

Debreceni Egyetem

Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar

Természetvédelmi Állattani és Vadgazdálkodási Tanszék

Tanszékvezető: Dr. Juhász Lajos, egyetemi docens

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

A kelet-magyarországi termálvizes kifolyókban lévő halközösségek felmérése

Kordás Sándor
természetvédelmi mérnök
Konzulens:
Dr. Juhász Lajos
egyetemi docens

DEBRECEN

2022

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Témafelvetés.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	5
2.1 A szúnyogirtó fogasponty rendszertana, testfelépítése.....	5
2.2 A szúnyogirtó fogasponty táplálkozása.....	5
2.3 A szúnyogirtó fogasponty elterjedése és egyéb tulajdonságai.....	5
3. Anyag és módszer.....	10
4. Eredmények.....	13
4.1. A balmazújvárosi Kamilla Gyógyfürdő kifolyójának felmérése.....	13
4.2. A kelet-magyarországi területek felmérése.....	24
4.3. Kétéltűekre gyakorolt hatás.....	30
5.Következtetések.....	32
Összefoglalás.....	33
Irodalomjegyzék.....	34
Ábrák, táblázatok jegyzéke.....	37
Köszönetnyilvánítás.....	39
Mellékletek.....	40

Bevezetés

Magyarországról köztudott, hogy termálvíz nagyhatalom. Számos példa ismert a víz energetikai hasznosítására is, azonban gyógyászati felhasználása örvend a legnagyobb népszerűségnek. Ezt a forrást kihasználva termálvizes fürdők létesültek az ország minden pontján, köztük az Alföld több településén is. Használt, ugyanakkor még meleg vizüket legtöbb esetben egy felszíni csatorna vezeti el egy nagyobb befogadó víztestbe. Ezek az átalakított, gyakran mesterséges élőhelyek lehetőséget biztosítanak – a hazai fajok mellett – olyan idegenhonos, adott esetben egzotikusnak számító halfajok megtelepedésére, amelyek normál hazai körülmények mellett nem lennének képesek megtelepedni, szaporodni vagy akár életben maradni sem.

Az utóbbi évtizedekben számos példa vált ismertté újabb idegenhonos fajok megjelenéséről (Takács et al. 2015; Weiperth et al. 2013, 2016). A termálvízzel terhelt víztestek felmérése egyre nagyobb hangsúlyt kap a hazai és nemzetközi területeken egyaránt. Az ismertté vált fajok szinte minden esetben szándékos (főként akvaristák általi), kisebb mértékben véletlenszerű telepítés, szabadon engedés révén kerülnek akár a hazai, akár az európai vizekbe (Horn & Zsilinszky 2001, Kottelat & Freyhof 2007, Pintér 2015).

Az inváziós fajok általi nyomás abban is látszik, hogy csak az elmúlt négy évben 39 faj (növény és állat) került fel az Európai Unió inváziós fajlistájára. Világszerte várhatóan további 624 faj válik invazívvá, melyek között jelentős mennyiségű hal található, köszönhetően a díszhal kereskedelemnek és halászatnak (Gozlan, 2008). Vannak fajok, amelyek jobb inváziós képességekkel rendelkeznek, azonban arról, hogy milyen körülmények növelik sikerüket már kevesebb információval rendelkezünk (Catford et al., 2019).

Az inváziós fajok közvetlen fenyegetést jelentenek a biodiverzitásra. Ezek a fajok okolhatóak több faj lokális eltűnéséért is világszerte (Clavero & García, 2005). Sikerük egyik kulcsfontosságú adaléka lehet, hogy míg eredeti elterjedési területeiken állományuk szabályozott az ott meglévő predátoraik, versenytársaik, paraziták vagy betegségeik által, addig újabb területeken ezek nem minden esetben vannak meg (Orians 1986).

1. Témafelvetés

Hazánk síkvidéki területein a mélyfúrásokból gyakorlatilag mindenütt fellelhető termálvízkészletet többfelé meleg vizes strandfürdők létesítésére használták. Még kisebb településeken is kialakítottak termálfürdőket, amelyek egy részét az utóbbi igényeknek megfelelően fedett (wellness) részleggel is bővítettek. Ez egyben azt is jelenti, hogy a használt víz egész évben elvezetésre kerül, többnyire felszíni csatornákon keresztül. A folyamatos meleg víz lehetővé teszi azt is, hogy az egzóta halfajok tartósan megtelepedjenek az ilyen vízfolyásokban.

Ilyen alföldi környezetben létesült a balmazújvárosi Kamilla gyógyfürdő, fedett, egész évben működő medencékkel, valamint nyitott, szezonálisan nyitva tartó medencékkel együtt. Elsőként ennek a kifolyóját vizsgáltam, eleinte csak tájékozódva arról, hogy azonosítható-e valamilyen halfaj a vízfolyásban. 2019-ben így észleltem elsőként a szúnyogirtó fogasponty (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) első egyedeit (2. melléklet). Ezt a területet kezdtem részletesebben felmérni, monitorozni.

Az egzotikus halak kutatása legfőképp a budapesti és hévízi termálvizes régiókra koncentrálódnak. Az ott alkalmazott módszerek ismeretében felméréseket végeztem a kevésbé ismert kelet-magyarországi területek termálvizes kifolyóiban is. Így 2021 szeptembere és 2022 januárja között a Tiszántúl térségében végeztem el számos termálvízzel terhelt terület felmérését.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A szúnyogirtó fogaspony rendszertana, testfelépítése

A szúnyogirtó fogaspony az elevenszülő fogaspony-félék (*Poeciliadae*) családjába tartozik. Úszóik színtelenek vagy sárgásak, lekerekítettek, szegélyük domborúan ívelt. A hát- és a farok úszókat fekete pontok tarkítják. Hátúszójuk viszonylag hátul, az anális úszóval egy vonalban, esetleg attól hátrébb ered. Hátúszóját 6-8, a nőstény anális úszóját 9-10 úszósugar merevíti. Oldalvonala nincs, a test hosszában 30-32 pikkely számolható (Harka & Sallai 2014).

A hím kisebb és karcsúbb a nősténynél, ami inkább vaskosnak mondható (hím: 3,5 cm; nőstény: 6-7 cm). Nőstényei nagyon hasonlítanak a guppi (*Poecilia reticulata*) nőstényeire, csupán farok úszójuk finom pettyezettségével különböznek tőlük. Általában szürke színezetűek, oldalaikon kékes csillogással. Fejük felülről lefelé lapos. A háttájék szürkés olajzöld, a has tájék ezüstös. A szemek egy fekete keresztsáv húzódik. A pikkelyeken néhány szétszórt fekete pont látható. A terhes nőstények hasán úgynevezett terhességi foltot találunk. Felső állású szája a fejhez viszonyítva nagy és kiölthető. Szájszöglete megközelíti vagy eléri a szem vonalát, állkapcsain apró fogakat visel.

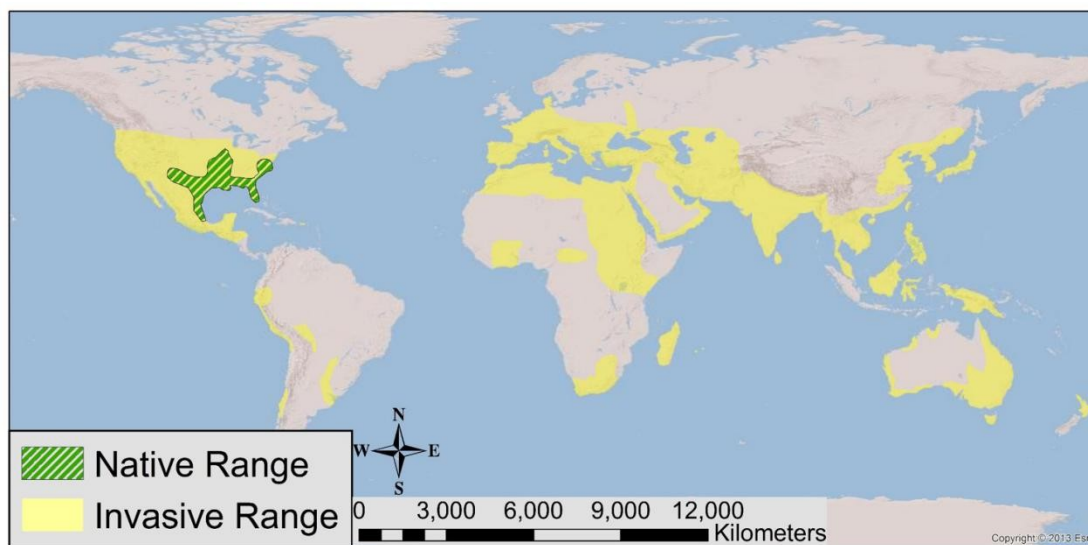
2.2 A szúnyogirtó fogaspony táplálkozása

A fiatal egyedek főként kerekeshérgelkkel és más apró rákokkal táplálkoznak. A kifejlett példányok már a nagyobb szúnyoglárvaakat, illetve a vízbe hulló egyéb ízeltlábúakat fogyasztják. A szakirodalom leírja, hogy a frissen világra jött utódakat sem kímélik. Ez a kannibál szokásuk azonban nem egyedülálló (hazai példa erre a csuka (*Esox lucius*)).

