

SZAKDOLGOZAT

Hartl Martin

Természetvédelmi mérnök BSc.

Keszthely

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Természetvédelmi mérnök BSc szak

A hévízi törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) státuszának analízise a klasszikus akvakultúra eszközeivel

Belső konzulens:	Dr. Beliczky Gábor Péter Egyetemi adjunktus
Belső konzulens:	Bognár András Tudományos segédmunkatárs
Belső konzulens:	Merth János Intézeti mérnök
Készítette:	Hartl Martin V4MH8E nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Alkalmazott Halbiológiai
Tanszék

Tartalom

1. Bevezetés	2
2. Célkitűzés	4
3. Irodalmi áttekintés	5
3.1. A Hévízi-tó általános jellemzői	5
3.2. A Hévízi-tó ökoszisztémájának mikroba közössége	6
3.3. A Hévízi-tó ökoszisztémájának növényvilága	6
3.4. A Hévízi-tó ökoszisztémájának állatvilága	7
3.4.1. A hévízi ökoszisztémában élő halfajok	8
3.4.1.1. Trópusi, díszhal eredetű halfajok a Hévízi-tóban és vízrendszerében:	9
3.4.1.2. A hévízi törpenövésű vadponty	13
3.5. A ponty (<i>Cyprinus carpio</i>) jellemzése	15
3.5.1. A ponty eredete, elterjedése	15
3.5.2. A ponty gazdasági helyzete hazánkban és külföldön	17
3.5.3. Hazai ponty tájfajták	18
3.6. Hal szaporodásbiológia	20
3.6.1. Természetes szaporodási folyamatok	20
3.6.2. Halszaporítás	20
3.6.3. A hallárva fejlődése	21
4. Anyag és módszer	23
4.1. A kísérletben résztvevő halak származása	23
4.2. A kísérletben résztvevő halak tartása és mesterséges szaporítása	25
4.2.1. Mesterséges, hormonindukált szaporítási próbák:	26
4.2.2. A hipofízissel történő oltás folyamata:	26
4.2.3. A kísérletben használt recirkulációs haltartó rendszerek felépítése:	27
4.3. A teljesítményvizsgálat	29
5. Eredmények és értékelésük	33
5.1. A növekedésvizsgálat elemzése	33
5.2. Morphometriai mutatók és különböző fejlődési indexek elemzése	34
6. Összefoglalás	40
7. Irodalomjegyzék	42
8. Ábrajegyzék	45
9. Köszönetnyilvánítás	46
10. Nyilatkozatok	47

1. Bevezetés

A ponty Magyarország legelterjedtebb halfaja. Tavakban, folyókban, csatornáknál egyaránt, nagy számban megtalálható, halgazdálkodási céllal folyamatosan telepítik is. Hazánk haltermelésének legnagyobb százalékát adja (Horváth, 2000). Nem csak Közép-Európában, de mára már az egész világon elterjedt halfaj. Extrém körülmények között is képes állományt fenttartani, például a fél-sós vizű területeken (Crivelli, 1981), de Afrikában az erősen felmelegedett tavakban is megtalálható (Winker et al., 2011). Hideg és igen csekély oxigén tartamú vizekben is fellelhető. Számos területen invázióra hajlamos fajként jelölik (Crichigno et al., 2016; Koehn, 2004; Souza et al., 2022). Domináns hazai telepítését az utóbbi időben erőteljesen növekvő horgászturizmus is kiköveteli magának. Sajnálatos, hogy a tudatosan szelektált (módszeresen genetikailag módosított) pontyok telepítésével, a természetes vad állományok jelenléte lecsökkent (Freyhof és Kottelat, 2008). Jelenleg legnagyobb természetközeli, vad állomány a Kis-Balaton vízrendszerében található (Lehoczky, 2007). Ezen kívül a Szigetközben, Tiszatóban, egyes holtágakban találkozhatunk még vad feno- és genotípusú változatokkal.

Van hazánkban egy erősen izoláltnak vélt ponty állomány, amely különleges tulajdonságokkal bír. Herman Ottó (1887) már a XIX. században leírta, hogy feltűnően kis méretű pontyokat látott a Hévízi-tóban. Ezek a halak és leszármazottjaik külső hatás nélkül, valószínűleg hosszú ideje lakják a tavat, hiszen a tóban élő populáció kívülről jövő utánpótlást nem kap. Ez egy zárt populáció, mivel a tó két kifolyóval rendelkezik és felszíni befolyása nincsen. Életkorhoz viszonyított méretük, valami oknál fogva sokkal kisebb bármely más területeken élő fajtársaiknál. Ez a csökkent növekedési erély és kis testmérethez illeszkedő szaporodási stratégia eredendően származhat a szélsőségesen és állandóan magas környezeti hőmérsékletből, a kis mértékű, de folyamatos háttérsugárzásból, vagy a speciális táplálékhálózatnak köszönhető felvehető tápanyag összetételéből. Ez az állomány a világon egyedülálló, különleges (Varga és mtsai, 2011; Varga et al., 2013).

Számos esetben felmerült már a kérdés, mely szerint ezek a halak egy teljesen elkülönült, vad, genetikailag fajtársaiktól különböző állományt alkotnak, vagy szimplán a termálvíz és a tavi körülmények miatt változtak meg. A tóba korábban nem történt ponty telepítés (Bíró és mtsai, 2002). Feltételezhetően más tavakból madarakra, állatokra tapadt ikrával jutottak be a telepítő egyedek, amik aztán egy önfenttartható állományt alakítottak ki, de előfordulhat az is, hogy a

Hévízi-tó és a Balaton kialakulásával egyidős betelepülésről van szó. A hévízi törpenövésű vadponty állomány, sajnos az utóbbi években veszélybe került, a tóban megerősödő pl. őshonos keszeg fajok, és egyéb invazív halak hatására (ezüstkárász, szivárványsügér stb.) (Specziár, 2004; Takács és mtsai, 2015; Várkonyi, 2014).

2. Célkitűzés

A kutatás keretein belül célunk *in situ* kopoltyúhálóval megfogott hévízi törpenövésű magyar vadponty természetközeli modell rendszerben történő, illetve hormonindukcióval befolyásolt szaporítása. A sikeres szaporítás után további célunk egységes, standard halnevelési folyamatok mellett a hévízi állomány, és egy kiválasztott domesztikált tájfajta, az attalai ponty egyidejű, növekedési paramétereken alapuló vizsgálata. A két pontyváltozat összehasonlítását külön („intraspecifikus” teszt) és vegyes tartásban („interspecifikus” versenyhelyzet), teljesítőképességüknek a mérését és értékelését, valamint egyes testparaméterek (morphometriai mutatók) jellemzését, majd a közöttük lévő összefüggések feltárását is el kívánjuk végezni a vizsgálataink során.

Kutatásom fő célja az, hogy a teszhelyzetekben felvett és kiértékelt adataimmal segítsen azt a nagyléptékű, modern genetikai vizsgálatokkal megtámogatott komplex munkát, mely a hévízi törpenövésű magyar vadponty genetikai státuszának pontosabb meghatározására irányul. Számos esetben felmerült már a kérdés, hogy a hosszútávon kialakult genetikai háttér (izoláció), vagy inkább a Hévízi-tó környezetében található egyedülálló abiotikus és biotikus hatások (unikális ökoszisztéma) felelősek inkább a törpenövésű jelleg kialakulásáért (Varga és mtsai, 2011; Varga et al., 2013, 2021; Várkonyi, 2021). Amennyiben kontrollált teszt körülmények között, az élőhelyéről kiemelve is csökkent növekedési erélyt mutat a hévízi ponty változat, úgy bizonyossá válik az erős genetikai, azaz a már evolúciósan is izolálódó különbözőség.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A Hévízi-tó általános jellemzői

A Hévízi-tó (1. kép) Európa legnagyobb, bizonyítottan gyógyhatású termálvizű tava. A Keszthely város vonzáskörzetében található tőzegmedrű forrástó idegenforgalmi szempontból jelentős szereppel bír a régióban. Rendezett és különleges környezete, a vadregényes vízi élővilága hamar rabul ejti a látogatókat. A tavat több forrás táplálja, melyek együttes vízhozama alapján a csupán 4,4 hektár alapterületű tó vízkészlete 2-4 napon belül teljesen átcserélődik (30-40 ezer liter/perc). Ennek a magas napi vízhozamnak és források eredő hőmérsékletének köszönhetően a tó – szinte évszaktól függetlenül - nagyon stabil és magas víz hőmérséklettel rendelkezik. A téli 24-26°C és a nyári 33-36°C közötti hőmérséklet különbség elenyésző más természetesvízi magyarországi élőhelyekhez képest (Körmendi és mtsai, 2008; Vizkeleti és mtsai, 1994).



*1. kép: A Hévízi-tó madártávlatból
(Hévízi Turizmus Marketing Egyesület)*

A tó medre igen változatos, átlagos vízmélysége nem éri el a két métert, ugyanakkor legnagyobb mélysége a forrás-barlang területén 38,5 m. A viszonylag kis kiterjedésű tó relatíve nagy szegély régióval rendelkezik, mely például a halak számára a legfontosabb élőhely (Müller és mtsai, 2022).

A tó a vízkémiai paraméterek alapján döntően egy kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos rendszer, ami némi vízhozam ingadozásoktól eltekintve, hosszú időtávon át stabilnak tekinthető. A vízbázis és közetréteg sajátos együttesének köszönhető valószínűleg az enyhe

háttérsugárzási érték (Gyarmati, 1987) (radontartalom (Rn): 10,30 kBqm⁻³, de pl. Rudas Fürdő, Bp.: 222 kBqm⁻³), mely az élőhely ökológiai szempontból vizsgált speciális jellegét tovább erősíti (Varga, 2011).

A 19/1993 KTM rendeletnek megfelelően a Hévízi-tó és közvetlen környezete természetvédelmi területi védettséget élvez. E területi lefedettséget egy 23/2006-os KvVM rendelettel kibővítettek 60 hektárnyi védendő területre, mely igen jelentős kiterjedés a tó valódi (4,4 ha) méretéhez képest. E rendelet alapján a hévízi tavi ökoszisztémának és környezetének védelmét a speciális hidrogeológiai adottságok, az unikális növény- és állatvilág, valamint a víz gyógyhatású jellege, annak megőrzése indokolja (Internet 1).

3.2. A Hévízi-tó ökoszisztémájának mikróba közössége

A tóban található baktériumok a környezetnek tulajdonított gyógyhatás és a speciális ökoszisztéma szempontjából nagy szerepet játszanak. Jellemzőek a kékmoszatok, a fonalas szerveződésű kékalgák (újabbán *Cyanobacteria*: *Oscillatoria princeps*, *O. tenuis*, *O. jatoruensis*, *O. chlorina*, *Spirulina major*). Magyarországon egyedül itt található meg két melegkedvelő kékalga faj, a *Pseudanabaena papillaterminata* és az *Anomoeoneis seriata* (Vizkelety, 1982). A tóban található bakteriális élőbevonat fontos elemei a kénkörforgásban résztvevő baktériumok (kénbaktériumok, kén oxidálók, szulfát redukálók). Van egy nagyon ritka fehérje és cellulózbontó baktérium faj, amely az egész világon csak itt található meg és 1982-ben írták le először (*Micromonospora haviziensis*). További ritkaságok mára már – feltehetően a bányászat és a vízgyűjtőhöz tartozó területen történő vízkitermelésnek köszönhetően – teljesen eltűntek (*Microbispora amethystogenes*) (Internet 3, Krett, 2017).

Az egyedi fizikai-kémiai és hidrobiológiai tulajdonságokkal rendelkező tó planktonikus élőlény közösségét régóta vizsgálják. A Hévízi-tóban előforduló fitoplankton állomány rendkívül fajszegény és kis biomasszájú (alacsony trofitási szint: oligotróf-mezotróf átmenet) (Krett, 2017). Legdominánsabb alga közösség a kovaalgák csoportja (*Navicula cryptocephala*, *N. capitatoradiata*), míg a zöldalgák (pl. *Chlorella* sp.) száma elenyésző. Nyári időszakban inkább a *Cyanobacteria* (prokariota) fajok, míg ősszel-télen inkább a magasabbrendű eukariota algák dominálnak (Vizkelety, 1981).

3.3. A Hévízi-tó ökoszisztémájának növényvilága

A tóban és közvetlen környezetében is sajátos, részben egyedülálló növényközösségek élnek. A fehér tündérrózsa (*Nymphaea candida minor*) őshonos, de a tavat már a rózsaszín (indiai

vörös tündérrózsa - *Nymphaea rubra* var. *longiflora*) uralja és ez vált a tó jelképévé is, mivel júniustól november végéig folyamatosan virágzik. A kagylótutaj (*Pistis stratoides*) egy pántrópus elterjedésű faj. Melegvizes környezetben, hévízforrások közelében képes könnyen felszaporodni és a teljes vízfelszínt beborítani. Invázióra hajlamos, rendkívül gyors növekedésű faj, mely a tó kifolyó csatornájában is jelen van. Valószínűleg tavi, akváriumi dísznövényként került ki a természetes környezetbe és jelenleg még csak vegetatív módon szaporodik, illetve terjed. A vörös-fűzény (*Rotala macrandra*) egy évelő, fényigényes vízinnövény faj. Szintén akvarisztikai hatás következtében lehet jelen a területen. Kúszó, vagy úszó életformájú változatai vannak. A kis virágú tündérrózsa (*Nymphaea alba* L. var. *minor*) levelei jóval kisebbek, mint a rokon fajoknál. A keszthelyi vizekben található *Nymphaea*-knak egyetlen őshonos faja. Eredetileg a Hévízi-tóban, és a kifolyóban is megtalálható volt, azonban mára csak a kifolyó alsóbb részein láthatjuk. A nílusi fehér tündérrózsa (*Nymphaea lotus*) Afrika északi részétől egészen Madagaszkárig megtalálható. Jelenleg kísérleti jelleggel próbálják visszatelepíteni a tóba. A mexikói tölgylevél (*Shinnersia rivuralis*) Mexikó-Texas területéről származó dísznövény, mellyel akvarisztikai céllal is kereskednek, így elterjedt. Szárai elérhetik az 1 métert, csöves, fehér virágot hoz generatív életszakaszában (Internet 3, Körmendi és mtsai, 2008; Szabó, 2002).

