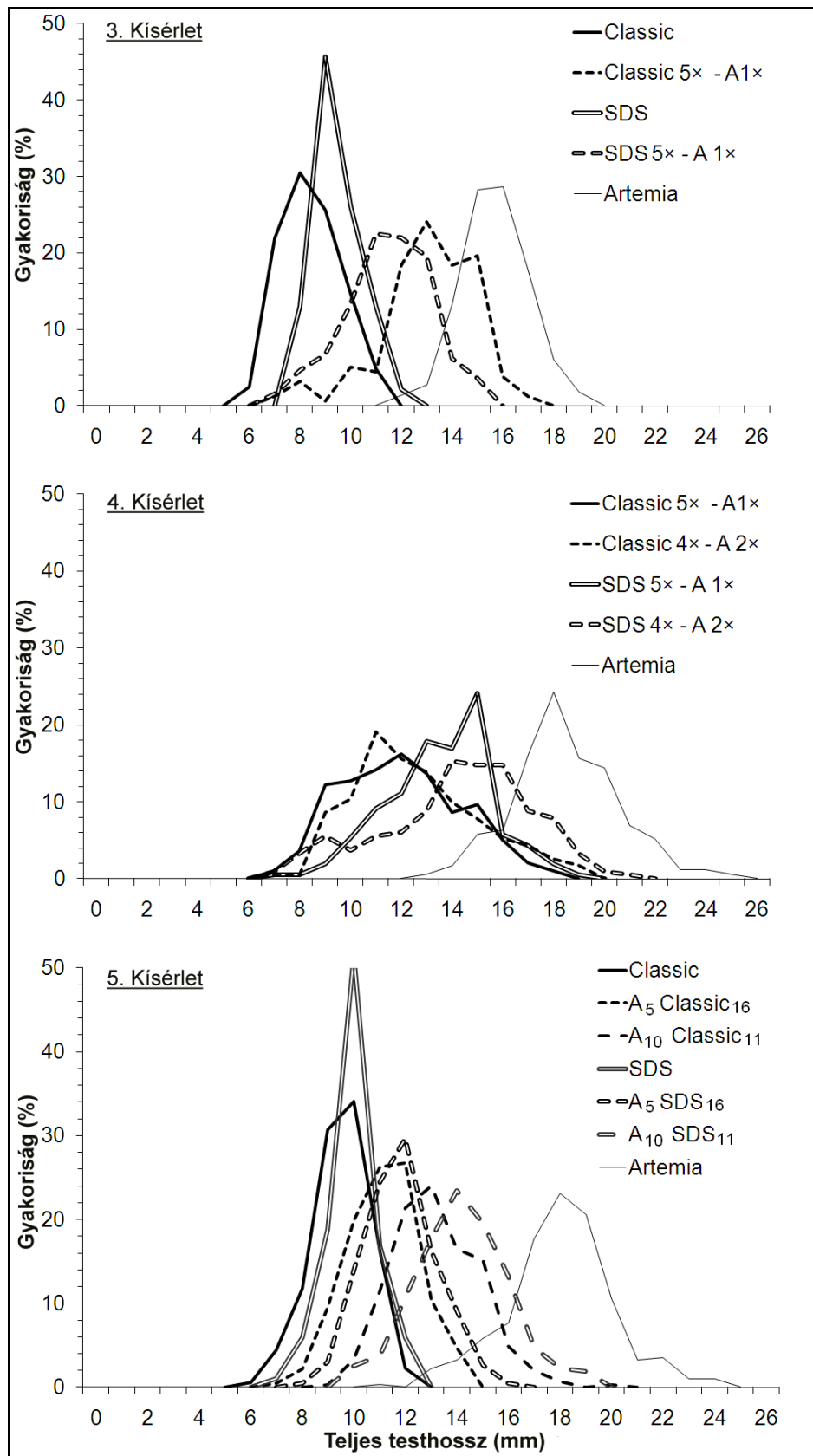
Az 1. és 2. kísérletek azt mutatták, hogy a széles kárász lárvák a táplálkozás megkezdése utáni első hét napban *Artemia* naupliusszal etetve jobb növekedést és megmaradást értek el, mint a négy kipróbált táppal takarmányozva. A tápok közül az SDS 100 és a Classic C22 esetén tapasztaltuk a legjobb megmaradást (M), így ezeket választottuk ki a további vizsgálatokhoz (K3-K5). A 21 napos kísérletekben a széles kárász lárvák szintén az *Artemia* naupliust hasznosították a leghatékonyabban, szemben a kipróbált tápokkal és kombinált etetési módszerekkel. Az *Artemia* naupliusszal etetett lárvák esetén tapasztaltuk minden esetben a legnagyobb növekedést ($T_{th}=15,2-18$ mm, $T_{tm}=39,8-68,9$ mg) és a legjobb megmaradást ($M_{21}=92,2-98,9$ %). Az *Artemia* naupliusszal etetett lárvák kísérlet végén elért testtömege 2,3-11,7-szer nagyobb volt, mint a táppal, vagy kombinált módszerrel etetett halaké. (Az *Artemia* naupliuszhoz viszonyítva a legnagyobb relatív testtömegek a K3: SDS 5× - A 1×; K4: SDS 4× - A 2× csoportok esetén; a legkisebb pedig a K3: Classic csoport esetén voltak.) A megmaradást figyelembe véve a második és harmadik legjobb etetési módszernek az bizonyult, ha 10 nap *Artemia* naupliusszal való etetés után kezdünk el táppal etetni ($T_{th21}=12,7-13,7$ mm, $T_{tm21}=16,9-23,3$ mg, $M_{21}=89,4-94,7$ %), illetve kombinált etetés esetén, ha naponta csak négyszer adtunk tápot és kétszer *Artemia* naupliust ($T_{th21}=12,1-13,7$ mm, $T_{tm21}=18,5-29,4$ mg, $M_{21}=88,9-94,8$ %). Az eredményeket a 14. táblázat foglalja össze. Az SDS 100 és Classic C22 tápokkal elért eredmények változóak voltak a kombinált etetési módszerek során, azonban ha kizárólag csak ezeket a tápokot adtuk a halaknak, az a legalacsonyabb növekedési és megmaradási értékeket eredményezte. Az elhullás ütemét vizsgálva (9. ábra) láthatjuk, hogy a csak táppal etetett lárvák elhullási aránya a kísérletek 4.-5. napja után megnövekedett és a kísérlet végéig magas is maradt. Ezzel szemben a kombinált etetések esetén az elhullás csak az első héten volt magas, míg a két szakaszú etetési módszerek során (az első napokban *Artemia* naupliusz, majd táp) ezzel ellenkezőleg, a tápetetés megkezdése után, a kísérlet második felében tapasztaltunk magasabb elhullást. Az *Artemia* naupliusszal etetett kontroll csoportok esetén folyamatosan alacsony volt az elhullás. A lárvák teljes testhosszának eloszlása minden egyes kezelés esetén egyenletes maradt a kísérletekben (10. ábra), kannibalizmust nem tapasztaltunk.

14. táblázat: A széles kárász lárvák kezdő és elért teljes testhossza (Tth_0 és Tth_t), elért testtömege (Ttm_t) és a megmaradása (M) kezelési csoportonként, az egyhetes (K1, K2) és huszonegy napos (K3-K5) kísérletek során. Mivel a lárvák kísérletenként azonos szaporításokból származtak, ezért a kezdő Tth -kat egyformának tekintettük az egyes kísérleteken belül. Az etetési módszerek magyarázata a 6. táblázatban van megadva. A különböző betűkkel jelölt értékek (Tukey post hoc teszt) szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) jelölnek.

Kísérleti csoport	Etetés módja	Tth_0 (mm)	Tth_t (mm)	Ttm_t (mg)	M (%)
1.	A	5,5±0,3	7,9±0,8 ^a	-	97,9±0,4 ^a
	Sera		5,6±0,7 ^b	-	47,7±10 ^b
	SDS		6,4±0,8 ^c	-	88,9±1,5 ^c
2.	A	5,6±0,3	8,3±0,8 ^a	-	97,4±0,7 ^a
	Classic		6,0±0,6 ^b	-	85,7±3,0 ^b
	Nutra		6,2±0,6 ^c	-	71,1±4,5 ^c
	SDS		6,4±0,6 ^d	-	91,0±3,6 ^d
3.	A	5,6±0,3	15,2±1,3 ^a	39,8±0,1 ^a	92,2±5,6 ^a
	SDS		9,0±0,9 ^b	3,5±0,7 ^b	17,0±6,8 ^b
	SDS 5× - A 1×		12,6±1,9 ^c	17,0±2,1 ^c	63,3±12,8 ^c
	Classic		7,9±1,1 ^d	3,4±0,2 ^b	50,0±0,0 ^d
	Classic 5× - A 1×		11,0±1,7 ^e	9,9±0,9 ^d	75,9±13,3 ^e
4.	A	6,3±0,7	18,0±2,3 ^a	68,9±3,6 ^a	98,9±1,6 ^a
	SDS 5× - A 1×		13,0±2,5 ^b	23,5±2,4 ^b	81,9±10,5 ^b
	SDS 4× - A 2×		13,7±2,1 ^c	29,4±2,6 ^c	88,9±6,9 ^c
	Classic 5× - A 1×		11,5±2,9 ^d	15,3±2 ^d	78,0±10,1 ^b
	Classic 4× - A 2×		12,1±2,2 ^d	18,5±0,7 ^e	94,8±2,8 ^d
5.	A	6,9±0,6	17,5±2,1 ^a	64,5±3,3 ^a	98,3±1,7 ^a
	SDS		9,4±0,9 ^b	5,0±1 ^b	28,1±9,9 ^b
	A ₅ SDS ₁₆		11,3±1,3 ^c	12,5±0,5 ^c	67,8±11,0 ^c
	A ₁₀ SDS ₁₁		13,7±1,8 ^d	23,3±2,6 ^d	94,7±3,8 ^d
	Classic		9,0±1,1 ^b	4,7±0,7 ^b	51,4±3,8 ^e
	A ₅ Classic ₁₆		10,6±1,3 ^e	9,7±1 ^e	68,3±4,2 ^c
	A ₁₀ Classic ₁₁		12,7±1,7 ^f	16,9±0,3 ^f	89,4±5,7 ^f



9. ábra: Az összesített elhullási százalék kezelésként (etetési csoportonként) a 21 napos kísérletekben (K3-K5)



10. ábra: A teljes testhosszak eloszlása kezelésenként (etetési módszerenként) a 21 napos kísérletekben (K3-K5)

4.3. Intenzív ivadéknevelési kísérletek

4.3.1. Előkísérlet

A 8 hetes kísérlet során 8,9 % volt az elhullás mértéke, azonban ennek körülbelül 80 %-a a testtömeg 6 és 8 %-ában takarmányozott, túletetett csoportoknál volt megfigyelhető. A megfigyelt magasabb elhullást és szétnövést a bomló takarmány következtében a túletetett kádakban fellépő vízminőségromlással magyaráztuk. A kísérlet utolsó hetéig a 2 és 4%-kal takarmányozott csoportokban nem volt takarmány pazarlás. A nagyobb napi takarmányadagot fogyasztó csoportok pazaroltak, míg a napi 2%-kal etetett csoportok, az aluletetés miatt nem tudták a maximális növekedési erélyüket elérni. A testtömeg 2 %-ában takarmányozott csoport statisztikailag igazolható mértékben ($P < 0,05$) gyengébben növekedett a többi csoporthoz viszonyítva, viszont itt volt a legjobb a bruttó takarmányértékesítés (FCR). A legmagasabb befejező testhossz, és befejező testtömeg statisztikailag kimutathatóan a testtömeg 4 %-ában takarmányozott csoportban volt. Ebben a csoportban az FCR értéke még mindig igen kedvező volt (1,35 g/g), azonban a 6 és 8 %-os csoportokban statisztikailag igazolhatóan magasabb ($P < 0,05$) értékeket kaptunk a túletetés következtében. A kondíció faktor a kiindulási értékhez képest minden csoportban növekedett, a csoportok között azonban csak a 2 %-os etetésnél volt statisztikailag igazolhatóan kisebb ($P < 0,05$) a többihez viszonyítva (15. táblázat).

15. táblázat: Különböző takarmány adagok hatása a növekedésre

A különböző betűjelek a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbségeket jelölik ($P < 0,05$; one-way ANOVA, Tukey Post Hoc Test)

	2 %	4 %	6 %	8 %
Kiinduló testhossz (mm)	13,6±0,8	13,2 ± 0,6	13,4 ± 0,6	13,4 ± 0,8
Befejező testhossz (mm)	17,2±1,3 a	20,1 ± 2,1 b	17,9 ± 2,9 c	18,4 ± 2,9 c
Kiinduló testtömeg (g)	0,05±0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Befejező testtömeg (g)	0,13±0,04 a	0,23±0,07 b	0,17 ± 0,1 c	0,19 ± 0,1 c
Kiinduló kondíció faktor	2,2±0,3	2,2 ± 0,3	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4
Befejező kondíció faktor	2,54±0,52 a	2,79±0,28 b	2,72±0,47 b	2,73±0,37 b
SGR újrászámolva (%/nap)	1,66±0,51	2,30 ± 0,91	1,93 ± 0,99	2,10 ± 0,96
Bruttó FCR (g/g)	1,26±0,17 a	1,35 ± 0,02 b	4,05 ± 0,53 c	5,11 ± 0,98 d

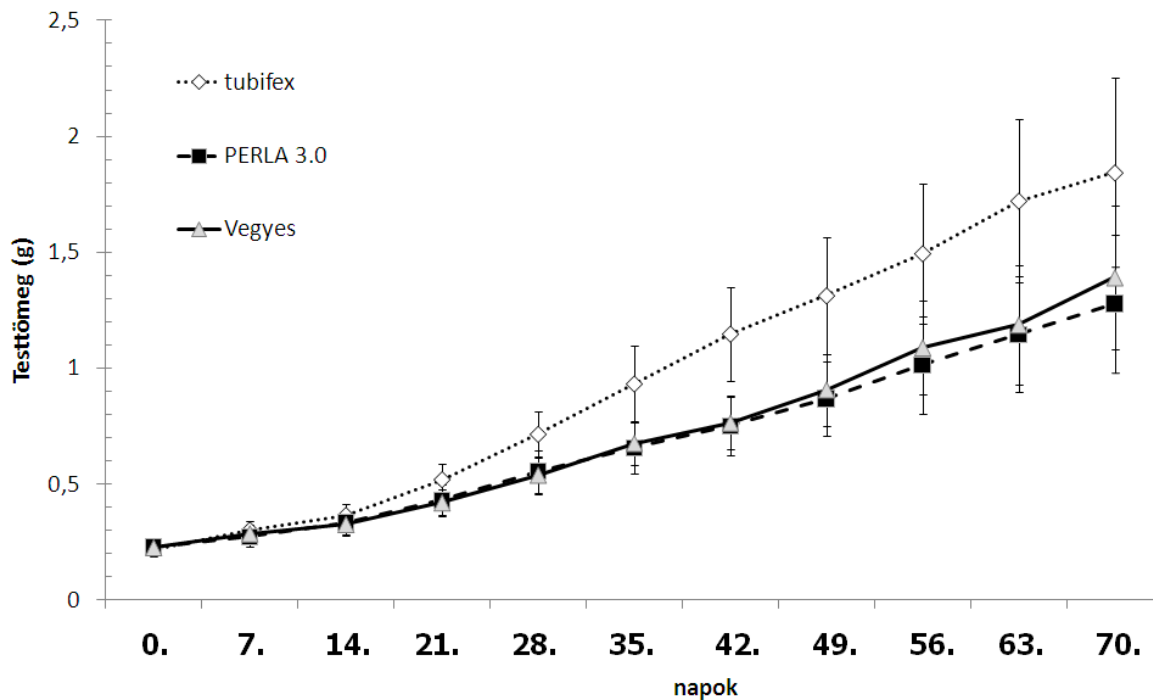
4.3.2. Az 1. kísérlet

A 70 napos kísérlet során elhullást nem tapasztaltunk. A legfontosabb vizsgált paraméterek alakulását a 16. táblázat tartalmazza. Az elért testhossz, a befejező testtömeg, az SGR és a napi testhossznövekedés szempontjából a *tubifex*-el etetett csoport statisztikailag igazolható módon ($P < 0,05$) jobbnak bizonyult, míg a táppal és vegyesen etetett csoportok között nem volt statisztikailag kimutatható különbség. A befejező kondíció faktor mindhárom kezelés esetén növekedett, azonban sem a kiinduláshoz képest, sem a kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség ($P > 0,05$). Az azonos (88 %-os) szárazanyagra korrigált bruttó takarmányértékesítés az élő *tubifex*-el etetett csoport esetén volt a legjobb. A növekedés ütemét a 11. ábra mutatja be. Jól látható, hogy az élő eleséggel etetett csoport növekedése már a harmadik héten igazolhatóan ($P < 0,05$) jobbnak bizonyult a többi kezeléshez viszonyítva.

16. táblázat: A növekedési és takarmányértékesítési paraméterek alakulása az 1. kísérletben (n=450)

A különböző betűjelek a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbségeket jelölik ($P < 0,05$), ahol nincsenek betűk, ott nem volt igazolható különbség ($P < 0,05$; one-way ANOVA, Tukey Post Hoc Test)

Kezelés	Táp (F1)	Vegyes (F2)	Tubifex (F3)
Kiinduló testhossz (mm)	19,1±0,9	19,1±0,8	19,2±1,1
Befejező testhossz (mm)	33,2±2,4 a	34,3±2,3 a	38±2,7 b
Kiinduló testtömeg (g)	0,23±0,04	0,23±0,03	0,22±0,03
Befejező testtömeg (g)	1,28±0,3 a	1,39±0,31 a	1,84±0,41 b
Kiinduló kondíció faktor	3,30±0,13	3,25±0,04	3,10±0,07
Befejező kondíció faktor	3,45±0,37	3,42±0,37	3,32±0,30
SGR egész idő (% / nap)	2,45±0,07 a	2,59±0,12 a	3,04±0,03 b
Bruttó azonos szárazanyagra korrigált FCR (g/g)	1,54±0,004 a	1,39±0,08 b	0,88±0,03 c
Napi növekedés (mm/nap)	0,20±0,002 a	0,22±0,01 a	0,27±0,002 c



11. ábra: Az egyedi átlagos testtömeg változása kezelésenként az 1. kísérletben

Az egyes etetési csoportokban eltéréseket tapasztaltunk a testi deformációk megjelenésében. A torzulásokat az alábbi csoportok szerint értékeltük:

Fejtorzulás: a fej megrövidült, a homlok meredeken emelkedik, púpos, gyakran a száj is torzult.

Hastorzulás: a has térfogata rendellenesen megnövekedett, gyakran nem ívelt, hanem hullámos lefutású.

Kopoltyútorzulás: a kopoltyúfedő visszapöndörödött, felülete a normálisnál kisebb.

Háttorzulás: a hát görbült, púpos.

Faroktorzulás: a faroknyél megrövidült, görbe, az úszók hullámosak.