2.3 A szúnyogirtó fogaspony elterjedése és egyéb tulajdonságai

Eredeti hazája a Missisipi folyó és a mexikói-öböl közötti terület, Delawartól egészen Floridáig (Kottelat & Freyhof 2007). Nagy tűrőképességének és jelentős szúnyoglárva-fogyasztásának köszönhetően – mint biológiai védekezés eszközt – a világ minden kontinensére betelepítették az 1920-as évektől kezdve, ennek segítségével próbálva védekezni

a szúnyogok által terjesztett betegségekkel szemben. Elsőként 1922-ben Dél-Európába, Spanyolországba telepítették be. Ezután következett számos európai ország (pl.: Olaszország, Korzika, Bulgária), Japán, Kína, Jáva, Ausztrália és Új-Zéland (1.ábra). Hazánkba 1939-ben telepítették be a Hévízi-tó vízrendszerébe, majd 1944-ben Miskolctapolcára. Aszúnyogírtó fogasponty a világ 100 leginvazívabb faja közé tartozik (Gao et al. 2019).



1.ábra: a *Gambusia holbrooki* eredeti elterjedési területe (zöld), és a területek, ahol nem őshonos fajként van jelen (sárga)

Forrás: Egyéb források 1.

A Hévízi-tó vízrendszerébe 1939-ben a fajjal való kísérletezés során jutott be, mikor is a halak ketrece megrongálódott. Rövidesen elterjedt a tó és a leeresztő csatorna egész területén. Tömeges elszaporodásukat 1941- 1942 nyarain tapasztalták. A halak a forrás közvetlen közelében nem tudtak megmaradni inkább a sekély parti részeket preferálták, ahol csapatokba verődve az úgynevezett Lótusz-öbölben úszkáltak a sekély 32-35 °C-os vízben. Megfigyelései során Hévízi tótól körülbelül két kilométer távolságra még talált fogaspontyokat. Megfigyelések alapján azonban halunk csoportosan eljut a kis-Balatonba és onnan az őszi hűvösebb idő beálltával jön vissza a melegebb részekre (Wiesinger 1975). Ez a

megfigyelés napjainkban is megállja helyét, sőt a *Gambusia holbrooki* egyedei a Kis-Balaton sűrű növényzettel benőtt, fagymentes részein sikeresen át is telelnek (Harka & Szepesi 2016).

Hazánkban az elmúlt évtizedben több meleg vizes kifolyóból is előkerültek állományai (Weiperth et al. 2016), sőt a Zagyva szolnoki torkolata környékéről is (Szepesi & Harka 2015; Harka & Szepesi 2016). Utóbbi állomány tartós fennmaradása megkérdőjelezhető, függően a téli vízhőmérséklettől.

A Kis-Balaton vízrendszerén kívül kimutatták a faj jelenlétét a bükfürdői termálvízű fürdő használt vizét a Répcébe vezető csatornából, valamint a mezőkövesdi Zsóry fürdő kifolyója alatt az Ostoros patakból és a hajdúszoboszlói Csónakázó-tó kivezető árkából (1-1 példány). Ezenkívül meleg vízbefolyás nélküli víztestekből is jelezték megjelenését, így a Szentendre területén található Pannónia-tóból is. 2014 és 2016 között megtalálták a fajt a Pócsmegyer és Surány közötti Pázsit-tófürdő tavából, valamint a Hosszúrét-patakon a főváros XI. és XXII. kerületek határán duzzasztással kialakított Kána-tóból és alatta található patak szakaszról, valamint a XI. kerület Feneketlen-tóból. A faj adult egyedei előkerültek a növényzettel sűrűn benőtt Barát- és a Dera-patak 11-es út és a Duna közötti szakaszáról. (Weiperth et al. 2016).

Kifejezetten agresszív (Innes 1966, McDowale 1980), ragadozó halként nem csupán a szúnyoglárvákkal táplálkozik, hanem a lassúbb mozgású halakra csapatosan támad rá, úszóikból egy-egy darabot kicsípve. Wiesinger (1975) írta le, hogy a miskolctapolcai guppi (*Poecilia reticulata*) populációját szinte teljes mértékben kiszorították élőhelyükről, holott a fogaspontyok 1947-es felszaporodásáig gyakorinak számítottak.

Számos nemzetközi tanulmány mutat rá, hogy a területek őshonos faunájára komoly hatást gyakorol, ahová betelepítették. Ausztráliában végeztek egy aquakultúrás kísérletet, amelyben egy ottani őshonos fajon, a vitorlás törpekalászhál (*Pseudomugil signifer*) esetében végezték a szúnyogirtó fogasponty hatását. Azért került a választás erre fajra, mert jól mintázza a család tulajdonságait, így a vele és a fogaspontynál tapasztaltak a család többi tagjára is érvényesnek számíthatnak.

Eredményeik kimutatták, hogy az őshonos faj egyedi nem szaporodtak nagy mennyiségű fogasponty jelenlétében, sőt petefészük mérete és ezáltal termékenységük is csökkent. Természetes körülmények között a két faj ugyan abban a vízrétegben táplálkozik, s míg a kalászhalm kevés ikrát rak egyszerre, a fogasponty pedig eleven utódokat hoz világra ezáltal még nagyobb hatást gyakorolhat rá. Az endemikus, sérülékeny fajokra pedig még nagyobb veszélyt jelenthet (Howe et al. 1997).

A kutatások egy másik része egy ugyancsak fontos területre hívja fel a figyelmet. A szúnyogirtó fogasponty predációs nyomásával jelentős hatást gyakorolnak az őshonos vízi gerinctelenek és halak mellett a kételtűek ivadékainak és fiatal egyedeinek túlélésére (pl.: Pyke 2008). Hurlbert et al. (1972) szerint szúnyogirtó fogasponty újabb területekre való betelepítésével negatív hatást fejt ki a vízi ökoszisztémákra, azáltal, hogy befolyásolja a kételtű és fitoplankton közösségeket. A víz szennyezésével szembeni táj tűrőképessége is csak fokozhatja inváziós sikerét (Lloyd et al. 1989).

Ez a faj már több országban komoly inváziós fajként van számon tartva. Ez főként a dél-európai és a melegebb éghajlaton lévő területeket jelenti, ahol eredeti hazájához hasonló környezeti feltételek találhatók. Északabbi területeken főként meleg vizes tavakat kolonizálnak (Specziar, 2004). Agresszivitása és magas alkalmazkodó képessége remek lehetőséget ad az új területeken való gyors szétterjedéshez. (Smith et al. 1989).

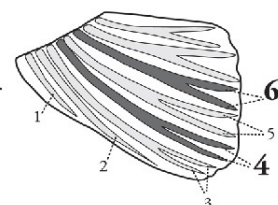
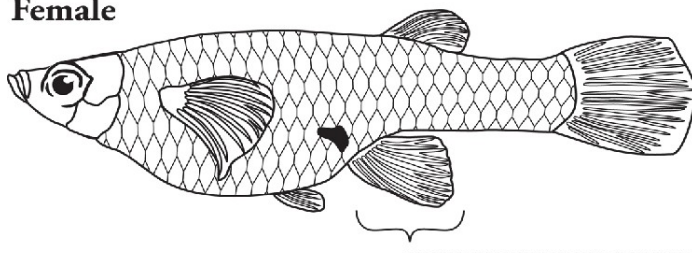
Az amerikai populációk genetikai diverzitásához képest a Dél-Európába telepített populációké jelentősen csökkent. Ennek ellenére a régióban több őshonos halfaj populációjának eltűnésével okolható (Grapputo et al. 2006). Az alacsony genetikai diverzitás és alacsony populáció méret ahhoz vezethet, hogy egy fajnak megváltozhat a viselkedése, a fiziológiai és morfológiai tulajdonságai. Ezek a változások nagy szerepet játszhatnak a faj inváziós sikerében. (Suarez et al. 1999).

Az ivarok könnyen megkülönböztethetők egymástól, a hímek gonopódiuma, és a nőstények terhességi foltja alapján (2.ábra).