3.4. A Hévízi-tó ökoszisztémájának állatvilága

Télen, mikor a tó fürdőzőktől kevésbé terhelt, számos madárfajnak nyújt átmeneti otthont. A tavon kis vöcsök (*Tachybaptus ruficollis*) családok telelnek, ugyanakkor gyakori nyári vendégek is. Mindössze 7-8 km-re található a Balaton, mely - ugyan az egyre ritkuló téli hidegek miatt – esetenként befagy, és számos madárfaj tömeges élőhelye. Kormoránok (pl. *Phalacrocorax carbo*), szárcsák (*Fulica atra*), tőkésrécek (*Anas platyrhynchos*), gémekek (pl. *Ardea cinerea*), hattyúk (pl. *Cygnus olor*) vándorolnak át a kifejezetten meleg tóba. A partvonalnál előfordulhat vízi pocok (újabbán kőszapocok - *Arvicola amphibius*), közönséges vízi cickány (*Neomys fodiens*). A tóban ezen kívül számos hüllő és kétélűt fajt is találhatunk. Őshonos fajunk, a Balatonban mára már erős állományt alkotó kockás sikló (*Natrix tessellata*), és a táplálékául szolgáló vöröshasú, illetve a sárgahasú unka (*Bombina bombina*, *Bombina variegata*) is egyaránt megtalálható a területen (Internet 2; Körmendi és mtsai, 2008; Szabó, 2002). A puhatestűek (*Mollusca*) rendszertani kategóriában csak csigafajból 66-ot azonosítottak a tóban és közvetlen környezetében, más irodalmak összesítve 106 félé puhatestű fajt írtak le a hévízi ökológiai rendszerben. Újabbán Varga és Lökkös (2021) 76 faj jelenlétét igazolták felméréseikben (pl. *Viviparus contectus*, *Valvata cristata*, *Galba truncatula*,

Stagnicola palustris, *Anisus spirorbis*), mely vizsgálatok alátámasztják azt a tényt, hogy e taxonómiai csoport esetében is egy unikális és nagy kutatási potenciállal rendelkező terület a tó és közvetlen környezete.

A szegényes, szezonalitást mutató és mindössze néhány faj által dominált fitoplankton (lásd: 3.2. bekezdés) közösség mennyiségi és minőségi mintázata előre vetíti a zooplankton közösség sajátos összetételét. Esetükben is egy alapvetően fajszegény habitatnak bizonyul a tó. Ez valószínűleg a magas hőmérsékletnek, kén tartalomnak és a rendkívül alacsony oldott oxigéntartalomnak tulajdonítható közvetlenül és közvetett módon is. A kerekeshéjúak (*Rotatoria*) közül 33, ágascsapú rákok (*Cladocera*) közül 6, míg az evezőlábúak (*Copepoda*) közül 2 faj volt korábban kimutatható (Vizkelety és mtsai, 1994).

Számos invázióra hajlamos, tájidegen faj található a tóban, bármely taxonómiai csoportban. Ez köszönhető természetes terjedésnek, de sajnos egyre gyakoribbak a felelőtlen emberi tevékenység során létrejövő migrációs események is. Ennek szemléletes példája, hogy gyakran találkozhatunk vörösfülű ékszerteknőssel (*Trachemys scripta elegans*) a tóban, mely sajnálatos módon a hazai fajunkat, a mocsári teknőst (*Emys orbicularis*) folyamatosan kiszorítja élőhelyéről (Internet 2).

3.4.1. A hévízi ökoszisztémában élő halfajok

Halak esetében Herman Ottó (1887) korai munkájában még csak a pontyot és a pirosszemű kelét említi (vörösszárnyú keszeg - *Scardinius erythrophthalmus*) közvetlenül a tóból, ugyanakkor a kifolyó faunáját már akkoriban is diverzebbnek írták le. A tóban élő és szaporodó fajok az észak-amerikai szúnyogírtó fogasponty (*Gambusia affinis*) és a naphal (*Lepomis gibosus*), illetve a közép-amerikai szivárványsügér (*Herotilapia multispinosa*) és a jukatáni fogasponty (*Poecilia sphenops*) (Bíró és mtsai, 2002). A tóban jelenleg is élő és ott nem eseti vendégként megjelenő, helyben szaporodó állománnyal rendelkező egyetlen őshonos halfajunk a sajátos jellegzetességeket felmutató törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*). (Specziár, 2004; Varga és mtsai, 2011; Varga et al., 2013; Várkonyi és mtsai, 2014; Müller és mtsai, 2022.)

Valószínűleg felelőtlen akvaristák hatására számos trópusi halfaj jelent meg a tóban és közvetlen környezetében (kifolyók), amik a meleg víz és egyéb, számukra megfelelő életfeltétel hatására helyben szaporodnak is. A szabadon engedett citromsügek (*Neolamprologus leleupi*), jaguársügek (*Parachromis managuensis*), és még számos trópusi halfaj, valamint

egymással alkotott hibridjeik kedvező életfeltételeket találnak a tó elfolyóvizében. A szivárványsügerek (*Herotilapia multispinosa*) viszonylag nagy mennyiségben találhatóak meg, átlag méretük cc. 8-10 cm lehet. Biológiai szúnyogirtás céljából korábban telepítettek a Hévízi-tóba a szúnyogirtó fogaspontyot, melyek szintén nagy egyedszámban megtalálhatóak mind a tóban, mind a kifolyó csatornában (Bíró és mtsai, 2002; Takács és mtsai, 2015, Takács et al., 2017). Ezek ún. eleve szülő halak, a petefészekből leváló ivarsejtek a petevezetékben termékenyülnek meg, és ott is indulnak fejlődésnek. A megtermékenyített ikrák nem a szabadban (külső megtermékenyítés), hanem az anyahal testében fejlődnek (belső megtermékenyítés, jóval ritkább stratégia) (Fialho, 2006).

Egyes sügérfajok esetében feltételezhető, hogy szaporítás és haszonszerzés céljából kerültek a termálvízbe, azonban ez (még) nem bizonyított. A tó és kifolyó csatornáiban fellelhető nagy számú tájidegen halfaj és azok gyakran követhetetlen úton létrejött hibridjei bizonyosan nagy veszélyt jelentenek a balatoni befolyókra és magára a Balatonra nézve is. A globális klímamódosulás felgyorsulásával ezek a fajok rendkívül előnyös életfeltételekkel találkozhatnak az előbb említett ökoszisztémákban és faunatorzító hatással lehetnek az őshonos állomány kárára (Takács és mtsai, 2015, Takács et al., 2017).

3.4.1.1. Trópusi, díszhal eredetű halfajok a Hévízi-tóban és vízrendszerében:

A jaguársügér (*Parachromis managuensis*) (2. kép) egy agresszív, területvédő ragadozó halfaj. Akvaristák által kedvelt, nagy helyigényű. Akár 50 cm hosszúságot is elérhet. Kedveli a melegvizet, 25-30 °C számára az ideális (Internet 4).



2. kép: Jaguársügér a hévízi kifolyóból (Ferincz Árpád)

A szivárványsügér (*Herotilapia multispinosa*) (3. kép) egy mindenevő halfaj, algákkal, zöldmoszatokkal, rovarlárvával táplálkozik. Hőoptimuma alapján tágtűrő faj, 21-36°C-ig jól érzi magát. Szapora faj, testhossza cc. 9-12 cm, akár 8 évig is élhet (Internet 4).



3. kép: Szivárványsügér akváriumban (diszhal.info)

A pompás malawisügér (*Chindongo socolofi*) (4. kép) egy mindenevő sügérfaj. 25-27 °C fokos vízben érzi jól magát. Kistermetű, kifejlett korban is maximum 10 cm-re nőhet. Környezeti paraméterek szempontjából nem igényes, társas, nem agresszív faj. Olyan környezetben, mint a Hévízi-tó kifolyója, sikeresen szaporodik (Internet 4).



4. kép: Pompás malawisügér akváriumban (akvaristalexikon.hu)

A citromsügér (*Neolamprologus leleupi*) (5. kép) egy mindenevő sügérfaj. Igen nagyra, akár 25-30 cm-re is megnőhet kedvező feltételek mellett. A 22-25 °C-os vizet kedveli, így a tó maga nem, de a kifolyója kedvező lehet számára. Mesterséges környezetben könnyen szaporítható, ennek megfelelően látható, hogy a Hévízhez köthető környezetben is sikeres. A nőstény őrzi az ikrákat, míg a hím védi a fészek területét (aljzaton lévő mélyedés) (Internet 4).



5. kép: Citromsügér akváriumban (Dr. David Midgley, wikipedia)

A tűzfejű tarkasügér (*Paraneetroplus synspilus*) (6. kép) cc. 10 cm méretű, kis termetű faj. Agresszív viselkedésű, heves ragadozó. Ívási időben agresszív habitusa még kifejezettebb. Szapora, 1 hónap utódgondozás után a párok újra ívnak (Internet 4).



6. kép: Tűzfejű tarkasügér akváriumban (aquariumland.eu)

A bíborsügér (*Hemichromis guttatus*) (7. kép) territoriális és agresszíven viselkedő halfaj különösen szaporodáskor. Mindenevő, algák, növényi részek és rovarlárvák alkotják a táplálékát. Megfelelő életfeltételek mellett könnyen szaporodik. 2012/13-ban kerültek elő első példányai a Hévízi-tó kifolyójából (Harka és mtsai, 2014).

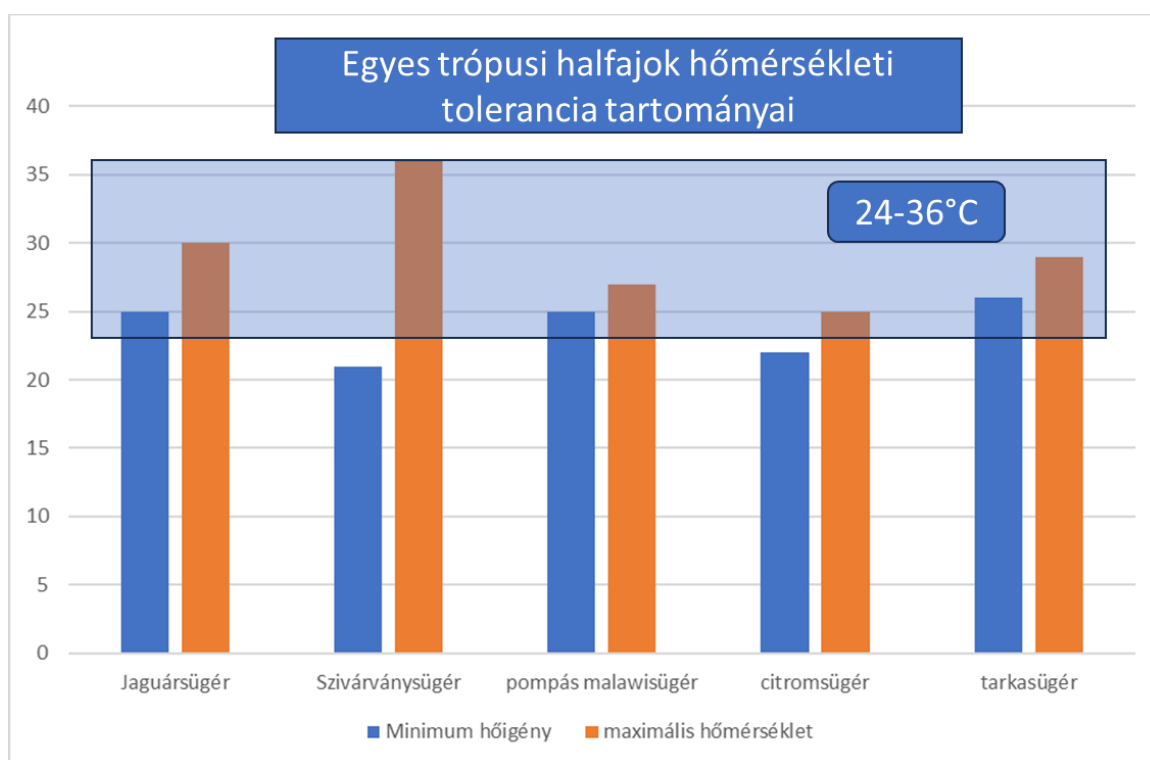


7. kép: Biborsügér a hévízi kifolyóból (Ferincz Árpád)

A párdücmintás vértesharcsa (*Pterygoplichthys disjunctivus*) (8. kép) Búzás Előd és Sinka Gábor, a Balaton-felvidéki Nemzeti Park (BfNP) munkatársai által került leírásra 2022. februárjában. Búvármerülés közben egy eddig nem észlelt (pontosan nem beazonosított) halat láttak a tó sekély részein. Első fajmeghatározás során kiderült, hogy egy párdücmintás vértesharcsát láttak, amit valószínűleg szintén akvaristák engedtek a tóba. Ez a faj viszonylag tágtűrűsű, az egyedek 22 °C felett már jól érzik magukat és már bizonyítottan szaporodnak a Hévízi-tóban (fészket őrző hímek helyi megfigyelése). Az első megfigyelések óta már rendszeresen találkoznak a fajjal a búvármerülések során (Internet 5). Újabb vizsgálatok már arra engednek következtetni, hogy ebben az esetben is hibridizációs események árnyalják a pontos fajmeghatározást (Laczkó Levente (DE) szóbeli közlése, 2023. december 13., Hévíz).



8. kép: Fészekőrző párdumintás vértesharcsa a Hévízi-tó üledékében (Sinka Gábor, BfNP)



1. ábra: A hévízi vízrendszerben előforduló néhány trópusi halfaj hőmérsékleti tolerancia-tartománya (min. és max.).
A Hévízi-tó minimum és maximum hőmérsékleti értékei sávosan/vízszintesen jelölve.
(Irodalmi adatok összesítése, Hartl, Beliczky módosításával)

Müller és Specziár munkásságára alapozva (Hajnal, 2023) (az elmúlt 10 év faunisztikai vizsgálata alapján) mindösszesen két őshonos halfaj található meg jelenleg a Hévízi-tóban: a ponty hévízi változata (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) és a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*), mint alkalmi megjelenő. A hazai vizeinkben általánosan és inváziós módon elterjed tájidegen fajunk, az ezüstkárász (*Carassius gibelio*) sajnálatos módon a tóban is megtalálható. Jelenléte fontos információ migrációs szempontból, mivel a faj esetében nem valószínűsíthető

a direkt (pl. akvarista eredetű és kereskedelmi célú nevelés/értékesítés) betelepítés. Valószínűleg természetes úton kerülhetett a tóba, pl. vándorló madarak lábára tapadt ikrák segítségével, vagy téli magas vízszintszabályozás idején juthat be az északi kifolyón. Az észak-amerikai eredetű díszsügérféle, a naphal (*Lepomis gibbosus*) országos jelenléte akvaristák tevékenységéhez köthető, ugyanakkor a Hévizi-tavi jelenléte nem bizonyítható jelenleg akvarista (további)közreműködéssel. Az őshonos bodorka (*Rutilus rutilus*) és csapósügér (*Perca fluviatilis*) inkább csak alkalmi előfordulók a tó faunájában, mintsem domináns állandó fajlista szereplők. Bogó és Tóth (2021) összesítése alapján több, mint 20 halfaj előfordulását írták le korábban különböző szerzők a tóban, de ezeknek a fajoknak egy része ma már nem kimutatható. Érdekeség, hogy Körmendi és mtsai (2008) szerint a hévízi ponty eltűnt a tóból, de valószínűleg csupán akkor nem volt kimutatható (monitoring korlátok, tavon belüli migráció, szigetszerű elhelyezkedés stb.).