Míg az élő eleséggel etetett csoportban nem fordult elő deformáció, addig a táppal és vegyesen etetett csoportokban többféle torzulást is tapasztaltunk (17. táblázat). A legnagyobb százalékban a táppal etetett csoportban torzultak a halak ($23,3 \pm 7,6$ %), és a legtöbbféle deformáció is itt fordult elő. A vegyes takarmányozású csoportban statisztikailag igazolhatóan ($P < 0,05$) kisebb volt a deformációk aránya ($13,3 \pm 5$ %) és csak feji és hasi elváltozásokat tapasztaltunk, ami jól mutatta a heti egyszeri élő eleség etetés pozitív hatását. A hasi torzulások tekintetében nem találtunk statisztikailag igazolható ($P > 0,05$) eltérést a táppal és vegyesen takarmányozott csoportok között.

17. táblázat: Az egyes torzulások százalékos megoszlása kezelésenként

Egy hal több torzulási csoportban is megjelenhet, a különböző betűk a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbséget jelölik ($P < 0,05$; χ^2 , Kruskal-Wallis test)

Torzulások típusa	Táp (%)	Vegyes (%)
Fej	$14,7 \pm 6,4$ a	$6,7 \pm 3,1$ b
Has	10 ± 4 a	$7,3 \pm 5,8$ a
Kopoltyúfedő	2 ± 2	0
Hát	2 ± 2	0
Farok	$1,3 \pm 2,3$	0
Torz egyedek összesen	$23,3 \pm 7,6$ a	$13,3 \pm 5$ b

A teljes testösszetétel vizsgálat eredményeit a 18. táblázat foglalja össze. A legnagyobb szárazanyag és hamu tartalmat az élő eleséggel etetett csoport esetén mértük. A zsírtartalom mind a *tubifex*-el, mind pedig a vegyesen takarmányozott csoportok esetén statisztikailag mérhetően alacsonyabb volt ($P < 0,05$), mint a táppal etetett csoportban, a fehérjetartalomban nem volt statisztikailag kimutatható különbség ($P > 0,05$). Az elzsírosodás szempontjából tehát kedvezőbbnek bizonyult a vegyes takarmányozás és a *tubifex* etetése a táppal szemben.

18. táblázat: A teljes testanalízis eredményei az 1. kísérletben ($n=15$)

A különböző betűk a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbséget jelölik ($P < 0,05$; one-way ANOVA, Tukey Post Hoc Test)

	Táp	Vegyes	Tubifex
Szárazanyag (%)	$25,05 \pm 0,12$ a	$25,36 \pm 0,35$ a	$27,62 \pm 0,33$ b
Nyers hamu (%)	$2,31 \pm 0,03$ a	$2,56 \pm 0,19$ b	$3,49 \pm 0,12$ c
Nyers zsír (%)	$7,78 \pm 0,36$ a	$6,24 \pm 0,48$ b	$6,55 \pm 0,6$ b
Nyers fehérje (%)	$16,35 \pm 0,47$ a	$15,76 \pm 0,56$ b	$16,67 \pm 0,64$ a

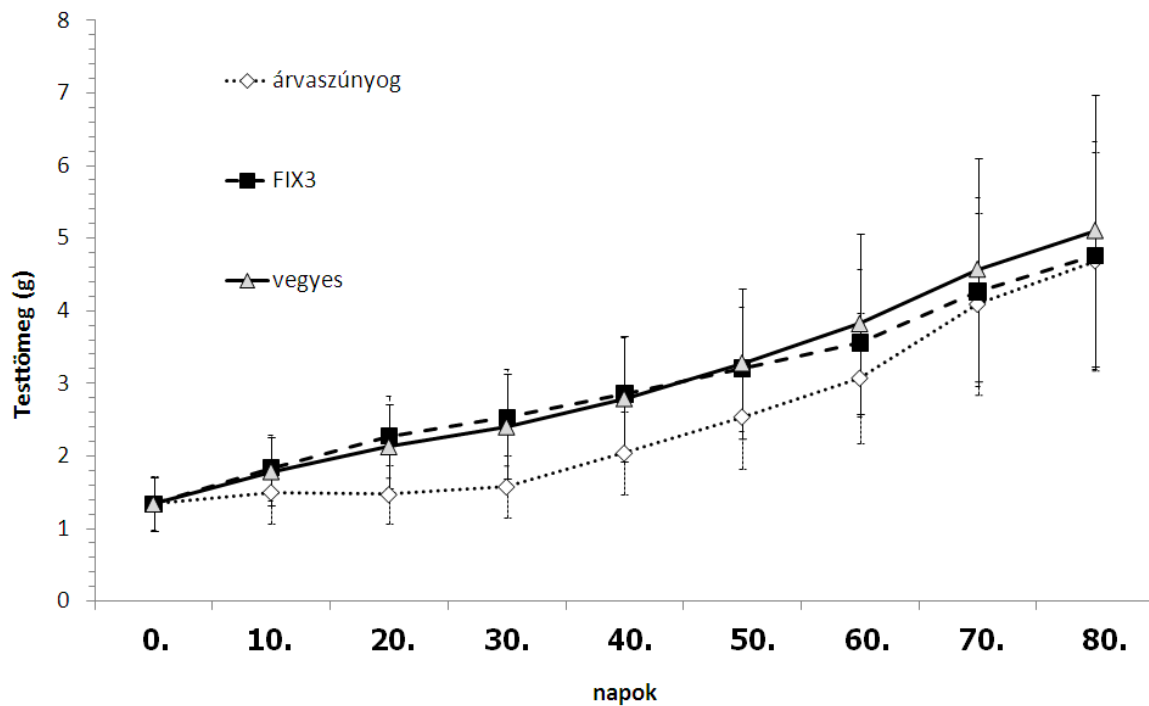
4.3.3. A 2. kísérlet

A vizsgálati ciklus alatt mindössze kilenc egyed (1,9 %) pusztult el. A vizsgálat végén a különböző növekedési paramétereket tekintve (lásd 19. táblázat) statisztikailag igazolható különbségeket ($P < 0,05$) csak a 30. naptól számított SGR értékekben mutattunk ki, ami a szűnyoglárvával etetett csoportnál kedvezőbb volt, mint a csak táppal, vagy vegyesen etetetteknél. A vizsgálat végén a kondíciófaktor a kiindulási értékekhez képest minden kezelés esetében növekedett, a kezelések között nem volt azonban statisztikailag kimutatható különbség ($P > 0,05$). Az azonos szárazanyagra korrigált takarmányértékesítés a szűnyoglárvával etetett csoport esetén statisztikailag mérhetően nagyobb ($P < 0,05$) emésztési hatékonyságot mutatott, mint a másik két csoportban.

A vizsgálat első hónapjában (1.-3. ciklus) a szűnyoglárvát nem etettük *ad libitum* mennyiségben. A 12. ábrán jól látszik, hogy az átlagos egyedi testtömeg, illetve a teljes akvárium biomassza tekintetében a szűnyoglárvával etetett csoport statisztikailag igazolhatóan jelentősen elmarad a 3. méréskor a másik két csoporttól ($P < 0,01$). Ezt követően a takarmányozás intenzitása ennél a csoportnál is elérte az *ad libitum* szintet (27 %) és jól láthatóan az addig stagnáló testtömeg adatok helyett tényleges tömeggyarapodást realizálhattunk. A természetes táplálék jelentőségét mutatja, hogy a megfelelő mennyiség adagolása mellett a 8. mérés időpontjára (70. nap) a statisztikailag igazolható eltérés az átlagtömegek között eltűnt ($P = 0,072$), úgy hogy a másik két csoport testtömeg adatai gyakorlatilag folyamatosan emelkedtek.

19. táblázat: A növekedési és takarmányértékesítési paraméterek alakulása a 2. kísérletben ($n=480$)
A különböző betűk a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbséget jelölik ($P < 0,05$; one-way ANOVA, Tukey Post Hoc Test)

Kezelés	Táp (F4)	Vegyes (F5)	Szűnyoglárva (F6)
Kiinduló testhossz (mm)	35,2 ± 3,2	35,3 ± 3,1	35,1 ± 2,4
Befejező testhossz (mm)	50,7 ± 5,1 ^a	52,2 ± 6,0 ^a	52,6 ± 5,9 ^a
Kiinduló testtömeg (g)	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4
Befejező testtömeg (g)	4,8 ± 1,6 ^a	5,1 ± 1,9 ^a	4,7 ± 1,5 ^a
Kiinduló kondíció faktor	3,01 ± 0,21	2,99 ± 0,24	3,03 ± 0,22
Befejező kondíció faktor	3,53 ± 0,33 ^a	3,45 ± 0,25 ^a	3,12 ± 0,25 ^a
SGR egész idő (% / nap)	1,58 ± 0,06 ^a	1,67 ± 0,1 ^a	1,56 ± 0,09 ^a
SGR 30. - 80. nap között (%/nap)	1,26 ± 0,12 ^a	1,5 ± 0,17 ^a	2,17 ± 0,12 ^b
Napi növ. egész idő (mm/nap)	0,19 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,02 ^a
Bruttó azonos szárazanyagra korrigált FCR (g/g)	2,13 ± 0,19 ^a	1,97 ± 0,23 ^a	1,63 ± 0,16 ^b



12. ábra: Az egyedi átlagos testtömeg változása kezelésként a 2. kísérletben

Az 20. táblázatban a teljes testösszetétel alakulását mutatjuk be kezelésként a kísérlet végén. Statisztikailag igazolható különbséget a csoportok között száraz anyag-, víz- és fehérje vonatkozásában nem tudtunk kimutatni ($P > 0,05$). A táp és vegyes takarmányozású csoportok nyers zsírtartalma magasabb, míg a nyers hamu tartalma alacsonyabb volt statisztikailag kimutatható mértékben a szúnyoglárvaival etetett csoporthoz viszonyítva ($P < 0,05$), ami egyértelműen az elzsírosodást mutatta. Testi deformációk megjelenését azonban – szemben az első kísérlettel – egyik csoportban sem tapasztaltuk.

20. táblázat: A teljes testanalízis eredményei a 2. kísérletben ($n=15$)

A különböző betűk a sorokon belüli statisztikailag igazolható különbséget jelölik ($P < 0,05$; one-way ANOVA, Tukey Post Hoc Test)

	Táp	Vegyes	Szúnyoglárva
Szárazanyag (%)	27,56±0,85	28,35±0,61	27,63±0,61
Nyers hamu (%)	2,62±0,17 ^b	2,77±0,16 ^b	4,15±0,53 ^a
Nyers zsír (%)	8,11±0,61 ^b	8,32±0,52 ^b	5,02±0,45 ^a
Nyers fehérje (%)	15,47±0,2	15,27±0,8	15,63±0,25

4.4. Tógazdasági kísérletek

4.4.1. Az első kísérlet

A lehalászaskor mért adatokat a 21. táblázat, az egyes tavak vízkémiai paramétereit pedig a 22. táblázat tartalmazza. A széles kárász megmaradása monokultúrában $21,15 \pm 6,86$ %, míg bikultúrában $47,07 \pm 16,86$ % volt. A compó megmaradása ennél statisztikailag igazolhatóan (t-próba, $p < 0,05$) magasabb, $69,33 \pm 16,76$ % volt. A jobb megmaradások minden esetben magasabb átlagtömeget is jelentettek. A széles kárász fajlagos növekedési sebessége (SGR) monokultúrában kisebb volt ($3,31 \pm 0,5$ %/nap), mint bikultúrában ($4,32 \pm 0,37$ %/nap). A compó és a széles kárász növekedési üteme viszont közel hasonló volt az együttnevelés során (kárász: $4,32 \pm 0,37$ %/nap; compó: $4,26 \pm 0,5$ %/nap; $P > 0,05$). A vizsgálatok alapján igen kevés (< 1 ml/100 l) volt a plankton a tavakban, ami a kaszálás ellenére is gyorsan fejlődő hínár vegetációval volt magyarázható. A haltermés 2,1 és $4,7$ kg/100m² között változott, ugyanakkor ennek jelentős részét – a gondos tóelőkészítés ellenére is – szinte minden esetben nagymennyiségű szeméthal is alkotta. Razbóra (*Pseudorasbora parva*) mind az öt tóban volt és szaporodott is, míg ezüstkárász (*Carassius gibelio*) nagyobb mennyiségben a monokultúras tavakban fordult elő, és megtaláltuk ezekben a tavakban az ivadékát is.

21. táblázat: A lehalászaskor mért adatok

* az értékelésben a bekerült gyomhalak mennyiségét is beszámoltuk

	Tavak	II.	V.	I.	III.	IV.
	Kezelés	„Monokultúra”		„Bikultúra”		
Széles kárász	Σ db	163	260	283	285	138
	Σ g	118,55	343,15	847,5	729,7	237,4
	(átlag±szórás)	(0,7±0,2)	(1,3±0,6)	(3±1)	(2,6±0,5)	(1,7±0,5)
	Megmaradás (%)	16,3	26	56,6	57	27,6
	Biomassza arány db (%)*	19,2	25,6	36,8	17	11,5
	Biomassza arány g (%)*	2,5	13,9	31,5	22,3	22,5
	Kárász-compó db arány			1:1,4	1:1,4	1:1,8
	Kárász-compó g arány			1:1,8	1:2,2	1:3
Compó	Σ db			391	399	250
	Σ g			1511,4	1607,6	700,34
	(átlag±szórás)			(3,9±2,7)	(4±2,4)	(2,8±1,5)
	Megmaradás (%)			78,2	79,8	50
	Biomassza arány db (%)*			50,8	31,3	33,8
	Biomassza arány g (%)*			56,2	37,4	40,8

22. táblázat: Az egyes tavak vízkémiai paramétereit

Kezelés	Tavak	pH	Nitrit (mg/l)	Nitrát (mg/l)	Ammónium (mg/l)	Ammónia (mg/l)
monokultúra	II.	8,04±0,62	0,02±0,005	0,95±0,32	0,85±0,67	0,08±0,14
	V.	8,86±0,66	0,03±0,012	0,89±0,30	1,26±0,61	0,24±0,16
bikultúra	I.	7,42±0,27	0,02±0,006	0,84±0,32	1,17±0,47	0,01±0,003
	III.	8,51±0,55	0,03±0,009	1,05±0,47	1,26±0,78	0,17±0,12
	IV.	8,40±0,67	0,03±0,009	0,75±0,52	1,24±0,74	0,26±0,30

A kapott eredmények tükrözik a vízminőségi paraméterek alakulását is, azonban leginkább a bekerült gyomhalak mennyiségétől függött az eredmények alakulása (a töltések és a mütárgyak

minősége sajnos már nem minden esetben volt megfelelő). A széles kárász megmaradása és növekedése is a monokultúrás tavakban volt a leggyengébb, azonban ezekben a tavakban volt a legnagyobb a gyomhalak mennyisége is (2217-4556 g/100m²). Bikultúrában kevesebb szeméthalat találtunk (329,4-1962,9 g/100m²), így a megmaradási és a növekedési adatok is kedvezőbben alakultak. Ennek ellenére jól látszik, hogy a gyomhalak mennyiségén túl, azok faji összetétele sem közömbös a termelés szempontjából. A razbóra és annak ivadéka minden tóban közönséges volt (213-836 g/100m²), azonban ebben a mennyiségben nem volt kiemelkedő hatással a termelésre. Legnagyobb tömegben az egyik legjobb produkciójú tóban (III. tó) fordult elő, ahol a compó és a széles kárász megmaradása és növekedése is kedvezően alakult. Ugyanezt az ezüstkárásról nem lehet elmondani, hiszen ahonnan a legnagyobb mennyiségben (3453 g/100m²) került elő a lehalászásakor, ott a széles kárász megmaradása és növekedése is a leggyengébbnek mutatkozott. Ezek pont a monokultúrás kihelyezésű (II. és V.) tavak voltak, ahol jelentős mennyiségű vad ívásból származó ezüstkárász ivadék is volt (II. tóból: 197 db, V. tóból: 458 db), míg bikultúra esetén (I., III., IV. tó) egyetlen ezüstkárász ivadékot sem találtunk.

4.4.2. A második kísérlet

Az első kísérletben fellépő gyomhal konkurencia elkerülése érdekében a második kísérletben ketreces nevelést végeztünk. A 23. táblázat a kísérletben kapott legfontosabb eredményeket összegzi, a 24. táblázatban láthatjuk a kísérletben mért fontosabb vízkémiai paramétereket. A széles kárász megmaradása monokultúrában átlagosan $30,55 \pm 12,37\%$, a bikultúrában $28,17 \pm 5,53\%$ volt. A compó megmaradása statisztikailag igazolhatóan (t-próba, $p < 0,05$) magasabb $53,83 \pm 2,84\%$ volt. A széles kárász a legnagyobb átlagtömeget a III. bikultúrás ($0,79 \pm 0,46$ g), a legalacsonyabbat az I. monokultúrás ketrecben érte el ($0,56 \pm 0,32$ g). A haltermés ketrecenként (0,6 m³) 49,54 – 119,26 g között változott.

23. táblázat: A nevelési eredmények összesített táblázata

Ketrecek		I.	II.	III.	IV.	V.
		„Monokultúra”			„Bikultúra”	
Széles kárász	Σ db	87	157	68	55	46
	Σ g	49	103,9	53,9	36,1	29,9
	(átlag±szórás)	0,56±0,32	0,66±0,34	0,79±0,46	0,66±0,32	0,65±0,34
	Megmaradás (%)	21,8	39,3	34	27,5	23
	Biomassza arány db (%)	97,8	91,3	36,2	31,8	29,5
	Biomassza arány g (%)	98,9	95,1	45,2	38,9	37,2
	Kárász-compó db arány			1:1,6	1:2,1	1:2,2
	Kárász-compó g arány			1:1,14	1:1,51	1:1,61
Compó	Σ db			106	114	103
	Σ g			61,31	54,41	48,18
	(átlag)			0,58±0,25	0,48±0,16	0,47±0,19
	Megmaradás (%)			53	57	51,5
	Biomassza arány db (%)			56,4	65,9	66
	Biomassza arány g (%)			51,4	58,6	60

24. táblázat: Vízkémiai értékek a kísérlet folyamán

Hőm. (°C)	pH	Nitrit (mg/l)	Nitrát (mg/l)	Ammónium (mg/l)	Ammónia (mg/l)	Zavarosság (NTU)
25,6±1,96	8,56±0,04	0,028±0,005	0,85±0,48	0,85±0,17	0,11±0,014	16,83±5,15

A plankton mennyisége alacsony volt az egész kísérlet során (<1 ml/100 l). Kiugró planktonmennyiség egy alkalommal sem volt a ketrecekben, ami a nyár végi időszakokkal magyarázható. A kevés természetes táplálék miatt a compó ivadék 12,7 %-án, a széles kárász ivadéknak pedig 0,48 %-án figyeltünk meg testdeformációkat.

A compó fajlagos növekedési sebessége ($5,5 \pm 0,78$ %/nap) a kísérlet alatt meghaladta a széles kárászt ($4,51 \pm 1,1$ %/nap). Monokultúrába $4,41 \pm 1,09$ %, míg bikultúrában $4,65 \pm 1,1$ %, azaz közel azonos volt a széles kárász növekedési üteme.

Az SGR főlény mértéke a compó esetében kisebb részben az alacsonyabb kiindulási testtömegeből, nagyobb részben viszont a faj potenciálisan jobb növekedőképességéből adódik.