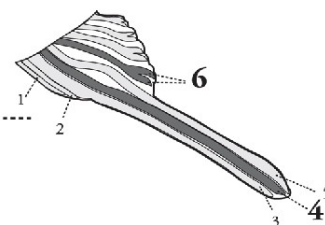
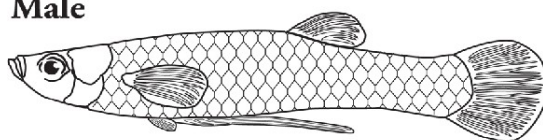
Szaporodáskor a nőstények előnyben részesítik a nagyobb méretű hímeket a kisebbekkel szemben (Chen et al. 2018), és a csoportban mozgó egyedeket az egyedül

lévőkkel szemében (Bisazza et al. 2001).

Female



Male



2.ábra: A *Gambusia holbrooki* ivari dimorfizmusa (felül a nőstény, alul a hím)

Forrás: Egyéb források 2.

3. Anyag és módszer

2019 tavaszán észleltem először a szúnyogirtó fogaspony állományát a balmazújvárosi Kamilla gyógyfürdő termálvizes kifolyójában. Ez a vízfolyás mintegy 7 km után torkollik a Kadarcs–Karácsonyfoki-csatornába. A használt termálvizet a kifolyó kezdeti, kb. 150 méteres szakasza után egy kb. 200 méteres föld alatti csatorna vezeti tovább és csak ez után kerül újra a felszínre. A csatorna vizét egy közel 1 km-es mesterséges szakaszt követően, a Magdolna-ér foglalja magába. A fürdő kifolyójától mintegy 2 km-re egy vízáttemelő szivattyú van, ettől 200 m-rel lejjebb pedig a város szennyvíztisztítójának a befolyója található, amely tisztított vizet juttat a csatornába. A haltani adatgyűjtéshez 9 mintavételi pontot jelöltem ki, a kifolyó víz felszínre bukkanásától egészen a vízáttemelő szivattyúig (3.ábra). Az egyes mintavételi pontok távolságát igyekeztem azonos távolságban kijelölni, ezt csak a csatorna szélét borító, néhány esetben áthatolhatatlan növényzet befolyásolta.



3. ábra: A termálvíz kifolyó, és a mintavételi pontok (- - -: földalatti csatornaszakasz)

Forrás: Saját szerkesztésű ábrák, alaptérkép: Google Earth

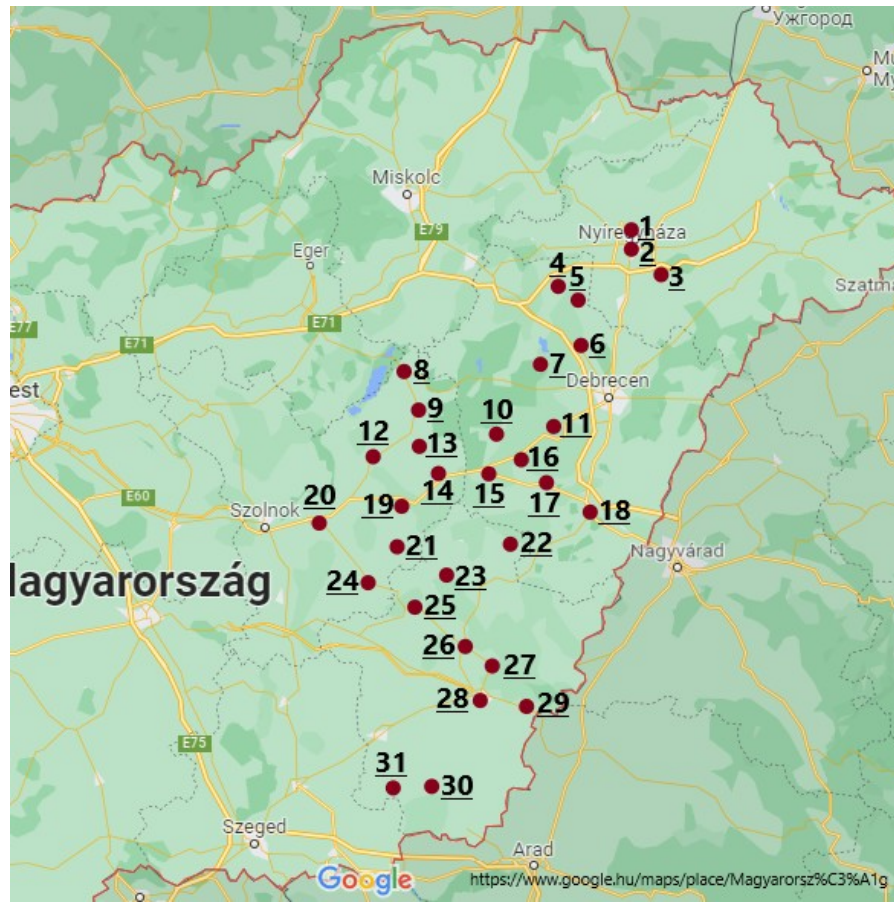
A csatornában a vízszint általában állandónak mondható, mivel a fürdőből egész évben betáplálásra kerül a használt termálvíz. A városban ide jut be a környékbeli esővízgyűjtő csatornák vize is, ami évszaktól függően befolyásolja a víz hőmérsékletét. A teljes meleg vizes csatorna három szakaszra osztható. Az első szakaszban az átlag 15-20 cm-es víz mesterséges, betonozott mederben folyik. A középső szakasz a vízátemelő szivattyúig tart. Ennek vize 30-50 cm mély, néhány foltot kivéve náddal sűrűn benőtt. Körülbelül háromévente kotorják a medret. A harmadik szakasz a vízátemelő utáni rész, amely a szivattyúnak köszönhetően jóval mélyebb, 1–1,5 méteres.

Az egyes mintavételek 50×50 cm-es keretű, kézi, kis szembőségű emelőhálójával történtek, mintavételi pontonként a vízfolyással szemben haladva, standard módon 5–5 hálózattal. Egy-egy mintavételi ponton kb. 20 méteres szakaszokat mintáztam. A programszerű vizsgálat előtt végzett tájékozódás jellegű mintázás során már 2019 tavaszán észleltük a szúnyogirtó fogasponty (*Gambusia holbrooki*) jelenlétét. A folyamatos mintavételeket 2019 szeptemberétől végzem.

Az ivararány becslése: a mintavételek során mindig 30-30 példány ivarát néztem meg, amit elegendőnek véltünk az ivararányok feltérképezésére. Ezeket az egyedeket random módon választottuk ki a mintából.

A már meglévő kutatást kibővítve 2021 szeptembere és 2022 januárja között az Új Nemzeti Kiválóság Program (ÚNKP) ösztöndíjának támogatásával a 2021/2022 tanévben a kelet-magyarországi régióra terjesztettük ki, ahol összesen 31 helyszínt kerestem fel (4. ábra). A kifolyók felsőbb (felső 1 km) szakaszaira koncentráltam amelyek lehetőséget biztosíthatnak melegkedvelő, idegenhonos fajok megtelepedésére, a hidegebb időszakok átvészelésére. Minden helyszínen (ahol megtalálható volt kifolyó termálvíz) mértem a víz hőmérsékletét, és a fogott halak dokumentálását is elvégeztem.

A felvételezésekhez ugyan azokat az eszközöket és módszereket alkalmaztam, mint a balmazújvárosi kifolyónál.



4. ábra: A felkeresett termálvizes fürdők

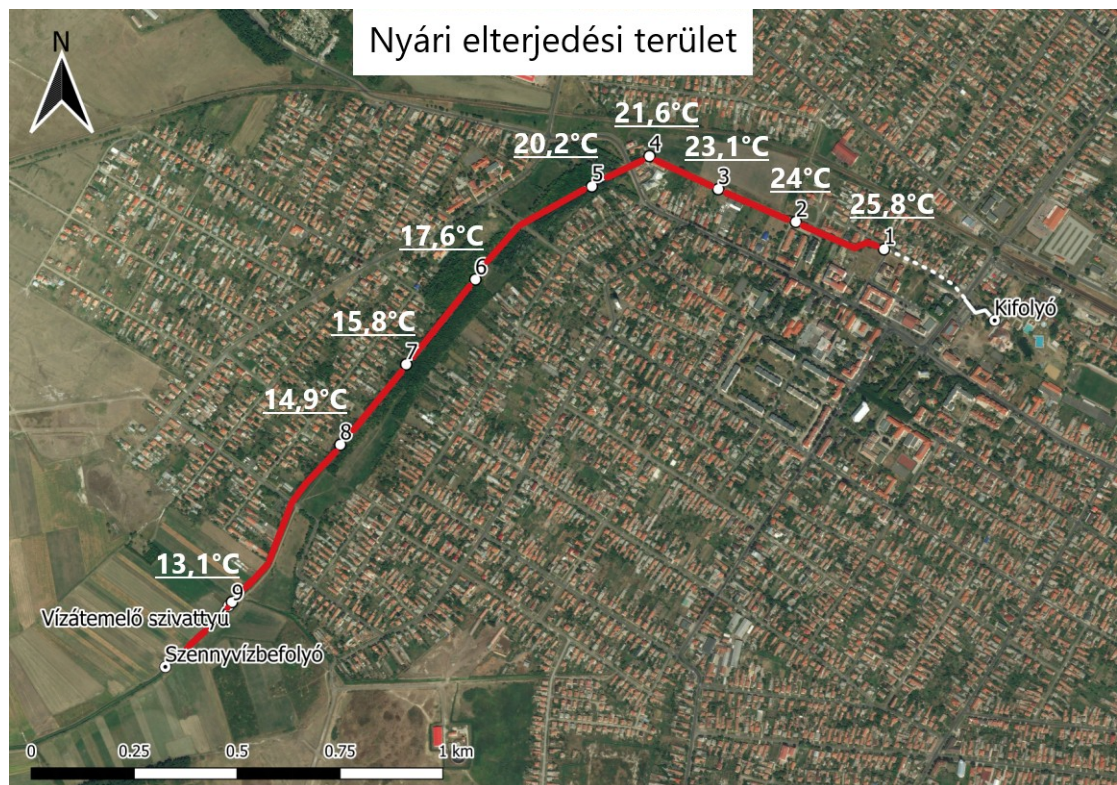
Forrás: Saját szerkesztésű ábrák, alaptérkép: Google Earth

