SZAKDOLGOZAT

TÓTH ANDRÁS
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖK (BSc)

Gödöllő
2021

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Természetvédelmi mérnök (BSc)

A hévízi törpenövésű vadponty szaporodása természetes élőhelyén

Belső konzulens: Dr. Müller Tamás
tudományos főmunkatárs

Külső konzulens: Dr. Ferincz Árpád
tudományos főmunkatárs

Készítette: Tóth András
OCPC1K
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: MATE, AKI
Halgazdálkodási Tanszék

Gödöllő

2021

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések ... 3

2. Szakirodalmi áttekintés ... 4

2.1. A Hévízi-tó bemutatása ... 4

2.1.1. A Hévízi-tó fizikai, kémiai és geológiai jellemzése ... 4

2.1.2. A Hévízi-tó élővilága ... 6

2.2. A Hévízi-tó halfaunája és annak változásai ... 7

2.3. A ponty (*Cyprinus carpio*), azon belül a hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) bemutatása ... 9

2.3.1. A ponty (*Cyprinus carpio*) elterjedése és jelentősége ... 9

2.3.2. A ponty (*Cyprinus carpio*) felépítése és életmódja ... 11

2.3.3. A hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) ... 13

2.4. A ponty (*Cyprinus carpio*) természetes szaporodása ... 15

2.4.1. A petesejt és a hímivarsejt kialakulása ... 16

2.4.2. A megtermékenyülés folyamata ... 17

3. Anyag és módszer ... 19

3.1. A vizsgálat oka és pontos helye ... 19

3.2. A mintavétel kivitelezése és a minták szállítása, tartása ... 21

3.3. Az ikrák és lárvák méretének meghatározása ... 22

3.4. Az adatok elemzésének, értékelésének módszerei ... 23

4. Eredmények ... 25

4.1. A vizsgált ikrák és lárvák mérete ... 25

4.2. Az eredmények összevetése a nemzetközi szakirodalomban tapasztalt adatokkal ... 27

5. Eredmények megvitatása ... 29

6. Összefoglalás ... 32

Köszönetnyilvánítás ... 34

Irodalomjegyzék ... 35

Nyilatkozat ... 38

1. Bevezetés és célkitűzések

A Hévízi-tó hazánk egyik legkülönlegesebb természeti értéke, amely az egyedi fizikai, kémiai és geológiai adottságainak köszönhetően unikális édesvízi élőhelyként funkcionál az itt élő életközösségeknek. Gyógyhatása miatt már évszázadok óta fontos szerepet tölt be a helyi közösségek életében. A tó különleges kialakulása, valamint az egyedi élőhelyi adottságok miatt hazánkban a tó ökoszisztémája egyedülálló. Az itt dominánsan teret hóditó egzotikus halfajok közül kiemelkedik az őshonos hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*), amely pontyváltozat genetikailag a dunai vadpontyból eredeztethető. Ez a morfológiai szempontból eltérő ponty ökotípus kizárólag itt fordul elő a világon. Igen érdekes dolog, hogy képes volt alkalmazkodni a tó különleges adottságaihoz, hiszen más pontyfajták nem tolerálják az itt található magas hőmérsékletű, és ritka kémiai összetételű természetes vizet.

A ponty (*Cyprinus carpio*) jelenleg a legjelentősebb tógazdaságokban tenyésztett hazai halfajunk.

A Hévízi-tóban élő, a ponty faj szempontjából genetikailag különleges állomány véleményem szerint természetvédelmi szempontból felbecsülhetetlen. Mivel ez a változat kizárólag itt található meg a Földön, ezért elengedhetetlen az állomány hosszútávú kezelési tervének kidolgozása, és a változat monitoringja. Az elmúlt években több kutatás is indult erre vonatkozóan, melynek egyikébe lehetőségem volt becsatlakozni a szakdolgozatom elkészítése során. A mintavételezések ellenére még ma is nagyon kevés recens információval rendelkezünk e változattal kapcsolatban. Különösen fontos azonban, hogy feltérképezzük a hévízi törpenövésű vadponty szaporodásával kapcsolatos jellemzőket, hiszen ezek alapvető fontosságúak a változat fennmaradása szempontjából.

Idén februárban az egyik mintavételezésünk alkalmával arra lettünk figyelmesek, hogy a tó északi részén éppen zajlott a tárgyhalunk ívása. Mivel eddig ezt a jelenséget még nem sikerült a korábbi években rögzíteni, így ez a vizsgálatok szempontjából újdonságként hatott. A korábbi kutatások alapján feltételezzük, hogy a tóban a hévízi törpenövésű vadpontynak természetes önfenntartó állománya van. Célkitűzéseink a következők voltak: (i) bebizonyítani, hogy a hévízi törpenövésű vadpontynak a Hévízi-tóban önfenntartó, szaporodó állománya él, (ii) a változat ikra- és lárvaméretének elemzése a későbbi szaporodásbiológiai vizsgálatok háttérkutatásaihoz, (iii) a természetes élőhelyről begyűjtött termékenyített ikrák keltetése, és a lárvák felnevelése, (iv) valamint a begyűjtött ikrák és a keltetett lárvák a faj más élőhelyen megfigyelhető növekedési rátáival való összevetése.

2. Szakirodalmi áttekintés

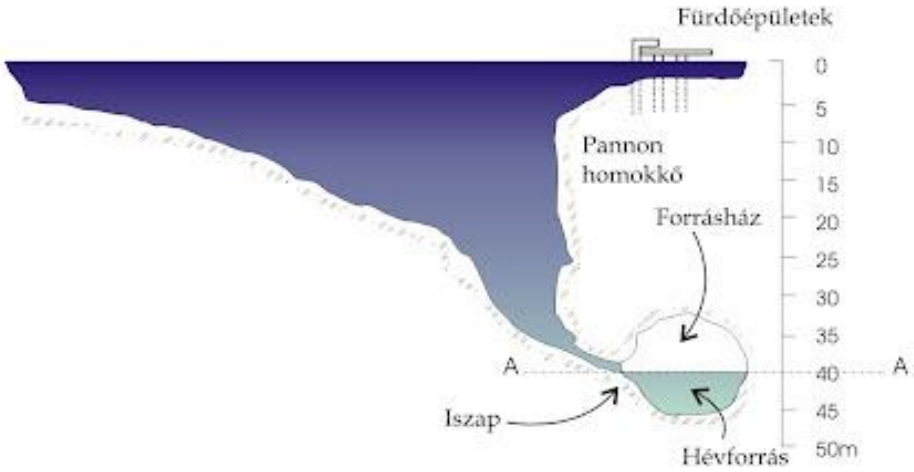
2.1. A Hévízi-tó bemutatása

A Hévízi-tó Hévíz településen, Zala megyében, a Balatontól mindössze 6 km-re nyugatra helyezkedik el. 4,44 hektáros kiterjedésével, valamint a körülötte lévő 50 hektáros véderdővel Európa legnagyobb gyógyhatású melegvizes tava. Turisztikai szempontból igen fontos tavunk, már a 19. század legelején fürdőt építettek ki a tavon. A kialakított Tófürdő és a hozzá kapcsolódó gyógyászati, wellness szolgáltatások évente több mint egymillió turistát vonzanak a városba (Hajnal & Köbli 2014).

A koronavírus kitörése előtti évben, 2019-ben már közel 1,3 millió turista kereste fel a várost, elsősorban a fürdőkultúrát kedvelő közönség. A turisták jelentős része külföldi, mindössze nagyjából 40 %-a magyar. A külföldi vendégek között legnagyobb számban németek, oroszok, osztrákok, illetve csehek keresik fel a fürdőt. A koronavírus hatására, főleg a külföldi vendégek elmaradása miatt Hévízen is jelentősen bezuhant a turizmus, így az utóbbi 2 évben jóval kevesebben keresték fel a Hévízi-tavat (Fekete et al. 2021).

2.1.1. A Hévízi-tó fizikai, kémiai és geológiai jellemzése

A legtöbb melegvizes tó sajátossága, hogy jellemzően vulkanikus eredetűek. Ezzel szemben a Hévízi-tó nem vulkanikus, hanem tőzegmedrű forrástó, amelyet egy forrásbarlangból feltörő, 30-40 ezer l/perc vízhozamú 38 °C-ú víz táplál. Emiatt a tónak folyamatosan magas a hőmérséklete, és vízcserélődési sebessége is jelentős (kb. 3,5 nap). Ez a tavat tápláló két forrásnak köszönhető. Az egyik forrás, amely a víz 90 %-át biztosítja 41 °C-os, míg a másik, amelyik a víz 10 %-át biztosítja 17 °C-os vizet ad. Előbbi vize észak-nyugatról, míg utóbbi dél-keletről kerül a forrásbarlangba (1. ábra). Mindkét forrás a felső-triászban kialakult dolomitból áramlik fel, így kialakítva a 38,5 m mély forrástölcsért (Körmendi 2008).



1. ábra: A Hévízi-tó keresztmetszete és forrásbarlangja (forrás: http1)

A forrásból bekerülő víz átlagosan 38 °C körül van. Ez a víz többirányban és több síkon áramlik, legelőször alulról felfelé. A feltörő víz azután a levegővel érintkezve visszahűl és ismét lemerül. Ez a keveredés egy viszonylag állandó hőmérsékletet alakít ki a tóban. A hőmérséklet nyáron 33-35 °C körül van, a forró napokon elérheti akár a 37-38 °C-ot is. Télen a víz hőmérséklete 26-29 °C körül van, és még a leghidegebb januári napokon sem hűl 22 °C alá. A tó meleg vize két kifolyón távozik: északon az Ó-Berek-csatornába folyik, délen pedig a Hévízi lefolyóba, ami végül a Zalába, onnan pedig a Balatonba kerül (Krett 2017).

Az ökoszisztéma szempontjából a hőmérséklet mellett a víz oldott oxigéntartalma is igen fontos, jelentős vízminőség paraméter. Az oxigén a levegőből, a vízben élő növényi szervezetek fotoszintézise által kerülhet a természetes vizekbe. Az oldott oxigén tartalom mérése napi maximumot és minimumot mutat (nappal-éjszaka). Hiánya a vízi élet teljes pusztulását okozhatja. A Hévízi-tóban az oldott oxigén mennyisége 3,6 mg/l, ami igen alacsony értéknek mondható, éves ingadozása az állandó körülmények miatt viszonylag változatlan (http2).

Kémiai szempontból a Hévízi-tó vize kalcium-magnézium-hidrokarbonát típusú. A jelentős mennyiségben jelenlévő kalcium és magnézium a felszín alatt lévő dolomitrétegből származik. A mélyebb rétegekből kálium, szilícium, lítium, sőt kis mennyiségben rádium kerül a tó vizébe. A kénvegyület tartalom szintén magas, emellett a széndioxid és a metán is fontos összetevője a tó vizének. A Hévízi-tó részletesebb vízminőségi paraméterei az 1. táblázatban

láthatók. A korábban említetteken kívül megállapítható még, hogy viszonylag magas a fluorid és a szulfid tartalom is (Varga 2011, Krett 2017).

1. táblázat: A Hévízi-tó vizének fontosabb minőségi paraméterei (forrás: Green Capital Zrt., 2008).