A kísérletekben a széles kárász gyengébb megmaradása a nagy sűrűség és kevés természetes táplálék miatt fellépő fertőzésekkel és parazitákkal magyarázható. A halak egy része valószínűleg baktériumos fertőzésben pusztult el, ami a sűrű telepítés miatt könnyen terjedt. Megjelenésekor először külső parazitára gyanakodtunk, próbálkoztunk sózással és formalinos fertőtlenítéssel védekezni, majd elkezdtünk antibiotikumot adagolni a táp mellé (a napi adag 3 %-ban). A napi takarmány mennyiségét az elhullásnak megfelelően korrigáltuk. Augusztus végén, néhány halon *lerneosis*-t vettünk észre. A lehalászott kárászok 4,84 %-a fertőzött volt, compón mindössze egyetlen példányon találtunk parazitát.

A kísérlet alapján megállapítható, hogy ketreces körülmények között a compónak mind a növekedőképessége, mind pedig az ellenálló képessége jobb volt, mint a széles kárászé, azonban a bikultúra nem hatott negatívan a széles kárász termelési mutatóira. A ketreces tartás miatt viszonylag kevés (1-2 %) szeméthal került a rendszerbe a szivattyún keresztül, így valóban a két faj közötti táplálékkonkurenciát, a bi- és monokultúra közötti különbségeket tudtuk vizsgálni.

4.5. Telepítések és haljelölések

A Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén végzett szaporítási és nevelési kísérletekből származó ivadékok nagy részét természetes vizekbe telepítettük ki, illetve az állomány egy részét tovább neveltük anyahalnak. Az elmúlt 6 évben több mint 120 ezer ivadékot telepítettünk különböző vizekbe, a telepítéseket évenkénti és telepítési hely szerinti bontásban a 25. táblázat mutatja be.

2009-ben a szadai 1. számú Illés-tóba telepített 50 db egy nyaras hal (átlagos standard testhossz: 55 mm, átlagos testtömeg: 5,3 g) a következő év tavaszán sikeresen leírvott. 2010-ben a szeptemberi mintavétel során a visszafogott anyák standard testhossza 80-90 mm között változott, és fogtunk egy egynyaras ivadékot (standard testhossz 26,5 mm) is. A következő év tavaszán, 2011-ben még ívási idő előtt több egynyaras hal is előkerült, és később 2012-ben is bizonyítani lehetett a széles kárász sikeres ívását a visszafogások alapján.

25. táblázat: A saját szaporításból és nevelésből származó ivadék telepítésének összefoglaló adatai
n.a. = nincs adat

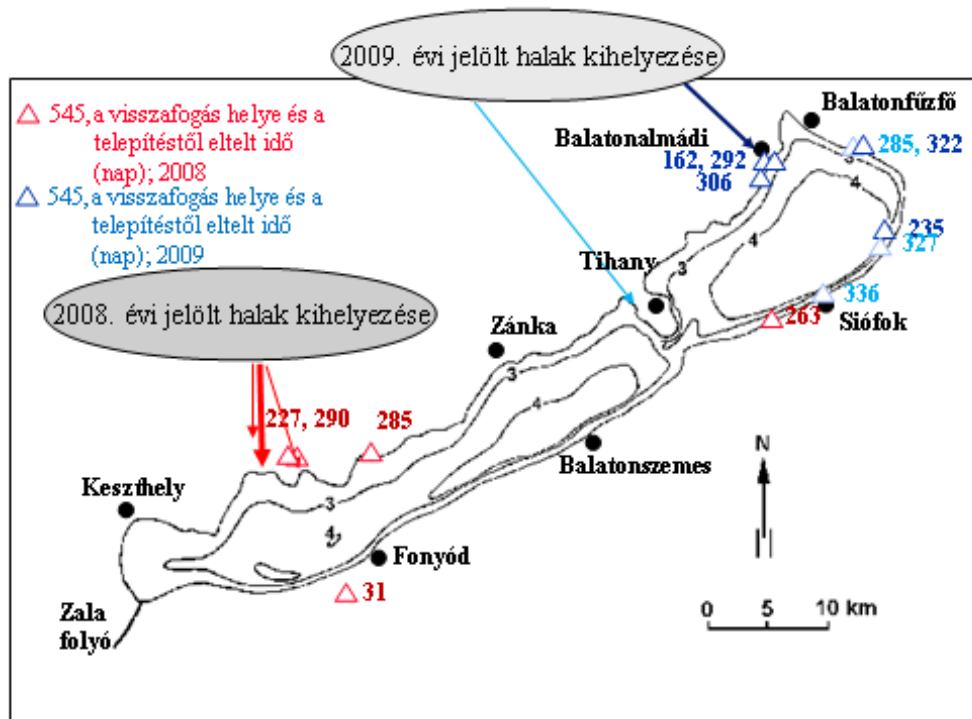
Telepítési hely	Életkor	Átlag-tömeg (g)	Egyed-szám	A szaporított anyák származási helye	Év
Szarvas, Iskolaföldi tavak	3 nap	n.a.	100 000	Pötréte	2007
Siófok-Törek	6 hónap	8	1 850	Pötréte	
Bátonyterenye-Maconka	4 hónap	0,6	1 100	Pötréte	
Isaszeg	6 hónap	1,1	210	Pötréte	
Kaposvár	egy nyaras	1,3	600	Pötréte	
Jákotpuszta	egy nyaras	1,3	110	Pötréte	
Rétimajor	2 hónapos	0,05	6 000	Pötréte	2008
Rákospalota – égeres tó	6 hónapos	1	900	Pötréte és Vörösmocsár	
Budapest (állatkert)	6 hónapos	3	50	Pötréte	
Százhalombatta	2 hónapos	0,05	3 500	Vörösmocsár	
Tiszasüly – Tamáshát	7 napos	n.a.	3 000	Litéri anya	
Rákospalota – égeres tó	1 hónapos	0,05	1 500	Rákospalota	2009
Tápiószecső	1 hónapos	0,06	3 500	Litéri anya	
Szada, 1. sz. Illés-tó	egy nyaras	5,3	50	Rákospalota, Litér	
Fertő-Hanság Nemzeti Park	egy nyaras	2	450	Rákospalota, Litér	
Budapest	8 hónapos	2	50	Litér	2010
Szada	előnevelt	0,5	400	saját nevelésből	2012
Szarvas	előnevelt	0,5	550	saját nevelésből	
Csongrád	egy nyaras	8	150	saját nevelésből	
Isaszeg	egy nyaras	8	150	saját nevelésből	
Rajka	egy nyaras	8	150	saját nevelésből	

2008 és 2009 között az MTA ÖK BLKI-vel, és a Balatoni Halászati Zrt.-vel együttműködve összesen 800 kétnyaras széles kárászt jelöltünk meg egyedileg és helyeztünk ki a tó különböző területein (26. táblázat, 13. ábra). A kihelyezett halak kivétel nélkül LÉVAI PÉTER neveléséből származtak. A közölt eredmények a 2012. január 15-ig beérkezett adatokon alapulnak, a visszaküldött jelek elsősorban horgászfogásból származtak.

26. táblázat: A balatoni haljelölések legfontosabb adatai

n.a. = nincs adat

Ideje	Kihelyezés		Visszafogás				
	helye	Egyed- szám (db)	Tömeg átl. (min.- max.) (g)	eltelt idő (nap)	egyed- szám (db)	vissza- fogási arány (%)	visszafogási tömeg átl. (min.- max.) (g)
2008. 11.04.	Egervíz, 71-es út alatt	100	174,1 (145-197)	31-290	3	3	275 (200-350)
2008. 11.04.	Lesence patak 71-es út felett	100	174,2 (150-195)	263-285	2	2	250
2008. 11.04.	Balaton, Balatonederics	300	170,9 (142-199)	n.a.	0	0	n.a.
2009. 10.19.	Balaton, Sajkod	100	173,8 (150-190)	285-336	3	3	376,6 (210-600)
2009. 11.03.	Balaton, Balatonalmádi	200	171,1 (145-200)	162-322	6	3	274 (180-400)



13. ábra: A jelölt széles kárászok telepítésének és visszafogásainak térképe

A jelölt halaknak mindössze 2 %-át sikerült csak visszafogni az elmúlt 4 év alatt, ugyanakkor a visszafogott halak átlagtömege minden esetben növekedett, mutatva, hogy a halak megfelelő élőhelyet találtak a Balatonban. A visszafogások alapján a halak az esetek többségében helyben maradtak, illetve nem vándoroltak messzire el a kihelyezés helyétől.

4.6. Új tudományos eredmények

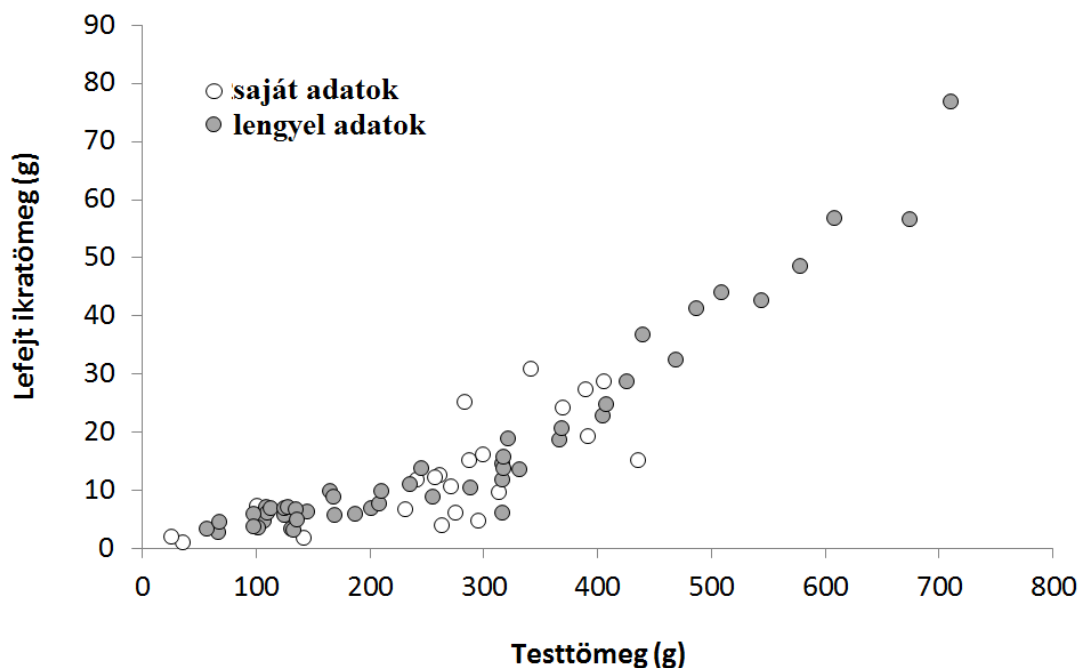
1. Meghatároztam a széles kárász ikra inkubációjának hőmérsékleti optimumát.
2. Meghatároztam a széles kárász lárva táprászkoltásának optimális idejét és kidolgoztam egy az intenzív ivadéknevelés során eredményesen alkalmazható takarmányozási programot.
3. Igazoltam, hogy a széles kárász – compó bikultúra tavi és ketreces ivadéknevelés esetén is hatékony, a compó jelenléte nincs negatív hatással a széles kárász termelésére.
4. Kimutattam, hogy a széles kárász már egynyaras korban is biztonsággal telepíthető természetes vizekbe. A halak a telepítés helyéről nem vándorolnak el, de visszafogásuk horgászmódszerekkel nem hatékony.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. A széles kárász szaporításával összefüggő paraméterek vizsgálata

5.1.1. A szaporított anyahalak szaporodásbiológiai mutatói

A szaporítások során felhasznált ikrásoktól fejt ikra tömege az anyahalak testtömegével arányosan növekedett. Az adatok egy hatványgörbére illeszkednek, ami közepesen erős összefüggést mutat (lásd 6. ábra; $R^2 = 0,80$). Az eredmények összhangban vannak a korábbi vizsgálatokkal. SHAFI (2012) közép erős összefüggést ($R^2 = 0,7-0,8$) talált a széles kárász testtömege és az abszolút fekunditás, illetve az ovárium tömege között, míg HOLOPAINEN és PITKÄNEN (1985) szintén hasonló erősségű összefüggést mutatott ki a teljes testhossz és az abszolút fekunditás között. PIHU (1961) és HOLOPAINEN et al. (1997) vizsgálatai alapján az ikráátmérő, az abszolút és a relatív fekunditás is növekszik a testmérettel. TARKAN et al. (2009) szintén kimutatta, hogy az abszolút fekunditás és az ikráátmérő az egyre idősebb korosztályokban növekszik. A 14. ábra a mesterséges szaporítások során lefejt ikramennyiséget mutatja be az anyahalak testtömegének függvényében, az összefüggés egy exponenciális függvénnyel írható le, melyben a kapcsolat közepesen erős ($y = 2,5661e^{0,0052x}$, $R^2 = 0,81$).



14. ábra: Az ikrások testtömege és a belőlük fejt ikratömeg kapcsolata

A lengyel adatokat TARGOŃSKA et al. (2012) munkája, valamint ŽARSKI és KUCHARCZYK saját adatainak feldolgozásából nyertük.

GYÖRE (1995) és PINTÉR (2002) szerint az anyahalankénti ikraszám 100-300 ezer között változik. Ezzel szemben MÜLLER et al. (2007) egyedenként átlagosan 24 ezer ikraszemet tudtak fejteni a 10-23 cm-es ikrásoktól, amely érték egybeesik több külföldi szakirodalmi adattal. TARKAN et al. (2009), valamint SHAFI (2012) a kisebb testméretű (10-20 cm-es) anyahalak esetén 400-18.000 ikraszemet találtak egyedenként.

Az ikra száma tehát elsősorban a testmérettől és a kondíciótól függ, amit a legjobban a relatív fekunditás (db ikra/g anyahal) fejez ki. A vizsgálatok alapján ez az érték 83-231 db/g között változott az egyes természetes vizekben (HOLOPAINEN et al. 1997; TARKAN et al. 2009; SHAFI 2012). HOLOPAINEN et al. (1997) megfigyelték, hogy ritka állományokban, ahol a széles kárász

mellett ragadozó és más halfajok is voltak, a nagyobb átlagos testméret mellett a relatív fekunditás is magasabb volt (129 db/g). Ahol monokultúrában, nagy sűrűségben fordult elő a faj, a kisebb testméret és gyengébb kondíció mellett a relatív fekunditás értéke is alacsonyabb lett (83 db/g).

Mesterséges szaporítás során a parciális ovuláció miatt az ikramennyiségnek csak egy részét lehet lefejni. TARGOŃSKA et al. (2012) az indukált szaporítási kísérleteik során 86-170 db ikrát fejtek le az ikrásoktól testtömeg grammonként. A saját szaporításainkból származó PGSI és ikraszám adatok alapján (1008 db ikra/g ikratétel) ez az érték $48,6 \pm 23,4$ /12-91/ volt, ami jóval alacsonyabb, mint amit a lengyel kutatók mutattak ki. A grammonkénti ikramennyiség MÜLLER et al. (2007) vizsgálatai alapján hasonló volt (1100 db/g), mint amit mi is tapasztaltunk, a különbség valószínűleg az anyahalak eltérő kondíciójából adódik.

A különböző halfajok eltérő GSI-je részben az ikrafejlődés és ívás időbeni mintázatát mutatja (WOOTTON 1990). Míg az egyszer ívók GSI-je általában az ívás előtt magas (akár 30 %), addig a többször ívóknak általában alacsonyabb a GSI-je (BYE 1984, WOOTTON 1990). Vizsgálataink alapján a széles kárász ikrások esetében mind a GSI ($9,4 \pm 3,3$ %), mind a PGSI ($4,8 \pm 2,3$ %) értékek elég nagy szórást mutattak. Mivel a faj egy éven belül általában többször is ívik, ezért feltételezhetjük, hogy a hormonális indukció után is csak részlegesen ovulál. MÜLLER et al. (2007) hasonló átlagos PGSI értéket (5,4 %) kapott az indukált szaporítások során, mely az egyes ikrások esetén szintén erősen változó volt (2,2-9 %).

A GSI nagysága hasonló a szakirodalom szerint is, értéke azonban a környezeti feltételek függvényében változó lehet. HOLOPAINEN et al. (1997) vizsgálatai alapján ritka népségű populációban $11,8 \pm 6,7$ %, míg sűrű népség esetén $6,7 \pm 2,1$ % volt a GSI, később AHO és HOLOPAINEN (2000) is ehhez hasonló eredményeket kaptak. Más populációk esetén ennél alacsonyabb értéket is megfigyeltek már, az ikrásoknál 2,8-3,7 %-os, míg a tejesekek esetén 1,7 %-os GSI-t tapasztalt HOLOPAINEN és PITKÄNEN (1985), míg a legmagasabb értékeket SHAFI (2012) írja le egy Törökországba betelepített állomány esetén (ikrások: 12,99 %; hímek: 12,65 %). Saját vizsgálataink alapján a hímek GSI-je $3 \pm 0,9$ % volt, ami sokkal inkább HOLOPAINEN és PITKÄNEN (1985) vizsgálataihoz hasonló. A vizsgálatok alapján a GSI értéke minden esetben az első ívás előtt volt a legmagasabb, majd jelentősen lecsökkent és nem növekedett meg a későbbi ívás előtt sem (AHO és HOLOPAINEN 2000; SHAFI 2012).

Az ezüstkárász esetén a GSI értéke magasabb, 20 % körüli, és az is lehetséges, hogy ezt az értéket egy szaporodási időszakon belül kétszer is eléri (HÜSEYIN 2008; BALIK et al. 2004). Saját megfigyeléseim alapján kedvező tógazdasági körülmények között az ezüstkárász PGSI értéke elérheti, még a szaporodási időszak végén is a 20 %-ot. Ezek alapján is jól látható, hogy az ezüstkárász szaporodási stratégiája jóval hatékonyabb a számára kedvező élőhelyeken, mint a széles kárászé.

A széles kárász anyáktól lefejhető ikramennyiség tehát nagymértékben függ a környezeti feltételektől. Természetes vízi állományok esetén a tájidegen fajok visszaszorításával, illetve a túlszaporodott állományok megritkításával, esetleg az élőhely állapotának-tápanyagellátottságának javításával javíthatjuk a szaporodás hatékonyságát és a megmaradást. A mesterséges szaporítások során fontos figyelembe venni, hogy a faj többször is ívik egy szezonnal, így a május eleji (vagy szezonnal előtti) szaporítások után 1-2 hónappal ismét megpróbálhatjuk a halak indukált szaporítását. Tógazdasági nevelés, vagy természetesvízi populációk esetén is érdemes lehet az első ívás után egy hónappal az előnevelt ivadékot ritkítani és továbbnevelni erre alkalmas nevelőtavakban, vagy olyan élőhelyeken ahol ritkább népségben növekedhet tovább az ivadék.

5.1.2. Az ikrakezelések hatása az ikra és a kelő lárva méretére

A száraz ikra átmérője átlagosan 1,2 mm MÜLLER et al. (2007) vizsgálatai alapján. A duzzadt ikra mérete, természetes vizekből gyűjtött adatok alapján 1,37-1,7 mm között változik a szakirodalomban (SCHÄPERCLAUS 1953; LAURILA és HOLOPAINEN 1990; GYÖRE 1995; PINTÉR 2002).