4. Eredmények

4.1. A balmazújvárosi Kamilla Gyógyfürdő kifolyójának felmérése

A balmazújvárosi kifolyó teljes hosszában - változó vastagsággal - iszapos aljzatot találunk, sűrű növényzeti borítással (a mederben főként *Phragmites australis*, a parton pedig *Amorpha fruticosa*, *Populus ssp.*, *Salix ssp.*, *Lycium barbarum* jellemzi). A víz folyása alföldi csatornákra jellemzően lassú, legtöbbször álló jellegű. Ez a vízátemelő szivattyúnak is köszönhető, amiatt ugyanis a felgyülemlett víz szakaszosan távozik a csatornából. 2020 februárjában a felmért szakaszon mederkotrást végeztek. Ezt általában 3 évente végzik. A kotrás teljesen megváltoztatja a csatorna jellegét, ami tapasztalataim alapján kedvezőtlenül hat a fogaspontyok állományára (kevesebb búvóhely marad számukra, a kifejlett egyedek kerülnek a nyílt vizű területeket).

A kutatási területen a nyári időszakban a faj jelentős mértékben diszpergálódik a csatorna több kilométeres szakaszán (5.ábra). A kifolyó kezdeti (első 100 méteres) szakaszán nem észleltem egyetlen példányt sem. Ennek oka a magasabb, komfortzónán felüli víz hőmérséklet lehet (előfordult 30 °C feletti víz hőmérséklet is), azonban a téli időszakban sem úsztak fel erre a szakaszra, mikor pedig alacsonyabb (~26 °C) volt a víz hőmérséklete. Vélhető, hogy a halakat a vízben oldott klór riasztja el, amely a csatorna későbbi szakaszain már elpárolog a vízből.

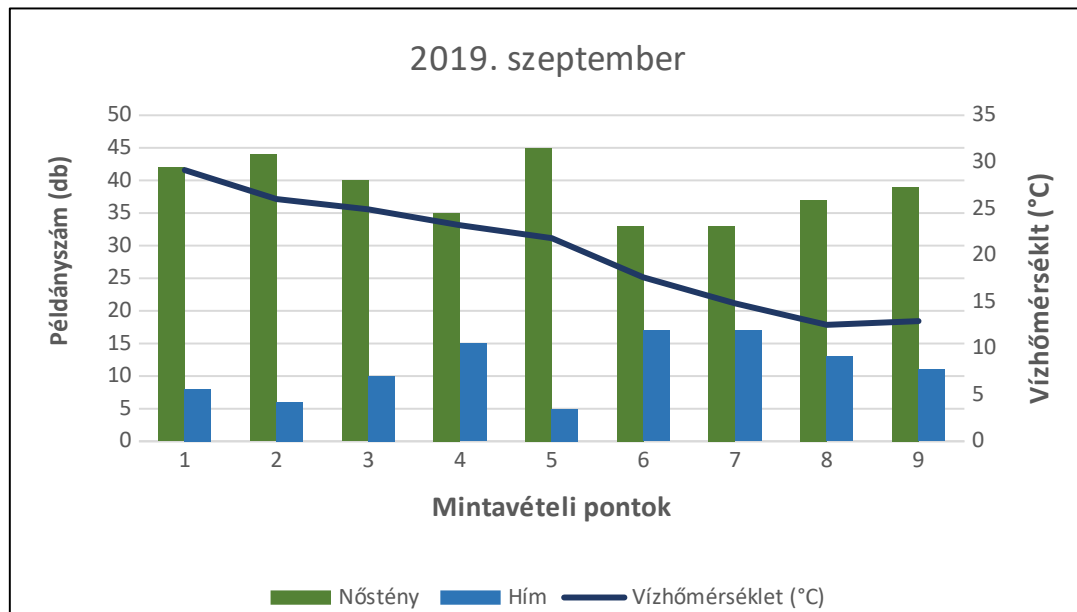


5. ábra: A szúnyogirtó fogaspontyok elterjedése 2019. augusztus-szeptemberben (piros vonal), és a víz hőmérséklete az egyes mintavételeki helyeken (---- föld alatti csatornaszakasz)

Forrás: Saját szerkesztésű ábrák, alaptérkép: Google Earth

A nyári, kora őszi időszakban az egész csatornában elterjedt, de igazán tömegesen a vízátelő szivattyú közvetlen közelében, a sekély szélvizekben csoportosult, különböző korcsoportokból álló nagy rajokban. Különösen preferálták a nagy méretű „terhes” nőstények ezt a csatornarészt. A szennyvízbefolyó közelében csupán kisebb méretű példányok találhatók, és azok sem nagy mennyiségben. Két alkalommal tapasztaltam azt, hogy a szennyvízbefolyó utáni hídig (kb. 300 méterre a kifolyótól) felúszott néhány egyed. Itt a júniusi, és a júliusi felmérések során voltak megtalálhatóak, azután eltűntek innen. A torkolathoz közeli szakaszokon azonban már nem tapasztalható jelenlétük.

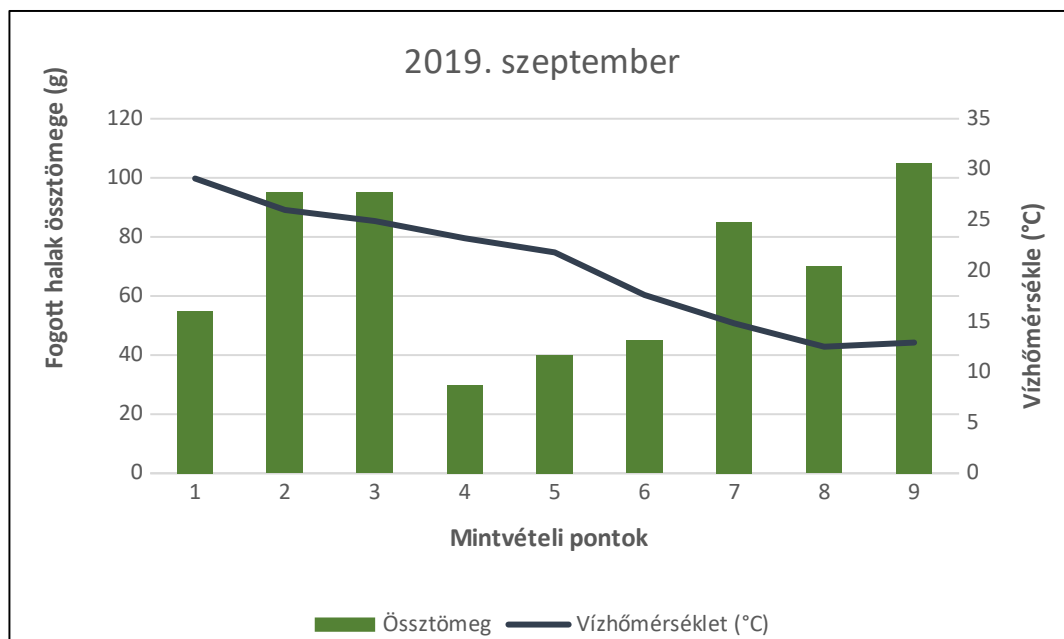
A nagyobb testű nőstények a nagyobb vízmélységgel rendelkező területeken, de sűrű növényzet közvetlen közelében tartózkodtak, nagyobb rajokat alkotva. Preferálták a hidak, műtárgyak környékét, amelyek a kisebb méretű halaknak biztonságos menedéket nyújthat. Napközben a vízfelszín alatt gyülekeztek szinte mozdulatlanul, aktívan nem keresték táplálékukat. A támadásuk a vízbe hulló rovar, vagy a vízben mozgó szúnyoglárva indította el.