Víz jellemző paramétere	Forrás	Tó-közép	Déli zsilip
Összes keménység	198	203	199
Lúgosság	6,5	6,4	6,4
Na+K	31	30	31
Ca	86	87	83
Mg	34	35	35
NH_4	0,4	0,3	0,2
HCO_3	394	388	393
SO_4	60	68	67
Cl	20	24	24
F	1,4	1,4	1,4
szulfid	2	0,4	0,4

A tó medrében található üledék szerves és szervetlen anyagokban is igen gazdag. A szerves anyagok nagy részét a tőzeges frakció adja (humin, lignin, huminsavak). A szervetlen vegyületek jelentős része mész, de pl. kvarc, és földpát is van benne. Az elemek közül a kalcium, a nátrium, a magnézium, a szilícium mennyisége nagy, valamint szulfát, hidrogén-karbonát, klorid és jód vegyületeket is tartalmaz (Gerencsér et al. 2010).

2.1.2. A Hévízi-tó élővilága

A Hévízi-tó élőhelyi szempontból unikális. A víz magas hőmérséklete és különleges kémiai összetétele megfelelő élőhelyet biztosít számos idegenhonos, trópusi éghajlatról származó egzotikus halfajnak is. Emiatt a tóban és annak kifolyójában egyedülálló élővilág alakult ki.

A tó trofitási foka oligotróf és mezotróf tartományon belül van, nagyon kis számú és fajszegény az itteni fitoplankton állomány. Az oxigéntermelők közül a legjelentősebb csoportot a kovaalgák jelentik a tóban, a zöldalgák mennyisége pedig a cianobaktériumoknál is kisebb. A korábbi kutatások alapján az itt található planktonikus algaközösség a termálvizeinkre jellemző, egy részük azonban a szilárd felületeken kialakult bevonatokról kerülhet a vízbe. Emellett olyan trópusi fajok is megjelennek a tóban, amelyek mérsékelt övezetben csak igen

ritkán fordulnak elő, pl.: *Aphanothece elabens, Symploca laete–viridis, Gloeothece rupestris* (Vizkelety et al. 1994, Ács 2006).

A tó egyik legjellemzőbb növénye a betelepített indiai vörös tündérrózsa (*Nymphaea rubra var. longiflora*), amely a tó címerében is szerepel. Annak ellenére, hogy korábban a hazánkban őshonos fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) is megtalálható volt, ez ma már azonban csak a kifolyóban van jelen. A vörös tündérrózsának nagy szerepe van a tó életében, hiszen nagy borításával csökkenti a hőleadást, emellett a víz szervesanyagtartalmára is befolyással van. Számos védett, vízi élőhelyhez kötődő növény megtalálható itt, melyek közül néhány fontosabb: tengermelléki káka (*Schoenoplectus litoralis*), bugás sás (*Carex paniculata*), egypejvás csetkáka (*Eleocharis uniglumis*), árokvirág (*Samolus valerandi*), mocsári lednek (*Lathyrus palustris*), tőzegpáfrány (*Thelypteris palustris*), kormos csáté (*Schoenus nigricans*) (Szabó 2002).

A Hévízi-tó állatvilága szintén különleges és egyedi, endemikus és behurcolt trópusi fajok egyaránt megtalálhatók itt. A tóban legelterjedtebb két fonálféreg a *Crocodolrylaimus thermalis* és a *Neoactinolaimus tepidus* csak itt található meg, ezek a tóban található algákkal táplálkoznak (Andrássy 1997).

A tó zooplankton közössége igen szegényes, amelynek a fő oka a tó magas hőmérséklete és egyedi kémiai összetétele. Emellett a tó vízi növénytársulása, elsősorban a tündérrózsa is hozzájárul az egyedi körülmények kialakításához. Egy korábbi kutatásban 33 kerekesféreg (pl. *Epiphanes brachionus var. spinosus, Lecane inermis*), 6 ágascsápú rák (pl. *Bosmina longirostoris*), valamint 2 evezőlábú rák fajt (egy *Microcyclops* és egy *Macrocyclops* fajt) azonosítottak. Emellett a tóban megtalálható egy alsóbbrendű rákfaj, a *Schizopera clandestina heviziensis*, amely csak itt fordul elő (Vizkelety et al. 1994).

Érdekességképpen elmondható még, hogy az itt élő *Limnohalacarus cultellatus* vízi atka fajt, korábban csak trópusi területeken fedezték fel. Emellett megtalálható a tóban Planorbella duryi vízicsiga faj, amely Amerika trópusi tájain található meg (Zánkai 2005, Horváth 2010).

2.2. A Hévízi-tó halfaunája és annak változásai

A Hévízi-tó halfaunája alapvetően nem túl bőséges, ami a kedvezőtlen környezeti tényezőknek (magas hőmérséklet, alacsony oldott oxigénkoncentráció) köszönhető.

Több különböző balatoni faj is felúszik a tó zsilipjéig, azonban ezek nem telepednek meg a tóban. Emellett kizárólag a Hévízi-tóban található meg szakdolgozatom tárgya, a hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*), amelyről a dolgozat későbbi szakaszaiban lesz részletesebben szó (Várkonyi 2015, Krett 2017, Várkonyi 2021).

Egy felmérés szerint 2008-ig más őshonos önfenntartó állománnyal nem rendelkező fajok is előfordultak a tóban, pl. a karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*), a bodorka (*Rutilus rutilus*) és a csapósügér (*Perca fluviatilis*). Ezek közül az előbbit az utóbbi években is megtalálták. Az őshonos fajok tartós megmaradását a tóban több tényező is fenyegeti. Egyrészt magának a víz hőforrásának jelenleg tapasztalható elapadása közvetlenül veszélyeztetheti a fajokat, másrészt az invazív fajok betelepedésével szintén kedvezőtlenebbé válnak az őshonos állatok életkörülményei (Takács et al. 2015).

Az invazív fajok megjelenése az őshonos fajok kipusztulását, az eredeti társulások átalakulását okozhatják. Ennek oka a legtöbb esetben az, hogy ezek a fajok kompetícióban állnak az őshonos halakkal, vagy annak ragadozójuk. Az invazív fajok betelepítése szándékosan vagy véletlenül történhet, azonban a Hévízi-tó esetében általában emberi tevékenység általi bekerülésről beszélhetünk. A legrégebben betelepített halfaja a szúnyogirtó fogasponty (*Gambusia affinis*). Ez az 1937-es években került be a tóba, annak érdekében, hogy elpusztítsa a maláriaszúnyog lárváit. A hal azóta is folyamatosan és nagy számban megtalálható (Specziár 2004).

Napjainkra számos idegenhonos egzotikus faj megtelepedett a Hévízi-tóban. Ez több mint valószínű, hogy annak a következménye, hogy az akvaristák a megunt kedvenceiket illegálisan helyezték el a tóban vagy a lefolyóban. Ennek eredményeként több idegenhonos faj is évtizedek óta jelen van, mint pl. a naphal (*Lepomis gibbosus*), a szivárványsügér (*Herotilapia multispinosa*). Az utóbbi 6-8 évben még több trópusi fajt fedeztek fel a tóban, melyek többsége a sügerek közé tartozik: a pompás malawisügér (*Pseudotropheus socolofi*), a citromsügér (*Amphilophus citrinellum*), a jaguársügér (*Parachromis managuensis*), a tűzfejű tarkasügér (*Paraneetroplus synspilus*), valamint a bíborsügér (*Hemichromis bimaculatus*) is megtalálható a tóban. Ezeken kívül a fogaspontyok közé tartozó jukatáni fogasponty (*Poecilia sphenops*) szintén megtalálható itt. Kétségtelen, hogy ezeknek a fajoknak a többsége lenyűgöző látványt nyújt, azonban a természetes ökoszisztémába bekerülve, jelentős problémát okozhatnak a már itt élő állományban. Emiatt igen fontos feladat, hogy az illegális betelepítéseket megakadályozzák (Takács et al. 2015).

2.3. A ponty (*Cyprinus carpio*), azon belül a hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) bemutatása

2.3.1. A ponty (*Cyprinus carpio*) elterjedése és jelentősége

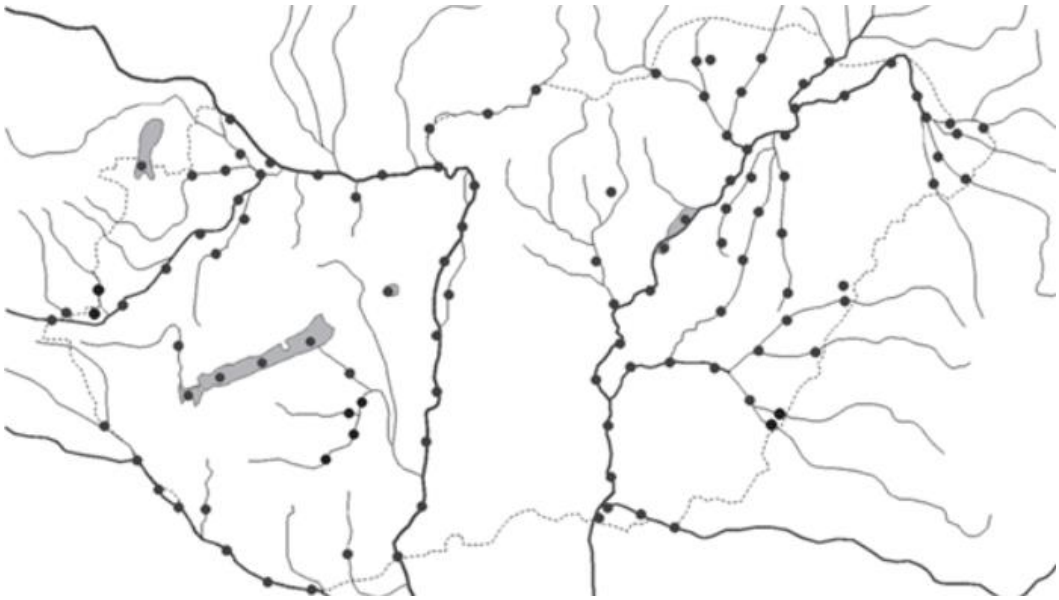
A ponty (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) a pontyalakúak rendjébe (*Cypriniformes*), azon belül ponty alkatúak alrendjébe (*Cyprinoidei*) és a pontyfélék családjába (*Cyprinidae*) tartozik és annak legelterjedtebb, valamint névadó tagja.

A ponty eredetileg valószínűleg a Kaszpi-tó térségéből származik, őse a pleisztocén kor végén alakulhatott ki. Feltehetőleg nagyjából 8-10 ezer évvel ezelőtt a pontytörzsek eljutottak egyrészt Kelet-Ázsiába, másrészt a Fekete-tenger környékén keresztül a Duna vízrendszerébe. Minden más európai vízben történő megjelenése a korábbi célzott emberi tevékenységeknek köszönhető. Ennek megfelelően a pontynak két alfaja van: a *Cyprinus carpio carpio* azaz az európai, valamint a *Cyprinus carpio haematopterus* azaz az ázsiai alfaja. Természetesen mára már mindkét formát háziasították és számos hibridet hoztak létre (Balon 1995).

Jelenleg a ponty az egyik legelterjedtebb édesvízi halfaj a világon, ami az emberi telepítéseknek köszönhető, hiszen az amerikai, afrikai és ausztrál földrészre is betelepítették. Ma már az északi, hideg területeket leszámítva mindenhol megtalálható, és sok esetben nem kívánatos fajként tekintenek rá (Pintér 2002).