Kísérleteinkben az ikráátmérő ezzel összhangban 1,27-1,70 mm között változott, ugyanakkor a sós-karbamidos és tanninos kezelésen átesett ikrák esetén szignifikánsan nagyobb volt (1,65-1,70 mm), mint a nem kezelt tételek esetén (1,27-1,35 mm; lásd: 11. táblázat).

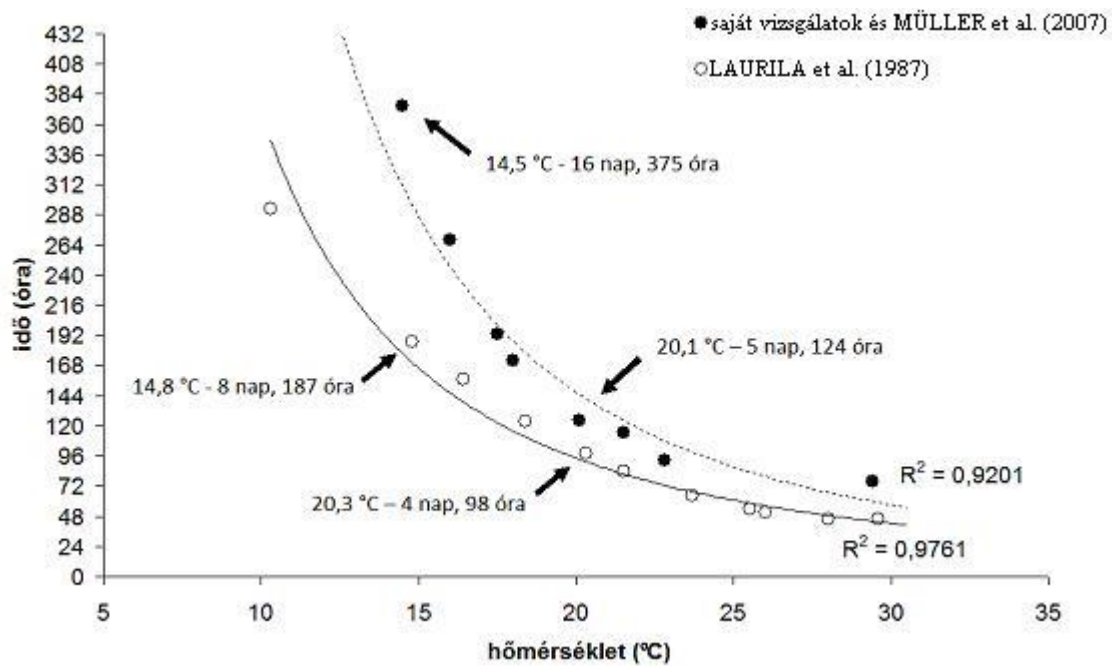
Az ikrakezelés hatására a kelő lárva mérete is változott, mivel a cersav hatására az ikrahéj megkeményedett és így csak később, fejlettebb állapotban kelt ki. Statisztikailag kimutathatóan azonban csak 21,5-25 °C között lehetett kimutatni ezt a hatást, 25 °C felett (valószínű a gyors embrionális fejlődés és kelés miatt) már nem volt kimutatható hatása a kezelésnek. Vizsgálataink alapján a kezelt ikrából kikelt lárvák mérete 4,19-4,83 mm között, míg a nem kezelt ikrából kikelőké 3,66-4,45 mm között változott. A kapott értékek, figyelembe véve a kísérletekhez szaporított anyaghalak kis testméretét is, a szakirodalomban leírt adatokkal összhangban állnak. A hazai és külföldi irodalom alapján a széles kárász lárvojának mérete 3,8-5,5 mm a kelés után. A tanninos kezelés - ami az ikrahéjon belüli embriogenezis hosszát megnyújtotta, az érzékeny nemtáplálkozó lárvaszakaszt lerövidítette - kedvezően hat a széles kárász lárva megmaradására, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy bizonyos esetekben a túlzott tanninozással a kelési százalékot is ronthatjuk. A túlzottan megkeményedő ikrahéjat a kelő lárva már nem tudja átszakítani. A széles kárász ikrahéjának megkeményedése következett be egyes gyógynövénykezelések közben, a növényekből kioldódó cersav hatására is. A legszélsőségesebb esetekben az embriók, bár megfelelő fejlettséget értek el, egyszerűen megfulladtak az ikrában (SOKORAY-VARGA et al. 2010).

5.1.3. A hőmérséklet hatása a kelési időre és a lárva méretére

BONISŁAWSKA és WINNICKI (2002) különféle halfajok esetén (*Salmo trutta*, *Coregonus albula*, *Coregonus lavaretus*, *Esox lucius*, *Gymnocephalus cernuus*, *Scardinius erythrophthalmus*) vizsgálták a hőmérséklet hatását az ikrainkubáció során. A faj számára optimális hőmérsékleten tapasztalták a legmagasabb kelési arányt, a legjobb kondíciót (legmagasabb testtömeg és teljes hossz) és a legkisebb szikzacskót. Az optimumtól való eltérés esetén korábbi kelést és nagyobb szikzacskót figyeltek meg, valamint nagyobb arányban fordultak elő fejlődési rendellenességek, alacsonyabb volt a kelési arány és a mozgási aktivitás.

Kísérleteinkben a hőmérséklet függvényében, 14,5-21,5 °C között 5-19 nap alatt (101-270 napfok) keltek ki a széles kárász lárva, míg a táplálkozásukat a 7.-24. nap (150-358 napfok) kezdték meg. A kapott kelési eredmények összhangban vannak a szakirodalomban fellelhető adatokkal (LAURILA et al. 1987; LAURILA és HOLOPAINEN 1990; MÜLLER et al. 2007). LAURILA és HOLOPAINEN (1990) vizsgálatai alapján 15-28 °C között normális az embrionális fejlődés, míg 5-10 °C között megáll, 30 °C-on pedig kevesebb, mint 1 %-a kelési arány. MÜLLER et al. (2007) vizsgálatai alapján rövid ideig akár 30 °C feletti hőmérsékletet is túlélhet a széles kárász ikrája. A 15. ábra a saját szaporításokból és MÜLLER et al. (2007) szaporításaiból származó kelési adatokat veti össze a hőmérséklet függvényében LAURILA et al. (1987) munkájával. Jól látható, hogy a mesterséges szaporítások során alkalmazott ikrakezelések következtében, minden esetben hosszabb kelési időket tapasztaltunk, mint amit LAURILA et al. (1987) figyelt meg természetes körülmények között.

A keléstől az elúszásig eltelt idő a saját vizsgálataink alapján 62-125 órafok között változott, ami valamivel alacsonyabb, mint amit LAURILA et al. (1987) ír le (20-30 °C között 90-140 napfok). A különbség valószínűleg az ikrakezelések hatásából adódik, mivel a kezelt ikrából kikelő fejlettebb lárva, a természetes körülmények között fejlődőkhöz képest hamarabb elúszik. A nemtáplálkozó lárvaszakasz érzékeny periódusnak számít a halak egyedfejlődésében (BLAXTER 1988). A széles kárász esetében, más fajokhoz viszonyítva, ez az időszak rövid, ami valószínűleg a hosszabb kelési idővel magyarázható. A dévérkeszeg (*Abramis brama*) például ugyan 12-24 órával a kelés után már feltölti az úszóhólyagját, de csak 7-8 nap múlva kezd el táplálkozni (KENNEDY és FITZMAURICE 1968).



15. ábra: A kelés ideje a hőmérséklet függvényében

A szakirodalom nem vizsgálja a hőmérsékletnek a széles kárász lárvájának és elúszó ivadékanak nagyságára gyakorolt hatását. Egyedül LAURILA et al. (1987) említik meg, hogy vizsgálataikban az 5 mm alatti lárvák mind 15 °C körüli hőmérsékleten keltek. TARGOŃSKA et al. (2012) a szaporítási kísérleteik alkalmával azt tapasztalták, hogy ha az anyahalakat 25 °C -on érlelték be, akkor az ikrainkubáció alacsonyabb (21 °C -os) hőmérsékletétől függetlenül a termékenyülés alacsony maradt (30,2 % szempontos állapotban), valamint a kikelt lárvák 4,6 %-a deformációkat szenvedett. A legjobb termékenyülési és kelési eredményeket 21 °C -on kapták.

Saját kísérleteink során 16 °C -on mértük a legnagyobb kelő lárva méretet, míg az elúszó ivadék mérete a 16 és 14,5 °C-on keltetett csoportokban volt a legnagyobb (lásd 8. ábra). Az elúszó ivadék mérete 5,5-6,2 mm között változott, ami a szakirodalmi adatoknál (6,5-7,2 mm) valamivel kisebb (KOBLITSKAYA 1981; LAURILA et al. 1987; LAURILA és HOLOPAINEN 1990). Érdekes az indukált szaporítás során az erősebb elúszó ivadék érdekében alacsonyabb hőmérsékleti tartományban keltetni. Természetes vizekben az első ívások előtt figyelték meg minden esetben a legnagyobb GSI-ket, ami szintén összefügghet azzal, hogy az embriogenezis az alacsonyabb hőmérsékleti tartományban kedvezőbb (AHO és HOLOPAINEN 2000; SHAFI 2012). Ezzel szemben TARGOŃSKA et al. (2012) 17 °C-on érlelve az anyákat azt tapasztalta, hogy a halaknak csak a 10 %-a ovulált az indukciót követően és a termékenyülés is csak 78 % volt. A keltetési kísérleteink előtt az anyák vízhőmérsékletét fokozatosan emeltük 16-17 °C-ra, majd a szaporítás előtt néhány nappal 18-20 °C -ra. Az eredményeink azt mutatták, hogy a különböző hőmérsékleten való keltetés során 14-15 °C, valamint 21-22 °C között voltak a leggyengébbek a kelési eredmények, a torz lárvák aránya viszont egyértelműen megduplázódott 14-15 °C között.

5.2. Intenzív lárwanevelési kísérletek

21 napos lárwanevelési kísérleteink során - ŻARSKI et al. (2011) kísérleteivel összhangban – a kontroll *Artemia* naupliusszal való etetéshez viszonyítva az általunk kipróbált négy kereskedelmi táp sokkal kevésbé volt hatékony. Egyes etetési módszerekkel jó megmaradási értékeket értünk el ugyan, de a növekedés üteme erősen lecsökkent minden olyan kombinációban, amelyik tápot tartalmazott. Az eredmények összhangban vannak a széles kárászon és más halfajokon végzett korábbi kísérletekkel, ahol az *Artemia* naupliusszal etetett lárvák megmaradása – a fajtól és a telepítési sűrűségtől függően – 87,5-99,0 % között változott (WOLNICKI és GÓRNY 1995a, b, c;

KAISER et al. 2003; WOLNICKI et al. 2003; KREISZEFF et al. 2008, 2010; DEMÉNY et al. 2009b; WOLNICKI et al. 2009; MAMCARZ et al. 2011; ŻARSKI et al. 2011). Az RGR₁-ben kifejezett növekedési sebesség 4,53-5,13 %/nap között váltakozott az *Artemia* naupliusszal etetett kontroll csoportokban, ami ŻARSKI et al. (2011) megfigyeléseihez hasonló (5,40-5,85%/nap).

A hétnapos előkísérletek alapján a négy vizsgált táp közül a legjobb növekedési és megmaradási értékeket a magas fehérje és zsírtartalmú SDS 100, valamint az alacsony fehérje és zsírtartalmú Classic C22 tápokkal érték el (lásd: 5. táblázat). A 21 napos kísérleteinkben tehát ezeket a tápokot vizsgáltuk tovább.

A 21 napos kísérletek során a kizárólag táppal etetett széles kárász lárvák érték el a leggyengébb megmaradást és a legalacsonyabb növekedési sebességet. Az eredmények teljes mértékben egybevágóak más kutatók eredményeivel, ami alapján látható, hogy számos pontyféle lárvája érzékeny a kereskedelmi tápokkal való etetésre (WOLNICKI és GÓRNY, 1995a, b, c; KAISER et al. 2003; ŻARSKI et al. 2011). Ha csak tápot adtunk a széles kárász lárváknak, nagyon gyenge lett a növekedés, az átlagos testtömeg a 21 napos kísérletek végén mindössze 7,3-8,8 %-a volt az *Artemia* naupliusszal etetett kontroll csoportokénak. Más típusú tápok vizsgálata esetén (ŻARSKI et al. 2011) szintén gyenge eredményeket kaptak a széles kárász lárvanevelése során. Az eddigi vizsgálatok alapján, a legtöbb pontyféle kizárólag tápon való nevelése alacsony növekedési sebességet eredményez (WOLNICKI és GÓRNY 1995b; WOLNICKI et al. 2009; MAMCARZ et al. 2011).

Több pontyféle esetén is vizsgáltak kombinált etetési eljárásokat, és így a kizárólag táppal való nevelésnél jobb eredményeket értek el. Ezek az eljárások sem voltak azonban olyan hatékonyak, mint az élő táplálék, különösen a növekedési ütem tekintetében nem (ABIYAD és KESTEMONT 1994; KESTEMONT 1995; WOLNICKI és GÓRNY 1995a, b, c; KAISER et al. 2003; KWIATKOWSKI et al. 2008; WOLNICKI et al. 2009; KUJAWA et al. 2010; MAMCARZ et al. 2011).

A tisztán táppal való etetéssel összehasonlítva, mind a megmaradás arányát, mind pedig a növekedés ütemét növelni tudtuk a kombinált etetési eljárásokkal, de a megfigyelt értékek még mindig jóval az *Artemia*-val etetett kontroll csoportoké alatt voltak. A legjobb eredményeket a legtöbb élő eleséget tartalmazó etetési csoportokban kaptuk, tehát a napi kétszeri *Artemia* naupliusz kiegészítéssel, illetve amikor a lárvát az első 10 napban *Artemia* naupliusszal etettük és csak utána kezdtük el a tápetetést. Az alacsony növekedési ütem ugyanakkor jelezte, hogy egyik kombinált etetési eljárás sem tudta kielégíteni a széles kárász lárvák táplálékigényét. A kísérletek alapján és a pontyfélék neveléséhez jelenleg rendelkezésünkre álló tápok minőségét figyelembe véve, valószínűleg a legjobb megoldás az lehet, ha egy hosszabb, 5-15 napos élő eleséggel való etetés után, fokozatosan szoktatjuk rá a halakat a tápra (lásd: WOLNICKI 2005; WOLNICKI et al. 2009; KUJAWA et al. 2010).

Az élő eleséggel kiegészített tápetetéssel a tisztán élő eleséggel történő etetéshez hasonlóan jó megmaradást érhetünk el a széles kárász lárvanevelése során. Ez a módszer tehát használható lehet, ha csak az a fontos, hogy nagy mennyiségben neveljünk fel előnevelt méretű halakat. A lárva kis mérete azonban korlátozza a felhasználhatóságát az extenzív tavi továbbnevelésben, valamint a természetes vagy rehabilitált élőhelyeken, illetve fajvédelmi programokban való telepítése során. Mivel a legtöbb ökológiai folyamat méret függő, a lárva telepítéskori mérete döntő hatású lehet a túlélés szempontjából. A nagyobb egyedek gyorsabban nőnek tovább, előbb áttérhetnek a nagyobb és gyakoribb táplálékra, valamint könnyebben elkerülik a ragadozókat és kevésbé érzékenyek a környezeti hatásokkal szemben (HOUDE 1996; SOGARD 1997). Az intenzív rendszerekben alkalmazott etetési módszereknek tehát nem csak a jó megmaradást, hanem a jó növekedési ütemet is biztosítaniuk kell. Mivel az élő eleség nem előnyös az intenzív nevelés során, jobban meg kell ismernünk a hallárvák tápanyag igényét és ehhez kell igazítsuk a tápok minőségét és beltartalmi értékeit. Szükséges továbbá, a kereskedelmi tápok fejlesztése érdekében, az egyes fajok igényeinek megfelelő tápkiegészítőket is kifejleszteni (RADÜNZ-NETO et al. 1994).

Az eredményeinket összegezve tehát elmondhatjuk, hogy a széles kárász lárvája nem hasznosítja jól a jelenleg elérhető kereskedelmi tápokot, ezért ezek élőeleség kiegészítés nélküli

etetését nem javasoljuk. A kombinált etetési eljárások (táp kiegészítve kisebb részt élőeleséggel) ugyan jó megmaradást eredményezhetnek, mégsem alkalmazhatóak, ha nagy méretű és jó kondíciójú előnevelt ivadéokra van szükség a természetes élőhelyek telepítésére. Javasoljuk kiegyensúlyozott összetételű (faj-)specifikus tápok fejlesztését a széles kárász és más érzékeny pontyfélék lárva-neveléséhez.

5.3. Intenzív ivadéknevelési kísérletek

A 8 hetes előkísérletben a testtömeg 4%-át etetve találtuk meg az optimális takarmányadagot, így ezt alkalmaztuk a későbbi kísérletek során. A nagyobb takarmányadagot (6 és 8 %) az ivadék nem tudta elfogyasztani, a felesleges táp bomlása pedig negatívan hatott a halak növekedésére. Az 1. kísérletben, a 70 napos előnevelés során nem tapasztaltunk pazarlást. A 80 napos egynyaras nevelési kísérlet során a kísérlet 25. napjától (2-2,5 g-os testtömeg), tápfelesleg volt mérhető. A kísérlet végére – a visszamérések alapján – a 4-5 g-os halak már csak a testtömeg 2,5 %-ának megfelelő táp mennyiséget fogyasztották el. A 4 %-os etetési intenzitás ezek alapján a 0,05-2,5 g-os széles kárász ivadék esetén mondható optimálisnak. MYSZKOWSKY et al. (2002) 0,36 g-os kezdősúlyú széles kárász ivadékot neveltek laboratóriumi körülmények között. A kísérlet elején a testtömeg 5,5 %-a, míg a kísérlet végén (4 g körüli testtömeget elérve) a testtömeg 2,5 % volt az elfogyasztott takarmányadag, a takarmányozás szintjét havonta állították be a 120 napos kísérletben. Szintén lengyel kutatók hasonló eredményeket kaptak compó ivadék takarmányozása esetén KAMLER et al. (2006). Egy 70 napos kísérletben vizsgálták a takarmányozási intenzitás hatását. A halak kezdőtömege 0,69 g volt, a befejező testtömeg a táppal etetett halaknál 4 g körül, míg a fagyasztott szúnyoglárvával etetettekénél 4-8 g között alakult. A táp esetén a testtömeg 2,7 %-ának megfelelő takarmányozás esetén érték el túletetést. Eredményeik alapján a 130-200 napos compó ivadék esetén – szárazanyagra vonatkoztatva – tápból maximum a halbiomassza 2,5 %-át, fagyasztott szúnyoglárvából pedig maximum a halbiomassza 3,5 %-át javasolták. Fagyasztott szúnyoglárvára 27 %-os *ad libitum* etetése esetén az egynyaras széles kárásznál hasonló 3,27 %-os, míg az előnevelési kísérletben a magasabb víztartalmú *tubifex* 28 %-os *ad libitum* etetése esetén 2,24 %-os értéket kaptunk a szárazanyagra való átszámítással. A takarmányértékesítést figyelembe véve azonos szárazanyagra vetítve a természetes takarmányok etetésével kiemelkedő eredményeket értünk el, ami előrevetíti egy - a széles kárászra fajspecifikus - takarmány beltartalmi értékeit.