6.ábra: A nőstény, illetve hím egyedek száma és aránya a vízhőmérséklet függvényében, egységnyi mintára nézve

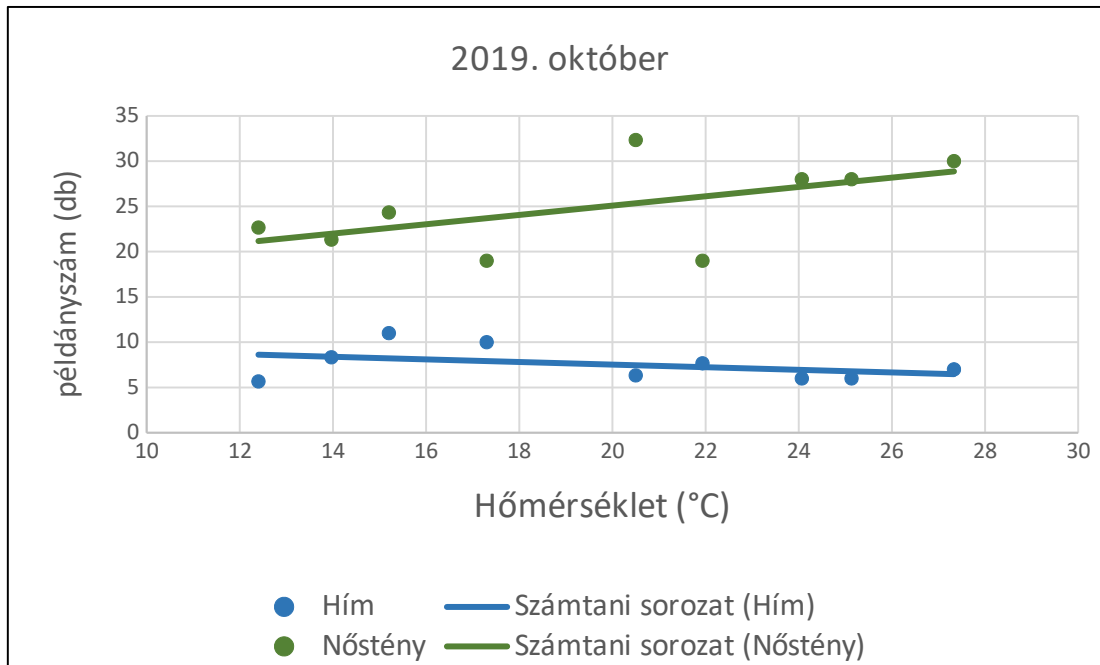
Forrás: Saját mérések

A hőmérséklet függvényében azt tapasztaltam, hogy reprodukív időszakban a nőstények inkább a magasabb hőmérsékletű területeket részesítették előnyben, míg a hímek egyre kisebb példányszámban mutatkoztak a víz hőmérsékletének csökkenésével (6.-7.-8.ábra).



7.ábra: A szeptemberi mintavétel során fogott halak összömege, és a víz hőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon

Forrás: Saját mérések



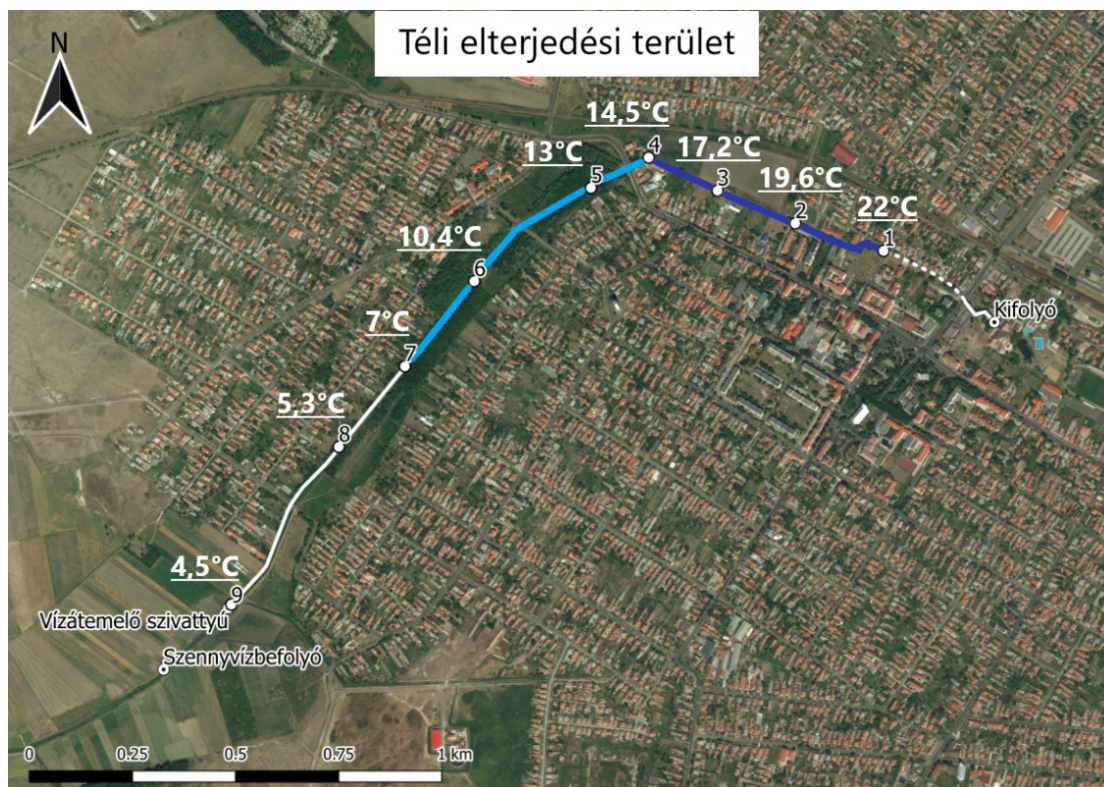
8.ábra: A hímek és nőstények mennyiségének változása a hőmérséklet csökkenésével, a reprodukciós időszak végén (2019.október) /Forrás: Saját mérések

Akváriumi körülmények között sikerült megfigyelni kannibál táplálkozási szokását is, amit előttünk többen is leírtak már. Az 50 literes akváriumban szándékosan több egyedet helyeztünk el, mint az javallott lenne egy díszhalas akváriumnál. Az akváriumba 25 nőstény (ezek többségében meg voltak már termékenyítve), illetve 15 hím példányt helyeztünk. A víztér zsúfoltsága ellenére az adult példányok között nem történtek komolyabb interakciók. A “terhes” nőstények kb. két hét múlva hozták világra utódaikat, de nem egyszerre. Az akváriumban a növényzet között mindig 10-15 fiatal ivadék volt látható, számuk azonban a fajtársaik predációja miatt rohamosan csökkent, annak ellenére, hogy lemezes és granulátumos haltáppal napi kétszer etetve voltak. A két hónapos megfigyelésük során kopulációt nem láttunk, csupán az volt megfigyelhető, ahogy 2-3 hím kerget egy -egy nőstényt.

Vízalatti kamera segítségével meg tudtuk figyelni, hogy a fogaspontyok állati eredetű táplálék mellett, növényi eredetű táplálékot is magukhoz vesznek. Több esetben is láttuk, hogy a vízben lévő nádszálakon lévő moszatot csipkedik, illetve vízbe dobott kenyérdarabkát is csoportosan kezdték el csipkedni.

A víz lehűlésével a halak szaporodási időszaka is véget ér. Ekkor az eddig elfoglalt szakasz kb. feléig visszahúzódtak (~6. mintavételi pont), és létszámuk jelentősen csökkent. (9.-11.ábra).