A ponty egész Európában csak a Duna vízgyűjtő területein őshonos, minden más vízterületre az emberi tevékenységek hatására jutott el. Hazánkban a ponty az alábbi vizekben (1. ábra) található meg jelentős számban (Harka & Sallai 2004):

- Duna, Mosoni-Duna és mellékfolyói (pl. Rábca, Rába, Marcal, Ipoly, Sajó);
- Tisza és mellékfolyói (pl. Szamos, Bodrog, Hernád, Zagyva, Körösök);
- Dráva;
- Nagyobb hazai tavak: Balaton, Kis-Balaton, Fertő, Velencei-tó, Tisza-tó;
- Egyéb tavak: halastavak, horgásztavak, víztározók, holtágak, illetve nagyobb csatornák.



2. ábra: A ponty elterjedése Magyarországon (Harka & Sallai 2004)

A ponty alfajait a külső morfológiai jellemzőik (pl. hát- és lágy úszósugaraik száma, pikkelyképleteik, valamint bajuszszálak száma) alapján különböztetjük meg egymástól. Az egész Kárpát-medencében három fő alakváltozata található meg a pontynak: a vadponty két formája, illetve a nemesített ponty. A két vadponty közül az egyik nyurga ponty vagy magyar vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*). Ez a veszélyeztetett fajaink közé tartozik, az előző században majdnem kihalt, jellemzője az orsó alakú, megnyúlt test. A másik vadpontyunk a közönséges tőponty (*Cyprinus carpio carpio morpha acuminatus*), amely az egész Duna vízgyűjtőjén a legelterjedtebb. Mára azonban már ez a faj is jelentősen megritkult (Pintér 2002).

A tógazdaságokban megtalálható nemes ponty (*Cyprinus carpio carpio morpha domestica*) napjainkra jóval jelentősebb állománnyal rendelkezik a vadpontyoknál, hazánk pontyállományának kb. 90 %-át adja. Ezen belül több tájfajtát is megkülönböztethetünk, amelyek megjelenése igen változatos. A tájfajták elismerését az állattenyésztésről szóló 1993. évi CXIV törvény és a 188/2019. (VII. 30.) Korm. rendelet szabályozza. Jelenleg összesen 21 tenyésztő szervezetnél 33 államilag elismert ponty tájfajtát tartanak számon Magyarországon, ami nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő. A fontosabb tájfajták közé tartozik pl.: a Hortobágyi pikkelyes és tükrös ponty, a Hajdú pikkelyes és tükrös ponty, a Szarvasi pikkelyes ponty, Akasztói szikiponty vagy a Dinnyési tükrös ponty (http3, http4).

A ponty a legrégebben domesztikált halfaj, tenyésztése már az i. e. 12. század előtt elkezdődött Kínában. Európában már az ókori Római Birodalom idején szaporították. A középkorban sok helyen tartottak pontyot kisebb halastavakban (főleg szerzetesek), de főleg a 15. századtól terjedt el a tenyésztése egész Európában (Kocher & Kole 2008, Vilizzi 2012).

A ponty jelentőségét egyértelműen az élelmiszerként való felhasználása adja. Világviszonylatban, főként, ha a tengeri halászatot is figyelembe vesszük, akkor a ponty kifogott mennyisége nem jelentős az összes hal mennyiségéhez képest (kb. 0,1 %-a). Azonban vannak hagyományosan ponty tenyésztő országok, mint pl. Magyarország, ahol a vezető halfaj. Hazánkban nagyjából a tógazdasági termelés 60-70 %-át adja. De jelentős mennyiségben tenyésztik még a környékünkön, pl. Csehországban, Németországban, Lengyelországban, Ukrajnában és Oroszországban (Gorda 2004). A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) alapján az utóbbi években valamivel 20 ezer tonna felett van hazánkban a haltermelés mennyisége, ebből kb. 13 ezer tonna a ponty (KSH 2020).

Fontos megemlíteni, hogy nem csak az élelmezési szempontok alapján a legfontosabb tenyésztett halfajunk, hanem sporthorgászati szempontból is, hiszen a magyar horgászok kb. 80-90 %-a pontyhorgász (http5).

2.3.2. A ponty (*Cyprinus carpio*) felépítése és életmódja

A ponty megjelenését számos tényező befolyásolhatja, ami miatt a fajtaváltozatok, sőt akár az egyes egyedek megjelenése is jelentősen eltérhet. A ponty morfológiáját egyrészt befolyásolják az örökletes genetikai tulajdonságok, másrészt a külső környezeti tényezők is. A ponty általános megjelenése a 2. ábrán látható.

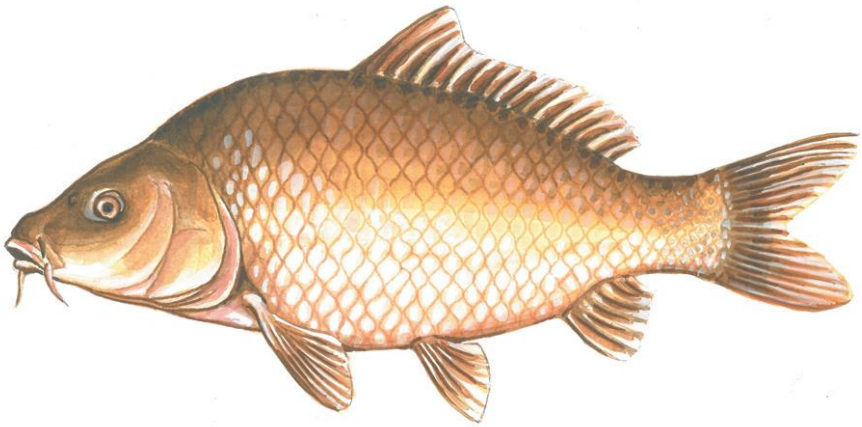
A ponty általánosan egy megnyúlt testű, oldalról lapított és változóan magas hátú hal. Színezetéről általánosan elmondható, hogy a háta leggyakrabban olajzöld vagy barna, a testoldalon főként sárga, zöldessárga, míg a hasi oldalon világos sárga, esetleg teljesen fehér színű. A ponty feje közepes méretű a szeme relatíve kicsi. A szája csúcsba nyíló, körülötte 2 pár bajuszszál van, az egyik a felső ajakon, a másik a szájszegletben helyezkedik el. A szájának bőrredői harmonikaszerűen kitolható, ami a táplálkozást segíti a fenéken lévő táplálék felvételekor. A hal orra tompán lekerekedik, a hossza pedig jóval nagyobb a szem átmérőjénél (Pintér 2002, Weber et al. 2010).

Ahogy már részben említettem, a két vadponty változatot az különbözteti meg egymástól, hogy a nyurga ponty teste nyújtottabb, hengeres, a tőponty pedig magasabb hátú, rövidebb testű és oldalról tekintve sokkal lapítottabb (Pintér, 2002).

A ponty pikkelyei viszonylag nagyok, a teljes pikkelyzetű halaknál az oldalvonal pikkelyeinek száma 33-40 között változik. Az oldalvonal alatt és felett is általában 5-6 pikkelysor helyezkedik el. A nemesített pontyoknál négy különböző örökletes pikkelyezettségi típus van: a pikkelyes, a tükrös, az oldalsoros és a bőrponty. A tükörpontyoknál pl. inkább csak a hátúszó alatti sorban és a faroknyélen vannak pikkelyek. (Bakos, 1968).

A ponty hosszú hátúszóján 3-4 kemény és 16-22 osztott sugár van, az úszó széle pedig egyenesen levágott vagy enyhén homorú. Az utolsó kemény sugár hátsó része fogazott (úgynevezett bognártüske). A farokúszója igen nagy felületű és erősen kivágott. A rövid farok alatti úszójában 3 kemény és 5-6 osztott sugár van, az utolsó kemény sugár szintén fogazott (Pintér, 2002).

A ponty mérete elég változatos lehet a nagyobbak hossza jellemzően 40-50 cm, de a közönséges tőponty elérheti akár az 1,2 méteres hosszúságot is. A legnagyobb súlyú pontyok 40 kg körül vannak. A tenyésztett ponty hosszúsága nagyjából azonos a vadpontyokéval, azonban a súlya átlagosan kb. kétszerese lehet. A Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) adatai alapján a bejelentett legnagyobb súlyú ponty, amelyet hazánkban fogtak 44,15 kg volt (http6).



3. ábra: A ponty általános megjelenése (forrás: http7)

A ponty alapvetően nagyon jól akklimatizálódik, számos környezeti körülményt jól elvisel. Rövid időn keresztül a víz extrém kémiai paramétereire, hőmérsékletére is rendkívüli tűrőképességet mutat. A ponty számára ideális élettér a lassú áramlású folyóvíz, illetve a folyók

holtágai. Az állóvizek közül a sekélyebb, melegebb tavakat kedveli, de a mélyebb víztározókban is megél. Sőt akár még bizonyos mocsaras helyeken is megtalálható (Harka & Sallai 2004).

A ponty számára az ideális hőmérséklet kb. 20-25 °C, de ennél jóval tágabb hőmérsékleti körülményeket is képes elviselni. A hőmérsékleti maximum amit képes rövid ideig tolerálni valahol 30-35 °C körül van, míg akár 0 °C-os környezetben is képes életben maradni. Alacsonyabb hőmérséklet esetén azonban fokozatosan csökken a táplálkozás, 8 °C alatt meg is áll (Horváth & Urbányi 2004). A ponty a víz iontartalmára nem érzékeny, a magasabb sótartalmat is elviseli. Az optimális oldott oxigén szint kb. 3-4 mg/l körül van számára, de akár 0,5 mg/l oldott oxigén szintet is tolerálni képes. Emellett a víz kémhatására sem érzékeny faj, 6-9 pH érték között is elél (Pintér 1989).

A táplálkozását tekintve a ponty mindenevő és természetes környezetben igen változatosan táplálkozik, de elsősorban az állati eredetű táplálék fogyasztása jellemző. A fiatal ivadékok elsősorban zooplanktonokat (*Rotatoria, Copepoda, Cladocera*) fogyasztanak, később azonban folyamatosan áttérnek a bentosz szervezeteire (szúnyoglárvákra). Kisebb mértékben a növényi táplálék fogyasztása is előfordulhat (García-Berthou 2001, Pintér 2002).

2.3.3. A hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*)

A Hévízi-tóban élő vadpontyról már 1887-ben említést tett Herman Ottó a magyar halászat c. könyvében. Művében arról írt, hogy a tóban egy törpenövésű, méreteit tekintve elkorcsosult ponty állomány él. Bár jó darabig csak ennyi információval rendelkeztünk e halról, az utóbbi években több kutató is foglalkozott az eredetével. A hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) populáció eredetére három különböző magyarázat létezik (Varga et al. 2011, Varga et al. 2013):

- A pontyállomány nagyon régóta más populációktól elzárva fejlődik, ami miatt a genetikai állománya különbözhet más, szomszédos vizekben élő pontyállományokétól;
- Véletlenszerűen vándoroltak be vadponty ivadékok a tóba, amelyek aztán alkalmazkodtak és szelektálódtak az unikális környezeti tényezőkhöz. Így nem új genetikai változatot, hanem egy genetikailag kevésbé változatos állományt alkotnak;

- Az egyedi környezeti tényezők nincsenek szelekciós hatással a bekerült pontyokra. Még ezeket a szélsőséges hőmérsékleti és kémiai körülményeket is képes elviselni a faj.

A hévízi törpenövésű vadponty egyedi tulajdonságokkal rendelkezik más pontyfélékhez képest, legfőképpen a termetében. Ez a pontyféle igen kicsi, testhossza jellemzően kevesebb, mint 25 cm (4. ábra). Emellett átlagtömege is jóval kisebb más pontyoknál, mindössze 400-450 g. Ráadásul ezt a testtömeget relatíve hosszú idő alatt, 8-9 év alatt éri el. Egyéb morfológiai tulajdonságokban nem tér el jelentősen más pontyfajoktól a hévízi vadponty (Varga et al. 2013).