Az első kísérlet 70 napos vizsgálata alatt a *tubifex*-el etetett csoport megnyolcszorozta, a tápos és vegyes takarmányozású csoportok átlagban meghatszorosították a testtömegüket. A második kísérlet 80 napos vizsgálati ciklusa alatt kezeléstől függetlenül a halak megnégyszereztek testtömegüket, azonban a szúnyoglárvával takarmányozott csoport az *ad libitum* mennyiség elérését követően (30.-80. nap) statisztikailag mérhetően jobb tömeggyarapodást mutatott, mint a másik két csoport. A növekedés (a 2. kísérletben csak a 30.-80. nap között) és az azonos szárazanyagra korrigált takarmányértékesítés paramétereit tekintve a természetes takarmányt fogyasztó csoportok statisztikailag igazolhatóan jelentősen felülmúlták a táp és vegyes csoportok ugyanezen paramétereit ($P < 0,05$) mindkét kísérletben. A kapott értékek a hasonló korú és méretű pontyféléknél jónak mondhatóak, fiatalabb korosztályoknál természetesen ennél jelentősebb gyarapodás érhető el (27. táblázat). MYSZKOWSKY et al. (2002) 0,36 g-os indulósúlyú széles kárásznál 10-szeres növekményt, azaz 3,75-4,33 g-os átlagos testtömeget tapasztaltak a 120 napos vizsgálat végén.

27. táblázat: Összesített adatok a széles kárász és a compó növekedéséről laboratóriumi körülmények között

* 30-tól 80 napig, ** 70 és 80 napos kísérlet, *** 120 napos kísérleti ciklusok, ****70 napos kísérlet, ^aszáraz anyag %-ban

Takarmányok: Perla – Perla Larva Proactive 3.0; Mix – vegyes; Tub – tubifex; FIX3 – díszhal táp; CH – fagyasztott szúnyoglárva; CS – ponty starter, Aller Aqua; EEL – angolna táp, Trouw Spain; ASTA I.-II., Futura 1 – kísérleti tápok

Halfaj	Takarmány és napi takarmány adag (%)	Kiinduló teljes testhossz (mm)	Növekedési ütem (mm/nap)	Víz hő (°C)	Szerző	
Széles kárász (<i>Carassius carassius</i>)	Perla	4	19,1	0,2	Saját vizsgálatok **	
	Mix	4 (2,2 ^a)	19,1	0,22		
	Tub	2,2 ^a	19,2	0,27		
	FIX3	4-2,5	35,2	0,19		
	Mix	4-2,5 (3,3 ^a)	35,3	0,21		
	CH	3,3 ^a	35,1	0,22 (0,35)*	24,3	
	<i>Artemia</i> , hálózott plankton	<i>ad libitum</i>	2 hetes lárva	0,32 (max: 0,72)	28,5	LAURILA et al. (1987)
				0,1	15-20	
				0	10	
	CS	5,5-2,5	31,3	0,25	25	MYSZKOWSKY et al. (2002)***
EEL	5,5-2,5	31,1	0,25			
ASTA I	5,5-2,5	31,4	0,27			
ASTA II	5,5-2,5	31,3	0,3			
Compó (<i>Tinca tinca</i>)	Futura 1	5-2,3 ^a	41,7	0,34	28	KAMLER et al. (2006)****
	CH	2,7-3,9 ^a	41,7	0,37-0,63		

A testösszetétel analízis eredményei arra utalnak, hogy a táppal etetett csoportok (illetve a 2. kísérletben a vegyesen takarmányozott csoportok is) kezdtek elzsírosodni. A FIX és PERLA haltáp fehérje és zsírtartalma messze meghaladta a szúnyoglárváét és *tubifex*-ét, ami megjelent a haltest összetételében is. Megfigyeléseink egybevágnak WOLNICKI et al. (2006) compónevelésben elért eredményeivel, ahol a magas fehérje és zsírtartalmú tápok etetése révén a compó ivadék zsírtartalma majdnem kétszerese lett a kísérlet végére, mint az alacsonyabb zsírtartalmú tápokkal, illetve szúnyoglárvával etetett csoportokban. KAMLER et al. (2006) vizsgálatai alapján a compó ivadék tületetésekor megemelkedett a kondíciós együttható (>1,2), a szövetekben lecsökkent az ásványi anyag tartalom, valamint megnövekedett a szövetek C/N aránya és a kalóriatartalma is (az utolsó két adat nagy zsírfelhalmozódásra utal). Mindkét kísérletünkben a tápon nevelt csoportok kondíciófaktora a kísérlet elejéhez, valamint a kísérlet végén a többi csoporthoz viszonyítva magasabb volt, azonban az utóbbi esetben az eltérés nem volt statisztikailag igazolható.

Ad libitum takarmányozás esetén a szúnyoglárva és *tubifex* alkalmazása egyértelműen kedvezőbbnek tűnik a tápos és vegyes takarmányozáshoz viszonyítva. A nagy mennyiségű élő és fagyasztott eleség beszerzése, tárolása azonban jelentős problémákat vethet fel egy esetleges nagyobb volumenű, intenzív rendszerben történő nevelés során. Az élő *tubifex* etetése a parazitózisok elkerülése érdekében nem javasolt. A fagyasztott szúnyoglárva alkalmazhatóságát nehezíti, hogy a haltáppal szemben nehezen süllyed le, ezért recirkulációs rendszerben jelentős mennyiség folyhat el a kifolyóvízzel, túlterhelve a szűrőfelületet. A kapott eredmények alapján azonban, a fiatalabb (előnevelt méretű) halak esetén, és magas zsírtartalmú tápok etetése mellett mindenképpen javasolt a hetente legalább egyszeri, lehetőleg fagyasztott élő eleség kiegészítő alkalmazása a deformitások elkerülése érdekében. Az élő eleség körülbelül 14-21-szeres költséget jelent a táppal való etetéshez viszonyítva, ami alapján nem lehet versenyképes, még heti egyszeri alkalmazás esetén sem a táphoz viszonyítva. Amennyiben azonban az intenzív rendszer mellett tógazdaság is üzemel, a gyűjtött és fagyasztott plankton kiválthatja a jóval drágább fagyasztott *tubifex*-et és szúnyoglárvát.

5.4. Tógazdasági kísérletek

A széles kárász ivadékának természetesvízi növekedéséről kevés hazai adatunk van. PINTÉR (2002) szerint növekedési ütemük viszonylag lassú, az első évben maximum 2-3 cm-es nagyságot érnek el, és a második év végére sem nőnek rendszerint 10 cm-nél nagyobbra. Külföldi vizsgálatok szerint a széles kárász ivadéknak el kell érnie a 25-27 mm-t ahhoz, hogy azok biztonsággal vészeljék át a telet (DISLER, 1971). LAURILA et al. (1987) megfigyelései szerint természetes körülmények között a 0+ korosztály szeptemberre 2,5-10,5 cm-re növekszik (átlagban 6,3 cm; 4,9 g), azonban a halak hozzávetőlegesen 100-szor nagyobb egyedsűrűségnél 2,4-5 cm-t értek csak el. A tógazdasági növekedésről nem áll rendelkezésünkre szakirodalmi adat. LÉVAI PÉTER szóbeli közlése alapján az egynyaras ivadék testtömege egy 150 napos tenyésztési időszak végén 9-22 g között mozog, ami 6,5-8,5 cm-es testnagyságot jelent.

Tavi kísérletünkben 26,63 - 45 mm-es átlag testhosszt értek el a széles kárászok, ami a 90 napos tenyésztéssel számolva 0,15 - 0,36 mm/nap-os növekedést és 2,9-4,5 %/nap-os SGR-t jelent. Ketreces technológiával 25 - 28 mm-es átlaghosszt értek el a halak, ez az 50 napos kísérleti idő alatt 0,24 - 0,30 mm/nap-os növekedést és 4,2-4,9 %/nap-os SGR-t jelent. Mindkét esetben nagyobb lehetett volna a lehalászott ivadék és a növekedés üteme, ha hamarabb sikerül szaporítanunk és korábban tudjuk kihelyezni az ivadékot, illetve megfelelő körülményeket tudunk biztosítani (LÉVAI PÉTER szóbeli közlése alapján, 6,5-8,5 cm-es testhosszal és 150 napos tenyésztéssel számolva, 0,43 - 0,57 mm/nap-os növekedést és 6,5-7,1 %/nap-os SGR-t kapunk). A tavi kísérletben bikultúrában jobb megmaradást ért el a széles kárász (mono: 21,15±6,86 %, bi: 47,07±16,86 %) és nagyobb volt az elért átlagtömeg is (mono: 1,09±0,56, bi: 2,57±0,87 g), aminek oka valószínűleg a monokultúras tavakba bekerülő ezüst kárász konkurenciája volt. A második kísérletben monokultúrában valamivel jobb megmaradása volt a széles kárásznak (mono: 30,55 ± 12,37 %, bi: 28,17 ± 5,53 %). A kísérletben az alacsony megmaradást a rossz körülmények okozták (kevés plankton, betegség, paraziták), de ezek egyformán hatottak mindkét kezelésre. Az átlagos testtömegeket tekintve a széles kárász bikultúrában ért el jobb eredményt (monokultúra: 0,63±0,34 g; bikultúra: 0,71±0,39 g), azonban a különbség nem számottevő.

A második, ketreces kísérletben kevés természetes táplálék volt a vízben. A halak emiatt nagyrészt az önetetővel adagolt tápot fogyasztották és növekedésük elmaradt a kedvező körülmények között várható maximális növekedési ütemtől. A compók 12,7 %-án torzulást is meg lehetett figyelni (száj és fejtorzulások), ami valószínűleg a szinte kizárólagos tápfogyasztás következtében alakult ki. A széles kárászokon ezzel szemben csak 0,48 %-ban jelentkező testdeformáció. Laboratóriumi körülmények között lefolytatott etetési kísérletekben, magas fehérje

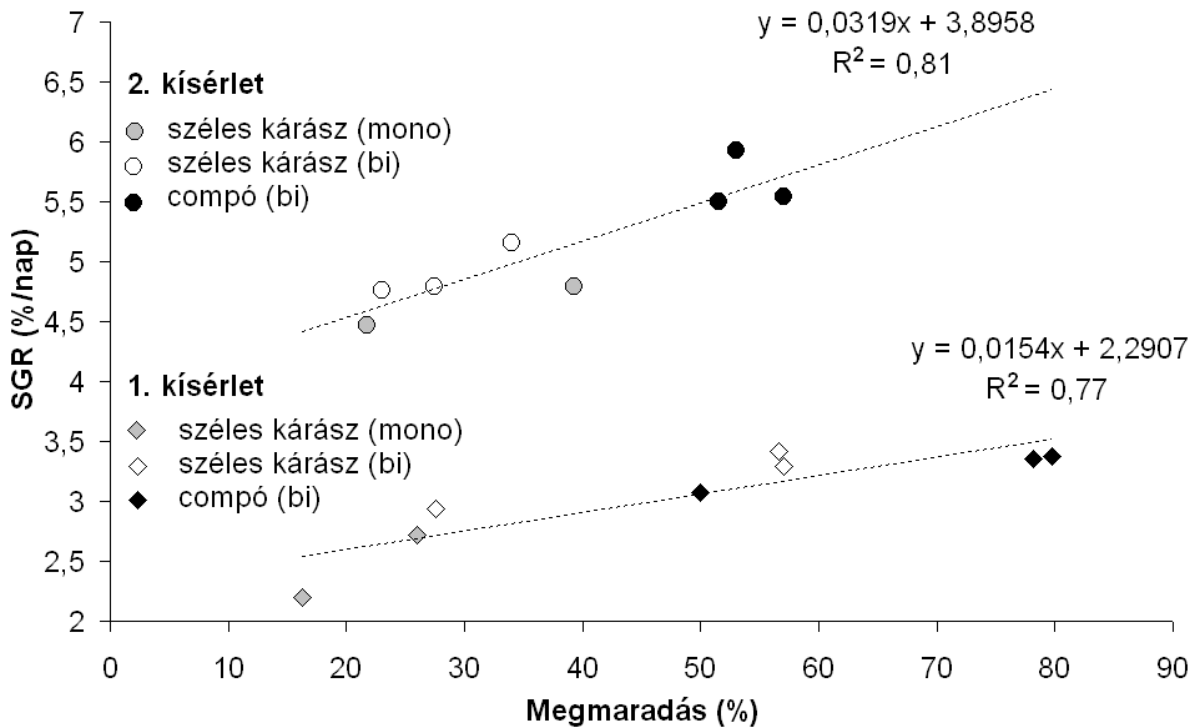
és zsirtartalmú kereskedelmi táppal etetett compó ivadékon 77,9 – 96,4 %-ban jelentek meg testi deformációk (WOLNICKI et al. 2006), míg széles kárász ivadékon egy hasonló kísérletben 37,2 – 62,7 % volt a deformált egyedek aránya (MYSZKOWSKI et al. 2002). A halak korábbi telepítése, vagy a tó újbóli előkészítése esetén valószínűleg jelentősebb mennyiségű plankton kerülhetett volna a ketrecekbe és így a halak is egészségesebben fejlődhetnek volna. Mivel a kárász és a compó ivadék is érzékeny a táppal való nevelésre, ezért érdemes fokozottan odafigyelni a tavak plankton állományára a ketreces nevelés során. A csuka ketreces előnevelése során fényforrás segítségével a plankton mennyiség feldúsítható (BÓDIS et al. 2003), ez a módszer a compó és a széles kárász ketreces ivadéknevelésében is hasznos lehet.

Az eddigi termelési tapasztalatokat a két kísérlet alapján kapott értékekkel összevetve az 28. táblázatban foglaltuk össze. A BH Zrt. adatai csak tájékoztatásképpen vannak feltüntetve, az Iskolaföldi tavakról (2007) származó kétnyaras halak produkcióját mutatják polikultúrában (a megmaradás 21,6 % volt). Jól látható, hogy a tógazdasági mono- és bikultúras egynyaras nevelés során tág határok között mozognak az elért hozamok (12 kg/ha – 1750 kg/ha). Megfelelő gazdálkodással tehát a pontyhoz hasonlóan -a tó adottságaitól függően- akár 1000 kg/ha-nál nagyobb hozamok is elérhetőek. A lehalászaskor mért átlagsúly nagymértékben függ a telepítési sűrűségtől, illetve a konkurencia viszonyoktól. Jól látható, hogy a gyenge hozamokat az egynyaras ivadék nevelése során polikultúrában, vagy gyomhallal terhelt vizekben kaptunk.

28. táblázat: Eredmények összevetése más gazdaságokban, illetve korábbi kísérletekben mért adatokkal. *Ponty esetén az irányszám a termelési év végén: 1000 kg/ha, 35-50 g átlag, kb. 23 ezer db/ha; *compóval együtt*

Szerző	Paraméter	Érték	Megjegyzés
ALFÖLDI ATTILA, Bóly (2008-2009) (szóbeli közlés)	kg/ha	652-1141 (1750*)	Nagytavas ivatással (200-250 kg/ha anyahal, ebből 160-200 kg/ha széles kárász, 40-50 kg/ha compó)
	db/ha	217 391 – 380 434 (456 520*)	
	átlag tömeg (g)	3 (0,5-12 g)	
	Terület (ha)	0,2	
MÜLLER et al. (2007)	kg/ha	1140	Augusztusi lehalászás (4,5 hónap tenyésztés) 10 millió zsenge ivadék/ha
	db/ha	2 000 000	
	átlag tömeg (g)	0,57	
	Terület (ha)	14 (m ²)	
Aranyponty Zrt. (2008) (LÉVAI PÉTER szóbeli közlése alapján)	kg/ha	750	Nagytavas ivatással (200 kg/ha anyahal), +80 kg/ha egynyaras amur
	db/ha	46 875	
	átlag tömeg (g)	16	
	Terület (ha)	3,6	
Iskolaföldi tavak (Szarvas) (2007)	kg/ha	74	Sok a razbóra Kihelyezés: 500 ezer zsenge ivadék/ha
	db/ha	9 250	
	átlag tömeg (g)	8	
	Terület (ha)	0,2	
BH Zrt. (2008) (BODÓ IVÁN szóbeli közlése alapján)	kg/ha	2,3	Kétnyaras, ivarérett halak, leívtak egyévesen, polikultúra Kihelyezés: 300 egyed/ha
	db/ha	66,7	
	átlag tömeg (g)	35	
	Terület (ha)	6	
1. kísérlet (TEHAG)	kg/ha	12-85 (240)*	Sok a szeméthal, monokultúra-bikultúra Kihelyezés: 100 ezer db/ha
	db/ha	16 300-28 300 (67 400)*	
	átlag tömeg (g)	0,7-3	
	Terület (ha)	0,01	
2. kísérlet AL-KU CARP Bt. (2009)	Kg/ha	817 – 1732 (1920)*	Ketreces, mono-bikultúra (50 nap tenyésztés) Kihelyezés: 5 333 333/ha
	db/ha	1 160 000 – 2 093 933 (2 319 999)*	
	átlag tömeg (g)	0,56 – 0,79	
	Terület (ha)	0,6 (m ³)	

Az 16. ábra a fajlagos növekedési sebesség (SGR) és a megmaradás összefüggését szemlélteti a két kísérletben. Mindkét esetben viszonylag szoros ($r^2 = 0,8$) volt az összefüggés. A jobb megmaradások összefüggésben álltak a növekedő képességgel, ami jól mutatta a konkurenciaviszonyokat. Az 1. kísérletben a monokultúras tavak növekedési és megmaradási értékei is alul maradtak a bikultúras neveléssel szemben, ahol nem volt elhanyagolható az ezüstkárász ivadékának konkurenciája. A 2. kísérletben a kárász növekedése és megmaradása nem különbözött mono- és bikultúrában, hiszen a ketreces tartás miatt a compón kívül más faj konkurenciája ki volt zárva. A compó növekedése és megmaradása mindkét kísérletben jobbnak bizonyult a kárással szemben, azonban annak növekedésére és megmaradására nem hatott negatívan, amiből a faj jobb növekedési erélyére és ellenálló-képességére következtethetünk.



16. ábra: A fajlagos növekedési sebesség változása a megmaradás függvényében a két kísérletben

A kísérletek alapján, a széles kárász és compó bikultúra feltételezhetően kedvező mindkét halfaj számára. További vizsgálatokkal pontosítani lehetne az eredményeket, de az egyértelműen látszik, hogy a compó, a széles kárász termelését nem befolyásolja negatívan, sőt a jobb megmaradásával a termelés biztonságát és hatékonyságát növelheti. A legtöbb gazdaságban nincsen lehetőség a széles kárász és a compó monokultúras nevelésére, így a bikultúra új alternatíva lehet a két faj termelésére.

5.5. Telepítések és haljelölések

A telepítések sikerességét legjobban az mutatta, hogy a szadai 1. számú Illés-tóba telepített halak nemcsak növekedtek, hanem már egyévesen sikeresen leívtak és a rákövetkező években is ki lehetett mutatni a szaporulatot. A kialakított kisméretű tavacsák mind a széles kárász, mind pedig a lápi póc (*Umbra krameri*) számára kedvező élő- és szaporodóhelyet nyújtottak (TATÁR et al. 2012). Az Illés-tavakhoz hasonló élőhelyek tehát alkalmasak a széles kárász megóvására, mivel könnyen ellenőrizhetőek, így megoldható az esetlegesen bekerülő ragadozó halak és az ezüstkárász gyérítése.