	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Gambusia holbrooki</i>	<i>Herotilapia multispinosa</i>	<i>Carassius gibelio</i>	<i>Blicca bjoerkna</i>	<i>Lepomis gibbosus</i>	<i>Hemicromis ssp.</i>	<i>Poecilia sphenops</i>
2012	x	x	x	x		x		
2013	x	x	x	x		x		
2014	x	x	x			x	x	
2015	x	x	x			x	x	
2016	x	x	x			x	x	
2017	x	x	x			x	x	
2018	x	x	x	x		x		x
2019	x	x	x			x	x	x
2020	x	x	x		x	x		x
2021	x	x	x	x	x	x	x	x

2. ábra: A Hévizi-tó halfaunájának alakulása a monitoring vizsgálatok alapján
(Müller és Specziár 2012–2021 munkássága alapján; Hajnal, 2023 összefoglalásából. Az eredmények alacsony fajszámot jelölnek és idővel jelentősen eltérnek a korábbi faunisztikai adatoktól.)

3.4.1.2. A hévízi törpenövésű vadponty

Herman (1887) már korán felismerte, hogy él a tóban egy különösen kis termetű, a hazai egyedekhez nagyon hasonlító, de mégis némileg különböző, ún. „elkorcsosult” pontyváltozat. Ennek az eltérésnek az eredete egyre inkább foglalkoztatta és a mai napig foglalkoztatja a szakembereket. Ahhoz, hogy a genetikai, vagy a környezeti háttérhatások dominanciáját a hévízi pontyváltozat kialakulásánál felfedjük, különféle vizsgálatokat lehet végezni. Lehoczky (Lehoczky et al., 2005; Lehoczky, 2007) munkássága során mikroszatellit markerekkel vizsgálta a hazai természetes vad pontyállományok és házasított (domesztikált) változatok

(fajták) genetikai sokszínűségét. Eredményeiben arra jutott, hogy a hazánkban található pontyok genetikai változékonyság szempontjából nagyon hasonlóak. Messze nem írható le annyi változat, mint amennyit számontartunk fenotípusos külső jegyek alapján, de a hévízi változat (9. kép) mégis sajátos mintázatot mutat (dunai vad hasonlóság). Megjegyzi, hogy a törpenövés nem feltétlenül rögzült genetikailag, nagy hatással lehet rá az egyedi környezet.

A Természetvédelmi Unió Vörös listáján nem szerepel, mint különleges vadponty, így a tóban önfenntartó állománya természetvédelmileg bizonyosan sebezhető közösséget alkot.



9. kép: A hévízi törpenövésű magyar vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpho hungaricus*) (Beliczky G.)

Varga és mtsai. (2011), továbbá Varga et al. (2013) szerint a törpenövésnek, vagyis a hazai változatoktól különböző fenotípusos jegyeknek a kialakulása három lehetséges módon is végbemehetett. Az első a hosszú időtávon létrejövő erős izoláció és egyes allélok különbözősége, a második egy rövidebb távú elmélet. E szerint a ponty egy változata véletlenszerűen bekerült a tóba és alkalmazkodott a helyi egyedi környezeti feltételekhez úgy, hogy az szűkítette a genetikai változékonyságot már. A harmadik feltételezés szerint az egyedek csak akklimatizálódtak, alkalmazkodtak nagyon rövid távon a feltételekhez és nem alakult ki szelekciós nyomás a környezeti paraméterek hatására.

Magyarországon számos ponty változat él (tájfajták, vad típusok), és számtalan helyen tenyésztik is őket (Horváth, 2000), azonban ez az egyedülálló elzárt állomány különbözik a többtől. Míg más pontyok elérhetik a 80-100 cm testhosszúságot, és meghaladhatják a 30 kg-os testsúlyt is, addig ezek a halak kifejezetten kis termetűek. Testük hosszúkas, megnyúlt, leginkább a vad, nyurga változatokra emlékeztető testalakkal rendelkezik. Színezete, ahogy a halak esetében tapasztalható, leginkább a környezethez idomul, így esetében inkább sötétebb árnyalatú. A kifejlett, szaporodóképes felnőtt egyedek sem haladják meg a 25-30 centimétert (300-400g). Korán ivarérek - kis méretben és fiatalon -, az egyedi környezethez idomulva

egész évben szaporodóképesek (Specziár, 2004; Varga és mtsai, 2011; Varga et al., 2013; Várkonyi és mtsai, 2014; Müller és mtsai, 2022). Nagy ivarszervekkel rendelkeznek már kis testméretnél is (GSI érték, akár 25% ikrásnál). Ez illeszkedik a trópusi, szubtrópusi pontyállományok ivari ciklusához. A konvencionális hazai pontyszaporodás és pontyszaporítás alkalma általában május hónapra esik. Hévízi ponty esetében megfigyelték a késő téli, februári ívást (Várkonyi, 2014; Müller et al., 2024). Nem csak a mérete, hanem húsának (filé) összetétele is különböző, ugyanis több telített zsírsavat tartalmaz, mint a többi, tenyésztett változat húzába (Varga et al., 2013). A szerzők véleménye szerint az egyedi magas és folyamatos környezeti hőmérséklet nem indokolja esetében a halaknál megszokott magas telítetlen zsírsavarányt. Élőhelypreferencia szempontjából kerüli a tó mélyebb részeit, a part menti, sekélyebb, növényekkel borított részeket kedveli. Itt talál táplálékot, búvóhelyet és az ikráit is pl. a tündérrózsákra helyezi.

3.5. A ponty (*Cyprinus carpio*) jellemzése

3.5.1. A ponty eredete, elterjedése

A ponty származása a mai napig vitatott. Az első álláspont az volt, hogy Kelet-Ázsiából származik, és természetes módon terjedt el egészen hazánkig, a Duna vízrendszeréig (Pintér, 2002). Egyesek szerint a Japán Biwa-tó a faj kialakulásának helye. Azonban a legújabb genetikai vizsgálatok alapján a faj Észak-Ázsiából származik, és innen terjedtek el és alakultak ki a ma ismert alfaji változatok. A pontyokat többek között formájuk, hátúszó lágy úszósugarai, a pikkelyek, valamint a csigolyák száma alapján, továbbá genetikai vizsgálatok során is két alfajba sorolják. Az európai transzkaukázusi ponty (*C. c. carpio*) és a távol-keleti amuri (*C.c. haematopterus*) változat a két alfaj (Zhou et al., 2004). Régebbi írásokban három alfaj van említve, azonban a modernebb vizsgálatok alapján kiderült, hogy ebből kettő igen közel van egymáshoz. (távol-keleti, illetve a délkelet-ázsiai). Manapság az alfajok, ökotípusok, és domesztikált változatok határai egyre inkább összemosódnak és önmagában a faj, mint rendszertani kategória elkülönítése is lehet kissé szubjektív megközelítésű.

A hathatós emberi tevékenységnek köszönhetően a ponty nem csak a legrégebben tenyésztett és leginkább domesztikált édesvízi halfaj a földön (Balon, 2004), hanem az első körben elterjesztett és behurcolt faj is. Napjainkban már a sarkkörökön kívül szinte a föld minden területén elterjedt, a természetes és az emberi betelepítő folyamatoknak köszönhetően. Bizonyos területeken – tágtúrású opportunista stratégiájának köszönhetően - az egyik legkártékonyabb, inváziós élőhelydegradáló fajként jelölik (Koehn, 2004; Souza et al., 2022).

Az Európában elterjedt pontyok a Duna vízgyűjtőjén honos ősi vadpontyoktól származnak (Lehoczky et al., 2005). Régészeti leletekből tudjuk, hogy a természetesvízi halászat mellett, már a rómaiak idején is tenyésztettek tudatosan pontyot. A római birodalom bukása után, a monostorokhoz kötődő halastavakban tovább folytatódott a haltenyésztés. Rengeteg változat, tájfajta alakult ki és ezek kialakulása napjainkban is bizonyosan zajlik. Kezdetben a tenyésztési ciklus 4-5 év alatt ment végbe, de nagy innovátorunk, Dubics Tamás (1813-1888) kidolgozott egy hatékonyabb, 2-3 ciklusból álló módszert. Herman Ottó (1835–1914) felfedezte, hogy hazánk környezeti adottságai tökéletesek a ponty tenyésztéséhez, így rövidesen megkezdődött a korszerű hazai tógazdaságok kiépítése. Ezzel együtt megindult a magasabb termelési tulajdonságokkal bíró változatok behozatala is. A tenyésztett fajok hazánkban jobb termelési eredményt mutattak, mint származási helyükön. A magyar tógazdák elkezdtek kihasználni a ponty termékenységet és felismerték a szelekció lehetőségeit. A továbbtenyésztésre szánt egyedeket kimagasló teljesítményük alapján választották ki. Mivel ezekért a minőségi tulajdonságokért általában egy-egy gén, illetve génpár felel, így a szelekció korai szakaszában hamar rögzültek az előnyben részesített tulajdonságok. A tömegszelekció hatására régiós beltenyészetek, így vonalak alakultak ki. A halak minőségi fejlődése után a darabszám növelése és a takarmányozási szint növelése volt a cél, a lehető legjobb termelési mutatók elérése végett (extenzív és fél-intenzív termelési technológiák fejlődése). A faj korai hazai elterjedési mintázatát Hermann Ottó derítette fel, miszerint az 1880-as években 32 vizsgált vizünkből 18-ban szerepelt a ponty (Horváth, 2000; Pintér, 2002).

Kínában a rizsföldeken való árasztásos haltenyésztés története már hosszú évszázadokra vezethető vissza. Ez mind a két kultúra nevelésében előnyt jelent, ugyanis a ponty folyamatos turkálása (bioturbáció) során a rizs közötti gyomokat eltávolítja, mellette a sekély állóvízben pedig számos, magas tápértékű táplálékot talál. Európában az akvakultúrában jól bevált, könnyen és hatékonyan nevelhető, finom húsú halként tekintenek rá, azonban más kontinensekre betelepítve (Amerika, Ausztrália) ökológiai katasztrófát idézett elő. A faj nagy szaporodóképessége miatt az élőhelyeket degradálja, a vizeket oxigénhiányossá és az élőlényekre nézve toxikussá teszi. Számos tóban méreggel próbálták visszaszorítani, azonban ez még nagyobb problémát okozott az ökoszisztémákban (madarak, ragadozó, halat evő vadak körében) (Horváth, 2000).

3.5.2. A ponty gazdasági helyzete hazánkban és külföldön

Magyarország pozíciója a tógazdasági haltermelés szempontjából ideális, a földrajzi elhelyezkedése és vízrajza miatt is. A halastavi klasszikus tógazdasági infrastruktúra közel 30 000 ha tófelületet jelent, melynek cc. 90%-a állandó használatban van. Az Agrárközgazdasági Intézet éves statisztikai adatai szerint 2021-ben az egy főre jutó halfogyasztás 6,52 kg volt. Ez az utolsó helyek egyike Európában. Magyarország tógazdasági haltermelése a 2021-es adatok szerint 21 184 tonna volt. Ennek a 83,2%-a hazánk gazdaságilag legfontosabb halfaja, a ponty. Az Európai Unió tagállamai közül Magyarország a 3. legnagyobb pontytermelő ország, így bátran kijelenthető, hogy a hazai akvakultúra ágazat kifejezetten pontydomináns termelési szerkezetre van tradicionálisan pozicionálva (Kiss, 2022). A pontyhús termelés/fogyasztás legnagyobb problémája, hogy tradicionális. A karácsonyi időszakban árulják ki az éves eladott ponty mennyiségének 50%-át. Ez nem kedvez a termelési körülményeknek és a vállalkozó szférának pénzügyi szempontból, a téli, kifejezetten nagy felvásárlói igény különleges felkészültséget kíván (Horváth, 2000).

A tógazdaságok nem csak étkezési célra termelnek pontyot, hanem a természetes vizek telepítésében is szerepet vállalnak. A fenntarthatóság és az utóbbi időben rendkívüli mértékben megerősödő horgászigények miatt fontos a folyamatos telepítés. Hazánkban több, mint 160 000 hektár horgászati célú kezelésben lévő vízterület van. A regisztrált horgászok száma időszakonként megközelíti 7-750 000 tagot. A horgászati ágazat az egyik legnagyobb felvásárlója és támogatója a hazai pontytermelő ágazatnak. Az elmúlt években elhúzódó aszályos időszak, az üzemanyag és takarmánydrágulás, valamint a vidékre koncentrálódó munkaerőhiány következtében a halastavi tradicionális haltermelés előreláthatóan nagy mértékben vissza fog esni (Kiss, 2023).

A halgazdálkodás gazdasági helyzete mellett fontos megemlíteni az ökológiai szolgáltatási funkciót, melyet a halastavi ökoszisztémák a haltermelés mellé biztosítanak. A halastavak megfelelő környezetbarát működtetése esetén minimális (sőt, akár pozitív retenció) környezeti terhelés mellett tudunk élelmiszert előállítani. Azzal, hogy vizes élőhelyeket üzemeltetünk gyakorlatilag gazdasági céllal, számos védett és fokozottan védett állatfajnak biztosítunk megélhetést. Ez a biodiverzitás megőrzése szempontjából rendkívül kedvező, ún. „win-win” szituáció. Egy klasszikus pontydomináns halastavi termelési szerkezet nem csak a vízben élő kételtűeknek, hullóknek és halaknak nyújt élőhelyet, hanem a tó környezetében fészkelő madaraknak, emlősöknek és gazdag növényzetnek is ideális mikrohabitatot biztosít (Horváth, 2000).

Az emberiség kialakulásától kezdve jelen van életünkben a halfogyasztás, a vízből való táplálékszerzés. Már az ősemberek használtak horgot, ami a két végén kihegyezett kődarab volt, középen zsinórral. A történelem során a lehetőségek és a horgásztudásunk is egyre fejlődött. A modern technológiáknak köszönhetően a horgászboltok polcai tele vannak jobbnál jobb felszerelésekkel. Jelenleg Magyarországon nincs olyan város, ahol ne lenne horgászbolt. 2023-ban több, mint 750 ezer regisztrált horgász van hazánkban, akik között több, mint 500 ezer fő állami horgászengedélyt is váltott. Hazánkban a horgászok legnagyobb részének célhala a ponty. A horgászatot ma már nem csak táplálékszerzés miatt, hanem rekreációs céllal, sőt versenysportként is üzik, így nemzetgazdasági szinten is jelentős szektor. Magyarországon 2023-ban a világbajnokságon igen jól szerepelt, 8 arany, 5 ezüst, és 5 bronzérmét szerzett. A versenyeken jó eredmény eléréséhez akár 1000-1500 kg ponty megfogása lehet szükséges, mindössze 72 óra leforgása alatt (Internet 6).