Kézenfekvőnek tűnhet, hogy a hévízi vadponty testmérete azért kisebb, mert kevés az elérhető táplálék a hal számára. A ponty természetes táplálékainak egy jó része hiányzik a Hévízi-tóban, hiszen a magas hőmérséklet és az ásványi anyag tartalom miatt nem találhatók meg a fő táplálékszervezetek. Nyilvánvalóan az itt található pontyok ember általi takarmányozásban sem részesülnek. Ugyanakkor az egész országban ez az egyetlen élőhely, ahol nincs jelen az ezüstkárász, így nem képes túlszaporodva elnyomni a vadpontyot. Ugyanakkor a korábbi kutatások alapján kiderült, hogy a Hévízi-tóban élő pontyok nem szenvednek táplálékhiányban. A hal húsának a zsírsav összetétele azonban teljesen más, mint más pontyoké: arányaiban jóval több telített zsírsav található benne. Ennek oka az lehet, hogy szinte kizárólag az iszapból veszik fel a táplálékot, illetve szerepet játszhatnak benne a környezeti adottságok is. Az viszont bizonyos, hogy a csökkent testméret nem a táplálékhiányra, hanem az extrém körülményekhez való alkalmazkodásra vezethető vissza (Varga et al. 2011, Varga et al. 2013).

4. ábra: Hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) (fotó: Bógó Zsolt Bence)

A hévízi vadponty szaporodása is eltér más hazai fajtáktól. Megfigyelték, hogy az itteni pontyok egész évben szaporodó képesek. Ennek oka az, hogy a tó hőmérséklete és más tulajdonságai is egész évben állandóak, ami hatással van az egyedek ivarsejt fejlődésére is. Ez annyiban nem meglepő, hogy más éghajlati övezetekben is gyakorta előfordul, hogy a ponty évente többször is szaporodik (Várkonyi 2015).

2.4. A ponty (*Cyprinus carpio*) természetes szaporodása

A halak természetes szaporodása igen érdekes biológiai folyamat. Köztudott, hogy őshonos halainkra általánosságban jellemző a külső megtermékenyítés, ami azt jelenti, hogy a petesejt és a spermium az egyeden kívül egyesül. A megtermékenyülés mindig az ívás (halak szaporodási viselkedésformája) során zajlik le. Az ívás során a nőstény halak az ívási szubsztrátra rakják az ikráikat, a hím pedig ezekre juttatja a hímivarsejteket. Mivel jellemzően

nincs utódgondozás és az ivadék állományban jelentős veszteséget okoznak a különböző fizikai, kémiai és biológiai hatások, ezért nagy mennyiségű ivartermék előállítására van szüksége a halaknak (Hancz 2007, Kucharczyk et al. 2008).

A szaporodásba azok az életfolyamatok tartoznak bele, amelyek elengedhetetlenek az utódok kialakulásához. Az ivarsejteket (másnéven gamétákat) a szülői ivarszervek (gonádok) termelik. A nőstény nemi mirigyét petefészeknek (*ovarium*), míg a hímét herének (*testis*) nevezzük. Az ivarsejtek képződése egy igen hosszú folyamat, melynek során elengedhetetlen, hogy az adott egyed szervezete megfelelően működjön. Ehhez az kell, hogy a környezeti körülmények hosszútávon, stabilan kedvezőek legyenek az élőlény számára (Horváth & Urbányi 2000).

2.4.1. A petesejt és a hímivarsejt kialakulása

A petesejtek a petefészekben fejlődnek ki. Ez a halak esetében egy páros szerv, amely alapvetően kétféle lehet: *cystovarium* és *ovarium* típusú. Pontyfélék esetében az előbbi típusról beszélhetünk. Ennél a petefészek redőin elhelyezkedő petesejteket egy zárt, hártyás tok veszi körbe. Ebben a tokban, a hasüreg háti részén vannak a redőkön rögzült petesejtek. Maga a petezsák egy rövid tölcsérszerű vezetékkel kapcsolódik a külvilághoz (Kagawa 2013).

A petesejtek fejlődése különböző szakaszokra bontható. Az első szakaszban a petefészek kezdeményeiben lévő őspetesejtek (oogóniumok) számtartó osztódással sokszorozódnak. A másodikban megkezdődik a fiatal petesejtek (primer oocyták) plazmájának növekedése. Ekkor a sejtek már számfelező osztódással többszöröződnek. Kialakul egy vékony, de összefüggő sejtréteg (a follikuláris tok), amelynek feladata a petesejtek táplálása (Ördög et al. 2011).

Pontyok esetén a második szakasz már az első nyár végére kialakul. A harmadik szakaszban a tápanyagok felhalmozása történik. Először hólyagszerű, nagy olajtartalmú vakuólumok kerülnek a citoplazmába, majd elindul a sziklemezek berakódása is. Ennek következtében a sejt mérete már milliószorosa lehet a kezdeti méretének. A táplálóanyag felhalmozása mellett a peteburok megvastagodása is a harmadik szakaszban történik. A szakasz jellemzően a negyedik évben fejeződik be pontyok esetén, és ekkor a petesejtek már ovulációra kész állapotban vannak (Ördög et al. 2011).

A ponty petefészkében egyszerre különböző fejlettségű oocyták találhatók meg, ami miatt az ivarérettség elérése után évente szaporodni képesek. Ehhez hozzájárul az is, hogy az érett petesejtek bizonyos ideig nyugalmi állapotba kerülnek. Amint a környezeti körülmények megfelelőek lesznek az íváshoz, megkezdődik az ovuláció. Hormonális hatásokra a petesejtek leválnak a redőkről, a follikuláris tok pedig felszakad. A petesejtek osztódása során hosszú idő alatt megfeleződik a kromoszómaállomány. Nyugalmi állapotban ez már a hal testén kívül fejeződik be az ívás alatt (Ördög et al. 2011, Kagawa 2013).

A hímivarsejtek vagy spermiumok a herében fejlődnek ki, ami a petefészekhez hasonlóan szintén egy páros szerv és szintén a hasüreg háti részén található meg. Két típusa van: a lebenyes, illetve a lobuláris típus, melyek közül pontyokra az utóbbi jellemző. A lebenyek teljesen különállóak. A here a kivezető csatornán (*vas deferens*) keresztül összeköttetésben van az ivarnyilással, ami a húgycső és a végbélnyílás között található (Gimeno et al. 1998, Hancz 2007).

A hímivarsejtek feladata, hogy az örökítőanyagot bejuttassák a női gamétába. Ezt aktív helyváltoztatással tudják megtenni. A pontyfélék hímivarsejtjei jellegzetesek. A feji részében van a sejtmag, amely kismértékben eltolódva található a farok tengelyéhez viszonyítva. A farki részen gyűrűszerű kitüremkedés van, amely 2-10 db mitokondriumot tartalmaz (Horváth 2018).

A hímivarsejtek differenciálódása általánosan a 10. héten kezdődik a ponty esetében. Ebben az időszakban a herében az ősivarsejtek (spermiogónium) vannak jelen. Az elsőrendű spermiociták ezekből alakulnak ki a csökkenő sejtméret következtében. Ezután megindul a meiózis folyamata, amely során kifejlődnek a másodrendű spermiociták, amelyek tovább osztódva létrehozzák a haploid hímivarsejteket, amelyet spermidáknak vagy spermatidáknak nevezünk. A termékenyítésre képes spermiumok ezekből alakulnak ki a spermiogenezis során. Ez a folyamat időszakos, azonban az egyes ciklusok egymást átfedik. A herében található spermiumok mindaddig inaktív állapotban vannak, amíg nem éri őket víz, ezután a termékenyítőképességet rövid ideig őrzik csak meg. A spermiumok termeléséhez szintén elengedhetetlen a hormonális stimulus (Ördög et al. 2011).

2.4.2. A megtermékenyülés folyamata

A ponty ivaréréséhez a mérsékelt égövön, így hazánkban is nagyjából 4-5 év szükséges. Az első szaporodásuk után a pontyok évente képesek szaporodni. Térségünkben a ponty szaporodása erőteljesen évszakhoz kötött, jellemzően késő tavasszal, kora nyáron történik. Az

íváshoz megfelelő környezeti körülményekre van szükség, ami alapvetően 17-20 °C-os vízhőmérsékletet és 5-6 mg/l oxigén tartalmat jelent. Könnyen belátható, hogy a Hévízi-tóban ezek a feltételek egyáltalán nem adottak. Ha mindezek a feltételek teljesülnek, akkor a különböző korú és nagyságú pontyok a sekély vízbe kihúzódva csoportosan ívnak. Az ívás során egyetlen ivarérett ponty több mint egy millió ikrát képes lerakni (Babinszky et al. 2000).

A vízbe kikerülő petesejtre az ikrahéj szorosan rásimul, ekkor a hímivarsejtek behatolására szolgáló nyílás (mikropüle) nyitott állapotban van. Ez a nyitott állapot a pontyok esetében mindössze 40-60 másodpercig tart, utána az aktiváció miatt a nyílás bezáródik. A bejutott spermium megtermékenyíti a petesejtet. Ennek során a haploid női, valamint a hím gaméták egyesülnek és kialakul a diploid zigóta. Az embrió ebből a zigótából fejlődik ki, amely folyamat részletezésére a szakdolgozatomban nem térek ki (Horváth 2018).

Ahhoz, hogy a pontylárvák kikeljenek kb. 60-70 napfok szükséges, ami nagyjából 3-5 napot jelent. A lárvák mérete igen kicsi, kb. 5-7 mm. Az első pár napon ezek a lárvák még nem táplálkoznak, vízinövényeken függeszkednek. 4-5 nap múlva kezdenek el a lárvák táplálkozni, kezdetben kerekesférgeket *(Rotatoria),* majd alsóbbrendű rákokat fogyasztanak. Ekkor töltődik fel az úszóhólyagjuk levegővel, ami után képes lesz a vízszintes úszásra. Természetes körülmények között az ikráknak és a lárváknak sok ellensége van: a ragadozó rákok, a vízi rovarok, a békák, a halak, valamint a madarak is fogyasztják. Emellett az abiotikus tényezők is hozzájárulhatnak az ikrák, lárvák pusztulásához. Pl. a hirtelen lehűlések, a szél, az iszaposodás mind-mind tönkre tehetik ezeket. Ezek azok a tényezők, amelyek lecsökkentik a ponty szaporodásának hatásfokát (Babinszky et al. 2000).