A visszafogott jelölt széles kárászok alacsony aránya (1,75%), messze elmarad más balatoni haljelölési megfigyelésektől. A jelölt pontyokról, süllőkről jellemzően 5-10 % a visszajelzési arány – ami részben a faj rejtőzködő életmódjának következménye. BODÓ és SPECZIÁR (2006) hasonló eredményeket kapott kétnyaras compók jelölése során, a jelölt 1500 halnak alig 1 %-át fogták vissza. A kárászok a compóhoz hasonlóan nem részesítik előnyben a nyílt víztereket, amelyek könnyen meghorgászhatóak, behúzódnak erősen borított vízínövényes-nádasos területekre.

A széles kárász visszafogásának időbeni eloszlása azt mutatta, hogy egy kivételtől eltekintve a telepítést követő horgászati szezonban, pontosabban június-szeptember között kerültek a halak visszafogásra. Ponty és süllő esetében szintén az első szezonban fogták vissza a jelölt halak döntő többségét, míg a második szezonban ennek már csak a fele-negyede volt várható (SPECZIÁR és TURCSÁNYI 2007). Ezzel szemben a kevésbé intenzíven horgászott halak esetén, mint például a compó (BODÓ és SPECZIÁR 2006) és a balin (SPECZIÁR és TURCSÁNYI 2007), a telepítést követő években sokáig hasonló lehet az évente visszafogott jelölt halak száma, sőt visszafogásokra még 6-8 év multával is lehet számítani.

A széles kárász visszafogását bemutató tájékoztató jellegű adatsor (lásd: 26. táblázat, 13. ábra) azt is jól mutatja, hogy a széles kárász a Balatonon belül nem váltott medencét, hanem a kitelepítési hely közelében maradt egy hal kivételével, ami szintén a compó viselkedéséhez hasonló (BODÓ és SPECZIÁR 2006). Ezzel szemben a ponty TÖLG et al. (1997) vizsgálatai alapján a telepítést követő két hónapon belül a tó teljes területére szétvándorolhatnak.

A hatékonyabb visszafogások érdekében tehát érdemes lehet a jelölt halak számát megnövelni, illetve a horgász visszafogások mellett a kutatóhalászatot kiterjeszteni a telepítések helyére. A halászat során a kárász rejtőzködő életmódja és éjjeli aktivitása miatt (KOTTELAT és FREYHOF 1997) érdemes lehet a nappali halászatot éjjeli (varsás) mintavételezéssel is kiegészíteni.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A széles kárász (*Carassius carassius*) hazai és nemzetközi állományai erősen megfogyatkoztak a vízrendezések és az ezüstkárász (*Carassius gibelio*), valamint az aranyhal (*Carassius auratus*) vad populációinak terjeszkedése miatt. A hazánkkal szomszédos országokban ezért természetvédelmi oltalom alatt áll a faj, míg Magyarországon igyekszünk megelőzni ezt az állapotot a faj mesterséges környezetben való szaporításával, nevelésével valamint a fennmaradt és újonnan létrehozott élőhelyek népesítésével.

Dolgozatomban vizsgáltam a faj szaporításával összefüggő szaporodásbiológiai mutatókat, valamint a mesterséges szaporítás ikráátmérőre és a kelő lárvára valamint az elúszó ivadék nagyságára gyakorolt hatását. A széles kárász ikrájának átmérője a sós-karbamidok ikrakezelések következtében nagyobb lett, mint a kezeletlen ikráé, a tanninos kezelés következtében pedig a kelés később következett be, valamint a kelő lárvák mérete is – 21,5-25 °C között keltetve – nagyobb lett. A kelő lárva és az elúszó ivadék mérete 16-17 °C-on keltetve nagyobb lett, mint az ennél alacsonyabb, vagy magasabb hőmérsékletek esetén; 14-15 °C-on pedig a torz lárvák aránya megduplázódott, az ennél magasabb hőmérsékleten (21-22 °C-ig) való keltetéshez viszonyítva.

A lárwanevelés legérzékenyebb kezdeti szakaszában, háromhetes nevelési kísérletek segítségével kerestem a tápraszkoltatás legkedvezőbb időpontját, valamint a vegyes takarmányozás esetén a jó megmaradáshoz szükséges élő eleség arányát. A vizsgálatok alapján a jó megmaradáshoz legalább napi kétszeri élő eleség kiegészítés szükséges, a tápraszkoltatást pedig csak a 10. nap után szabad megkezdeni. A kontroll *Artemia*-val etetett csoportokhoz hasonló növekedési erély eléréséhez azonban még tovább kell növelni az élő eleség arányát, illetve később, vagy fokozatosan (táp és élő eleség etetése) kell a halakat a tápra rászoktatni. Mindezek jól mutatják a széles kárász érzékenységét a táppal való nevelésre, és rámutatnak arra, hogy fontos lehet a faj igényeinek megfelelő starter táp kifejlesztése, az intenzív lárwanevelés hatékonysága érdekében.

A széles kárász későbbi intenzív ivadéknevelése során kerestem a takarmányadagok optimális mennyiségét, valamint a torzulások és a megfelelő növekedési erély eléréséhez szükséges élő eleség kiegészítés arányát. Az 0,05-2 g-os mérettartományban a testtömeg 4 %-a bizonyult a megfelelő takarmány mennyiségnek, míg a 2-5 g közötti mérettartományban a testtömeg 2,5 %-a. 2 g-os mérettartományig a heti egyszeri élő eleség kiegészítés jelentősen csökkentette a torzulások arányát, míg 2-5 g között a tisztán táppal való nevelés során nem tapasztaltunk testi deformációkat. A kapott eredmények a széles kárász intenzív nevelése során jól hasznosíthatóak, azonban a testösszetétel analízisek alapján, a táppal és vegyesen takarmányozott halak elzsírosodtak, így ebben a korosztályban is fontos a későbbiekben egy a faj számára kedvezőbb – alacsonyabb fehérje és zsírtartalmú – táp kifejlesztése.

Tógazdasági ivadéknevelési kísérleteim során, tavi és ketreces nevelési kísérletekben vizsgáltam a compóval való együttnevelés hatását a széles kárász megmaradására és növekedésére. A monokultúras neveléshez képest, bikultúrában a compó ivadék nem befolyásolja negatívan a széles kárász ivadék megmaradását és növekedését.

A szaporítási és nevelési munkából származó ivadék természetes vizekbe került kitelepítésre, a telepítések hatékonyságát kétnyaras halak jelölése és visszafogása alapján, valamint újonnan létrehozott és széles kárász ivadékkal telepített vizek monitorozásával ellenőriztem. A jelölések és visszafogások alapján kimutatható volt, hogy a telepített halak többsége a telepítési hely vonzáskörzetében marad, onnan nem vándorol messzire, visszafogásuk azonban rejtőzködő életmódjuk következtében horgász módszerekkel nem hatékony. A mesterséges körülmények között szaporított és felnevelt halak újonnan létrehozott élőhelyekre való kitelepítése után egy évvel az ivadékaikkal együtt fogtuk őket vissza. Ezek alapján bebizonyosodott, hogy az egynyaras halak, megfelelő testnagyság elérését követően, már a következő évben szaporodóképesek lehetnek.

SUMMARY

Due to water regulation population of crucian carp (*Carassius carassius*) the stock considerably decreased in Hungary and in all Europe. Increase of non-native silver crucian carp (*Carassius gibelio*) and wilde gold carp (*Carassius auratus*) had a negative effect on the remaining populations of crucian carp. In the neighbour countries crucian carp is protected species. In Hungary it would be better to prevent this situation with induced reproduction, intensive rearing and with the rehabilitation and countinuous stocking of the habitats.

In this dissertation I investigated some reproduction indexes, the effect of the induced propagation on the egg diameter, and on the size of hatching larvae and swimming fry. The egg diameter after the treatment with Woynarovich solution was more wide, than the diameter of eggs without any treatment. After tannin treatment hatching time was longer and also the size of hatching larvae – betwen 21,5-25 °C – was bigger. On 16-17 °C temperature the size of hatching larvae and swimming fry were greater, than on lower or hihger temperature. The number of deformed larvae after hatching was twice more on 14-15 °C, than at on hihger temperature (up to 21-22 °C).

In a three week long experiments I tested more protocols in intensive rearing of crucian carp larvae. I tested the optimal time of initial live food rearing period, and the ratio of live food in mixed feeding protocols. The results showed that it is important to give live food at least two times per day in mixed food protocols, and in the other protocols it is possible to shift to dry food only after the 10th day. However the observed values were still below those attained by the control *Artemia* fed groups, so it is important to increase the ratio of live food in mixed food protocols and a later and gradual habituation to dry food. Due to sensitivy of crician carp larvae to available commercial dry foods, it is suggested to develop in the interest of effective larvae rearing species-specific dry foods with well-balanced composition.

After larvae rearing I investigated the optimal daily ration of dry food, and the optimal proportion of live food (in order to avoid deformities) in the later intensive fry rearing of crucian carp. The optimum daily ratio of dry food was 4 % of the body mass in the 0,05-2 g size group, and 2,5 % in the 2-5 g size group. The live food supplementation once per week reduced the ration of deformities up to the 2 g size group, whereas in the 2-5 g size group reared solely on dry food no deformities were observed. The results are useful in the intensive rearing of crucian carp, however body composition analyses showed, that fish fed with mixed or dry food became fatty. Based on that it is important also in this age-group to improve dry food with better composition (with lower protein and fat contant) for crucian carp.

I made two fry-rearing experiments in pond culture in small ponds and in cages to test the effect on the survival and growing of crucian carp in monoculture and together with tench (*Tinca tinca*) in biculture. Tench in biculture did not effect negatively the survival rate and growth of crucian carp, compared with the rearing in monoculture.

The crucian carp fry originated from the induced propagation and rearing experiments were stocked into natural waters. The effect of the stockings was checked with tagging and catching-back of two summer old fishes, as well with stocking and monitoring of newly created small habitats. The result of catch-back has been proved, that the fish stayed in the primary area after stocking, they did not migrate far away. However the catch-back with angling methods because of their specific lifestyle was not effective. Fish propageted and reared in artificial conditions were stocked also in newly created habitats. After one year they were caught-back together with their small fries, so based on this data established that with enough large body size fish could be mature already in the next year.

MELLÉKLETEK

M1 Irodalomjegyzék

- ABIAYAD, A., KESTEMONT, P. (1994): Comparison of the nutritional –status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128 (1-2) 163-176. p.
- AHO, J., HOLOPAINEN, I.J. (2000): Batch spawning of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) in mono- and multispecies communities. *Ann. Zool. Fenn.*, 37 101-111. p.
- AHO, E., VORNANEN, M. (1997): Seasonality of ATPase activities in crucian carp (*Carassius carassius* L.) heart. *Fish Physiology and Biochemistry*, 16 355-364. p.
- ALLENDORF, F.W., LEARY, R.F., SPRUELL, P., WENBURG, J.K. (2001): The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology and Evolution*, 16 613–622. p.
- ANDRÁSFALVY B. (1973): A Sárköz és a környező Duna-menti területek ősi ártéri gazdálkodása és vízhasználatai a szabályozás előtt. Budapest: Vízügyi Dokumentációs és Tájékoztató Iroda, 74 p.
- ANDERSSON, J., JOHANSSON, F., SÖDERLUND, T. (2006): Interactions between predator- and diet-induced phenotypic changes in body shape of crucian carp. *Proc. R. Soc. B*, 273 431-437. p., DOI 10.1098/rspb.2005.3343
- BALIK, I., ÖZKÖK, R., HIDIR, Ç., UYSAL, R. (2004): Investigation of Some Biological Characteristics of the Silver Crucian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch 1782) Population in Lake Eğirdir. *Turk. J. Zool.*, 28 19-28. p.
- BALON K.E. (1967): A Duna halfaunájának kialakulása, jelenlegi helyzete és kísérlet a vízi létesítmények következtében várható további változások prognózisára (Vyvoj ichtyofanny Dunaja, jej sucanny stav a pokus o prognózu dalsich zmien po vystavbe vodnych diel). *Biologické Práce*, 13 (1) 5-99. p.
- BANARESCU, P. et al. (1971): European inland water fish. London: FAO Fishing News (Books) Ltd., 20 p.
- BANARESCU, P. (1993): Considerations on the threatened freshwater fishes of Europe. *Ocrot. nat. med. inconj.*, 37 87-98. p.
- BANARESCU, P. (1994): The present-day conservation status of the freshwater fish fauna of Romania. *Ocrot. nat. med. inconj.*, 38 (1) 5-20. p.
- BANARESCU, P. (2002): Rare and endangered fishes in the drainage area of the middle and lower Danube basin. *Rev. Roum. Biol.*, 47 (1-2) 9-19. p.
- BÁRSONY P. (2007): Különböző nagyságú ezüstkárász populációk hatása az egynyaras ponty hozamaira és termelési értékeire. The effect of different Prussian carp populations on the yields and production values of common carp fingerlings. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 56 (1) 57-64. p.
- BERCSÉNYI M. (1997): Tulajdonságok öröklődése. 53-67. p. In: Szalay F. (szerk.): *Halgazdálkodás*. Budapest: MOHOSZ, 54 p.
- BERG, L. S. (1932): Über *Carassius carssius* und *C. gibelio*. *Zoologischer Anzeiger*, 98 15-18. p.
- BERINKEY L. (1961): Ichthyological Notes II. On the Biology of Breeding of *Carassius auratus gibelio* (Bloch). *Vertebrata Hungarica*, III (1-2) 27-33. p.
- BERINKEY L. [1966]: Halak – Pisces. [Budapest: Akadémiai Kiadó.], (Magyarország Állatvilága XX. kötet, 2. füzet) 139. p.
- BÍRÓ P. (2002): A Balaton halállományának hosszúidejű változásai. *Állattani Közlemények*, 87 63-77. p.
- BLAXTER, J.H.S. (1988): Pattern and variety in development. 1-58. p. In: HOAR, W.S., RANDALL, D.J. (Ed.): *Fish physiology. XIA. The physiology of developing fish*. London: Acad. Press.
- BLAŽKA, P. (1958): The anaerobic metabolism of fish. *Physiol. Zool.*, 31 117-128. p.

- BLAŽKA, P. (1960): On the biology of the crucian carp (*Carassius carassius* (Z.) morpha humilis Heckel). (In Russian with English summary) *Zool. Zh.*, 39 1384-1389.
- BÓDIS M., KUCSKA B., MERTH J., BERCSÉNYI M. (2003): Ragadozó halak intenzív, tápos nevelési technológiája I. (laboratóriumi és tavi ketreces eredmények). EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, Nemzetközi Tudományos Konferencia, Gödöllő, *EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság II.*, 178-181. p.
- BODÓ I. (1998): A Balaton compóállományának revitalizációja. *Halászatfejlesztés, Fisheries and Aquaculture Development*, 21 131-135. p.
- BODÓ I., SPECZIÁR A. (2006): A balatoni compójelölés tapasztalatai. *Halászat*, 99 (2) 57-59. p.
- BOGUT, I., HAS-SCHÖN, E., ADÁMEK, Z., RAJKOVIC, V., GALOVIC, D. (2007): *Chironomus plumosus* larvae – a suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Agriculture*, 13 (1) 159-162. p.
- BONISŁAWSKA, M., ALEKSANDER, W. (2002): Effects of egg incubation temperature the condition of newly hatched on fish larvae. *Piscaria*, 1 (2) 5–20. p.
- BOTTA I. (1985): 88 színes oldal a hazai halakról. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 20 p.
- BREHM A. (1905): Az állatok világa. Budapest: Akadémiai kiadó, 254-256. p.
- BRYUKHATOVA, A.L. (1937): Die gewichtsänderungen von *Cyprinus carpio* und *Carassius carassius* bei verschiedener aktueller azidität und niederem salzgehalt (speziell Ca-gehalt) des aussenmediums. (In Russian with German summary), *Uchen. Zap. Mosk. Gos. Univ. (Biol.)*, 9 17-30. p.
- BYE, V.J. (1984): The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. 187-206. p. In: POTTS, G.W., WOOTTON, R.J. (Ed.): *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic Press
- CEJKO, B.I., ŽARSKI, D., KREJSZEFF, S., KUCHARCZYK, D., KOWALSKI, R.K. (s.a.): Effect of Hormonal Stimulation of the Crucian Carp *Carassius carassius* (L.) on Milt Volume, Number of Sperm and its Motility. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, IJA_65.2013.912, 8 p. (Accepted manuscript)
- COPP, H.G., ČERNÝ, J., KOVÁČ, V. (2008a): Growth and morphology of an endangered native freshwater fish, crucian carp *Carassius carassius*, in an English ornamental pond. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 18 32-43. p., DOI 10.1002/aqc.820
- COPP, H.G., WARRINGTON, S., WESLEY, K.J. (2008b): Management of an ornamental pond as a conservation site for a threatened native fish species, crucian carp *Carassius carassius*. *Hydrobiologia (Ecology of European Ponds)*, 597 149-155. p., DOI 10.1007/s10750-007-9220-0
- DEMÉNY F., KERESZTESSY K. (2007): A nagyköri Anyita-tó 2006. évi lehalászásának halfaunisztikai és tájgazdálkodási értékelése. *Pisces Hungarici*, 2 135-139. p.
- DEMÉNY F., LÉVAI T., ZÖLDI L.G., FAZEKAS G., HEGYI Á., URBÁNYI B., MÜLLER T. (2009b): Különböző takarmányok hatása a réti csík (*Misgurnus fossilis*) lárvák növekedésére és megmaradására intenzív körülmények között. *Halászat*, 102 (4) 150-156. p.
- DEMÉNY, F., SIPOS, S., ITTZÉS, I., SZABÓ, Z., LÉVAI, P., BODÓ, I., URBÁNYI, B., MÜLLER, T. (2009a): Observations of the Crucian carp (*Carassius carassius*) pond culture. *IV. International Conference and Technical and Technological Exhibition “Fishery”*, Belgrade, Serbia, May 27.-29., 2009., Conference Proceedings, 138-144. p.
- DISLER, N.N. (1971): Lateral line sense organs and their importance in fish behaviour. Jerusalem, 328 p.
- EIFAC (1969): Water quality criteria for European freshwater fish – extreme pH values and inland fisheries. *Water Res.*, 3 593-611. p.
- EVANGELISTA, A.D., FORTES, N.R., SANTIAGO, C.B. (2005): Comparison of some live organisms and artificial diet as feed for Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Günther) larvae. *J. Appl. Ichthyol.*, 21 (5) 437–443. p.
- FAN, Z., SHEN, J. (1990): Studies on the Evolution of Bisexual Reproduction in Crucian Carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch). *Aquaculture*, 84 235-244. p.