Hazánkban rengeteg holtág, tó körbe van építve nyaralókkal, amik a horgászturizmus fellendülését okozták. Sajnos ezeknél a magánházaknál a folyamatos halóri ellenőrzés lehetetlen. Számos horgász, a szabályokat nem betartva jár el tevékenysége közben, ezzel felbecsülhetetlen kárt okozva a természetben. A turizmus és a növekvő vendégéjszakák miatt folyamatos ponty telepítés szükséges, legyen az természetközeli, vagy mesterséges horgászkezelésű víztest. Ezzel a pontydomináns központú termelési potenciállal és a horgászok által megkövetelt telepítési igénnyel a vizeink fajdiverzitása folyamatosan sérül (Internet 6).

3.5.3. Hazai ponty tájfajták

A japánok a természetes körülmény között, véletlenül kialakult fekete, piros színű pontyokból, különleges koi változatokat (japán díszpontyot) tenyésztettek tudatos szelektálással. A koi tartás, mint hobbi, a múlt században lett népszerű és egyre jobban terjed. Egy jó minőségű, pontos és szép változat jegyekkel ellátott nagytestű példányért dollár-tízezreket is fizethetnek, többnyire külföldön. Ezeknek a színváltozatoknak az elterjedése is következményekkel járhat, hiszen mint idegen ponty változatok, bekerülve hazai vizeinkbe, rontják az izolált, sok ideje egy régióban élő genetikai változatok értékét. Érdekes tény, hogy bizonyos horgász csoportok még kifejezetten keresik is ezeket a színes, legtöbbször nagytestű „összeírvott” változatokat (Internet 6).

Magyarországon számos ponty tájfajta van, amit folyamatosan fenntartanak és gazdasági céllal szaporítanak. Alapvetően vannak ritkuló (veszélyeztetett), vad állományok, a dunai, tiszai és kis-balatoni régióban. Ezeken a területeken a legnagyobb veszélyt a természetes élőhelyek

átalakulása, az ívási területek és időszakok szűkülése, valamint a folyamatos, más eredetű ponty telepítéseknek tulajdonítható génszennyezés jelenti. Természetes vizeinkben többféle pontyváltozat él, vannak olyan formák, melyek bőr, illetve pikkelymintázat tekintetében különböznek. Ezek a tulajdonságok legtöbbször öröklődnek, ezért régebben külön fajként írták le őket (Internet 6).

Számos tájfajta alakítottak ki tudatos szelekcióval a piaci igények kielégítése céljából, például szélesebb hátú változatok, a kedvezőbb húskihozatal érdekében, vagy tükrös, illetve bőrponty változatok a könnyebb felhasználhatóság érdekében. Jelenleg 32 tájfajta tartanak fenn a tulajdonos és tenyésztő szervezetek. (pl.: bikali tükrös, dinnyési tükrös, felsősomogyi tükrös, hortobágyi tükrös, nagyatádi tükrös, palkonyai tükrös, sumonyi tükrös, szarvasi piros, szarvasi 2, szarvasi 15, szegedi tükrös, tatai pikkelyes, varászlói tükrös stb.) (Tóth, 2017)

Az attalai tükrös tájfajta (10. kép), mely a hévízi ponttyal közösen beállított teljesítményvizsgálat szereplője, egy húshasznosítási céllal létrehozott pontyfajta. Színe palaszürkés a héti íven, mely fokozatosan kivilágosodik a has aljáig és sárgás árnyalatot mutat. Az oldalvonala szabályos ívbe rendeződik és mindösszesen egy sorból álló háti pikkelysora van. A faroknyél esetében a pikkelyek több sorba is elrendeződhetnek. Testformájára, a szelekciós célnak megfelelően, a magas hát, kicsi fej és rövid faroknyél jellemző. Profilindexe, mely a testhossz és testmagasság hányadosa: 2,3; húsanak zsírtartalma 16,6%. Tenyésztő szervezete: Attalai Haltermelő és Értékesítő Kft., Attala. Nyilvántartási szám: 204/98. (Internet 7)



10. kép: Az attalai tükrös ponty tájfajta (Beliczky G.)

3.6. Hal szaporodásbiológia

3.6.1. Természetes szaporodási folyamatok

Az ivarérett egyedekben, természetes ívási időben és környezetben az ivarsejtek (halpoid gaméták) érési folyamatai a női és a hím ivarszervekben (gonádokban – petefészek és here) megy végbe. Az ivarsejtek érése különböző fázisokra osztható, melyek során már az ívást követően megindul a következő ciklusú új ivarsejtek fejlődése. Az egész folyamat hormonális hatás alatt áll, melyet abiotikus és biotikus környezeti faktorok katalizálnak. A végső érési stádium az ívási viselkedés során alakul ki, majd az érett gaméták kilökődnek a külső környezetbe (külső megtermékenyítésű halfajoknál). A *hipothalamus* – *hypophysis* – *gonad* tengely hormonális kaszkád mechanizmusai irányítják a női ivarsejtek (petesejtek, még nem megtermékenyített érett ikrák) és a hímivarsejtek (spermiumok) egyidejű jelenlétét a vízben a párzási viselkedés során. Ez a folyamat igen jól ismert, mesterséges körülmények között manipulálható. Ezt a lehetőséget használják ki a mesterséges, hormonindukált halszaporítási technikáknál. Az ivarsejtek egyesülése után jönnek létre a diploid zigóták, melyekből osztódással elindulnak fejlődésnek az új generáció egyedei. A hal neme nem genetikailag meghatározott, hanem a kikelt embrió (zsenge hallárva) fejlődési körülményeitől (környezeti hatás) és öröklött faktorok (genetikai hatás) együttes kombinációjából alakul ki egy bizonyos fejlődési időablakban (Horváth, 2000).

Az ívási környezet a halak általános tartózkodási környezetétől igen eltérhet. Ezeket a területeket bizonyos fajok vándorlással keresik fel. Ez pontyok esetében általában a tavaszi, kora nyári áradás során frissen elöntött, növényzetben gazdag területek, sekély partszélek.

3.6.2. Halszaporítás

A korábban említett hormonális kaszkádrendszer első elemét, a *hipothalamus*-t különböző külső faktorok stimulálják. Ha az egyed megfelelő kondícióban van, megfelelő a hőmérséklet és éppen ideálisan változott a nappalok hossza, továbbiakban jelen van ellentétes ivarú fajtárs, illetve van megfelelő ívási aljzat (ponty esetében növényzet, tehát fitofil faj), akkor a *hipothalamus* GnRH hormon szekréciója beindul és stimulálja az agyalapi mirigyet (*hypophysis*). Az agyalapi mirigy gonadotroph (GTH) szekréciója során hatással van közvetlenül az ivarszervekre (gonádokra). Ezt követően az ivarszervekben befejeződik az érési fázis és az érett ivarsejtek kilökődnek. A petesejtek először a petefészek üregébe válnak le, majd onnan kerülnek ki a külvilágba. A természetes folyamat befolyásolható mesterséges

környezetben hormon hozzáadásával (HCG, GnRH analóg, hipophysis (GTH), stb.), így egyes – előbb felsorolt – környezeti kritériumok meglelte akár el is kerülhető. Általában a női ivarú egyedek felkészítése és szaporítása (ivarsejt kinyerése: fejése) a legnagyobb kihívás egy mesterséges folyamat során, a hímek esetében ez általában biztosabban sikerül. A kilökődött és érett ivartermék pontyok esetében fejéssel (enyhe hasi nyomással) kinyerhető és ún. száraz termékenyítés végezhető. A vízmentesen kinyert ivarsejteket kíméletes elkeverés után vízzel, vagy Woynarovich-féle termékenyítő oldattal kell megtermékenyíteni (cc. 1-2 perc), majd a zigóták elhelyezhetők fertőtlenített mű szubsztráton (pl. műfű), de akár a ragadóságuk elvétele után (Woynarovich-oldat, majd csersavas kezelés) inkubátor üvegekben (Zuger, McDonald) is tartható a kelésig. Kelés után a zsenge pontylárva függeszkedik (endogén táplálkozású lárvaszakasz) néhány napig (23°C-on cc. 3 nap). Ekkor csak az ikrából hozott, anyai örökségként azonosítható tartalék tápanyagból (szikanyag) fedezi szükségleteit életfolyamataihoz (Horváth, 2000).

Fontos megjegyezni, hogy a mesterséges szaporításnak különböző szintjei vannak. Minden, a természetes folyamatban művi úton történő módosítás, mely a hatékonyabb utód létrehozás céljából történik, ide sorolható. Ilyen a pontyok mesterséges módon történő kiválasztása és párba állítása egy kis tóban, melyből az ivadékok később könnyen begyűjthetők. Ilyen a párok összeállítása és műszubsztrátra ivatása, mely után a szubsztráton fejlődő embriók keltetőházban biztonságosan és kontrolláltan tovább nevelhető magas túléléssel. Ilyen a párok összeállítása, hormon általi serkentése, majd tavi rendszerekben természetközeli ivatása, de a legkontrolláltabb folyamat bizonyosan a hormonindukció utáni száraz ivarsejtbegyűjtés és az azzal történő túlélést növelő folyamatok elvégzése. A legnagyobb számú zsenge ivadék így biztosítható, de a kihívások egy hallárva életében még csak ezek után következnek (Beliczky szóbeli összefoglalása alapján).

3.6.3. A hallárva fejlődése

A kelésre érett embriónál az oxigén diffúziója az ikrahéjon keresztül már bizonyos mértékben gátolt (relatív oxigénhiány), ez a folyamat enzimatis hatással együttesen beindítja a kelést. Az ikrahéj felpattan és a zsenge ivadék kiszabadul. A lárvák születése után a szerveknek javarészt a kezdeménye található még csak meg. A kezdeti időszakban táplálékfelvétel nincs, az életfolyamatokhoz a szikzacskóban felhalmozódott anyagok kerülnek felhasználásra (endogén táplálkozású lárvaszakasz). Az úszóhólyag kezdeti funkcionális hiánya miatt számos halfaj, köztük a ponty is különböző aljzatokhoz rögzül. A szikzacskó felszívódása után az

ivadékok külső eredetű táplálékot vesznek magukhoz (zooplankton, exogén táplálkozású lárvaszakasz). A fejlődő ivadék mindig a szájméretének megfelelő táplálékot fogyasztja (*Rotatoria*, *Cyclops/Cladocera* juv., *Cyclops/Cladocera* adult, *Chironomus sp.*, stb.). Mesterséges nevelési környezetben ezek a folyamatok kiválthatók már teljes értékű ivadéknevelő starter tápokkal, de egy zárt rendszerben keltetett *Artemia salina* sórák *nauplius* takarmányozási stratégia alkalmazása alapozó etetésnél igen előnyös lehet (Hancz, 2007).

4. Anyag és módszer

4.1. A kísérletben résztvevő halak származása

A célként kitűzött teljesítményvizsgálat miatt szükséges volt a Hévízi-tóból egy helyspecifikus törpenövésű vadponty törzsállomány megfogása. Ennek módja engedéllyel történő halászat volt. A halak (11. kép) begyűjtését 2022. február 28.-án végeztük standard bentikus kopoltyúhálóval. A halászatok során Müller Tamás (MATE AKI Természetesvízi Halökológiai Tanszék) és Specziár András (BLKI) együttműködése és szakmai tapasztalata nélkülözhetetlen volt.



11. kép: Egy törpenövésű magyar vadponty a Hévízi-tóból (Hartl Martin)

A kopoltyúháló egy több száz éve használatos módszer, főleg a nyíltvízi környezetben mozgó halak megfogására. A gyűjtési módszer alkalmazása során a hálót kivetjük, majd kiterjedését a maximális méretig kifeszítjük. A háló így egy bizonyos mérettartományon felül áthatolhatatlan falat képez a vízoszlopban, teljesen a bentoszig leérve. A halón levő lyukak (szemek), úgy vannak kialakítva, hogy a pontyok feje átférjen rajta, azonban testük már nem. Ha próbálnának visszafelé úszni a hálóban elakad a kopoltyúfedőjük (operculum posterior szegélye), meggátolva a szabadulást. Sajnos ez a módszer nem a legkíméletesebb a halak számára, de a tóban lévő mélységek miatt kerítőháló használata nem volt kivitelezhető. Az esetleges komolyabb sérülések elkerülése miatt, a kihelyezett hálókat óránként ellenőriztük és a megfogott egyedeket kíméletesen kiemeltük. A kifogott halakat nagy odafigyeléssel kellett kezelnünk, ugyanis februárban a levegő és a tó hőmérséklete között hatalmas eltérések voltak. A levegő hőmérséklete nem haladta meg a 0 °C-t, míg a tó hőmérséklete 25 °C volt. A hálóból való kiszabadításuk során, a csónakban közvetlenül egy vödörbe helyeztük őket, aminek vizét két percenként cseréltük tóvízzel. Hogy ne érje a halakat indokolatlanul nagymértékű stresszhatás, a partraszállást követően azonnal a tóban lévő speciális úszó ketrecekben helyeztük el őket (Kucska és mtsai, 2022). Néhány halat a keszthelyi halas laboratóriumba (MATE AKI Alkalmazott Halbiológiai Tanszék) szállítottunk, a többit pedig a tóban hagytuk a speciális ketrecekben éjszakára, szaporítás céljából. A ketrec (12. kép) egy speciális, sűrű

szövésű anyagból és egy ráerősített lebegő szivacskeretből állt. A tetejére kötött zsinórral rögzítettük, így a part közelében tudtuk tartani. Ez a ketrec egy jól bevált módszer, használták már pl. hormonindukált mennyhal szaporítás során is.



12. kép: Egy Müller-féle úszó ketrec, mellyel in situ szaporítási vizsgálatok végezhetőek (Hartl Martin)

A ketrecekben hagyott egyedeket még aznap este, 22:00 órakor Müller Tamás beoltotta pontyhipofízissel azért, hogy beindítsa az ivarsejtérés folyamatait. A ketrecben hagyott halak reggelre elszórták az ikrát a szubsztrátra és az úszó ketrec falára. A halak laboratóriumba szállítása során egy 50 literes hordozható akváriumkompresszorral levegőztetett szállítóedénybe (13. kép) helyeztük őket, melyet egy 25 °C-ra fűtött autóba tettünk.