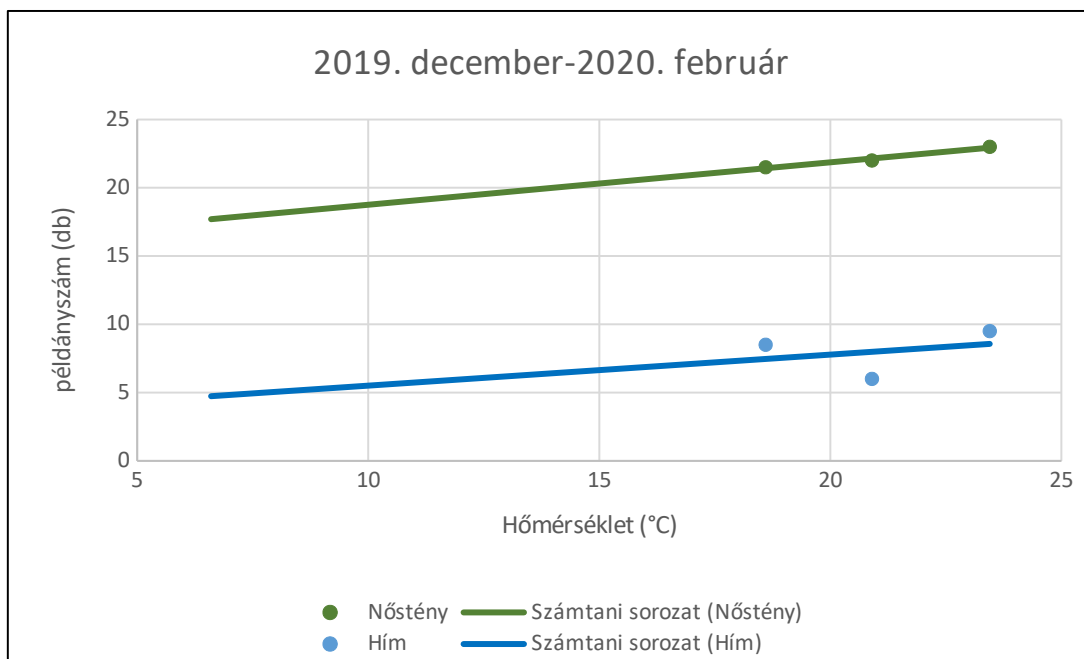
Szaporodásuk megfigyeléseink szerint szezonálisnak mondható. A vízfolyásban általában tavasz közepétől az őszi hidegek beálltaig vannak jelen megtermékenyített nőstények. A reprodukív időszakok a víz felmelegedésével lehetnek kapcsolatban, amely a faj számára megfelelő feltételeket teremt a szaporodáshoz.



9.ábra: A szúnyogirtó fogasponytok elterjedése téli, hidegebb időszakban (2020. január), a víz hőmérséklet függvényében (--- : földalatti csatorna szakasz; sötét kék - a fő telelőterület; világoskék - elszórva, néhány fiatal egyed található)

Forrás: Saját szerkesztésű ábrák, alaptérkép: Google Earth

A reprodukív időszak után a számukra megfelelő hőmérsékletű szakaszokon, a nyári időszakokkal ellentétben a hímek száma is emelkedést mutat a víz hőfokának emelkedésével. (10.ábra)



10.ábra: A hímek és nőstények mennyiségének változása a hőmérséklet csökkenésével, a reprodukciós időszak végén (2020.január)

Forrás: Saját mérések

Február 10-én kezdték a csatorna második szakaszának (az első, betonmedres szakasz és a vízátelő szivattyú közötti szakasz) kotrását, teljes mederszélességben, annak érdekében, hogy a nagyobb esőzések során felgyülemlett vizek akadálytalanul távozhassanak onnan. Ennek következtében az eddig meglévő iszap, és a területen lévő vegetáció eltűnt a területről, illetve ennek következtében átlagosan mindenhol 25 cm-el nőtt a vízmélység (az esővizek pótolták a kivett iszapot) (1.melléklet).



11.ábra: A januári mintavétel során fogott halak összömege, és a vízhőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon

Forrás: Saját mérések

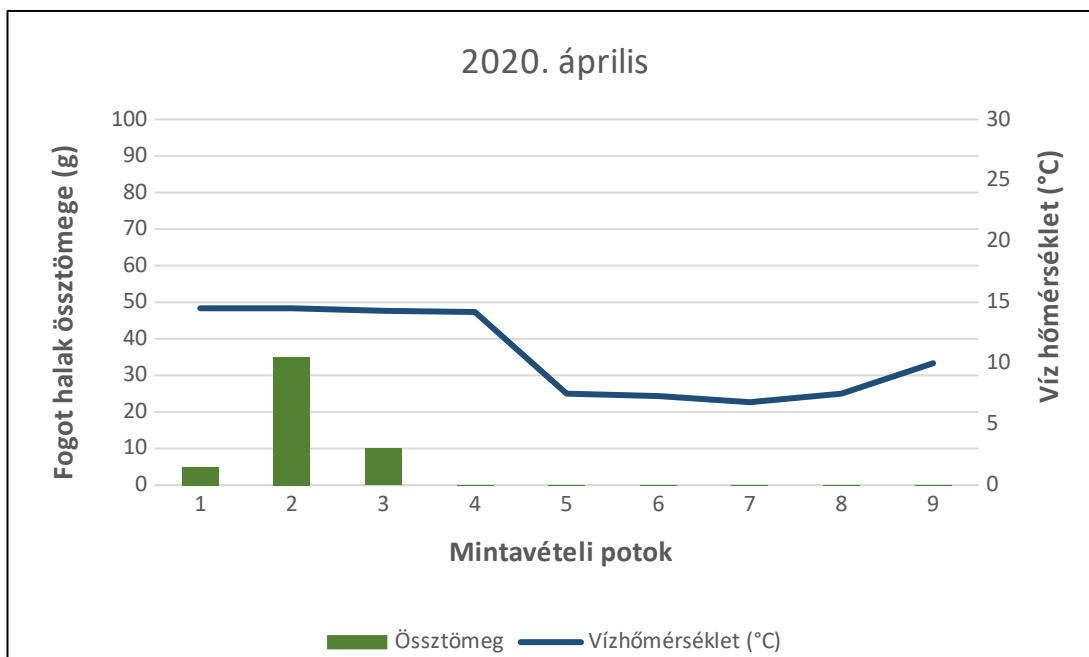
A fogaspontyok ekkor főként a csatorna felsőbb szakaszán, az 1-5. mintavételi pontok közt tartózkodtak (24,9-16,1 °C), így valószínűleg ez nem csökkentette akkori állományukat jelentősen. A nád eltávolításával nagyobb lett a sodrás a csatornán.

A márciusi mintavételezés során csupán az első három mintavételi pont szakaszára húzódtak vissza a fogaspontyok, amivel a víz hőmérséklet okolható, ugyanis a sekély első szakasz után a nagyobb víztérbe (a már kotort szakaszra) érve hamar lehűlt hőmérséklete. A megkotort szakaszon ekkor nem tudtam kimutatni jelenlétét.

Ezt követően március elején városgazdálkodási okok miatt a fürdő szüneteltette működését, minek következtében a fürdő felőli termálvíz betáplálás, szinte teljes mértékben megszűnt így a kezdeti szakaszon a március elején mért 23 °C helyett áprilisban 14,5 °C-ról indult a víz hőmérséklete, illetve a vízszint is jelentős mértékben csökkent, ami főként az első szakaszt érintette. Itt néhány mélyebb foltot leszámítva 5-10 cm körüli vizet találtam

(ez 20 cm vízszint csökkenést jelent az előző időszakokhoz képest) (3.melléklet). A 4. mintavételi pont utáni szakaszok két egymás utáni fagyos éjszaka hatására be is fagytak, a felsőbb szakasz (1-4. mintavételi pont) csupán kisebb mértékben és nem mindenhol pillésedett be, amit a fogaspontyok sikeresen átvészelték.

A kotrás utáni felmérések során kiderült, hogy a halak a nyíltabb élőhellyé vált csatornaszakaszokon kevésbé maradnak meg, és inkább az első szakaszon, illetve a műtárgyak környékére összpontosultak. Ennek és a sokszor zavaros víz következtében (amit a halak jobban kerültek) ezeken a mérési pontokon kevés vagy egyetlen példányt sem tudtam kimutatni (12.ábra). A májusi időszakban (a termálvíz utánpótlás nélkül is) 20,3 és 19,1 °C között mértük a víz hőmérsékletét az 1. és 9. mintavételi pontok között. Az alacsony vízmélységű területeken a hímek és ivadékok tartózkodtak főleg. A víz hőmérséklete viszont úgy néz ki már megengedte a szúnyogirtó fogaspontyok terjeszkedését a vízfolyásban, a vízátemelő szivattyúnál már ismét tömegesen voltak jelen, ami meglepő volt ahhoz képest, hogy az előző havi felmérés során tapasztalt példányszámból redukált állományt feltételeztem a területen. Magyarázat lehet az, hogy a növényzet hiányos területeken, a kikotort szakaszon csupán elvétve fogtunk néhány fiatal példányt, s így a megmaradt adult példányok a biztonságot jelentő hidak és vízátemelő szivattyú környékén maradtak, ráadásul a szivattyú utáni szakaszon a növényzet is tetszőleges volt a faj számára.



12.ábra: Az áprilisi mintavétel során fogott halak összömege, és a víz hőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon

Forrás: Saját mérések

Az eddig megszokott ivararányok helyett (az áprilisi mintavétel során - három hete nincs meleg víz befolyás!) az alacsony vízmélységű szakaszokon a hím egyedek kerültek többségbe. A nőstény egyedek ekkor a mélyebbnek (max. 20 cm) számító rövid szakaszokat részesítették előnyben, azonban itt sem voltak tömegesnek mondhatóak.