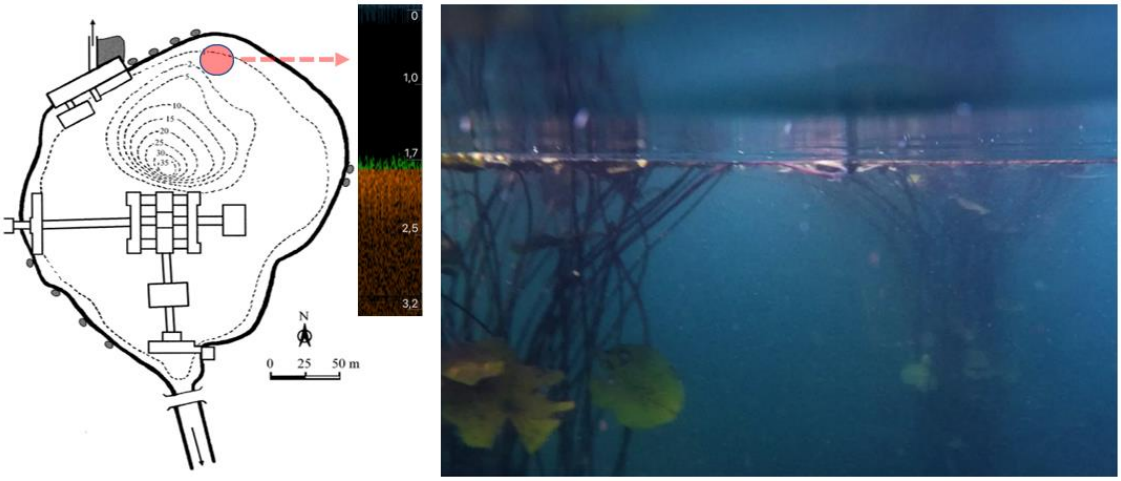
3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat oka és pontos helye

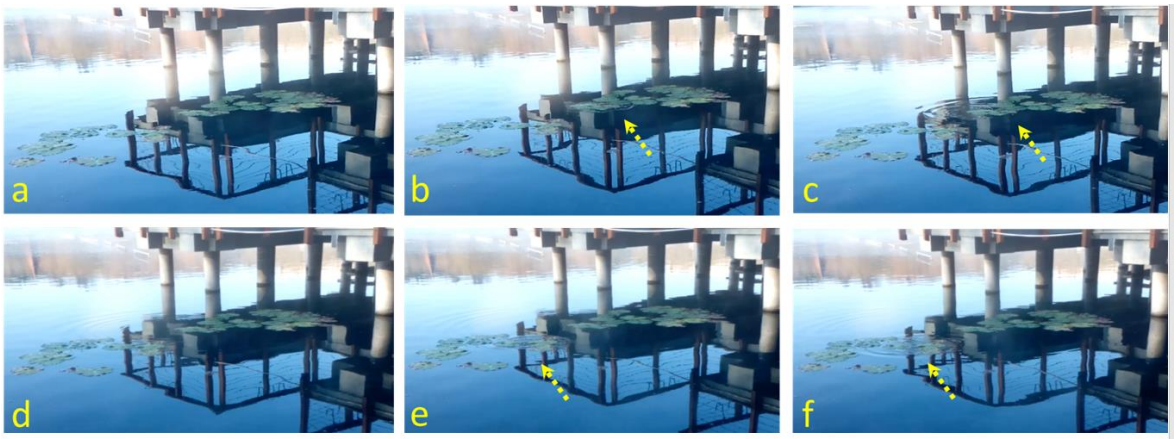
A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézetének, valamint a Balatoni Limnológiai Intézet munkatársai rendszeresen utaznak le a Hévízi-tóhoz különböző kutatások miatt. A tó üzemeltetője, a Hévízgyógyfürdő és Szent András Reumakórház (cím: 8380 Hévíz, Dr. Schulhof Vilmos sétány 1.) a területén erre lehetőséget ad. 2021. február 22-23-án egy ilyen látogatás alkalmával én is részt vettem a munkákban. Ekkor figyeltünk fel arra, hogy a tó egy bizonyos részén valószínűleg ívnak a pontyok. Szakdolgozatom apropóját tulajdonképpen ez adta.

Maga a megfigyelés természeti környezete az 5. és a 6. ábrán látható. Az ívás a tó északi sekélyebb részén történt a partmenti sávban, ahol a meder mélysége kb. 1,7-1,8 m (Deeper Smart Sonar Pro+). Megfigyelések alapján a pontyok alapvetően a vízinövényekkel borított tófeneket kedvelik a szaporodásuk során. A vizsgált területen ezzel szemben csak gázképződésre utaló apró buborékok sokasága látható (7. ábra).

Fontos azonban megemlíteni, hogy ez a tónak azon területe, ahol az indiai vörös tündérrózsa hosszúvirágú alfaja (*Nymphaea rubra var. longiflora*) nagy számban megtalálható. E növény az 5. ábra jobb oldali képén, illetve a 6. ábrán is felfedezhető. Ahogy a szakirodalmi áttekintésben már bemutattam az indiai vörös tündérrózsának igen fontos szerepe van a tó tulajdonságainak alakításában, beleértve annak ökoszisztémáját is. Emiatt lehetséges, hogy a hévízi törpenövésű vadpontyok szaporodásához kedvező körülmények kialakításában is nagy szerepük jutott.



5. ábra: Hévízi törpenövésű vadponty ívásának helye. Bal oldal: A Hévízi-tó térképe a medermélységekkel, piros kör: az ívás megfigyelt helye, piros nyíl: a vízmélység. Jobb oldal: Az ívási környezet vízalatti képe (forrás: http8)



6. ábra: Hévízi törpenövésű vadponty ívási környezetének vízfeletti képe. Első ívás: a-c, második ívás: d-f, sárga nyíl: az ívás pontos helye (mobil telefonnal készített videóból vágva: Dr. Müller Tamás).

7. ábra: A Hévízi-tófenék GoPro felvételek (fotók: Dr. Müller Tamás).

Érdemes beszélni egy keveset a megfigyelés időpontjáról is, ami legalább három hónappal korábban van, mint más hazai pontyok esetében. Ahogy említettem, hazánkban évente egyszer szaporodnak a pontyok és ez az időszak késő tavaszra, kora nyárra tehető. Ehhez képest a február közepe 3-4 hónappal korábban van.

Ugyanakkor ez az időpont abból a szempontból nem meglepő, hogy februárban alacsonyabb a Hévízi-tó hőmérséklete, akár 25-26 °C-ra is lehűlhet. Ez a hőmérséklet áll a legközelebb ahhoz, amely más normál hőmérsékletű vizekben tapasztalható a ponty ivásakor (17-20 °C). Ennek azonban nem biztos, hogy olyan nagy jelentősége van, hiszen más megfigyelések alapján a hévízi vadponty egész évben szaporodóképes, hasonlóan más, melegebb éghajlaton élő pontyféléhez. Ami igazán fontos még a pontyok szaporodásánál az a víz oldott oxigéntartalma. Ez ideális esetben a legtöbb hazai pontyfélénél 5-6 mg/l körül van. A Hévízi-tóban azonban ennél alacsonyabb (3,6 mg/l) érték jellemző, ami szintén érdekes a szaporodás szempontjából.

3.2. A mintavétel kivitelezése és a minták szállítása, tartása

Ahhoz, hogy megvizsgáljuk a vélhetően hévízi vadpontyok ikráit, mintát kellett vennünk belőlük. Ez nyélre szelelt (2m) planktonhálóval történt (hálóbőség 40 µm), amelyet néhányszor áthúztunk az előző fejezetben bemutatott területen. A minták másik része az ott fogott anyahalak indukált ívatásából származott. Ennek során két ikrás és két tejes halat acetált pontyhipofízis szuszpenzióval kezeltük és másnap a halak ívatóketreceibe leívtak (szakdolgozó

társam szakdolgozattémája, Bógó Zsolt Bence), az onnan származó ikraszemekről (ívatóketrec faláról, rascell hálóról) ASH digitális Zoommal készítettem képeket.

A Hévízi-tóból vett mintákat ezután a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszékére szállítottuk. A Tanszék Hévíztől közel 250 km-re található, így a szállítást nagyon körültekintően kellett megoldani, hiszen az ikrák és az anyahalak érzékenysége meglehetősen nagy. A halak stresszérzékenységének csökkentése érdekében a szállítás során a Hévízi-tóból vett temperált (28 ºC) vízben tartottuk őket.

A begyűjtött ikrákat a szállítás után ugyanígy a Hévízi-tóból vett vízben, akváriumban neveltük, megfelelő hőmérsékleti körülményeket biztosítva a fejlődésükhöz. Erre azért volt szükség, hogy az ikrákat kikelthessük, majd a fiatal pontyok további nevelése után meghatározzuk, hogy ezek az ikrák valóban a hévízi törpenövésű vadpontyhoz, nem pedig valamilyen más fajtához tartoznak. Így egyértelműen bizonyíthatjuk, hogy a hévízi vadpontyok valóban a tóban ívnak le.

3.3. Az ikrák és lárvák méretének meghatározása

Az ikrák és a lárvák méretének meghatározásához először is jó minőségű, nagy felbontású fényképekre volt szükség. Mind az ikrákról mind a lárvákról a Halgazdálkodási Tanszéken készítettünk képeket (Leica M205 FC/A, moduláris (CMO) felépítésű, 20.5:1 zoom-arányú kódolt/motorizált kutató fluoreszcens sztereó mikroszkóp). Az ikrákról és a bennük fejlődő embriókról naponta készültek képek a kelésig, valamint a nem táplálkozó lárvákról a táplálkozásuk megindulásáig naponta követtük nyomon a fejlődésüket.

Az elkészült képeket ezek után ImageJ szoftverrel elemeztem. Ez egy ingyenes, nyilvánosan fejleszthető program, amelyet az amerikai Országos Egészségügyi Intézet és az Optikai és Számítástechnikai Műszerek Laboratóriuma fejlesztett ki. A különböző bővítményei miatt számos képfeldolgozási és képelemzési probléma megoldására alkalmazható, így a különböző kutatások során is igen gyakran alkalmazzák. A Tanszék keretein belül elsősorban sejtek, szövetek, halspermium, ikrák, lárvák és kifejlett halak képeinek elemzésére használják.

Az ikrák és a lárvák méretét két különböző átmérő (egy vízszintes és egy függőleges) mentén határoztam meg, majd ezeket az értékeket átlagoltam, és ezt vettem az adott ikra vagy lárva méretének. Ilyen módon minden képen meghatároztam az összes ikra, illetve lárva méretét. Összességében tehát meghatároztam az anyahalakban lévő ikrák méretét, a már megtermékenyített ikrák méretét, valamint a frissen kikelt lárvák méretét is.

3.4. Az adatok elemzésének, értékelésének módszerei

A kapott adatokból egy adattáblázatot alakítottam ki MS Excel program segítségével. Ezután minden egyes képre vonatkozóan megállapítottam a kapott adatok átlagát, szórását, valamint a minimum és a maximum értékét. Ezt követően a teljes adattáblázat segítségével meghatároztam ugyanezeket a paramétereket az összes anyahalban található ikrára, a megtermékenyített ikrákra, valamint a kikelt lárvákra vonatkozóan is.

Az általam kapott eredmények átfogóbb elemzése érdekében az adatokat összevetettem a nemzetközi szakirodalomban fellelhető eredményekkel is. Ehhez 5 különböző kutatást választottam ki, melyek (röviden) a következők:

- Park et al. (2017) a ponty ikráinak és lárváinak morfológiai fejlődését vizsgálták Koreában. Kutatásuk célja az volt, hogy alapvető információkat szerezzenek a morfológiai fejlődésről a további koreai taxonómiai kutatásaikhoz.
- Linhart et al. (1995) a ponty és néhány rokon fajának az ikrájával kapcsolatos szakirodalmi áttekintését (morfológiája, mérete, összetétele, megtermékenyülés folyamata) végezte el. Az értékelt adatok a volt Szovjetunió tagállamaiból és más kelet európai országokból származnak.
- Ghosh et al. (2012) a Koi ponty (*Cyprinus carpio haematopterus*) indukált szaporodását, valamint embrionális és lárvafejlődését vizsgálták Bangladeshben. Céljuk a szezonális eltérések szerepének meghatározása volt a szaporodásra és a termékenységre.
- Haniffa et al. (2007) szintén a Koi ponty indukált szaporodását vizsgálták Japánban. Az ő céljuk azonban a különböző indukált tenyésztési technikák összehasonlítása volt. Ennek során azonban vizsgálták az ikrák és a lárvák méretét is.
- Malik et al. (2014) az ovaprim hormon hatását vizsgálták a Koi ponty ívására, az ikrák megtermékenyülésére és tulajdonságaira, valamint a lárvák túlélésére vonatkozóan.