13. kép: A szállításhoz használt edény, levegő porlasztással (Hartl Martin)

A tóban lévő (ketrec) halak sikeres ívása után (másnap reggeli észlelés, cc. 9 órával az oltás után), a megtermékenyült ikrákkal teli szubsztrátot (mű ívási aljzatot) is a laborba szállítottuk, amihez szintén az imént leírt módszert alkalmaztuk. Ezeket a szubsztrátokat egy nagy műanyag kádba (200 liter) helyeztük, melyet a tóból származó vízzel töltöttünk fel. Az ikrainkubáció és kelés mérsékelt hatékonyságú volt, de lárvanevelési előkísérleti céllal megfelelő számú ivadékot tudtunk előnevelni.

Későbbi, szintén szaporítási céllal a Hévízi-tóban történő munkálatokkal egyidőben (2022. május) együttműködőinktől (Horváth László és Attalai Hal Kft.) sikerült beszerezni az összehasonlítási munkákhoz nélkülözhetetlen, fenotípusos jegyek alapján markásan elkülönülő attalai tükrös vonal egyedeit (termékenyített ikratétel). A két vizsgálatba bevont pontyvonal teljesen egyidejű, szinkronizált szaporítása – a földrajzi távolságok és a biológiai faktorok miatt – nem volt kivitelezhető. Ennek ellenére a hévízi törpenövésű vad ponty és attalai tükrös tájfajta egyedeinek kelése között nem telt el több, mint 12 óra.

Azért volt rendkívül fontos egy tükrösponty állomány használat, mert a kísérletben sorra kerülő, későbbi munkákat megkönnyítette. Lehetőség adódott az egyedeket vegyesen tartani egy-egy nevelő térben, figyelve a teljesítményüket, továbbiakban egyéb érdekes aspektusokat is volt lehetőség így vizsgálni (versenyképesség, ellenállóképesség, etológiai megfigyelések stb.) A mérések és megfigyelések során könnyen, vizsgálat nélkül is el lehetett különíteni őket már nagyon kicsi méretben (tükrös vs. pikkelyes).

4.2. A kísérletben résztvevő halak tartása és mesterséges szaporítása

A tóban megfogott, majd helyben hagyott halak hormonindukcióval stimulált természetközeli szaporodása sikeres volt a speciális úszó ketrecben. Az eszköz már korábban is bizonyított, így egy újabb sikeres alkalmazását tudtuk bemutatni. Ez az eszköz, egy nagyon sűrű szövésű hálóanyagból álló henger, melynek az oldalán egy szivacs gyűrű található. Ez biztosítja, hogy a ketrec ne merüljön el, illetve a megfelelő sekély vízszintet biztosítsa a pontyok számára.



14. kép: Kétféle műfű (rövidebb és hosszabb szálú) alkalmazása a kísérletben (Hartl Martin)

Ismert tény, hogy ezek a halak a sekély vízben, kiöntéses területen a növényzetre, vízben lévő tündérrózsa szárára, vízbe lógó fűre teszik az ikrákat. Ennek tudatában helyeztünk a henger aljára műfű szubsztrátot (rövidebb és hosszabb szálú – 14. kép), ami modellezi az

aljnövényzettel gazdag környezetet számukra. Sikeres ivást követően megtermékenyült ikrákat találtunk rajtuk reggel (2022.02.29., 7:00), amit a laborba szállítottunk. Itt, egy 12 egységes (150 liter/akvárium), kísérleti méretezésű recirkulációs rendszerbe (össztérfogat: 3200 liter) helyeztük az ikrákkal teli szubsztrátokat további inkubációs, majd előnevelési céllal.

A több ütemben zajló nevelési tesztek (szaporítás és előnevelés, majd szaporítás és előnevelés + teljesítményteszt attalai tájfajtaival) során a haltartó rendszer felügyelete közben a folyamatos vízcsere (napi 10%) és az állandó magas hőmérsékletre kiemelt figyelmet fordítottunk. Az akváriumokba helyezett oxigénmérővel (OxyGuard Handy Polaris, Dánia) folyamatosan figyeltem a víz oldott oxigén tartalmát és hőfokát. Az állandó 26-28°C vízhőmérsékletet a kísérleti szoba fűtésével, hőszigeteléssel és páratlanító készülékkel biztosítottuk.

4.2.1. Mesterséges, hormonindukált szaporítási próbák:

A szaporítás befolyásolását alapvetően háromféle módszerrel végeztük. Első, és legjobban bevált módszer, a korábbiakban kifejtett ketreces tavi (in situ) megoldás volt. Ehhez beoltottuk a halakat pontyhipofízissel, azaz fajazonos GTH hormont juttattunk be az egyedekbe 2022. február 28-án, 22:00-kor (kísérleti célra gyűjtött ponty hipofízis, 4mg/ttkg dózisban, egy adagban, az oltást végző személy: Müller Tamás, helyszín: Hévíz).

A másik két szaporítási módszert a laboratóriumban alkalmaztuk. Először mesterséges közegben, 200 literes műanyag kádba tettünk műfü szubsztrátot. Ezt követően beoltottam két női (ikrás) és két hím (tejes) egyedet (4mg/ttkg, ponty hipofízis, egy adag), majd vártuk, hogy leívjanak (2022. február és május). A harmadik opció a hormonindukált halak szinkronizált fejése volt (2022. május). A halak altatásos bódítása után (1 csepp szegfűszeg olaj/1 liter altató víz) száraz tálba fejtünk néhány száz ikrát, majd a hím egyed fejése után ráhelyeztem a tejet az ikrára (száraz termékenyítés). Kíméletesen eloszlattam a tejet az ikratételen, majd némi víz hozzáadásával elindítottam a megtermékenyítési folyamatot (1-2 perc). A vélhetően megtermékenyült ikrákat a recirkulációs rendszer egyik akváriumának az aljába terítettem, ügyelve arra, hogy ne fedjék egymást. Folyamatosan figyelemmel kísértem a friss vízbefolyás mennyiségét, ezzel is védekezve az ikrapenész (*Saprolegnia sp.*) kialakulása ellen.

4.2.2. A hipofízissel történő oltás folyamata:

A beavatkozás előtt megbecsüljük a halak összsúlyát, majd az egy adagos dózishoz megfelelő hipofízis mennyiségét kiadagoljuk (cc. 3,5-4 mg/1 db szárított hipofízis golyó). A légszáraz hipofízis adagot egy dörzsmozsárban finomra porítjuk (15. kép), majd halfiziológiás sóoldattal

(0,65 %-os NaCl oldat) szuszpenziót készítünk. A beavatkozásra kiválasztott, jó kondícióban lévő egyedeket kíméletesen elaltatjuk szegfűszegolajjal (1 csepp/1 liter altatóvíz koncentrációban), majd nedves, puha felületre helyezük őket. Háti oldalra fordítva őket, az oltáshoz használt tűt 30-45 fokos hegyes szögben a hasúszó tövéénél bevezetjük a függesztő öv irányába és beadjuk a GTH hormont tartalmazó szuszpenziót a hasüregbe (15. kép).



15. kép: A hipofízis adag porítása dörzsmozsárban (balra) és az oltás pillanata (jobbra) (fotó:Beliczky G.)

A hormonadag kiszámításánál nem kell tökéletesen pontosnak lenni, a legfontosabb, hogy egy küszöbérték fölé sikerüljön dozírozni a mennyiséget. A küszöbérték felett jóval nagyobb dózis egy ideig nem okoz egészségügyi gondot a halnál, de felesleges. Extrém mennyiségű túloltással viszont meg lehet ölni a halat. Általában elmondható, hogy a kritikus esemény mindig az ikratétel kinyerése, így a tejeseek általában fél adaggal is olthatók (2 mg/ttkg), mint esetünkben.

4.2.3. A kísérletben használt recirkulációs haltartó rendszerek felépítése:

A halak a kísérlet során két, egyenként 12-12 akváriumból álló recirkulációs (RAS) rendszerben voltak tartva. A kelés, és kezdeti állapotban a „kis akváriumos” rendszerben voltak (12 db, egyenként 150 literes nevelő egység), majd átkerültek a „nagy akváriumos” rendszerbe (12 db, egyenként 350 literes nevelő egység). A kis rendszerben sokkal magasabb egyedszámmal indult a kísérlet (előnevelés), azonban egy sajnálatos külső tényező hatására (többől behozott szubsztrát, rajta lévő mikroorganizmusok) a halak elkaptak egy fertőzést (valószínűleg ún. *columnaris* fertőzés (*Flavobacterium* sp.)). Az attalai állomány egy része elpusztult, míg a hévízi

pontyok sokkal ellenállóbbnak bizonyultak, és kisebb mértékű elhullás volt esetükben megfigyelhető. Széles spektrumú antibiotikum használata (hatóanyaga: enrofloxacin) és a fertőzőési hullám lecsengése után a nagy rendszerben folytatódott a kísérlet, ahol parazitamentes körülmények voltak.

A kisebb rendszernek 3200 liter, míg a nagyobbaknak 5500 literes összterfoglata van. Mindkét rendszer rendelkezik egy ülepítő egységgel (16. kép), ahol a szerves lebegő anyag ki tud ülepedni és onnan könnyen eltávolítható a szerves törmelék a napi rutin alkalmával.



16. kép: A nagy akváriumos rendszer központi ülepítője (napi takarítási rutin előtt) (Hartl Martin)

Azzal, hogy ezt a hulladék frakciót napi szinten eltávolítottam a rendszerből, nem tudott az üledék tovább bomlani és oldott terhelést generálni a továbbiakban. Mindkét haltartó rendszer rendelkezik bioszűrővel, a kisebbik egy szivacs és mozgóágyas biológiai megoldást alkalmaz, míg a nagyobbik egy mozgóágyas (17. kép) és egy nyomás alatt lévő gyöngyszűrős megoldással üzemel.



17. kép: A nagy akváriumos rendszer mozgóágyas biológiai szűrője (Hartl Martin)

A nagyobbik rendszer rendelkezik UV-C csíramentesítő egységgel, illetve mindkét esetben frekvenciaváltós egységgel ellátott központi szivattyú biztosítja a folyamatos vízáramlást. A nevelőterekben minden esetben egyedi levegő porlasztás gondoskodik a megfelelő környezeti feltételekről. A két haltartó rendszer napi vízcsere igénye cc. 10% volt. A vízminőségjelző paramétereket 2 heti rendszerességgel ellenőriztük (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , pH, vezetőképesség) (Lovibond Multi Direct, Lovibond Senso Direct, Hanna Instruments TDS/EC)

4.3. A teljesítményvizsgálat

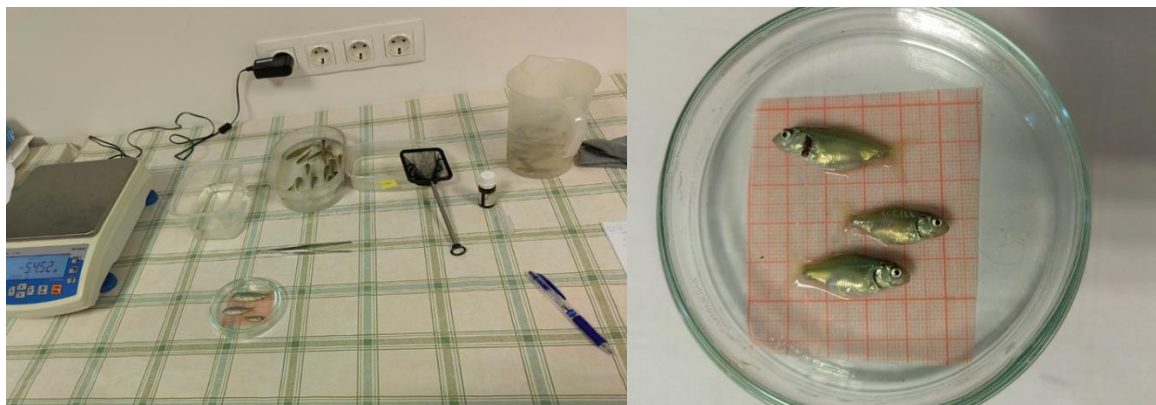
Az attalai és a hévízi ponty változat nevelése során, a kezdeti időszakban frissen keltetett *Artemia salina* nauplius etetését alkalmaztuk starter tápok (Skretting Perla Larva) alkalmazása mellett. Továbbiakban élő eleséget már nem, csak teljes értékű haltápokat alkalmaztunk (Skretting Classic K sorozat). A tömegmérésekkel folyamatosan kontrollált halnevelés 2022. május 19-20-án kezdődött és többszöri összesített, illetve egyedi felbontású mérésekkel (06.20., 07.06., 07.24., 08.22., 09.19., 10.24.) egészen 2022.12.05-ig tartott. A halak a nevelés során testtömegükhöz (összesített biotomasszához) igazított táp adagot kaptak, mely a kezdeti időben 15%/ttkg, majd 10%, 8%, végül 6%-kal végződött, napi két részletre osztva, a nappali órákban (kézi etetés). Ez a takarmányozási sor jelentette a 100%-os, azaz kielégítő mennyiséget.

A kezeléseim a következők voltak (3x ismétlés):

- A30: Attalai tájfajta használata, 30 egyed/akvárium sűrűségben. A kielégítő takarmányozás mennyiségének csupán 30%-át alkalmazva.
- A100: Attalai tájfajta használata, 30 egyed/akvárium sűrűségben. 100%-os, azaz kielégítő takarmányozási stratégiát alkalmazva.
- H100: Hévízi ponty használata, 30 egyed/akvárium sűrűségben. 100%-os, azaz kielégítő takarmányozási stratégiát alkalmazva.
- MixA*: Vegyes tartásban attalai tájfajta használata, 15 egyed/vegyes akvárium sűrűségben. 100%-os, azaz kielégítő takarmányozási stratégiát alkalmazva.
- MixH*: Vegyes tartásban hévízi ponty használata, 15 egyed/vegyes akvárium sűrűségben. 100%-os, azaz kielégítő takarmányozási stratégiát alkalmazva.

* MixA és MixH 15-15 egyede együttesen (Σ :30), egy akváriumban közösen alkották a vegyes csoportot (3x ismétlésben szintén).

Amennyiben a kísérlet során elhullás, vagy pl. kiugrás következtében fellépő elemszám csökkenés következett be, úgy az elhullott egyedhez nagyon hasonló tömegű, állományazonos egyeddel lett pótolva a hiány egy biztonsági tartalékból.