Az aszályos időjárásra tekintettel a városgazdálkodás megemelte a vízátemelő szivattyú fenékküszöbét, minek következtében a víz szintje átlagosan 15-20 cm-el emelkedett meg. Ennek fő oka a víz visszatartása volt a város egyik fő zöld területe érdekében, a védettség alatt álló Veres Péter Emlékpark érdekében. A fák számára így minél több vizet szerettek volna visszatartani az amúgy is száraz időszakban. Ennek hatása annyiban mutatkozott meg a kutatásban, hogy 2020 augusztusától a mederkotrásnak és a fenékküszöb megemelésének köszönhetően a mellecsizmával történő mintavétel nem volt kivitelezhető. .

Egyértelmű, hogy hazai körülmények között nincsenek jelen azok a ragadozók, amelyek állományát szabályozzák tengerentúli hazájában, azonban itt is vannak ragadozók,

melyeknek táplálék forrást jelentenek ezek a halak.

A felmérési területen egész évben jelen van több (3-4) jégmadár (*Alcedo atthis*), melyeknek nagyobb fagyok esetén is egész évben táplálék bázist jelent ez a csatorna. Továbbá a területen él több mocsári teknős (*Emys orbicularis*) is (a mederkotrás után 9 napozó egyedet észleltünk a partoldalon, de máskor is mutatkoztak már). Sajnos jelen vannak a vízben az idegenhonos sárgafülű ékszerteknős (*Trachemys scripta scripta*) egyedei is, amelyek szintén megunt házikedvencként kerülhettek a csatornába. Több alkalommal is láttam kisebb példányait, illetve egy közel 2 kg-os egyedet sikerült is elfogni, és egy gyakorlott ékszerteknő tartóhoz eljuttatni, ahol egy kerti tóban lett elhelyezve. A parton több esetben tartózkodtak nagy kócsagok (*Egretta alba*), és vörösgémek is (*Ardea purpurea*).

4.2. A kelet-magyarországi területek felmérése

Békéscsaba, Árpád Gyógy- és Strandfürdő

A gyógyfürdő vizes egy szélesebb csatornába folyik. A kifolyó pontos helyét nem sikerült megtalálni, a használt eszközökkel pedig nem sikerült halat kimutatni a víztestből.

Berekfürdő, Gyógy- és Strandfürdő

A termálvíz a fürdő mellett található Belső-tóba folyik. Annak kifolyójánál a felmérés időpontjában koncentráltan voltak jelen a szúnyogirtó fogasponty egyedei (1. melléklet). A vízből fiatal és nagyobb méretű idősebb egyedek is előkerültek. A halak tömeges jelenléte a meleg víz betáplálás közelségével magyarázható. A tó távolabbi pontjain a víz komfortzónán kívüli (5°C legalacsonyabb víz hőmérsékletet mértem). A *Pseudorasbora parva* egyedei is megtalálhatóak a területen.

Berettyóújfalu, Strandfürdő

A használt vizet a város esővíz elvezető csatornái vezetik a Kálló-főcsatornába. A kifolyó tiszta vizében nem voltak láthatóak és a kéziszákkal sem sikerült kimutatni halakat.

Déaványa, Termálfürdő

A legmagasabb mért víz hőmérséklet 31,9 °C volt a kifolyóban. A vízben csupán zöld békák (*Phelophylax* ssp.) voltak jelen. Ezt december 23-án tapasztaltam erős éjszakai fagyok mellett, ami mutatja a folyamatos meleg víz betáplálás hatását az ott lévő élőlényekre.

Földes, Földesi Fürdő és Szabadidőközpont

Közvetlen a fürdőből 34,2 °C-os víz folyik ki. A keskeny elvezető árokban nem tapasztaltam halak jelenlétét. (3. melléklet)

Gyomaendrőd, Liget Gyógyfürdő és Kemping

A használt termálvíz egy Körös holtágba folyik bele. A holtág jelentős részét jég borította a felmérés idején, csupán a kifolyó környékén volt jégmentes a vízfelület. A kifolyónál mért legmagasabb víz hőmérséklet 30,7 °C volt, halat viszont nem sikerült a területéről kimutatni.

Gyula, Gyulai Várfürdő

A Várfürdő melletti körös ágba folyik a használt termálvíz, aminek a kifolyóját nem látható. A használt eszközökkel halakat nem sikerült kimutatni a csatornából.

Hajdúböszörmény, Bocskai Gyógyfürdő

Egymással kapcsolatban lévő csónakázó tavak fogadják magukba a termálvizet. Ezek nagy része sűrű nád borítással és vastag iszap réteggel rendelkezik. A sűrű nádban és a néhány négyzetméteres nyílt vízterületeken melles csizma és kézi szák használatával sem találtam halakat.

Hajdúnánás, Strandfürdő

A strand melletti tóban ezüstkárászokat és naphalakat sikerült fogni. Más halfaj nem került elő. Ez amiatt is lehet, mert mellescsizmával csak a partközeli sekélyebb vízréteget tudtam átvizsgálni.

Hajdúszoboszló, Hungarospa Strand

Az előzőekhez hasonlóan egy belső tavat alakítottak ki a kifolyó termálvíz felhasználásával. A fürdő területén kívül lévő kifolyó csatornát teljes hosszában végig tudtam járni, a vízben gázolva (3. melléklet). Az első egy kilométeres szakaszt tüzetesebben is átvizsgáltam, hiszen előzetes kutatások már kimutatták a szúnyogirtó fogaspontyot innen. A kutatás idején a 28,9 °C-os vízből azonban csak ezüstkárász és kínai razbóra egyedei kerültek elő. A kínai razbóra fiatal, és ivarérett egyedei is megtalálhatóak.

Kisújszállás, Kumánia Gyógy- és Strandfürdő

A strand használt vizét, illetve a helyiek számára vízvételi lehetőséget biztosító éjjel nappal folyó 31,5 termálvizet °C-os vizet a balmazújvárosihoz hasonló betonozott csatorna vezeti el. A kifolyó kezdeti szakaszán nem voltak jelen halak, viszont a távolabbi szakasról kínai razbóra, ezüstkárász és ponty több egyede került elő.

Mezőberény, Kálmán Fürdő

A fürdő ideiglenes zárva tartása ellenére folyamatos a meleg víz utánpótlás (4. melléklet). Hasonlóan a kiséjszállási helyszínhez itt is egy éjjel-nappal működő termálvizes kifolyó található. Ezt a helyiek rendszeresen látogatják és gyógyászati fürdővízként használják. Ezüstkárász, ponty és kínai razbóra egyedeit fogtam.

Nádudvar, Termál- és Strandfürdő

A helyi park közepén kialakított Emőd-tó fogadja magába a termálvizet, ami a kifolyó kezdeténél elérte a 33 °C-ot. A magas vízhőmérséklet ellenére, és az élőhely alkalmassága ellenére itt sem kerültek elő meleg víz igényes halfajok. Nagy számban megtalálható viszont a kínai razbóra, aminek főképp fiatal egyedei kerültek elő. Másik, szintén idegenhonos halfaj is előkerült, a naphal egy fiatal egyede.

Nagykálló, Strandfürdő

A használt vizet befogadó csatorna a felmérés időpontjában nem rendelkezett meleg víz betáplálással. A meleg víz betáplálás időszakos. A kínai razbórákat sikerült kimutatni.

Nyíregyháza, Júlia Fürdő

Az Érpataki-főfolyás vezeti el a használt de még meleg termálvizet (a felmérés időpontjában 30,3 °C volt). A betonozott meder akadálytalanul végigjárható. A befolyót követő 1 kilométeres szakaszt végig jártam, de csak egy 1,5 kg körüli pontyot találtam, ami a 30 centiméteres vízben kissé meglepő volt.

Nyíregyháza-Sóstó, Gyógyfürdők Szolgáltató és Fejlesztő Zrt.

Ezen a helyszínen is egy betonozott medrű csatorna vezeti el a vizet. Itt nem észleltem semmilyen hal jelenlétét a felmérés időpontjában.

Püspökladány, Sárrét Kincse Gyógyfürdő

A városrész esővizeit, és a helyi horgásztó vizét is magába fogadja az elvezető csatorna Püspökladányban. Ezüstkárász és naphal (1. melléklet) került elő a felmérés során, amelyek főleg a horgásztóval való kapcsolat miatt lehetnek jelen.

Tiszaörs-Fürdő, Termálfürdő

Előzetes tájékozódás után több forrásból is arról értesültem, hogy a fürdő kifolyójában egzotikus sügérfélék és guppik találhatóak. A felmérés időpontjában viszont a folyamatos meleg víz utánpótlás ellenére sem találtam semmilyen halfajt a területen.