Ezek alapján jól látható, hogy az összehasonlításra szolgáló nemzetközi irodalom igen változatos, az adatok különböző országból és különböző kísérleti körülményekből származnak.

Igyekeztem azonban olyan kutatásokat kiválasztani, amelyek bizonyos szempontból relevánsak lehetnek az én vizsgálataimmal kapcsolatban. Ezekben a kutatásokban közös, hogy a vizsgált ponty szaporodása magasabb hőmérsékleten történik, mint hazánk legtöbb vizében, így a környezeti körülmények jóval hasonlóbbak a Hévízi-tó által nyújtott körülményekhez. Emellett ezekben a kutatásokban sokszor olyan pontyokat vizsgálnak, melyek évente többször képesek ívni, így ez is hasonlóság lehet a hévízi törpenövésű vadponttyal. Ezek miatt úgy vélem, hogy a mért paramétereimet érdemes összevetnem a kiválasztott kutatásokban tapasztaltakkal, hiszen megfelelő alapot adnak az eredményeim elemzéséhez.

4. Eredmények

4.1. A vizsgált ikrák és lárvák mérete

Az eredmények bemutatását a frissen begyűjtött és lemért (megtermékenyített) ikrák méretével kezdem, amely adatokat az 2. táblázatban foglaltam össze. Ezek alapján a begyűjtött ikrák átlagos mérete 1,66 mm volt, a szórás pedig viszonylag kicsi, mindössze 0,14 mm volt. Összességében az ikrák 70 %-a 1,60 és 1,80 mm között volt, ennél 7 db. ikrának volt kisebb, 5 db. ikrának pedig nagyobb a mérete. A legkisebb ikra átmérője 1,40 mm volt, míg a legnagyobbé 1,98 mm. Érdekes módon a legnagyobb ikraméreteket egyöntetűen a 4. képen találtam, azonban a mérés megfelelő kivitelezése miatt úgy gondolom, hogy ez a véletlen műve.

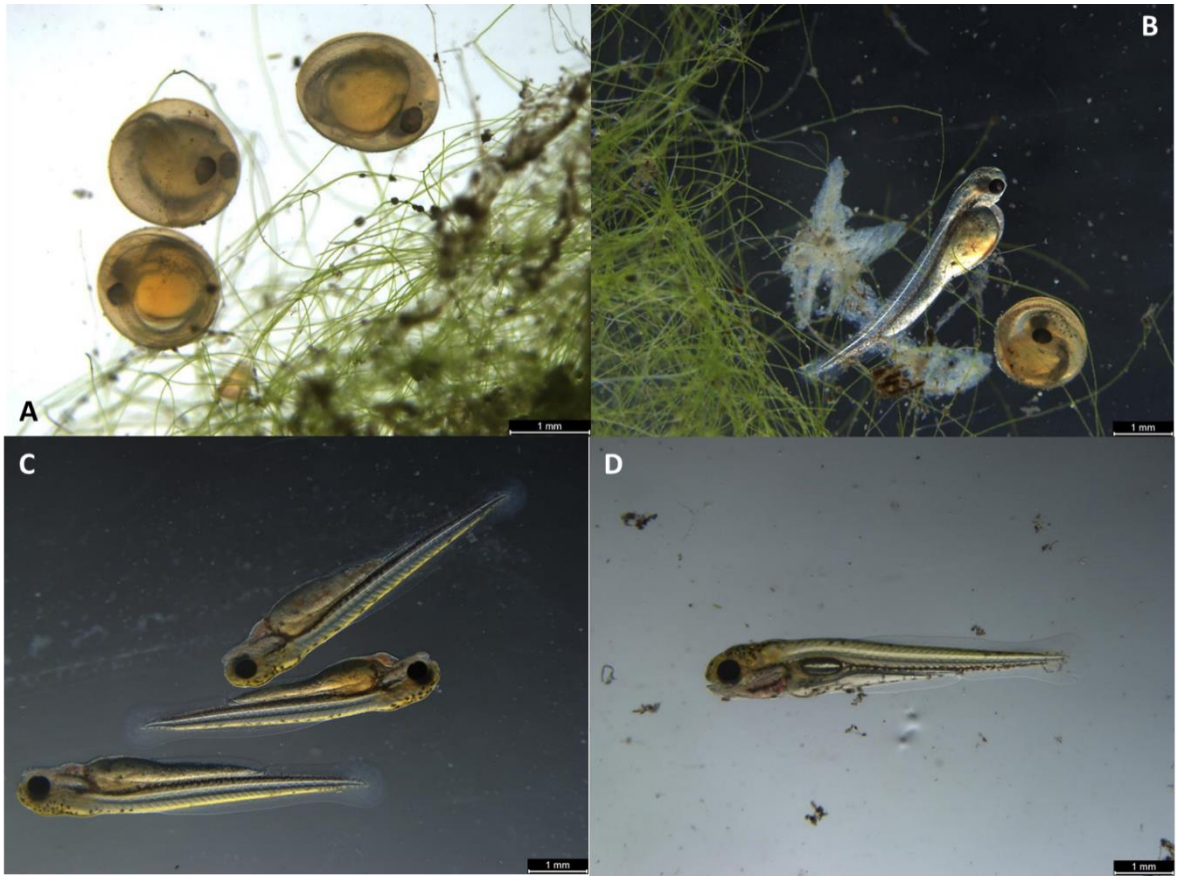
2. táblázat: A megtermékenyített ikrák mérete (mm)

Kép száma	**ikra átmérőjének mérete (mm)**	
	átlag±szórás (n= darabszám)	**min-max**
1. kép	1,59±0,06 (n= 3)	1,53-1,63
2. kép	1,60±0,08 (n= 5)	1,47-1,68
3. kép	1,63±0,14 (n= 3)	1,47-1,62
4. kép	1,90±0,06 (n= 6)	1,81-1,98
5. kép	1,69±0,04 (n= 4)	1,63-1,72
6. kép	1,66±0,09 (n=8)	1,55-1,84
7. kép	1,58±0,11 (n=10)	1,40-1,77
Az összes képet figyelembe véve	**1,66±0,14 (n=39)**	**1,40-1,98**

A kikelt lárvák hosszmérete a 3. táblázatban található. Az ikrák egy jelentős része nem kelt ki, ezért csak jóval kevesebb lárvát tudtam lemérni. Két esetben is mindössze 1-1 lárva volt a kép látóterében. Összesen 9 db lárva méretének a meghatározására került sor. A táblázatból jól látszik, hogy a kikelt lárvák átlagos átmérője 5,06 mm volt. Viszonylag nagy szórást tapasztaltunk az eredményekben, ez 1,39 mm volt. A legkisebb lárva 4,63 mm átmérőjű volt, míg a legnagyobb 6,64 mm átmérőjű.

3. táblázat: A kikelt lárvák mérete (mm)

Kép száma	**lárva átmérőjének mérete (mm)**	
	átlag±szórás (n= darabszám)	**min-max**
8. kép (frissen kelt lárva)	4,96±0,24 (n= 4)	4,63-5,18
9. kép (frissen kelt lárva)	4,88±0,00 (n= 1)	nem értelmezhető
10. kép (egy napos lárva)	5,91±0,38 (n= 3)	5,52-6,28
11. kép (két napos lárva úszóhólyaggal)	6,64±0,00 (n= 1)	nem értelmezhető



8. ábra. A: hévízi tóban a *Cladophora* kötegben talált néhány ikra szem, B: lárvakelés, C: frissen kelt lárvák, D: táplálkozást megkezdő lárva (feltöltött úszóhólyag).

4.2. Az eredmények összevetése a nemzetközi szakirodalomban tapasztalt adatokkal

Az eredmények értékeléséhez elengedhetetlen, hogy a kapott értékeket összevessük más vizsgálatokban kapott értékekkel. A szakdolgozatom és a korábban bemutatott külföldi kutatások legfontosabb eredményei az 5. táblázatban láthatók. A táblázatban továbbá szerepelnek a hazai pontyokra vonatkozó adatok is. Ezt azért gondoltam feltüntetni, mivel genetikailag ezekhez a pontyfélékhez áll közelebb a hévízi törpenövésű ponty.

Jól látható, hogy a hévízi törpenövésű vadponty megtermékenyített ikra átmérője nagyjából megegyezik a hazai pontyokra jellemző értékekkel. Ugyanez igaz a kikelt lárva átmérőjére is, bár a tapasztalt 5,06 mm-es átlagérték éppen, hogy meghaladja a hazai pontyokra jellemző érték alsó határát (5,0 mm). Ennek egyik oka az lehet, hogy a méretbeli különbségek már ebben a korban is megmutatkoznak. A másik ok pedig, hogy a hévízi vadponty fejlődése már ebben a kezdeti időszakban is lassabb.

A nemzetközi kutatások eredményei igen változók. A kiválasztott kutatások nagy részében azonban közös, hogy az ívaskori vízhőmérséklet jóval magasabb, mint a hazai vadon élő pontyoknál, 24-29 °C között van. Ez igen közel áll a Hévízi-tó téli hőmérsékletéhez, ezért ebből a szempontból összehasonlíthatók az eredmények.

A hévízi törpenövésű ponty megtermékenyített ikramérete Park et al. (2017) vizsgálatain kívül, minden más kutatásban tapasztalt ikraméretnél nagyobbak voltak. Sőt még a legkisebb ikraméretek, amiket mértem is jellemzően meghaladták ezeket. Egyes kutatásokban (Ghosh et al., 2012; Haniffa et al., 2007; Mailik et al., 2014) a megtermékenyített ikra mérete 0,8-1,1 mm körül volt. Ez a méret kb. azzal egyezik meg, amit a hévízi törpenövésű ponty felboncolt anyahalaiban található ikrák esetén mértem.

Hasonló a helyzet a kikelt lárvák méretével kapcsolatban is. A kutatásomban tapasztalt lárva átmérők nagyjából kétszer akkorák, mint amelyet Ghosh et al. (2012) és Haniffa et al. (2007) tapasztaltak munkájukban. E két kutatásban vizsgálták a 3 napos táplálkozó lárva átmérőjét is, amely értékek nagyjából megegyeznek az általam mért lárvaátmérőkkel. Park et al. (2017) kutatásában azonban a kikelt lárvák átlagos átmérője (5,31 mm) egy kicsit nagyobb volt, mint a mi kutatásunkban.

Összességében az állapítható meg, hogy a hévízi törpenövésű pontyok ikra- és lárvamérete leginkább a Park et al. (2017) vizsgálatában tapasztalt értékekhez hasonlítanak. Ez azért érdekes, mivel ők alapvetően egy jóval nagyobb termetű pontyfélét vizsgáltak, a kifejlett hal mérete közel háromszorosa a hévízi vadpontyénak. Az ennél kisebb méretű koi pontyoknak

azonban jóval kisebb mind az ikra, mind a lárvamérete. Bár Mailik et al. (2014) a hévízi vadpontyokhoz hasonló, sőt kissé nagyobb tömegű (450-650 g) koi pontyokat vizsgált, még ebben az esetben kb. fele akkora értékeket tapasztaltaltunk az eredményekben. Az ennél kisebb tömegű (70-250 g) koi pontyoknál is hasonlók voltak a publikált adatok (Ghosh et al., 2012; Haniffa et al., 2007).