18. kép: A mérésekhez használt eszközök (balra) és néhány attalai egyed altatásban (jobbra) (Hartl Martin)

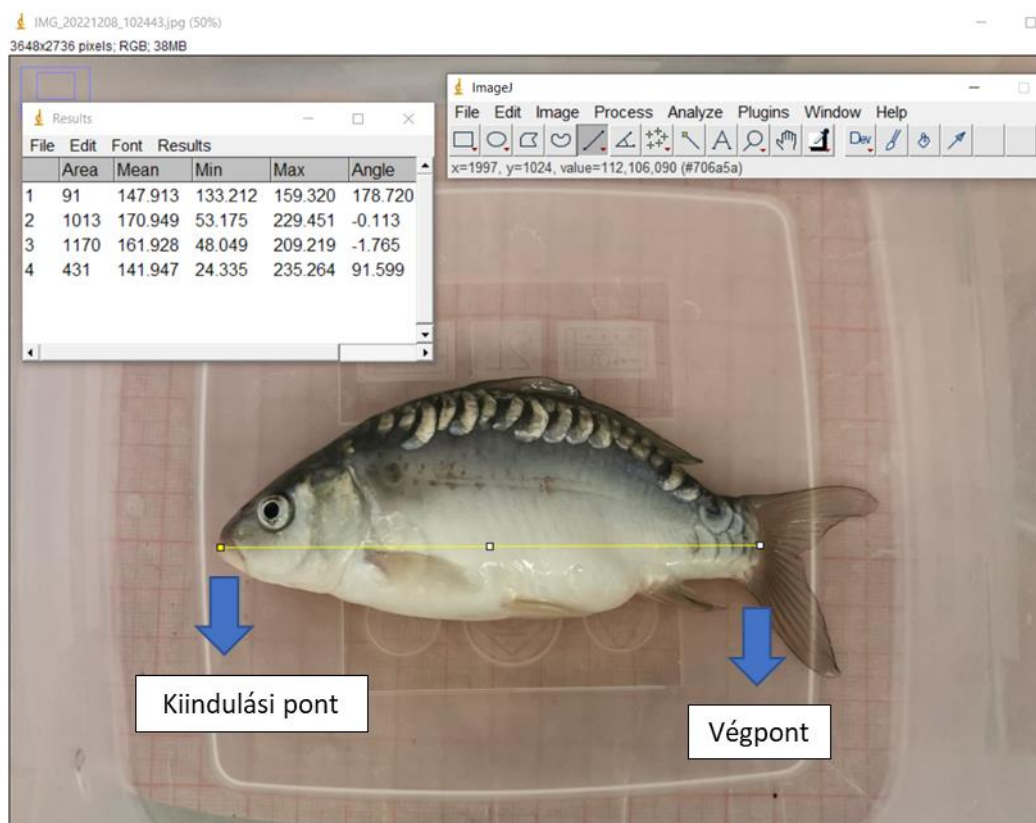
A halakat időszakosan, (i) az akváriumokból random kivéve mértem, illetve (ii) teljes kísérleti állományokat is vizsgáltam egyes időpontokban. A gyors mérések (i) oka a megfelelő tápmennyiség éppen aktuális növekményhez való igazítása volt. A teljes mérések (ii) a statisztikailag megalapozott következtetések levonásához szükségesek.

Az időközi mérések során feljegyeztem az egyedi tömegeket (Radwag WLC6 mérleg, altatásban – 18. kép), az állomány össztömegét, az átlag tömegeket és a szórást. A kísérlet zárásakor kiválasztottunk minden állományból (kivételem A30) közel azonos tömegű 15-15 egyedet, melyeket feldolgoztunk mintavételek miatt. A külső testparaméterek felvétele fényképről történt, de a biológia mintákhoz szükséges volt az állatok kíméletes leölése (jégelés az életfunkciók leálltáig). A mintavételek során elraktunk nyálka, bél, máj, izom, agy és ürülék mintákat is későbbi komplex vizsgálatokhoz.

A mért paraméterek során kalkulált és a számítások alapjait képező indexek a következők voltak: profilindex (testhossz/testmagasság), gonad tömeg, viscera tömeg, máj tömeg, teljes testhossz, standard testhossz, testmagasság, fejhossz, Gonado Szomatikus Index (gonádtömeg/testtömeg), Hepato Szomatikus Index (májtömeg/testtömeg), Viscera Szomatikus Index (visceratömeg/testtömeg), Kondíció faktor (tömeg/testhossz bizonyos aránya), SGR (specifikus növekedési ráta).

A morphometriai adatfelvételekhez fotódokumentációt használtam. A kísérlet zárásakor lefényképezett 4 x 15-15 egyed (A100, H100, MixA, MixH) milliméterpapír háttérrel lett archiválva, így az ImageJ program segítségével utólag könnyen fel tudtam venni bizonyos

paramétereket. A háttéradatokból pontosan lekérhető 1 valós centiméterhez tartozó pixelszám az adott képen, így a testhossz-testmagasság valós méretei is arányosíthatóak pixelszám alapján.



19. kép: Az ImageJ képelemző szoftver használata az utólagos testparaméter mérésekhez (Hartl Martin)

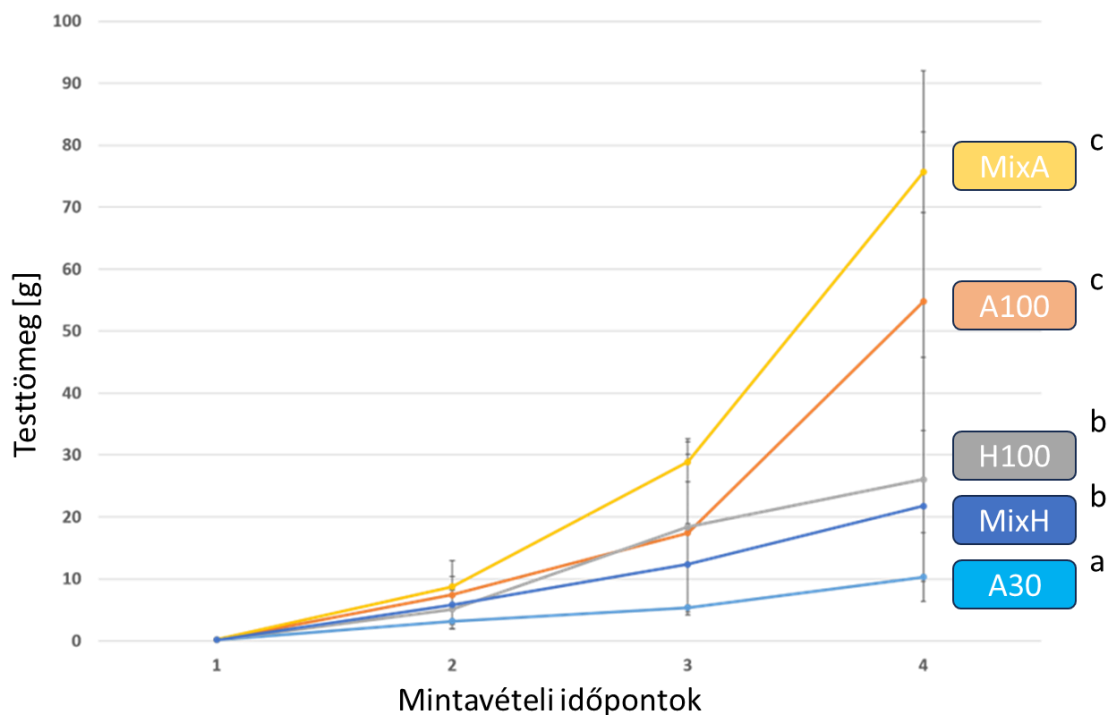
Az adatok felvételéhez és dokumentálásához a fényképeket magam készítettem Huawei nova 9 mobiltelefon fényképező funkciójával. A készülék hátlapi kamerája 50MP Ultra Vision kamera f/1.9 rekeszel ellátva. A fotók készítése közben fázisfókusz, kontrasztfókusz, és AIS képstabilizátor volt bekapcsolva. Az adatok tárolásához és egyszerűbb számításokhoz Microsoft Excel programcsomagot használtam. A képelemzésekhez a nyílt hozzáférésű ImageJ programot (19. kép), míg az adataink kiértékeléséhez GraphPad Prism 8.0.1. (USA, CA) programot használtuk. Az adatsorok normál eloszlását minden esetben megvizsgáltuk annak érdekében, hogy eldönthessük, parametrikus vagy nemparametrikus teszteket használjunk. Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk teszteket alkalmaztunk a normalitás vizsgálatához, és legalább az egyik tesztnek normál eloszlást kellett igazolnia, hogy parametrikus próbát használhassunk. Öt kezelésünk volt, így ANOVA és annak nemparametrikus megfelelőjét, a Kruskal-Wallis tesztet használtuk a csoportok közötti szignifikáns eltérés igazolására. A szignifikanciát minden esetben $p < 0,05$ érték alatt fogadtuk el. Az egyes csoportok közötti szignifikáns eltérést ANOVA esetében Tukey's; Kruskal-Wallis tesztnél Dunn's post-hoc

tesztel vizsgáltuk. A szignifikanciát itt is minden esetben $p < 0,05$ érték alatt fogadtuk el. Az ábrákon a szignifikanciát „*” szimbólum jelzi. A csillagok száma utal a szignifikancia erőteljességére (* $p < 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; **** $p \leq 0.0001$).

5. Eredmények és értékelésük

5.1. A növekedésvizsgálat elemzése

A több, mint fél évig tartó nevelési kísérlet során a kezelések tömegérték átlagai trendszerű különbséget mutattak a növekedés előrehaladtával (3. ábra), és az eltérések idővel még jobban kifejeződtek.

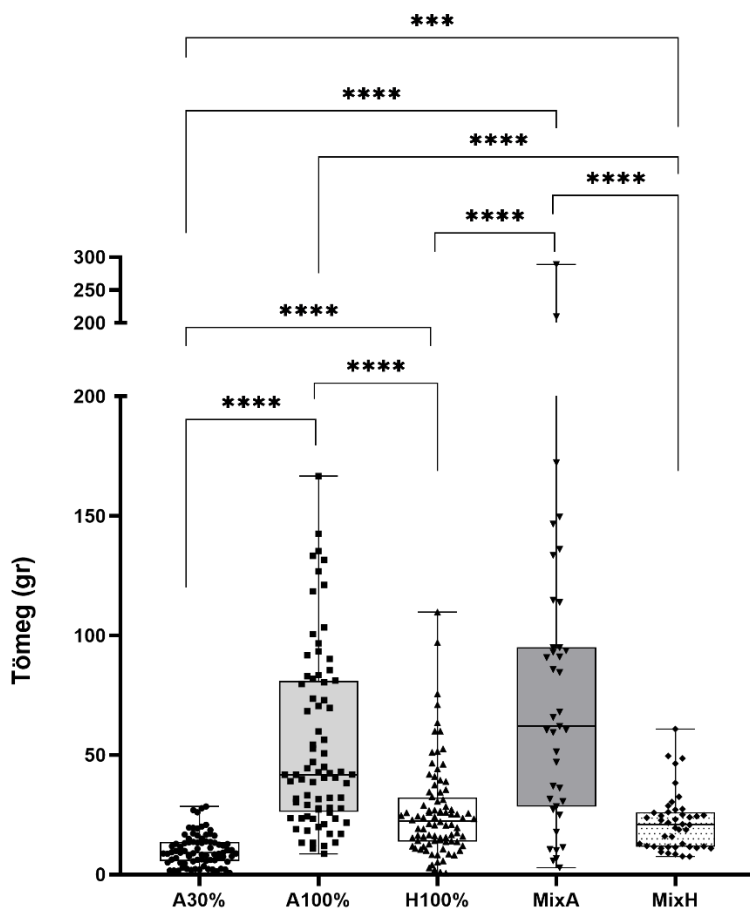


3. ábra: Az egyedi kezelések (A30, A100, H100) és a vegyes tartás (MixA és MixH csoportokra bontva) testtömeg átlag értékei a mintavételi időpontokban.
Az eltérő betűk (a-c) a záró mintavételkor szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelölnek.

Az A30-as, tehát alul takarmányozott attalai csoport jelentősen lemaradt az összes csoporttól. Ez a várakozásainknak megfelelt. A kezelés alkalmazását az indokolta, hogy megismerjük, a domesztikált tájfajta domináns növekedésre képes-e, még nehezített körülmények között ellenére is. A házasítás hatása és a húscélú növekedésre szelektált jelleg ellenére sem tudott egyenértékűen növekedni, például egy törpenövésűnek vélt vadponty változattal szemben.

Az attalai és a hévízi genetikai háttérű állomány minden kétséget kizáróan és igen jelentősen ($p < 0,0001$) különbözött egymástól a kísérleti körülményeink között a fél éves nevelési periódus végére (4. ábra). Ez az eredmény egyértelműen választ ad kezdeti kérdésünkre, a Hévízi-tóban élő egyedi pontyállomány olyan genetikai bázissal rendelkezhet, mely döntően felelős pl. egy attalai domesztikált tájfajtahoz viszonyított csökkent növekedési képességért. A vegyes tartásban tesztelt állományok esetében nincs különbség az egyedi tartású alapítóállományokhoz

képest egyik változatnál sem. Mindösszesen látszólagos különbség az ábrán, hogy a MixA csoport kissé felülkerekedik az alapítóállománynak számító A100 csoporton. Ezzel ellentétes eredményt sugall a hévízi vegyes tartás (MixH). Versenyhelyzetben gyengébben teljesítőnek tűnik a hévízi vonal önmagával összehasonlítva. E két látszólagos trend összecseng, mivel egy versenyhelyzetben – gyakorlati tapasztalataink alapján is – félénkebb hévízi pontyot valószínűleg hosszabb távon el tud nyomni egy agresszívebben táplálkozó házasított tájfajta. A dominanciafölény hatására relatíve nagyobb mennyiségű takarmányhoz tudott jutni egy MixA csoportban lévő attalai egyed, mint a saját közösségében.



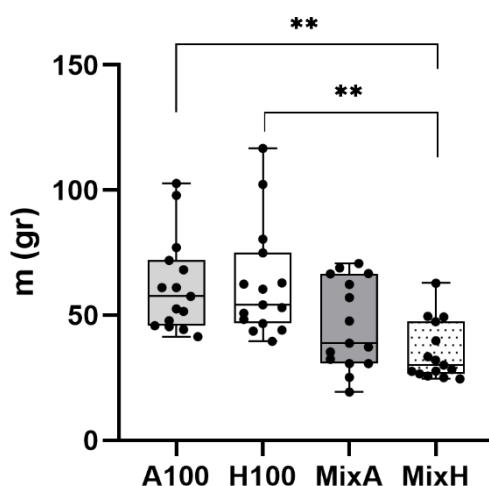
4. ábra: Az egyedi kezelések átlag testtömeg értékei Box-plot grafikonon ábrázolva a kísérlet zárásakor.