- FEKETE I. (1955): Halászat. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 111. p.
- FISHER F. (1931): A magyar halászat összefoglaló ismertetése, szerepe és jövője a mezőgazdasági termelésben és a vízgazdálkodásban. Budapest: Magyar Kir. Földművelési Minisztérium, 24 p.
- FÖLDY J. (1801): Természeti história a Linné systemája szerint 1-ső csomó: az állatok országa. Pozsony, I.k.
- FRISNYÁK S. (1992): Magyarország történeti földrajza. Budapest: Tankönyvkiadó, II. kiadás, 213 p.
- FÜSTÖS G., MORVAY K., TURCSÁNYI B. (2004): A tiszai haljelölések tapasztalatai. *Halászatfejlesztés, Fisheries and Aquaculture Development*, 29 109-112. p.
- GORIJUNOVA, A.I. (1960): Az ezüstkárász szaporodása. *Voprosy Ihtyologii.*, 15 106-110. p.
- GUTI G. (1993): A magyar halfauna természetvédelmi minősítésére javasolt értékrendszer. *Halászat*, 86 (3) 141-144. p.
- GUTI G. (1997): A Duna szigetközi szakaszának halfaunája. *Halászat*, 90. (3) 129-140. p.
- GYÖRE K. (1995): Magyarország természetesvízi halai. Budapest: Környezetgazdálkodási Intézet, 339 p.
- GYÖRE K., JÓZSA V., LENGYEL P. (2006): A Tisza halközösségének változása a 2000-2005. évek közötti monitorozások eredményei alapján. *Halászatfejlesztés, Fisheries and Aquaculture Development*, 31 53-105. p.
- HANKÓ B. [1931]: Magyarország halainak eredete és elterjedése. [Debrecen: *Debreceni Tisza István Tudomány Egyetem Állattani Intézete*] 17-18. p. (Közlemények)
- HARKA Á. (1988): A Hortobágy halfaunája. 85-111. p. In: TÓTH A. (Szerk.): *Tudományos kutatások a Hortobágyi Nemzeti Parkban 1976-1985*. Budapest: Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal
- HARKA Á. (1992a): Adatok a Bodrog vízrendszerének halfaunájáról. *Állattani Közlemények*, 78 41-46. p.
- HARKA Á. (1992b): Halfaunisztikai megfigyelések a Bükk hegység déli előterének vízfolyásain. *A Természet*, 43 (6) 108-109. p.
- HARKA Á. (1992c): Néhány adat a Kapos halairól. *Halászat*, 85 (1) 38. p.
- HARKA Á. (1997): Halaink. Képes határozó és elterjedési útmutató. Budapest: Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, 175 p.
- HARKA Á., ANTAL L., CSIPKÉS R. (2006): A penyigei Szenke-tó halai. *Halászat*, 99 (4) 134-135. p.
- HARKA, Á., BANARESCU, P., TELCEAN, I. (1999): Fish fauna of the Upper Tisa. *Tiscia monograph series*, 4 439-454. p.
- HARKA Á., GYÖRE K., SALLAI Z., WILHELM S. (1998): A Berettyó halfaunája a forrástól a torkolatig. *Halászat*, 91 (2) 68-74. p.
- HARKA Á., JUHÁSZ P., SALLAI Z. (1996): Hortobágyi mocsarak halfaunisztikai vizsgálata. 137-143. p. In: TÓTH A. (Szerk.): *Ohattól Meggyesig*. Budapest: Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete
- HARKA Á., KOŠČO J., WILHELM S. (2000): A Bodrog vízrendszerének halfaunisztikai vizsgálata. *Halászat*, 93 (3) 130-134. p.
- HARKA Á., KOVÁCS B., SALLAI Z. (2003a): Újabb adatok a hortobágyi vizek halfaunájáról. 125-142. p. In: TÓTH A.: *Ohattól Farkas-szigetig*. Budapest-Kisújszállás, I.k.
- HARKA Á., SALLAI Z. (2004): Magyarország halfaunája. Szarvas: Nimfea Természetvédelmi Egyesület, 269 p.
- HARKA Á., SALLAI Z., WILHELM S. (2003b): A Túr és mellékvizeinek halai. *Halászat*, 96 (1) 37-44. p.
- HARKA Á., SZEPESI ZS. (2007): A Hejő patak vízrendszerének halfaunisztikai vizsgálata. *Agrártudományi Közlemények*, 25. (*Pisces Hungarici* I.) 113-117. p.
- HARKA Á., SZEPESI ZS., KOŠČO J., BALÁZS P. (2004): Adatok a Zagyva vízrendszerének halfaunájához. *Halászat*, 97 (3) 117-124. p.

- HÄNFLING, B., BOLTON, P., HARLEY, M., CARVALHO, G.R. (2005) A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwat Biol*, 50 403–417. p.
- HECKEL J. (1847): Magyarország édesvízi halainak rendszeres átnézete, jegyzetekkel s az új fajok rövid leírásával. Fordította, s a tudomány újabbkori haladásával bővítette Chyzer Kornél. *A magyar orvosok és természetvizsgálók nagygyűlésének munkálatai*, 8 193-216. p.
- HECKEL, J., KNER, R. (1858): Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die Angränzenden Länder. Leipzig: Wilhelm Engelmann Verlag, 388 p.
- HELLAWELL, J.M. (1986): Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. London and New York, NY, USA: *Elsevier Applied Science Publishers*, 546 p.
- HERMAN O. (1887): A magyar halászat könyve. Budapest: Királyi Magyar Természettudományi Társulat, 860 p.
- HERZIG, A., MIKSCHI, E., AUER, B., HAIN, A., WAIS, A., WOLFRAM, G. (1994): Fischbiologische Untersuchung am Neusiedler See. Illmitz 81: Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, 125 p.
- HOCHACHKA, P.W. (1986): Defense strategies against hypoxia and hypothermia. *Science* 231: 234–241. p.
- HOLCÍK J. (1980): *Carassius auratus* (Pisces) in the Danube river. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovaca*, 14 (11) 1-43. p.
- HOLOPAINEN, I.J., HYVÄRINEN, H. (1985): Ecology and physiology of crucian carp (*Carassius carassius* L.) in small Finnish ponds with anoxic conditions in winter. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 22: 2566-2570. p.
- HOLOPAINEN, I.J., HYVÄRINEN, H., PIIRONEN, J. (1986): Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.). II. Metabolic products. *Comp. Biochem. Physiol.*, 83A 239-242. p.
- HOLOPAINEN, I.J., OIKARI, A. (1992): Ecophysiological effects of temporary acidification on crucian carp (*Carassius carassius*): a case history of a forest pond in eastern Finland. *Ann. Zool. Fennici*, 29 29-38. p.
- HOLOPAINEN, I.J., PITKÄNEN, A.K. (1985): Populations size and structure of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) in two small, natural ponds in Eastern Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 22 397-406. p.
- HOLOPAINEN, I.J., TONN, W.M., PASZKOWSKI, C.A. (1997): Tales of two fish: the dichotomous biology of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) in northern Europe. *Annales Zoologici Fennici*, 34 1-22. p.
- HOUDE, E.D. (1996): Evaluating stage-specific survival during the early life of fish. 51-66. p. In: WATANABE, Y., YAMASHITA, Y., OOZEKI, Y. (Ed.): *Survival strategies in early life stages of marine resources*. Rotterdam, Brookfield: A. A. Balkema
- HÜSEYİN, Ş. (2008): The Length and Weight Relations of Some Reproduction Characteristics of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the South Aegean Region (Aydın-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8 87-92. p.
- HYVÄRINEN, H., HOLOPAINEN, I.J., PIIRONEN, J. (1985): Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.). I. Annual dynamics of glycogen reserves in nature. *Comp. Biochem. Physiol.*, 82A 797-803. p.
- INTERNET1: http://haltanitarsasag.hu/fajterkepek_hu.php (A széles kárász (*Carassius carassius*) – elterjedési térképe)
- INTERNET2: http://www.dzpz.hr/dokumenti_upload/20100414/dzpz201004141257450.pdf (Mrakovčić, M. et al.: Freshwaterfish. In.: *Red List of Plants and Animals of the Republic of Croatia*)
- JEITTELES, L.H. (1862): Prodrömus Faunae vertebratorum Hungariae superioris. Wien: Verh. zool. botan. Ges., 244 p.

- JOHNSTON, I.A., BERNARD, L.M. (1983): Utilization of the ethanol pathway in carp following exposure to anoxia. *J. Exp. Biol.*, 104 73-78. p.
- KAISER H., ENDEMANN F., PAULET T., G. (2003): A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*, 34 943-950. p.
- KAMLER, E., MYSZKOWSKI, L., KAMIŃSKI, R., KORWIN-KOSSAKOWSKI, M., WOLNICKI, J. (2006): Does overfeeding affect tench *Tinca tinca* (L.) juveniles? *Aquaculture International*, 14 (1-2) 99-111. p.
- KÁSZONI Z. (2001): Hal és horgászat Erdélyben. Marosvásárhely: Lyra Kiadó, 257 p.
- KENNEDY, M., FITZMAURICE, P. (1968): The biology of the bream *Abramis brama* (L.) in Irish waters. *Proc. Royal Irish Acad.*, 67B 95-150. p.
- KOTTELAT M. (1997): European freshwater fishes. *Biologia*, 52 (5) 52. p.
- KOTTELAT, M., FREYHOF, J. (1997): Handbook of European freshwater fishes. Switzerland, Delémont: Printed by Imprimerie du Démocrate SA, 646 p.
- KOVÁCS B. (1998): A Keleti-főcsatorna halfaunisztikai felmérése. *Halászat*, 91 (1) 8-11. p.
- KOVÁCS N. (2004): A Zagyva-folyó és vízrendszerének halfaunisztikai vizsgálata. *Halászatfejlesztés, Fisheries and Aquaculture Development*, 29 137-140. p.
- KREJSZEFF, S., STEPŃIAK, P., KUCHARCZYK, D., MAMCARZ, A., KUJAWA, R., TARGOŃSKA, K. (2008): Mass rearing of goldfish larvae and juveniles under controlled conditions. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 11 (1) 7 p.
- KREJSZEFF, S., ZARSKI, D., KUCHARCZYK, D., KUPREN, K., TARGOŃSKA, K., MAMCARZ, A. (2010): An experimental device for eggs incubation and larvae rearing under laboratory conditions. *Polish Journal of Natural Sciences*, 25 (2) 190-199. p.
- KUCHARCZYK, D., KUJAWA, R., MAMCARZ, A., TARGOŃSKA, K., KREJSZEFF, S., WYSZOMIRSKA, E. (2007): Artificial spawning of common tench (*Tinca tinca* L.) collected from wild populations. *Pol. J. Nat. Sci.*, 22 37-45. p.
- KUJAWA, R., KUCHARCZYK, D., MAMCARZ, A., JAMRÓZ, M., KWIATKOWSKI, M., TARGOŃSKA, K., ŻARSKI, D. (2010): Impact of supplementing natural feed with dry diets on the growth and survival of larval asp, *Aspius aspius* (L), and nase, *Chondrostoma nasus* (L). *Archives of Polish Fisheries*, 18 13-23. p., DOI 10.2478/v10086-010-0002-3
- KUKARADZE, A.M., MARIJAS, L.F. I. (1975): Kiegészítés az al-dunai ezüstkárász (*Carassius gibelio* BLOCH) ökológiájához. *Voproszi Ihtyologii*, 15 (3) 92. p.
- KWIATKOWSKI, M. et al. (2008): Akwakultura karasi w warunkach kontrolowanych. 213-222. p., In: Glogowski, J., Szczerbowski, A. (Ed.): *Elementy nowoczesnej akwakultury ryb – rozród, inkubacja ikry i profilaktyka*. Olsztyn: Instytut Rybactwa Śródlądowego, 222 p.
- LAURILA, S., HOLOPAINEN, I.J. (1990): Features of embryonic and larval development of crucian carp, *Carassius carassius* (L.) with a note on species identification. *Annales Zoologici Fennici* 27 361-367. p.
- LAURILA, S., PIIRONEN, J., HOLOPAINEN, I.J. (1987): Notes on egg development and larval and juvenile growth of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)). *Annales Zoologici Fennici*, 24 (4) 315-321. p.
- LÁSZLÓFFY, W. (1982): A Tisza. Budapest: Akadémia Kiadó, 609 p.
- LELEK, A. [1987]: Threatened Fishes of Europe. Weisbaden: Aula-Verlag 171-172. p. (The Freshwater Fishes of Europe. 9.)
- LENGYEL P. (1998): A kónyi Tündér-tó (Fertő-Hanság Nemzeti Park) halfaunája. *A Puszta*, 1 (15) 97-100. p.
- LÉVAI F. (2012): Széles kárász – az Év Hala verseny idején nyertese. *Halászat*, 105 (1) 15-16. p.
- LUSKOVÁ, V., BARTOŇOVÁ, E., LUSK, S. (2008): Karas obecný *Carassius carassius* Linnaeus, 1758 v minulosti obecně rozšířený a v současnosti ohrožený druh v České republice. (Crucian carp, *Carassius carassius* Linnaeus, 1758, a common species in the Czech Republic in the past yet endangered at present.) 46-53. p., In: LUSK, S., LUSKOVÁ,

- V. (Ed.): *Biodiverzita ichtyofauny České republiky (VII)*, Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i, ISBN 978-80-87189-01-6, (in Czech with English summary)
- LUTZ, P.L., NILSON, G.E. (1994): The brain without oxygen, Causes of failure and mechanisms for survival. Austin: R.G. Landes Company, 49-63. p.
- MAMCARZ, A., TARGOŃSKA, K., KUCHARCZYK, D., KUJAWA, R., ŻARSKI, D. (2011): Effect of live and dry food on rearing of tench (*Tinca tinca* L.) larvae under controlled conditions. *Italian Journal of Animal Science*, 10 42-46. p., DOI 10.4081/ijas.2011.e9
- MATEY, V. E., KHARAZOVA, A. D. (1982): Changes in the ultrastructure, protein and rna-syntheses in chloride cells of the crucian gill epithelium by acidation of the outer medium. *Tsitologiya*, 24 (8) 905- p.
- MERILÄINEN, J.J., HYNYNEN, J. (1990): Benthic invertebrates in relation to acidity in Finnish forest lakes. 1029-1049. p. In: KAUPPI, P., ANTTILA, P., KENTTÄMIES, K. (Eds.): *Acidification in Finland*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag
- MOCSÁRY S. (1878): Adatok Zemplén- és Ungmegye faunájához. *Math. Természettudományi közlemények*, XIII 131-185. p.
- MOLNÁR G. (1991): Folyószabályozás régen és ma. *Ökológia, Környezetgazdálkodás, Társadalom*, II (1) 17-29. p.
- MRAKOVČIĆ, M., BRIGIĆ, A., BUJ, I., ČALETA, M., MUSTAFIĆ, P., ZANELLA, D. (2006): Red book of freshwater fish of Croatia. Republic of Croatia, Zagreb: Ministry of Culture, State Institute for Nature Protection, (in Croatian with English summary)
- MSZ 6830-4: 1981 Magyar Takarmány Kódex
- MÜLLER T. (2009): Jelölt széles kárászok (*Carassius carassius*) a Balatonban. *Halászat*, 102 (1) 21. p.
- MÜLLER T., CSORBAI B., URBÁNYI B. (2007): A széles kárász – *Carassius carassius* (L.) – szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. *Pisces Hungarici*, 2 73-82. p.
- MÜLLER, T., VÁRADI, B., HORN, P., BERCSÉNYI, M. (2003): Effects of various hormones on the sexual maturity of European eel (*Anguilla anguilla* L.) females from farm and lakes. *Acta Biologica Hungarica*, 54 (3-4) 313-322. p.
- MYSZKOWSKI, L., KAMINSKI, R., QUIROS, M., ANDRZEJ, S.L., WOLNICKI, J. (2002): Dry diet-influenced growth, size variability, condition and body deformities in juvenile crucian carp *Carassius carassius* L., reared under controlled condition. *Arch. Pol. Fish.*, 10 (1) 51-61. p.
- NELSON, J.R. (1984): *Fishes of the World*, 2nd Edition, USA: Wiley, 600 p.
- NILSSON, G.E. (1990): Long term anoxia in crucian carp – Changes in the levels of amino acid and monoamine neurotransmitters in the brain, catecholamines in chromaffin tissue, and liver glycogen. *J. Exp. Biol.*, 150 295-320. p.
- NILSSON, G.E., ROSEN, P., JOHANSSON, D. (1993): Anoxic depression of spontaneous locomotor activity in crucian carp quantified by a computerized imaging technique. *J. Exp. Biol.*, 180 153-162. p.
- OJIMA, V., HAYASHI, M., UENO, K. (1975): Triploidy appeared in the back-cross offspring from funacarp. *Proceeding of Japan Academy of Sciences*, 51 702-706. p.
- PAAJANEN, V., VORNANEN, M. (2003): Effects of Chronic Hypoxia on Inward Rectifier K⁺ Current (IK1) in Ventricular Myocytes of Crucian Carp (*Carassius carassius*) Heart. *J. Membrane Biol.*, 194 119–127., DOI 10.1007/s00232-003-2032-x
- PATAKINÉ 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: PISANO, E., OZOUF-COSTAZ, C., FORESTI, F., KAPOOR, B.G. (Ed.): *Fish Cytogenetics*. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 510 p.
- PAULOVITS, G., TÁTRAI, I., MÁTYÁS, K., KORPONAI, J., KOVÁCS, N. (1998): Role of prussian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) in the nutrient cycle of the Kis-Balaton Reservoir. *International Review of Hydrobiology*, 83 467-470. p.