Az eredmények alapján tehát a hévízi törpenövésű vadponty ikra- és lárva mérete jellemzően jobban hasonlít a hazai pontyfélék méreteire, mint más hasonló környezeti (elsősorban hőmérsékleti) körülmények között élő pontyokéira.

5. táblázat: Különböző kutatásokban vizsgált pontyok ikrájának és lárvájának mérete.

Forrás	**megtermékenyített ikra átmérője (mm)**	**kikelt lárva átmérője (mm)**	**táplálkozó lárva átmérője**	**víz hőmérséklete**	**hal mérete**
	átlag±szórás (min-max)				
Jelen kutatás	1,66±0,14 (1,40-1,98)	5,06±1,39 (4,63-6,64)	-	28 °C	250 mm 400-450 (g)*
Hazai pontyokra jellemző értékek	(1,5-1,8)	(5,0-7,0)	-	17-20 °C	400-500 mm
nemzetközi kutatások					
Park et al. (2017)	1,82±0,06 (1,75-1,89)	5,31±0,11 (5,23-5,38)	6,09±0,16 (5,97-6,20) (1 napos)	24 °C	710±34,5 (mm)
Linhart et al. (1995)	1,24-1,42 (0,86-1,41)	-	-	-	-
Ghosh et al. (2012)	(0,8-1,0)	(2,0-2,5)	(4,3 - 5,0) (3 napos)	26-29 °C	70-200 (g)
Haniffa et al. (2007)	(0,9-1,1)	(2,7-2,9)	(5,0-5,4) (3 napos)	26-28 °C	200-250 (g)
Mailik et al. (2014)	(0,8-1,1)	-	-	24 °C	450-650 (g)

*Varga et al. (2013)

5. Eredmények megvitatása

A korábbi vizsgálatok és megfigyelések alapján nem volt bizonyítékunk arra vonatkozóan, hogy a hévízi törpenövésű vadponty a Hévízi-tóban ívik le, vagy a kedvezőbb feltételekkel rendelkező csatornában. Éppen ezért igen szerencsésnek mondhatjuk magunkat, hogy éppen akkor voltunk a helyszínen, amikor a tóban ívtak a pontyok.

Annak érdekében, hogy bebizonyítsuk, hogy valóban a hévízi törpenövésű pontyok ívnak közvetett és közvetlen bizonyítékokat is gyűjtöttünk. A megfigyelés helyszínén fényképeket készítettünk, majd leírtuk a terület jellemzőit. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a környezet jelentősen eltér más hazai pontyfélék ideális ívási környezetétől. A hévízi törpenövésű vadponty azonban feltehetőleg alkalmazkodott ezekhez a körülményekhez. Különösen érdekesnek találom, hogy a megfigyelés területén nagy mennyiségű vörös tündérrózsa volt megtalálható, amelynek szerepe lehet az ideális ívási környezet kialakításához. Véleményem szerint részben ez „helyettesítheti" a ponty szaporodásához kedvező fűfélékkel borított tófeneket.

Azért, hogy közvetlen bizonyítékunk és legyen arról, hogy a hévízi vadpontyok ívtak, nem pedig egy másik pontyféle ikrákat is gyűjtöttünk a megfigyelés helyszínéről. Ezek felneveléséhez laboratóriumi körülmények között a lehető legkedvezőbb körülményeket biztosítottuk. A morfológiai vizsgálat során fényt derítettünk arra, hogy a begyűjtött ikrák valóban a hévízi törpenövésű vadpontyhoz tartoztak. Ez alapján már teljesen biztosak lehetünk benne, hogy e különleges pontyváltozat a Hévízi-tóban ívik le. Mivel eddig ezt korábban senki sem írta le, ezért a felfedezés új tudományos eredménynek tekinthető.

Ugyanakkor nem tudhatjuk, hogy a hévízi vadpontyok ívása rendszeres-e a helyszínen, vagy ez csak egy egyszeri alkalom volt. Emiatt a jövőben érdemes lenne valamilyen módon nyomon követni, hogy a megfigyelési helyszínen máskor is szaporodnak-e a pontyok. Lehetséges az is, hogy az adott helyszínen csak évente egyszer ívnak a halak, ugyanakkor az is, hogy évente több alkalommal. Emellett nem zárhatjuk ki azt sem, hogy a tó többi része is alkalmas lehet a pontyok ívására, bár a helyszínhez hasonló sekélységű és kevésbé zavart területek szinte csak a tó északi részén találhatók. Emiatt úgy vélem, hogy a hévízi törpenövésű pontyok szaporodásának jövőbeni vizsgálata során erre a területre érdemes összpontosítani.

A kutatásom másik fő célja a hévízi törpenövésű vadpontyok ikra- és lárvaméretének meghatározása és értékelése volt. Ennek során arra jutottam, hogy a megtermékenyített ikrák

mérete 1,66±0,14 mm. A laboratóriumi körülmények között frissen kikelt lárvák mérete pedig 4,63-5,18 mm volt. Bár a vizsgálatok során csak relatíve kis mennyiségű ikrát és lárvát tudtam megvizsgálni, úgy gondolom, hogy ezek az eredmények közel lehetnek a valós átlagméretekhez.

Annak érdekében, hogy még pontosabb adatokat kapjunk ezekről a méretekről, a jövőben több alkalommal is érdemes lenne ikrákat gyűjteni a helyszínről. Ez azonban igen nehéz dolog, tekintve, hogy a hévízi vadponty természetes szaporodását korábban eddig nem figyelték meg. Másrészt mivel a hal igen fontos természeti értékünk, ezért figyelnünk kell arra is, hogy lehetőleg minél kevésbé avatkozzunk be a természetes életfolyamataiba.

A hévízi törpenövésű vadponty ikra- és lárvaméretének eredményeit összevetettem a hazai pontyokra jellemző értékekkel, illetve különböző külföldi kutatások eredményeivel is. Ennek során azt tapasztaltam, hogy bár a kifejlett hévízi vadponty mérete jóval kisebb, mint más hazai pontyoké, az ikra- és lárvamérete nagyjából azonos. Ez alapján arra következtetek, hogy bár a hévízi vadpontynak alkalmazkodnia kellett a magasabb hőmérséklethez, illetve a többi eltérő fizikai-kémiai vízparaméterhez, ez az ikrák és a lárvák méretére nem volt hatással. Még akkor sem, ha tudjuk, hogy ez a pontyváltozat évente többször is szaporodhat, szemben a többi hazai pontyfélével.

A nemzetközi szakirodalomban elérhetők voltak olyan kutatások, amelyekben a Hévízi-tóhoz hasonló hőmérsékletű vízben élő pontyokat vizsgáltak. Sőt ezek a (jellemzően koi) pontyok szintén képesek évente többször is szaporodni. Általánosan azonban e pontyféléknél jóval kisebb ikra, illetve lárva méreteket tapasztaltak. Ez szintén alátámasztja a korábbiakat, miszerint a környezeti körülményeknek kevésbé van hatása az ikra- és lárvaméretre, mint a genetikai hovatartozásnak. Ennek tényszerű megállapítására és bebizonyítására azonban további morfológiai, genetikai, statisztikai vizsgálatokra van szükség, amelyre az én szakdolgozatom nem terjedt ki.

Összegezve a leírtakat, elmondható, hogy annak ellenére, hogy a kutatásom megvalósulásához nagy szerencse kellett, bebizonyítani, hogy valóban a hévízi törpenövésű ponty ívik a tóban nagy munkát igényelt. Az itt élő pontyok természetes szaporodásának a megfigyelése egy olyan unikális természeti esemény, amelynek megtapasztalására igen kevés lehetőség van az életben. Emiatt nagy örömmel tölt el, hogy ebben a kutatásban én is tevékenyen részt vehettem. Ugyanakkor szakdolgozatom nem csak emiatt, hanem a tudományos eredmények miatt is értékes lehet. Egyrészt, ahogy korábban már említettem,

először sikerült bebizonyítani, hogy pontosan hol ívnak a halak. Másrészt a mért adatok is fontosak lehetnek tudományos szempontból, hiszen a hévízi törpenövésű vadponty ikra- és lárvaméretére vonatkozóan ez idáig nem találtam adatokat a szakirodalomban. Emiatt úgy gondolom, hogy a vizsgálataim során kapott információk hozzájárulnak a fajtaváltozat jobb megismeréséhez, valamint megalapozhatnak a hévízi vadponty természetes szaporodásának jövőbeni kutatásainak is.

6. Összefoglalás

A Hévízi-tó Európa legnagyobb gyógyhatású melegvizes tava és hazánk egyik legfontosabb turisztikai és gyógyászati helyszíne. Emellett azonban természeti, ökológiai szempontból is kiemelten értékes. Az állandó magas vízhőmérséklet (30-35 °C), valamint a víz különleges fizikai-kémiai paraméterei egyedülálló élővilágot eredményeznek. Egyaránt megtalálhatók itt a reliktum fajok (pl. a *Schizopera clandestina heviziensis* rákfaj), valamint trópusi éghajlatról származó fajok (pl. indiai vörös tündérrózsa, naphal, trópusi sügérfélék) is. Az egyik legkülönlegesebb élőlény, amelyik itt él, a hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio carpio morpha hungaricus*) amely genetikailag a dunai vadpontyból eredeztethető. A ponty ezen változata kizárólag itt fordul elő a világon. Emiatt természetvédelmi szempontból felbecsülhetetlen értékünk.

Mivel e pontyváltozatnak alkalmazkodnia kellett a tó különleges környezeti körülményeihez, olyan genetikai tulajdonságai alakultak ki, amelyek más vadon élő vagy tenyésztett pontyfajtákra nem jellemzők. Egyrészt jóval kisebb a mérete (kb. 25 cm hosszú és 400-450 g tömegű), másrészt fejlődése is lassabb. Emellett pl. a zsírsav összetétele is különbözik más pontyokétól. Önálló fajként azonban nincs elismerve a hévízi törpenövésű ponty, ami miatt nem szerepel a veszélyeztetett fajok listáján. Az utóbbi években egyre több kutatás indult a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézetének munkatársainak közreműködésével a hévízi pontyállomány vizsgálatára, azonban a szaporodásáról még mindig nagyon keveset tudunk. Az korábban is egyértelmű volt a megfigyelések alapján, hogy az itteni pontyok, ellentétben más hazai pontyfélékkel, egész évben szaporodó képesek. Az azonban eddig kérdéses volt, hogy tényleg a tóban ívnak a pontyok, vagy a csatornában ívnak és onnan úsznak fel az egyedek.

Éppen ezért volt nagy jelentősége, hogy 2021. februárjában felfigyeltünk arra, hogy a tó északi, sekélyebb részén ívnak a pontyok. Történt ez annak ellenére, hogy a természetes körülmények ott nem a legideálisabbak a pontyok számára. Ezt a lehetőséget kihasználva szerettük volna bebizonyítani, hogy a hévízi törpenövésű ponty ívik a tóban. Ennek érdekében fényképeket készítettünk a helyszínről, majd egy planktonháló segítségével ikrákat gyűjtöttünk a tóból. Ezeket az ikrákat Gödöllőre szállítottuk, ahol egyrészt megvizsgáltuk őket, majd felnevelésük után megállapítottuk, hogy valóban a hévízi törpenövésű ponty ikrái voltak. Így közvetlenül bebizonyítottuk, hogy a tóban szaporodnak az itt élő pontyok, nem a csatornában.