5.2. Morphometriai mutatók és különböző fejlődési indexek elemzése

Az egyedi és vegyes tartásban elvégzett növekedési kísérlet során a kezelések ismétléseit összevontuk (A100, H100, MixA és MixH esetében) és a teljes csoport állományokból kiválasztottunk 15-15 egyedet úgy, hogy az egyedek tömegei a leginkább átfedjenek. Ez a növekedési különbségek alapján azt eredményezte, hogy míg a hévízi állományból a

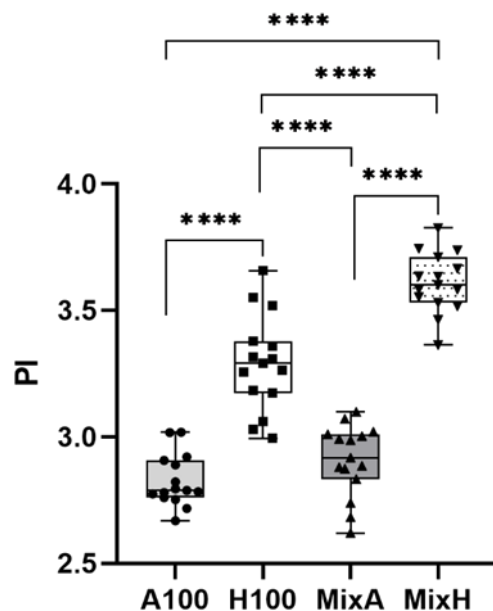
legnagyobbakat emeltük ki, addig az erőteljesebben növekedő attalai csoportból a közepes egyedek kerültek az átfedő csoportba. Azért alakítottuk így a kiválasztási kritériumokat, mert ez esetben a mintavételek során nem arra voltunk kíváncsiak, hogy egyes egyedek, milyen gyorsan, mekkorára nőttek, hanem az azonos kor és mérettartományba kerülő, de eltérő genetikai háttérű halak közötti összefüggéseket kerestük az alábbi mutatók alapján.

Testtömeg adatok alapján nincs jelentős különbség az attalai és a hévízi csoportok között, sem külön, sem vegyes tartásban (5. ábra) (Forrás: direkt válogatott egyedek!). Ez azért nagyon fontos, mert az állományok tömegadatainak összefésülésénél sikerült testsúly alapján jelentősen átfedő mintákat kialakítani. Ez az alapja minden további összehasonlítási vizsgálatnak. Mindazonáltal - ilyen jellegű megközelítésnél - mindkét pontyváltozat gyengébben teljesített versenyhelyzetben az alapító állományához képest (5. ábra).



5. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének tömeg adatokon alapuló összefüggései

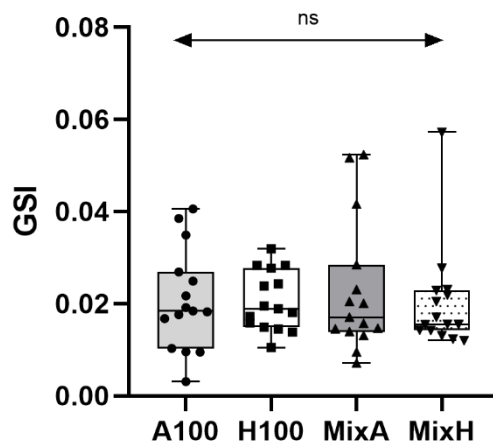
A profilindex egy gyakorlatban széleskörben használt mutató, mely a pontyok testarányait hivatott számszerűsíteni. Irodalmi adatok szerint az attalai ponty tájfajta profilindexe 2,3 (Varga (2013) mérései alapján $2,3 \pm 0,2$). A vad pontyvonalak esetében ez 3,5-4,5 is lehet (Várkonyi, 2021). Igen erőteljes különbség mutatkozott az attalai ($2,83 \pm 0,1$) és a hévízi vonal profilindexe között ($3,29 \pm 0,18$) ($p < 0,0001$), de nagyon érdekes, hogy mindkét esetben eltérnek a mért értékek a szakirodalmi adatoktól (6. ábra).



6. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének profilindex adatokon alapuló összefüggései

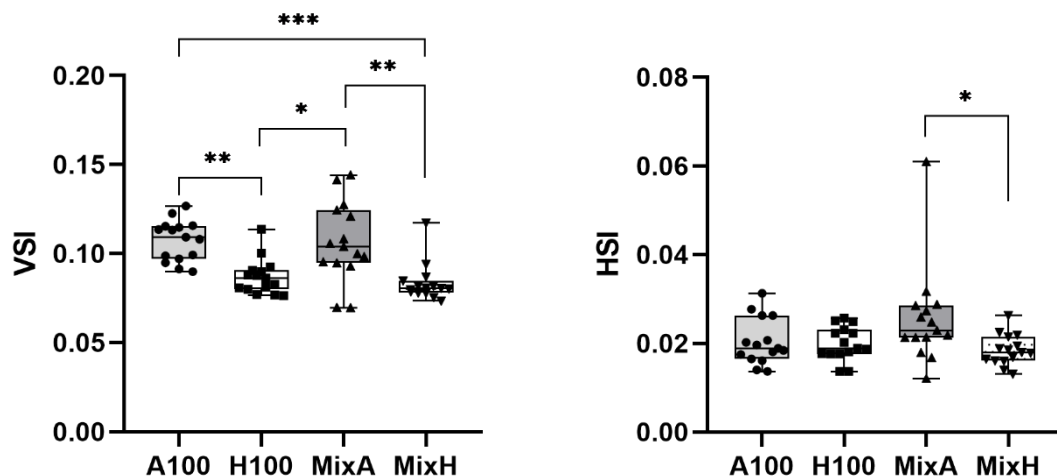
Az attalai vonal profilindexe hasonló külön és vegyestartású kísérleti körülmények között, ugyanakkor a hévízi ponty állomány profilindexe igen jelentősen megemelkedett a mesterségesen kialakított versenyhelyzet hatására (H100 vs, MixH, $p < 0,0001$).

A gonadoszomatikus index (GSI) az egyedek ivarérettségének egy szemléletes mutatója. Valószínűleg minden fajban és még fajon belül az ivarak között is jelentős különbségek lehetnek benne és ez nem mindig reprezentálja a valós szaporodási feltételeket. A hévízi ponty esetében gyakori megállapítás, hogy korán ivaréretté válik, tehát - az egyébként is kis méretű ponty - igen kis méretben szaporodik már. Vizsgálataink alapján, az átfedő mérettartományú kísérleti állományokban nincs kimutatható különbség a testtömeg és az ivarszervtömeg összefüggése során (7. ábra).



7. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének gonadoszomatikus index (GSI) adatokon alapuló összefüggései

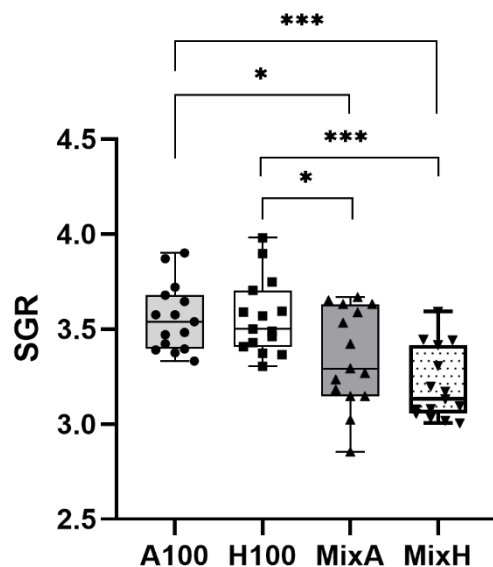
A visceroszomatikus index (VSI) a hasüreg zsigereinek tömegét viszonyítja a teljes testtömeghez. Segítségével érzékeltethető pl. egy erősen elzsírosodó hal, mely a hasúri zsírdepókkal, vagy májával növeli testsúlyát és nem az izomzatba alokálja a tápanyagokat, az energiát. Funkcionálisan kissé átfed a hepatoszomatikus index-szel (HSI), mely a máj tömegét arányosítja a teljes testtömeghez. Használatával például egy metabolikus aktivitás alapú különbség érzékeltethető.



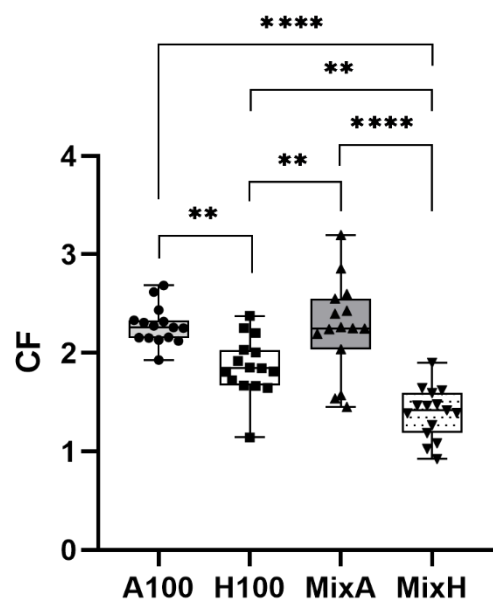
8. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének visceroszomatikus index (VSI) és hepatoszomatikus index (HSI) adatokon alapuló összefüggései

VSI alapján a két pontyváltozat különbözik egymástól, de a változatok mérőértékei az eltérő tartási körülmények hatására nem változnak meg. Sem az attalai tájfajta, sem a hévízi változat nem változik meg VSI index alapján, amennyiben az általunk mesterségesen kialakított versenyhelyzetbe kerül. A HSI értékek nem különböznek jelentősen, egyedül némi eltérés a vegyes tartás (versenyhelyzet) során figyelhető meg az attalai, domináns fél javára (8. ábra).

A specifikus növekedési ráta (SGR), a nevelési időszakra (napokra) vetített és egyenlő arányban elosztott napi növekedést írja le százalékos formában. A végtömeg adatok ellenére (5.1. fejezet), az SGR eredményekben nincs eltérés A100 és H100 csoportok között. Nagyon szembevető és valószínűleg etológiai aspektusokkal magyarázható, hogy mindkét alapító állomány rosszabbul teljesít, amint versenyhelyzetbe kerül a másik genetikai vonal egyedeivel (9. ábra).



9. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének Specific Growth Rate (SGR, specifikus növekedési ráta) adatokon alapuló összefüggései



10. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének kondíció faktor (CF) adatokon alapuló összefüggései

A kondíció faktor egy összetett jelző, mely a halak élettani körülményeit befolyásoló biotikus és abiotikus tényezők közötti kölcsönhatások alapján képződik. A kondíció faktor halfajonként változhat különböző helyszíneken (Blackwell et al., 2000). Eredményeink alapján az attalai tájfajta magasabb CF értékkel rendelkezik, mint a hévízi ponty a kísérleti körülményeink között (10. ábra). Az attalai fajta stabil maradt, míg a hévízi pontyváltozat nevelése romló kondíció faktor értéket eredményezett a mesterséges versenyhelyzet hatására. Összegezve itt is

megmutatkozik, hogy ez a változat valamelyest érzékenyebben reagál a zavarásra, ellenben az attalai változattal, mely esetében a domináns táplálkozási habitus előnyel bír számukra.

Korlátok és lehetőségek:

Kísérletünk során számos aspektusból megvizsgáltuk a két eltérő genetikai háttérrel rendelkező pontyváltozatot. Gazdasági szempontból a házasítás előnye egyértelmű és jelentős az attalai tájfajta javára. A hosszú időn keresztül, tömegszelekcióval végbemenő domesztikáció a rövidebb test, magasabb hát, rövidebb farok irányába haladt, így a húskihozatal is jelentősen megnőtt. A törpenövésű hévízi vadponty vizsgálataink szerint valóban kisebb növekedési eréllyel bír bizonyos kísérleti teszhelyzetben, hosszabb időtávon. Mindazonáltal meglepő és érdekes, hogy a nevelési fázis elején és közepén, a 3. mérési pontig közel azonosan növekedett a két pontyváltozat (3. ábra, 33. oldal, A100 és H100). Ez egybeesik Müller Tamás szóbeli közlésével (2023), mely szerint közel egynyaras korig (cc. fél éves kor, adott év ősze a tóban) hasonló növekedési eréllyel bír a hévízi ponty - más egyéb pontyokkal összevetve -, majd a téli (ideálisabbnak tűnő) hőmérsékleti körülmények között (24-26°C) áll le a korai dinamikus növekedése. Ez a téli hőmérsékleti tartomány kifejezetten ideális más genetikai háttérű pontyoknál, ugyanakkor a hévízi esetében már korlátozó tényező. Ez talán genetikai és hidrobiológiai (táplálékellátottság) aspektusokkal is magyarázható. Egyértelműen bebizonyosodott a nevelési rutin során, hogy a hévízi ponty esetében egy félénkebb, a zavarást nehezebben toleráló változatról van szó. A kísérleti körülményeket úgy kellett kialakítani, hogy az emberi zavaró hatás ne befolyásolja az eredményeket. Mivel maradék tápot nem hagytak meg a hévízi állományok sem, így az etetési rövid stresszhelyzet hamar eliminálódott és a halak – rövid időn belül - hiánytalanul elfogyasztották a felkínált pontytápot. Vegyestartású versenyhelyzetben egyértelműen az attalai tájfajta agresszívabb habitusa dominált.

A hévízi ponty extrém körülményekhez adaptálódott (meleg, igen alacsony oldott oxigén szint, háttérugárzás, sajátos táplálék), emellett kísérletünk során feltűnő volt a fellépő bakteriális fertőzéssel szembeni nagy ellenállóképessége. Az, hogy csak 1 héttel később reagált - enyhén felfutó elhullási hullámmal - a fertőzésre, mint a domesztikált változat, az valószínűleg igen nagy lehetőségeket tartogat a kutatók számára. Egy domesztikált változat & hévízi hibrid ponty lehet, hogy nem nőne a legnagyobbra, de az extrém helyzetekben is magas százaléku túlélésével stabil gazdasági hozamot eredményezhetne az extrém módon változó és kihívásokkal teli abiotikus, biotikus és pénzügyi környezetben.

6. Összefoglalás

Kutatómunkám fő célja az volt, hogy eredményeimmel hozzájáruljak egy komplex vizsgálathoz, mely egy speciális élőhelyen állandó állománnyal jelen lévő, unikális pontyváltozat genetikai hátterének és értékének szélesebb körű megismerésére törekszik.

Vizsgálataim során a kutatócsoportommal több esetben sikeresen szaporítottunk hévízi törpenövésű magyar vadpontyot (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) egy speciális ívató ketrecben élőhelyén és laboratóriumi körülmények között is hormonindukáltan. Ezzel egyidőben attalai ponty tájfajta egyedeit is sikerült beszerezniünk (termékenyített ikra) és közel azonos időben mindkét állományt sikeresen lekeltettük. A laboratóriumi, egységes lárvanevelési folyamatok után teljesítményvizsgálatot állítottunk be, melyben a kezeléseim a következők voltak: A30 – alul takarmányozott attalai, A100 – ideálisan takarmányozott attalai, H100 – ideálisan takarmányozott hévízi, MixA – ideálisan tak. attalai vegyes tartásban, MixH – ideálisan tak. hévízi vegyes tartásban. A magas szinten kontrollált körülményeket folyamatosan ellenőriztem és a halak egyedi és állományszintű növekedését folyamatosan monitoroztam a kísérlet során.