- PENÁZ, M., DULMAA, A. (1987): Morphology, population structure, reproduction and growth in mongolian populations of *Carassius auratus gibelio* (Pisces: Cyprinidae). *Folia Zoologica*, 36 (2) 161-173. p.
- PENTTINEN, O.P., HOLOPAINEN, I.J. (1992): Seasonal feeding activity and ontogenetic dietary shifts in crucian carp, *Carassius carassius*. *Env. Biol. of Fishes*, 33 215-221. p.
- PÉNZES B. (1974): A Velencei-tó halfaunájának alakulása néhány új faj betelepítésével kapcsolatban. *Állattani Közlemények*, 61 (1-4) 110-116. p.
- PÉNZES B., TÖLG I. (1993): Hím ezüstkárász bizonyító példányok. *Halászat*, 86 (3) 134. p.
- PIHU, E. (1961): The fertility of white bream, rudd, bleak, crucian carp, tench and ruff in lake Vortsjärv. *Hüdrobioloogilised uurimused*, 2 235-260. p.
- PIIRONEN, J., HOLOPAINEN, I.J. (1986): A note on seasonality in anoxia tolerance of crucian carp (*Carassius carassius* L.) in the laboratory. *Ann. Zool. Fenn.*, 23: 335-338. p.
- PIIRONEN, J., HOLOPAINEN, I.J. (1988): Length structure and reproductive potential of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) populations in small forest ponds. *Ann. Zool. Fennici*, 25 203-208. p.
- PINTÉR K. (1980): Exotic fishes in Hungarian Waters: their importance in Fishery Utilization of natural water bodies and fish farming. *Fish. Mgmt*, 11 (4) 163-167. p.
- PINTÉR K. (2002): Magyarország halai. Budapest: Akadémiai Kiadó, 222 p.
- POLÉO, A.B.S., ØXNEVAD, S.A., ØSTBYE, K., HEIBO, E., ANDERSEN, R.A., VOLLESTAD, L.A. (1995): Body morphology of crucian carp *Carassius carassius* in lakes with or without piscivorous fish. *Ecography*, 18 225-229. p.
- RADÜNZ-NETO, J., CORMZE, G., CHARLON, N., BERGOT, P. (1994): Lipid supplementation of casein-based purified diets for carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Aquaculture*, 128 153-161. p.
- ROSSMANITH, C.H., HAMILTON, A.M., HOH, J.F.Y. (1995): Influence of myosin isoforms on tension cost and crossbridge kinetics in skinned rat cardiac muscle. *Clin. Exp. Pharm. Physiol.*, 22 423-429. p.
- SALLAI Z. (1999): Adatok a Mura és vízrendszere halfaunájához. *Halászat*, 92 (2) 69-87. p.
- SALLAI Z. (2002): A Dráva-Mura vízrendszer halfaunisztikai vizsgálata. II.: Fajlista, következtetések. *Halászat*, 95 (3) 119-140. p.
- SALLAI Z. (2000): Javaslat a hazai halfajok védettségi státuszának ártértékeléséhez. *A Puszta*, 1 (16) 107-138. p.
- SALLAI Z., GYÖRE K., HALASI-KOVÁCS B. (2009): A magyar Fertő halfaunája a múltbéli adatok és az utóbbi évek vizsgálatainak tükrében (2003-2008). *Pisces Hungarici*, 3 65-82. p.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1953): Die Zuchtungen von Karauschen mit höchster Leitungsfähigkeit. *Zeitschr. Fish.*, 2 19-69. p.
- SEVCSIK, A., VIDA, A., VÖRÖS, J. (2002): The fauna of the Fertő-Hanság National Park. *Vertebrata*, Ichthyofauna of the Hanság
- SEVCSIK A., ERŐS T. (2008): A revised catalogue of freshwater fishes of Hungary and the neighbouring countries in the Hungarian Natural History Museum (Pisces). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 100 331-383. p.
- SHAFI, S. (2012): Study on fecundity and GSI of *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758-introduced) from Dal Lake Kashmir. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2 (3) 68-75. p.
- SHOUBRIDGE, E.A., HOCHACHKA, P.W. (1980): Ethanol – novel end product of vertebrate anaerobic metabolism. *Science*, 209 308-309. p.
- SHOUBRIDGE, E.A., HOCHACHKA, P.W. (1983): The integration and control of metabolism in the anoxic goldfish. *Mol. Physiol.*, 4 165-195. p.
- SIMIC, V., SIMIC, S., CIRKOVIC, M., PANTOVIC, N. (2009): Preliminary red list of the fishes of Serbia. COMBAFF – *First Conference on Conservation and Management of Balkan Freshwater Fishes*, Ohrid, Macedonia, 20-24 May, 2009, Abstract
- SKRZYPCZAK, A., MAMCARZ, A. (2005): Crucian carp, *Carassius carassius* (L.), in the fishery exploited lakes of Northeastern Poland in 1951-1994. *Acta Sci Pol, Piscaria*, 4 89-100. p.

- SMART, J. (2007): A possible genetic basis for species replacement: preliminary results of interspecific hybridisation between native crucian carp *Carassius carassius* (L.) and introduced goldfish *Carassius auratus* (L.). *Aquatic Invasions*, 2 (1) 59-62. p.
- SOGARD, S.M. (1997): Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fishes: a review. *Bulletin of Marine Science*, 60 1129-1157. p.
- SOKORAY-VARGA S.F., DEMÉNY F., BOCZONÁDI ZS., URBÁNYI B., MÜLLER T. (2010): Alternatív módszerek az ikrakezelésben széles kárász (*Carassius carassius* L. 1758) modellen. (Alternative methods for egg-treatment, using crucian carp (*Carassius carassius* L. 1758) modell.) *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 6 (2) 177-199. p.
- SOLLID, J., WEBER, R.E., NILSSON, G.E. (2005): Temperature alters the respiratory surface area of crucian carp *Carassius carassius* and goldfish *Carassius auratus*. *The Journal of Experimental Biology*, 208 1109-1116. p.
- SOLLID, J., DE ANGELIS, P., GUNDERSEN, K., NILSSON, G.E. (2003): Hypoxia induces adaptive and reversible gross morphological changes in crucian carp gills. *J. Exp. Biol.*, 206 3667-3673. p.
- SPECZIÁR A., BÍRÓ P., TÖLG L. (1999): Öt pontyféle tápláléka és táplálkozási stratégiája a Balaton főbb élőhelyein. *Halászat*, 92 124-132. p.
- SPECZIÁR A., TÖLG L., BÍRÓ P. (1997): A balatoni nádasok halállományának szerkezete. *Állattani Közlemények*, 82 109-116. p.
- SPECZIÁR A., TURCSÁNYI B. (2007): A telepített ponty és fogassüllő elterjedése, növekedése és visszafogása a Balatonban. *Halászat*, 100 (2) 98-108. p.
- SZALAY M. (1954): Új halfaj Magyarországon. *Halászat*, 1 (3) 16. p.
- SZCZERBOWSKI, J.A., SZCZERBOWSKI, A.J. (2001): *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). 43-78. p. In: BĂNĂRESCU, P.M., PAEPKE, H.J. (Ed.): *The Freshwater Fishes of Europe. 5/III; Cyprinidae 2/III and Gasterosteidae*. Wiebelsheim: AULA-Verlag GmbH, 305 p.
- SZILÁGYI M. (1995): A Tiszai halászat. Budapest: Akadémia Kiadó, 291 p.
- TAKÁCS P., NAGY S.A., DÉVAI GY., LUCZA Z. (2005): Alföldi kisvízfolyások minősítési lehetőségei halállományaik összetétele alapján. *Halászatfejlesztés, Fisheries and Aquaculture Development*, 30 173-190. p.
- TARGONSKA, K., ŻARSKI, D., MÜLLER, T., KREJSZEFF, S., KOZŁOWSKI, K., DEMÉNY, F., URBÁNYI, B., KUCHARCZYK, D. (2012): Controlled reproduction of the crucian carp *Carassius carassius* (L.) combining temperature and hormonal treatment in spawners. *J. Appl. Ichthyol.*, 28 894–899. p., DOI 10.1111/jai.12073
- TARKAN, A.S., COPP, G.H., ZIĘBA G., GODART, M.J., CUCHEROUSSET, J. (2009): Growth and reproduction of threatened native crucian carp *Carassius carassius* in small ponds of Epping Forest, south–east England. *Aquat Cons: Mar Fresh Ecosyst*, 19 797–805. p.
- TATÁR S., BAJOMI B., BALOVÁN B., TÓTH B., SALLAI Z., DEMÉNY F., URBÁNYI B., MÜLLER T. (2012): Élőhely rekonstrukció lápi halfajok számára. *Természetvédelmi Közlemények*, 18 487-498. p.
- 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*, 66 784-797. p.
- TÓTH, J. (1975): A brief account on the presence of the silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* BLOCH 1873) in the hungarian section of the Danube. *Annales Univ. Sci. Budapestiensis Section Biologica*, 17. p.
- TÓTH T. (2003): Az ártéri gazdálkodás múltjáról, jelenéről és jövőjéről. Túrkeve: Nimfea Természetvédelmi Egyesület és Tagszervezeteinek Központi Irodája, 18 p.
- TÖLG L., SPECZIÁR A., BÍRÓ P. (1997): A Kis-Balaton és a Balaton pontyállományának vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 77 (1-2) 52-54. p.
- UDVARI ZS., STIBINGER É., PEKLI J., ZELLEI Á., KERESZTESSY K., VÁRADI L. (2003): A pontyállományok természetes szaporodásának lehetőségei a Ráckevei Dunaágon. *Halászatfejlesztés, Fisheries & Aquaculture*, 28 123-140. p.

- VAN WAVERSVELD, J., ADDINK, A., VAN DEN THILLART, G. (1989): Simultaneous direct and indirect calorimetry on normoxic and anoxic goldfish. *J. Exp. Biol.*, 142 325-335. p.
- VÁSÁRHELYI I. (1959): A Hámori-tó gerinces faunája. (Lillafüred) *Vertebrata Hungarica, Musei Historico-Naturalis Hungarici*, I (1) 105-111. p.
- VÁSÁRHELYI I. (1960a): Adatok Magyarország halfaunájához I. A Tisza halfaunája. *Vertebrata Hungarica, Musei Historico-Naturalis Hungarici*, II (1) 19-30. p.
- VÁSÁRHELYI I. (1960b): Adatok Magyarország halfaunájához. A Bodrog, a Kraszna és a Szamos halfaunája. *Vertebrata Hungarica, Musei Historico-Naturalis Hungarici*, II (2) 163-174. p.
- VIDA, A. (1993): Threatened fishes of the Szigetköz. *Miscellanea Zoologica Hungarica*, 8 25-34. p.
- VOLLESTAD, L.A., VARRENG, K., POLEO, A.B.S. (2004): Body depth variation in crucian carp *Carassius carassius*: an experimental individual-based study. *Ecology of Freshwater Fish*, 13 197-202. p.
- VORNANEN, M. (1994a): Seasonal adaptation of crucian carp (*Carassius carassius* L.) heart: glycogen stores and lactate dehydrogenase activity. *Can. J. Zool.*, 72 433-442. p.
- VORNANEN, M. (1994b): Seasonal and temperature-induced changes in myosin heavy chain composition of the crucian carp hearts. *Am. J. Physiol.*, 267 R1567-R1573. p.
- VORNANEN, M., PAAJANEN, V. (2004): Seasonality of dihydropyridine receptor binding in the heart of an anoxia-tolerant vertebrate, the crucian carp (*Carassius carassius* L.). *Am J Physiol (Regul Integr Comp Physiol)*, 287 R1263-R1269. p., DOI 10.1152/ajpregu.00317.2004.
- VUTSKITS Gy. (1902): Classis. Pisces. In: *A Magyar Birodalom Állatvilága (Fauna Regni Hungariae) I. Vertebrata – Mollusca*. Budapest: Királyi Magyar Természettudományi Társulat, 42 p.
- WALKER, R., JOHANSEN, P. (1977): Anaerobic metabolism in goldfish, *Carassius auratus*. *Can. J. Zool.*, 55 304-311. p.
- WHEELER, A. (2000): Status of the crucian carp, *Carassius carassius* (L.), in the UK. *Fish Manag. Ecol.*, 77: 315-322. p.
- WOLFRAM, G., MIKSCHI, E. (2007): Rote Liste der Fische (Pisces) Österreichs. 61-198. p. In: ZULKA, K.P. (Ed.): *Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. Teil 2.*, Wien, Köln, Weimar: Grüne Reihe des Lebensministeriums Band 14/2. Böhlau-Verlag
- WOLNICKI, J. (2005): Intensywny podchow wczesnych stadiow ryb karpiovatych w warunkach kontrolowanych. *Archives of Polish Fisheries*, 13 (1) 5-87. p.
- WOLNICKI, J., GÓRNY, W. (1995a): Controlled rearing of ide (*Leuciscus idus* L.) larvae using live food and dry feed. *Aquaculture*, 129 255-256. p.
- WOLNICKI, J., GÓRNY, W. (1995b): Suitability of two commercial dry diets for intensive rearing of larval tench (*Tinca tinca* L.) under controlled conditions. *Aquaculture*, 129 256-258. p.
- WOLNICKI, J., GÓRNY, W. (1995c): Survival and growth of larval and juvenile barbel (*Barbus barbus* L.) reared under controlled conditions. *Aquaculture*, 129 258-259. p.
- WOLNICKI, J., KAMIŃSKI, R., MYSZKOWSKI L. (2003): Survival, growth and condition of tench *Tinca tinca* (L.) larvae fed live food for 12, 18 or 24 h a day under controlled conditions. *Journal of Applied Ichthyology*, 19 (3) 146-148. p.
- WOLNICKI, J., MYSZKOWSKI, L., KORWIN-KOSSAKOWSKI, M., KAMIŃSKI, R., STANNY, L.A. (2006): Effects of different diets on juvenile tench, *Tinca tinca* (L.) reared under controlled conditions. *Aquaculture International*, 14 89-98. p., DOI 10.1007/s10499-005-9017-y
- WOLNICKI, J., SIKORSKA, J., KAMINSKI, R. (2009): Response of larval and juvenile rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L.) to different diets under controlled conditions. *Czech J. Anim. Sci.*, 54 (7) 331-337. p.
- WOOTTON, R.J. (1990): Ecology of teleost fishes. London: Chapman & Hall, 404 p.
- WOYNÁROVICH (1962): A pontyikra Zuger-üveges érlelése és az ivadék nevelése 10 napos korig. *Halászat*, 55 (1) 14-15. p.

- ŻARSKI, D., TARGOŃSKA, K., KREJSZEFF, S., KWIATKOWSKI, M., KUPREN, K., KUCHARCZYK, D. (2011): Influence of stocking density and type of feed on the rearing of crucian carp, *Carassius carassius* (L.), larvae under controlled conditions. *Aquaculture International*, Published online: 01 March 2011 on Springerlink.com (<http://link.springer.com/article/10.1007/s10499-011-9427-y?LI=true#page-1>), DOI 10.1007/s10499-011-9427-y
- ZHADIN, V.I., GERD, S.V. (1963): Fauna and flora of the rivers, lakes and reservoirs of the U.S.S.R: Reki, ozera i vodokhranilishcha SSSR, ikh fauna i flora. Washington (Jerusalem): Office of Technical Services, U.S. Dept. of Commerce, 626 p.
- ZHOU, L., WANG, Y., GUI, J.F. (2000a): Analysis of genetic heterogeneity among five gynogenetic clones of silver crucian carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch, based on detection of RAPD molecular markers. *Cytogenetic and Cell Genetics*, 88 133-139. p.
- ZHOU, L., WANG, Y., GUI, J.F. (2000b): Genetic Evidence for Gonochoristic Reproduction in Gynogenetic Silver Crucian Carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) as Revealed by RAPD Assays. *Journal of Molecular Evolution*, 51 498-506. p.

M2 Az értekezés témakörében megjelent publikációk jegyzéke*Tudományos közlemények folyóiratban*

Demény, F., Müllerné, M., T., Sokoray-Varga, S., Hegyi, Á., Urbányi, B., Żarski, D., Bernadett, Á., Miljanović, B., Specziár, A., Müller, T. (2012): Relative Efficiencies of Artemia nauplii, Dry food and mixed food diets in intensive rearing of larval Crucian carp (*Carassius carassius* L.). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12, 693-700. (IF: 0.432)

Targońska, K., Żarski, D., Müller, T., Krejszeff, S., Kozłowski, K., **Demény, F.**, Urbányi, B., Kucharczyk, D. (2012): Controlled reproduction of the Crucian carp (*Carassius carassius* L.) combining temperature and hormonal treatment in spawners. Journal of Applied Ichthyology 28, 894–899. (IF: 0.869)

Demény F., Sudár G., Trenovszki M., Kucska B., Hóvári J., Szabó G., Molnár T., Hegyi Á., Urbányi B., Müller T. (2011): Különböző takarmányok hatása a széles kárász (*Carassius carassius* L.) termelési mutatóira laboratóriumi körülmények között. Állattenyésztés és Takarmányozás 60, 29-45.

Müller, T., **Demény, F.**, Urbányi, B. (2010): Forschungen zur Stärkung der Karauschen-population in Ungarn. Fischer und Teichwirtschaft 11, 414-416.

Sokoray-Varga S.F., **Demény F.**, Boczonádi Zs., Urbányi B., Müller T. (2010): Alternatív módszerek az ikrakezelésben széles kárász (*Carassius carassius* L. 1758) modellen. Animal welfare, etológia és tartástechnológia 6 (2), 177-199.

Egyéb szakmai közlemények

Demény F., Urbányi B., Müller T. (2009). Fogatkozóban a széles kárász. „Nem mind arany, ami fénylik”. Élet és Tudomány 64 (35), 1101-1103.

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemények

Demény, F., Sipos, S., Ittész, I., Szabó, Z., Lévai, P., Bodó, I., Urbányi, B., Müller, T. (2009): Observatoins of the Crucian carp (*Carassius carassius*) pond culture. Proc. IV. International Conference „Fishery”, Belgrád, pp. 138-144.

Demény F., Hegyi Á., Urbányi B., Boczonádi Zs., Müller T. (2009): A széles kárász (*Carassius carassius* L.) termelésének lehetőségei (mesterséges szaporítás és intenzív előnevelés utáni tógazdasági nevelés). XV. Ifjúsági Tudományos Fórum, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely CD version 5. pp.

Konferencia előadások (absztrakt)

Demény, F., Horváth, Á., Trenovszki, M., Hegyi, Á., Boczonádi, Zs., Urbányi, B., Bokor, Z., Müller, T. (2009): Artificial propagation (out of season spawning, cryopreservation of sperm), larvae and juvenile rearing of crucian carp (*Carassius carassius* L.) under controlled conditions. COMBAFF – I. Conference on Conservation and Management of Balkan Freshwater Fishes, Ohrid, Macedonia, Abstract book, 43. p.

- Sudár G., Molnár T., **Demény F.**, Müller T., Szabó G. (2009): Az aranykárász (*Carassius carassius* L.) intenzív nevelésének lehetőségei. XXXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Absztrakt kötet, 26. p.
- Demény F.**, Horváth Á., Szabó Z., Ittész I., Kucska B., Specziár A., Turcsányi B., Trenovszki M., Hegyi Á., Urbányi B., Müller T. (2009): A széles kárással kapcsolatos kutatásaink eredményei. XXXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Absztrakt kötet 25. p.
- Müller T., **Demény F.**, Csorbai B., Urbányi B., Boczonádi Zs., Váradi L. (2008): A széles kárász mesterséges szaporítása, ivadéknevelése és telepítése (2007-2008). XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Absztrakt kötet 14. p.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni először szüleimnek és rokonaimnak, hogy a tanulásomat tőlük telhetően mindig támogatták és lelkesítettek a munka befejezésére, amikor már fogytán volt az erőm. Másodsorban témavezetőimnek Dr. Keresztessy Katalinnak és Dr. Müller Tamásnak tartozom köszönettel, amiért szakmailag és emberileg is segítettek a doktori felvételiig való eljutástól, a kísérletek végrehajtásán keresztül, a dolgozatom megírásáig. Hálás vagyok ezen kívül a Halgazdálkodási Tanszék összes dolgozójának a segítségéért, valamint a hallgatóimnak a munkájáért, ami nélkül ez a dolgozat nem született volna meg.

A hallgatók közül külön köszönet illeti Spócz Mártont, Sokoray-Varga Soltot, Zöldi Lajos Gergőt, Varga Ádámot, Hegymegi Tibort, Albel Dánielt és Kálmán Tamást, akiktől a kísérletekben való segítségükön túl is sokat kaptam. A kísérletekhez szükséges anyagok beszerzésében nyújtottak segítséget Orcsik László keceli halász és Hegedűs István litéri lakos, amiért külön is hálás vagyok. Lévai Péternek, Alföldi Attilának és Peter Rolfe-nak köszönöm, hogy megosztották velem a széles kárász tavi nevelésével kapcsolatos tapasztalataikat, Dr. Harka Ákosnak és Sallai Zoltánnak pedig, hogy rendelkezésemre bocsátották a széles kárász elterjedésével kapcsolatos faunisztikai adataikat.

Fontos kihangsúlyoznom, hogy ez a dolgozat, annak minden része, egy összefogott csapatmunka eredménye. Mindez megtanított arra, hogy értékeljem a közös munka nehézségeit és örömeit is, valamint több barátságot és további közös munkálkodást is köszönhetek a fentebb felsorolt személyeknek.