A dolgozatom másik fő részét a hévízi törpenövésű vadponty ikráinak és lárváinak a vizsgálata tette ki. Ennek során a begyűjtött már megtermékenyített ikrák, majd az ebből kifejlődő lárvák méretét határoztam meg. Ehhez jó minőségű, nagy felbontású fényképeket készítettünk, majd a képeket az ImageJ szoftverrel elemeztem. Az ikra- és lárvaméreteket két átmérő (vízszintes és függőleges) mentén határoztam meg, majd az értékek átlagát vettem alapul. A kapott eredmények alapján a megtermékenyített ikrák átlagos mérete 1,66±0,14 mm volt. A frissen kikelt lárvák átlagos mérete 4,63-5,18 mm volt. Jelentős méretbeli kiugrásokat nem tapasztaltam, amit a viszonylag alacsony szórás értékek is jeleznek.

Az eredmények elemzése során a kapott értékeket összehasonlítottam a hazai pontyokra jellemző értékekkel. Ez alapján sem az ikraméretben, sem a lárvaméretben nem találtam jelentős eltéréseket, ami azt jelentheti, hogy a Hévízi-tó szokásostól eltérő élőhelye nem volt hatással ezekre a paraméterekre.

Emellett az eredményeimet összevetettem néhány külföldi kutatással is. Ezeket különböző országokban és különböző kísérleti körülmények között végezték, azonban bizonyos szempontból kapcsolódnak a kutatásomhoz, mivel a vizsgált pontyfélék jellemzően magasabb hőmérsékleten, és sok esetben évente többször szaporodnak. Az eredmények alapján a hévízi törpenövésű vadponty ikrája és lárvája jellemzően nagyobb e pontyféléknél, még abban az esetben is, ha a kifejlett ponty mérete azonos.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani belső konzulenseimnek Dr. Müller Tamás tudományos főmunkatársnak és Dr. Ferincz Árpád tudományos főmunkatársnak a szakdolgozat írása során nyújtott segítségéért. Továbbá szeretném megköszönni Dr. Urbányi Béla tanszékvezető Tanár Úrnak, hogy lehetőséget biztosított arra, hogy a szakdolgozatomat a tanszék keretein belül írhattam meg. Köszönet illeti Bógó Zsolt Bence és Horváth József István szaktársaimat, hogy szabadidejüket nem sajnálva segítették a terepi munkákat. Továbbá szeretném megköszönni mindenkinek, aki segített a szakdolgozatom elkészítésében.

Ezt a kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Tématerületi Kiválósági Program 2020, Nemzeti Kihívások Alprogram (TKP2020-NKA-16) keretében.

Irodalomjegyzék

188/2019. (VII. 30.) Korm. rendelet az állattenyésztésről

1993. évi CXIV. törvény az állattenyésztésről

Ács, É. (2006): 2006. évi jelentés a Hévízi-tóban elvégzett algológiai vizsgálatokról. Kutatási Jelentés. 76. p.

Ács, É., Földi, A., Grigorszky, I., Kiss, T. K., Trábert, Zs., Vizkelety, É. (2015): A Hévíziforrástó (termáltó) helye a világban – Algológia. 12. p.

Andrássy, I. (1997): Fonálférgek (Nematoda) a Hévízi-tóban. Állattani Közlemények, 82, 13-27. p.

Babinszky, L., Csató, L., Hancz, C., Horn, P., Horváth, L., Kovács, J., Zomborszky M. (2000): Állattenyésztés 3. Sertés, nyúl, prémes állatok, hal. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 254. p.

Bakos, J. (1968): A ponty tenyészértékét meghatározó tulajdonságok és jelentőségük a szelekciós munkában. Halászat, 14(3), 84-85. p.

Balon, E. K. (1995): Origin and domestication of the wild carp, Cyprinus carpio: from Roman gourmets to the swimming flowers. Aquaculture, 129(1-4), 3-48. p.

Fekete, K., Dombi, G., Oláh, M. (2021): Önkormányzati válságkezelés a Balaton Kiemelt Üdülőkörzetben, a COVID-19-járvány első hullámában. Területi Statisztika, 61(3), 337-355. p.

García-Berthou, E. (2001): Size-and depth-dependent variation in habitat and diet of the common carp (Cyprinus carpio). Aquatic Sciences, 63(4), 466-476. p.

Gerencsér, G., Murányi, E., Szendi, K., Varga, C. (2010): Ecotoxicological studies on Hungarian peloids (medicinal muds). Applied Clay Science, 50(1), 47-50. p.

Ghosh, A. K., Biswas, S., Sarder, L., Sabbir, W., Rahaman, S. M. B. (2012): Induced breeding, embryonic and larval development of Koi carp (Cyprinus carpio) in Khulna, Bangladesh. Mesopot. J. Mar. Sci, 27(1), 1-14. p.

Gimeno, S., Komen, H., Gerritsen, A. G., Bowmer, T. (1998): Feminisation of young males of the common carp, Cyprinus carpio, exposed to 4-tert-pentylphenol during sexual differentiation. Aquatic toxicology, 43(2-3), 77-92. p.

Gorda, S. (2004): Pontyfajták, tájfajták és hibridek összehasonlító teljesítményvizsgálata. PhD értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen. 139. p.

Green Capital Zrt. (2008): A Hévízi-tókörnyezeti, természeti és gógy-idegenforgalmi jelentőségének bemutatása. Szakmai összefoglaló. Green Capital Zrt., Budapest. 48. p.

Hajnal K., Köbli Á. (2014): Hévíz turizmusának fejlődési irányai. Modern Geográfia 3, 17–36 p.

Hancz, C. (2007): Haltenyésztés. Egyetemi jegyzet. Kaposvári Egyetem, Kaposár. 262. p.

Haniffa, M. A., Benziger, P. A., Arockiaraj, A. J., Nagarajan, M., Siby, P. (2007): Breeding behaviour and embryonic development of koi carp (Cyprinus carpio). Taiwnia-Taipei, 52(1), 93. p.

Harka, Á., Sallai, Z. (2004): Magyarország halfaunája. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, 269. p.

Horváth L., Urbányi B. (2004): Tógazdálkodás, Gödöllő, 30-32. p.

Horváth, L. (2018): A ponty szaporodásbiologiéja és szaporítása. Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, 35-65. p.

Horváth, L., Urbányi, B. (2000): Halak szaporodásbiológiája. 214-343. p. In: Horváth L. (szerk.). Halbiológia és Haltenyésztés. Második kiadás. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 440. p.

Horváth, Zs. (2010): Egzotikus akváriumi csigák Magyarországon. Diplomamunka, Szent István Egyetem, Parazitológiai és Állattani Tanszék. 44. p.

Kagawa, H. (2013): Oogenesis in teleost fish. Aqua BioSci. Monographs. 6, 99-127. p.

Kocher, T. D., Kole, C. (2008): Genome mapping and genomics in fishes and aquatic animals (Vol. 2). Springer Science & Business Media. 175. p.

Körmendi, M. (2008): A Hévízi-tó környezeti, természeti, gyógy- és idegenforgalmi jelentőségének bemutatása. Kutatási Jelentés. 105. p.

Krett, G. (2017): A Hévízi-tó különleges élőhelyi sajátságaihoz alkalmazkodott baktériumközösségek diverzitása. PhD értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. 141. p.

KSH (2020): Idősoros éves adatok. Hús és haltermelés.

Kucharczyk, D., Targońska, K., Hliwa, P., Gomułka, P., Kwiatkowski, M., Krejszeff, S., Perkowski, J. (2008): Reproductive parameters of common carp (Cyprinus carpio L) spawners during natural season and out-of-season spawning. Reproductive biology, 8(3), 285-289. p.

Linhart, O., Kudo, S., Billard, R., Slechta, V., Mikodina, E. V. (1995): Morphology, composition and fertilization of carp eggs: a review. Aquaculture, 129(1-4), 75-93. p.

Malik, A., Abbasi, A. R., Kalhoro, I. B., Shah, S. A., Narejo, N. T., Kalhoro, H. (2014): Effect of Ovaprim Hormone (Syndel Laboratory, Canada) on Spawning of Koi Carp at Fish Hatchery Chilya Thatta, Sindh, Pakistan. Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series), 46(3), 22 p.

Ördög, V., Hancz, C., Bercsényi, M., Szathmári, L., Havasi, M. (2011): Haltenyésztés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron. 110. p.

Park, J. M., Mun, S. J., Yim, H. S., Han, K. H. (2017): Egg development and larvae and juveniles morphology of Carp, Cyprinus carpio in Korean. Development & reproduction, 21(3), 287. p.

Pintér K. (2002): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest. 119-126. p.

Pintér, K. (1989): Magyarorszag halai. Akadémia Kiadó, Budapest. 202. p.

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. p.

Szabó, I. (2002): Melegvizi növényfajok Hévíz és Keszthely vizeiben. Botanikai Közlemények, 89, 105-115. p.

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

Varga, K. (2011): Felszín alatti vizekből származó radon gáz a természetes és épített környezetben. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Fizika Doktori Iskola. 120. p.

Várkonyi L. (2015): Új módszer a veszélyeztetett halak védelmében (hévízi törpenövésű vadponty indukált szaporítása az élőhelyén). Diplomadolgozat, Gödöllő. 51. p.

Várkonyi, L. (2021): A balatoni sudár ponty (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*) és a hévízi törpenövésű vadponty (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) spermamélyhűtésének és intenzív rendszerben történő szaporításának vizsgálata, valamint in vitro spermabankjának megalapozása. PhD értekezés. Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. 139. p.

Vilizzi, L. (2012): The common carp, Cyprinus carpio, in the Mediterranean region: origin, distribution, economic benefits, impacts and management. Fisheries Management and Ecology, 19(2), 93-110. p.

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

Weber, M. J., Brown, M. L., & Willis, D. W. (2010): Spatial variability of common carp populations in relation to lake morphology and physicochemical parameters in the upper Midwest United States. Ecology of Freshwater Fish, 19(4), 555-565. p.

Zánkai, P. N. (2005): Új víziatkák a hazai faunában. Állattani Közlemények, 90(1), 3-10. p.

Internetes források:

http1: http://www.hevizgaleria.hu/muvelodesi-kozpont/helytorteneti-tudastar/hevizi-to

http2: https://www.heviz.hu/hu/hevizi-to/hevizi-tofurdo/hevizi-to-viz-osszetetele

http3: http://new.magyarhal.hu/UserFiles/files/halaszati_lapok/2018/hl3.pdf

http4: https://www.kormanyhivatal.hu/download/e/94/75000/Szakmai%20jelent%C3%A9s%20PMKH%202018%20ponty%20teljes%C3%ADtm%C3%A9nyvizsg%C3%A1lat.pdf

http5: https://www.fisch.hu/horgasz/article/read/a-ponty---horgaszhalaink-iv-37

http6: https://kapjra.hu/kis-halhatarozo/ponty/

http7: https://nyito.mohosz.hu/index.php/mahor/74-rekordlista/430-abszolut-rekordlista

http8: https://onceuponabackpackcom.wpcomstaging.com/lake-heviz-travel-guide/

Nyilatkozat

Nyilatkozat

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

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

Kelt: 2021 év 10 hó 25 nap

Hallgató

Nyilatkozat

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

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

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

Kelt: 2021 év 10 hó 25 nap

Belső konzulens