A kísérlet végeztével megmértem a teljes záró állomány tömegét (egyedileg), majd kezelésként 15-15 testtömeg alapján átfedő tartományba eső egyednek felvettem a következő paramétereit is: teljes testhossz, standard testhossz, testmagasság, fejhossz, ivarszerv tömege, viscera tömege, máj tömege. Az adatokból számoltam profilindexet, GSI, VSI, HSI értéket, kondíció faktort és SGR értéket is.

A statisztikai kiértékelést követően véleményünk szerint egyértelműen bebizonyosodott, hogy a Hévízi-tóban élő vad hátterűnek tartott pontyváltozat valóban csökkent növekedési képességekkel bír, egy kiválasztott házasított változathoz viszonyítva, hosszú időtávon. A kiértékelte testparaméterek és belőlük kalkulált fejlődési indexek összehasonlító vizsgálata alapján a hévízi profilindexe meghaladta az attalai változatét, sőt, még nőtt is állomány szinten, versenyhelyzetben. Érdekes módon GSI értékben nem mutattunk ki különbséget, pedig ez a mutató tudná részben jellemezni a korai, kis méretű ivarérettséget. Az attalai változat nagyobb tartalékokkal rendelkezik (VSI) és magasabb a kondíció faktor értéke is. A hévízi törpenövésű magyar vadponty egy rendkívül ellenálló, de félénk habitusú pontyváltozatnak mutatkozott a vizsgálataink során.

Munkám során kutatócsoportom különféle genetikai különбözőség meghatározását célzó egyéb vizsgálatokat is végzett modern, nagy hatékonyságú genomszekvenálási módszerekkel (Illumina és Oxford Nanopore platformok). A sekély- és mélyszekvenálási eredmények feldolgozása szakdolgozatom zárásakor is folyamatban van. Az általam végzett klasszikus eljárás és a modern megközelítésű vizsgálatok együttes eredményei bizonyíthatják minden kétséget kizáróan az egyedi élőhelyen kialakult, izolált genetikai hátteret.

Eredményeink hozzájárulhatnak egy unikális élőhelyen élő egyedi genetikai potenciállal rendelkező vadponti állomány természetvédelmi státuszának megőrzéséhez, illetve emeléséhez.

7. Irodalomjegyzék

- Balon, E. K. (2004): About the oldest domesticates among fishes. J. of fish Biology, 65, 1-27.
- Bíró, P., Tölg, L., Specziár, A. (2002): A Hévízi forrástó és kifolyójának halfaunája, A Hévízi forrástó ökológiai állapota, Hévízi Könyvtár 15., Hévíz, 68-79. p.
- Blackwell, B. G., Brown, M. L., & Willis, D. W. (2000): Relative weight (W_r) status and current use in fisheries assessment and management. Reviews in fisheries Science, 8(1), 1-44.
- Bogó, Zs., Tóth, A. (2021): Hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) ex situ és in situ konzervációbiológiai kutatások. TDK dolgozat, 2021. november 24. (MATE AKI Természetesvízi Halökológiai Tanszék)
- Crivelli, A. J. (1981): The biology of the common carp, *Cyprinus carpio* L. in the Camargue, southern France. Journal of fish Biology, 18(3), 271-290.
- Crichigno, S., Cordero, P., Blasetti, G., & Cussac, V. (2016): Dispersion of the invasive common carp *Cyprinus carpio* in southern South America: changes and expectations, westward and southward. Journal of fish biology, 89(1), 403-416.
- Fialho, C. B. (2006): Viviparous Fishes. Neotropical Ichthyology, 4, 462-462.
- Freyhof, J., Kottelat, M. (2008): *Cyprinus carpio*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <http://www.iucnredlist.org/details/6181/0>
- Gyarmati, J. (1987) A Hévízi-tó gyógyászati paramétereit. Kutatási Jelentés.
- Hajnal, M. (2023): Ex situ konzerváció biológiai kutatások a hévízi törpenövésű vadponty fajban, MATE Szent István Campus, osztatlan agrármérnök, diplomadolgozat.
- Hancz, Cs. (szerk.) (2007) Haltenyésztés. Egyetemi jegyzet, KE Állattudományi Kar.
- Harka, Á., Nyeste, K. J., Nagy, L., & Erős, T. (2014): Bíborsügérek (*Hemichromis guttatus* Günther, 1862) a Hévízi-tó termálvizében= Jewel cichlids (*Hemichromis guttatus* Günther, 1862) in thermal water of Lake Hévíz (Western Hungary). Pisces Hungarici, 8, 29-34.
- Herman, O. (1887): A magyar halászat könyve. Budapest, Királyi Magyar Természettudományi Társulat.
- Horváth, L. (szerk.) (2000): Halbiológia és haltenyésztés (2. kiadás), Mezőgazda kiadó, Budapest, 1-440. p.
- Kiss, G. (2022): Lehalászás jelentés 2007-2021, AKI, Budapest.
- Kiss, G. (2023): Lehalászás jelentés, előzetes adatok 2022, AKI, Budapest.
- Koehn, J. D. (2004): Carp (*Cyprinus carpio*) as a powerful invader in Australian waterways. Freshwater Biology, 49, 882–894.
- Körmendi E., Óri I., Csepregi A., Izápy G., Ágotai Gy. (2008): A Hévízi-tó környezeti, természeti és gyógyidegenforgalmi jelentőségének bemutatása. Kutatási jelentés, tanulmány, Budapest, 1-52 p.
- Krett G. (2017): A Hévízi-tó különleges élőhelyi sajátosságaihoz alkalmazkodott baktériumközösségek diverzitása. Doktori (PhD) értekezés, ELTE, Budapest.

Kucska, B., Kiss, P., Bógó, B., Horváth, J., Urbányi, B., Müllet, T. (2022) A menyhal (*Lota lota*) indukált ketreces ivatásának tapasztalatai – előzetes megfigyelések. *Pisces Hungarici* 16, 101-104.

Lehoczky, I., Jeney, Z., Magyary, I., Hancz, C., Kohlmann, K. (2005). Preliminary data on genetic variability and purity of common carp (*Cyprinus carpio* L.) strains kept at the live gene bank at Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation (HAKI) Szarvas, Hungary. *Aquaculture. Special Issue: Genetics in Aquaculture VIII.* 247: 45-49. p.

Lehoczky, I., (2007): A HAKI ponty élő génbankjának populációgenetikai vizsgálata mikroszatellit DNS markerekkel és PCR-RFLP módszerrel. Doktori disszertáció, Kaposvár

Müller, T., Bógó, B., Ferincz, Á., Horváth, J., Staszny, Á., Ivánovics, B., Weiperth, A., Lente, V., Hajnal, M., Specziár, A., Urbányi, B. (2022): A kivétel erősíti a szabályt? Hévízi törpenövésű vadponty egyedi ivarérese és ívása. *Halászatfejlesztés* 39, 105-106.

Müller, T., Ferincz, Á., Weiperth, A., Ivánovics, B., Tóth, B., Bógó, B., Horváth, J., Urbányi, B., Specziár, A. (2024): Uncommon life history and winter spawning of common carp (*Cyprinus carpio*) in a natural thermal spring, under temperate climate. *Fish Physiology and Biochemistry*, 1-9.

Pintér, K. (2002): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 202.

Souza, A. T., Argillier, C., Blabolil, P., Děd, V., Jarić, I., Monteoliva, A. P., Kubečka, J. (2022): Empirical evidence on the effects of climate on the viability of common carp (*Cyprinus carpio*) populations in European lakes. *Biological Invasions*, 1-15.

Specziár, A. (2004): Life history pattern and feeding ecology of the introduced eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki*, in a thermal spa under temperate climate, of Lake Hévíz, Hungary. *Hydrobiologia*, 522: 249-260.

Szabó, I. (2002): Melegvízi növényfajok Hévíz és Keszthely vizeiben. *Bot. Közl.*, 89 p.

Takács, P., Maász, G., Vitál, Z., Harka, Á. (2015): Akvárium halak a Hévízi-lefolyó termálvizében. *Pisces Hungarici* 9, 59-64. p.

Takács, P., Czeglédi, I., Ferincz, Á., Sály, P., Specziár, A., Vitál, Z., Erős, T. (2017): Non-native fish species in Hungarian waters: historical overview, potential sources and recent trends in their distribution. *Hydrobiologia*, 795, 1-22.

Tóth, B., Bagi, Z., Kusza, Z. (2017): Ponty (*Cyprinus carpio* L.) tájfajták különböző markerekkel végzett genetikai vizsgálatai a Világban és Magyarországon - összefoglaló tanulmány. *Acta Agronomica Óváriensis*, 58(2).

Varga, D., Müller, T., Specziár, A., Hancz, CS., Szabó, A. (2011): A hévízi törpenövésű vadponty zsírsavösszetétele. XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI. Szarvas, 2011. máj. 25-26. Abstract kötet, 28 p.

Varga, D. (2013): A természeti környezet és a tartási körülmények hatása ponty (*Cyprinus Carpio* L.) jólétére és termékminőségére (Doktori Disszertáció, Kaposvári Egyetem).

Varga, D., Müller, T., Specziár, A., Fébel, H., Hancz, CS., Bázár, GY., Szabó, A. (2013): Note on the special fillet fatty acid composition of the dwarf carp (*Cyprinus carpio carpio*) living in thermal Lake Hévíz, Hungary. *Acta Biologica Hungarica* 64: 38–48. p.

Varga, D., Müller, T., Tóth, B., & Hancz, C. (2021): Length-weight relationship of the endemic dwarf carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) living in thermal Lake Hévíz, Hungary. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(5), 2791-2796.

Varga, K. (2011): Felszín alatti vizekből származó radon gáz a természetes és épített környezetben. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Fizika Doktori Iskola

Varga, A. & Lökkös, A. (2021): A Hévízi-tó puhatestű faunája, www.mamat.hu, 1-16. p.

Várkonyi, L. (2014): Új módszer a veszélyeztetett halak védelmében (Hévízi törpenövésű vadponty indukált szaporítása az élőhelyén, diplomadolgozat, SZIE, Gödöllő, 34 p.

Várkonyi, L., Specziár, A., Horváth, L., Urbányi, B., Müllerné-Trenovszki, M., & Müller, T. (2014): Hévízi törpenövésű vadponty indukált szaporítása az élőhelyén.

Vizkelety, É. (1981). Adatok a Hévízi tó algáinak ismeretéhez. *A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei*, 16, 31-39.

Vizkelety, É., Németh, J., & Gulyás, P. (1994): A Hévízi-tó hidrobiológiája. *Hévízi Könyvtár 1, A Hévízi „Csoda Tó”*, 37-47.

Winker, H., Weyl, O. L., Booth, A. J., & Ellender, B. R. (2011): Life history and population dynamics of invasive common carp, *Cyprinus carpio*, within a large turbid African impoundment. *Marine and Freshwater Research*, 62(11), 1270-1280.

Zhou, J., Wu, Q., Wang, Z., & Ye, Y. (2004): Genetic variation analysis within and among six varieties of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in China using microsatellite markers. *Russian Journal of Genetics*, 40(10), 1144-1148.

Internet 1

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300019.KTM>

Internet 2

https://ng.24.hu/termeszeti/2012/10/25/a_hevizi_to_kulonleges_elovilaga/

Internet 3

<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9v%C3%ADzi-t%C3%B3>

Internet 4

diszhal.info

Internet 5

<https://www.bfnp.hu/hu/hir/a-hevizi-to-uj-halfaja-a-parducmintas-vertesharcsa-pteryogplichthys-disjunctivus>

Internet 6

haldorado.hu

Internet 7

<http://users.atw.hu/bofifish/index.php?oldal=bem>

8. Ábrajegyzék

1. ábra: A hévízi vízrendszerben előforduló néhány trópusi halfaj hőmérséklet tolerancia-tartománya (min. és max.). A Hévízi-tó minimum és maximum hőmérsékleti értékei sávosan/vízszintesen jelölve 12. oldal
2. ábra: A Hévízi-tó halfaunájának alakulása a monitoring vizsgálatok alapján 13. oldal
3. ábra: Az egyedi kezelések (A30, A100, H100) és a vegyes tartás (MixA és MixH csoportokra bontva) testtömeg átlag értékei a mintavételi időpontokban. 33. oldal
4. ábra: Az egyedi kezelések átlag testtömeg értékei Box-plot grafikonon ábrázolva a kísérlet zárásakor. 34. oldal
5. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének tömeg adatokon alapuló összefüggései ... 35. oldal
6. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének profilindex adatokon alapuló összefüggései 36. oldal
7. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének gonadoszomatikus index (GSI) adatokon alapuló összefüggései 36. oldal
8. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének visceroszomatikus index (VSI) és hepatoszomatikus index (HSI) adatokon alapuló összefüggései 37. oldal
9. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének Specific Growth Rate (SGR, specifikus növekedési ráta) adatokon alapuló összefüggései 38. oldal
10. ábra: A 4 főcsoport 15-15 egyedének kondíció faktor (CF) adatokon alapuló összefüggései 38. oldal

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom az 'Élvonal' Kutatói Kiválósági Program (KKP - 126764) vezetőjének, dr. Orbán Lászlónak és az Alkalmazott Halbiológiai Tanszék összes munkatársának, hogy munkám során a segítségemre voltak. Külön köszönöm konzulenseimnek, dr. Beliczky Gábor Péter egyetemi adjunktusnak, Bognár András tudományos segédmunkatársnak és Merth János intézeti mérnöknek, hogy mindenben támogattak. Köszönöm a segítséget dr. Müller Tamásnak és dr. Specziár Andrásnak, akik segítségemre voltak a halak megfogásában, illetve számos szakirodalommal egészítették ki a munkámat. Ezúton szeretném megköszönni a Hévízi Szent András Reumakórház és Gyógyfürdőnek, hogy engedélyt adtak a tavon történő halászatra, szaporításra.

10. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános
hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Hartl Martin
A Hallgató Neptun kódja: V4MH8E
A dolgozat címe: A kérsi törpenövény magyar vadponta (Cyprinus
carpio carpio morpho hungaricus) szétválasztásának analízise a klasszikus akvakultúra érdekében
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Akvakultúra és Környezetgazdálkodási Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Alkalmazotti Halbiológia Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott
záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi
alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen
megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
 - titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után
- nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024 év 03 hó 25 nap

Hartl Martin
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Nyilatkozat

A szakdolgozat készítőjének konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozat záróvizsgán történő védését **javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot **nem tartalmaz**.

Kelt: Keszthely, 2024. március 13.



Dr. Beliczky Gábor Péter
egyetemi adjunktus
MATE AKI
Alkalmazott Halbiológiai Tanszék
Keszthely