Törökszentmiklós, Gyógyvizű Strandfürdő

A fürdő vizét elvezető csatorna melles csizmával korlátozottan bejárható. A hidak környékén, a betonozott mederben jól felmérhető, viszont a vastagabb iszapréteg miatt a mélyebb vizű területek nem bejárhatóak. Kínai razbóra és ezüstkárász került elő a kifolyóból.

Tótkomlós, Rózsa Fürdő

A fürdő területén keresztül folyó csatornában nagy mennyiségben megtalálható az ezüstkárász, a ponty, és a vörösszárnyú keszeg, De a törpeharcsa és a karikakeszeg egy-egy példánya is előkerült.

Túrkeve, Termál és Élmenyfürdő

A Malom-zugi-csatorna felduzzasztásával létrehozott tóba ömlik a 40 °C -ot is meghaladó használt gyógyvíz. A víz mélysége miatt csak a partról tudtam a mintavételezést elvégezni. Kézi szák és emelőháló segítségével kínai razbóra és vörösszárnyú keszeg egyedeket sikerült fogni.

1. táblázat: A táblázatban azok helyszínek szerepelnek ahol megtalálható felszíni kifolyó, illetve a legmagasabb mért víz hőmérséklet, és a fogott halfajok egyedszáma

Helyszín	Víztest	Max. víz hőm. (°C)	<i>Gambusia holbrooki</i>	<i>Pseudorasbora parva</i>	<i>Carassius gibelio</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<i>Lepomis gibbosus</i>	<i>Misgurnus fossilis</i>	<i>Abramis bjoerkna</i>	<i>Ameiurus nebulosus</i>
Balmazújváros	Belső-Magdolna ér	30.2	169	16	11	1	14	-	1	2	-
Békéscsaba	Csatorna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berekfürdő	Belő-tó	20.7	351	21	-	-	-	-	-	-	-
Berettyóújfalu	termálvíz kifolyó	27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Déaványa	termálvíz kifolyó	31.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Földes	termálvíz kifolyó	34.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyomaendrőd	Holt-Körös	30.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyula	Sámson-Ápátfalvi-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hajdúböszörmény	Csónakázótó	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hajdúnánás	Csónakázótó	16.9	-	-	5	-	-	3	-	-	-
Hajdúszoboszló	termálvíz kifolyó	28.9	-	57	3	-	-	-	-	-	-
Kisújszállás	termálvíz kifolyó	31.5	-	39	5	2	-	-	-	-	-
Mezőberény	termálvíz kifolyó	39.7	-	17	1	3	-	-	-	-	-
Nádudvar	Emőd-tó	33.1	-	135	-	-	-	1	-	-	-
Nagykálló	Nagykállai-főfolyás	14.3	-	54	-	-	-	-	-	-	-
Nyíregyháza	Érpataki-főfolyás	30.3	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Nyíregyháza-Sóstó	Igrice-csatorna	16.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Püspökladány	termálvíz kifolyó	14.6	-	-	6	-	-	21	-	-	-
Tiszaörs-Fürdő	termálvíz kifolyó	34.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Törökszentmiklós	Tinóka-ér	15.3	-	1	2	-	-	-	-	-	-
Tótkomlós	Csatorna	21,2	-	-	30	28	5	-	-	1	1
Túrkeve	Malomzugi-csatorna	41.6	-	5	-	-	4	-	-	-	-

Forrás: Saját mérések

A 31 helyszín közül csupán 22 esetében találtam felmérhető kifolyót (1. táblázat). A nem felmérhető helyszíneken általában egy földalatti csatorna vezeti el az elhasznált termálvizet, így nincs is föld feletti szakasz ebben az esetben. Más esetben a fürdő ideiglenes zárvatartása miatt nem volt meleg víz befolyás.

Összesen 9 halfajt mutattam ki a felmért vízfolyásokból és tavakból: szúnyogirtó fogasponty (*Gambusia holbrooki*), kínai razbóra (*Pseudorasbora parva*), ezüstkárász (*Carassius gibelio*), ponty (*Cyprinus carpio*), vörösszárnýú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*), naphal (*Lepomis gibbosus*), réti csík (*Misgurnus fossilis*), karika keszeg (*Abramis bjoerkna*) és törpeharcsa (*Ameiurus nebulosus*).



13.ábra: Kínai razbórák Hajdúszoboszlóról (bal oldal), és szúnyogirtó fogaspony (jobb oldal) Berekfürdőről

Forrás: Saját archívum

A legtöbb kifolyóban a kínai razbóra van jelen, míg legnagyobb egyedszámban és egyedsűrűségben a szúnyogirtó fogaspony tapasztaltam. Meglepő módon ez volt az egyetlen melegkedvelő halfaj, amit észleltem a kutatás során, holott több helyszín is alkalmas lehet (állandó meleg víz kifolyás, megfelelő vízszint) melegkedvelő akváriumi fajok számára.

4.3. Kétéltűekre gyakorolt hatás

A kutatás során számos barna ásóbéka (*Pelobates fuscus*) került a halakkal együtt a mintába, melyek 25 és 55 mm között voltak. Megfigyelhető volt mindegyik példány farokzászlóján, hogy kisebb vagy nagyobb mértékben meg vannak csipkedve, kisebb darabok hiányoztak belőle (15.ábra). Persze biztosat ennyiből nem tudunk leszűrni, ezeket a sérüléseket több egyéb ragadozó is ejthette rajtuk (ragadozó rovarlárvák, egyéb halak), de legvalószínűbbnek a fogaspontyokat tarthatjuk, már csak a magas példányszám és az előzőleges tanulmányok miatt is. Vannini et al. (2017) kísérletében kimutatták 4 kétéltű faj esetében (3 békafaj, és alpesi tarjosgőte (*Triturus carnifex*)) a szúnyogirtó fogasponty sikeres predációját. A kísérletben 7, 9, 10, és 12 mm-es hosszúságú lárvákkal teszteltek, és minden esetben a támadások nagy része sikerrel járt.



14.ábra: Sérült *Pelobates fuscus* ebihalak

Forrás: Saját archívum

A barna ásóbéka ebihalai viszonylag gyorsan nagy méretűre nőnek hazai viszonylatban (8-13 cm). Valószínű, mikor egy bizonyos méretet elér, már a fogaspontyok nem képesek akkora predációs hatást gyakorolni, ami letális lenne számukra. A kisebb méretű

ebihalakra nézve viszont nagyobb következményei lehetnek, és a frissen kelt ebihalakat komolyan veszélyeztethetik támadásaik.

Az is érdekes lehet, hogy a vízben zöld békák (*Pelophylax ssp.*) is jelen vannak, azonban egyszer sem kerültek elő ebihalaik a felmérések során (petéket többször is láttam). Két másik kétéltű faj is képviselteti magát a területen: vöröshasú unka (*Bombina bombina*), és zöld levelibéka (*Hyla arborea*). Míg a zöld békák gyakran szaporodnak nagyobb vízterekben, amiben halak is élnek, a másik két fajra nem jellemző, és a barna ásóbékánál is ritka. Inkább a környező időszakos vizekbe petéznek, amelyek a kiszáradás miatt halmentesek, és a nagyobb vizeket, parti növényzetet a kifejlett egyedek használják, mint élőhelyet.

Jelen van a csatornában két védett göte fajunk is: a pettyes göte (*Lissotriton vulgaris*) és a dunai tarajosgöte (*Triturus dobrigicus*) is.



15.ábra: Nászruhás dunai tarajosgöte hím

Forrás: Saját archívum

5.Következtetések

A balmazújvárosi fogasponty populációban az ivararány a nyári és a kora őszi időszakban azonos maradt: ♂:♀=1:3. A csatorna középső és a harmadik szakaszának távolabbi részén a víz hőmérsékletének jelentős lehűlése után a fürdő kifolyójához egyre közelebb – azaz egyre melegebb vízben – azt tapasztaltuk, hogy nagyobb számban fogtunk nőtényeket, mint hímeket (60–40 %). A nőtények láthatóan megtermékenyített állapotban voltak. Az ivarok arányának változása nem szokatlan jelenség. Úgy tűnik az ivarérett nőtények és a fiatalabb példányok kissé eltérő élőhelyeket preferálnak, ahogy azt a hévízi-tónál is kimutatták (Specziár 2004).

Az állomány nagysága évszakos változást is mutatott. A standard mintavételek során a nyári (augusztus) periódusban minden mintavételi ponton jelentős mennyiségű hal került kézre (1–1 mintavételi ponton fogott átlagtömeg 55 g/mintavételi pont), addig a téli időszakban a termálvízcsatorna első néhány száz méteres szakaszán jelen lévő halak tömege mintavételi pontonként töredéke volt a nyárinak. A mennyiségi csökkenés a víz hőmérsékletének csökkenésén túl összefügghet a rövid életciklusukkal. Ugyanakkor a szűnyogirtó fogaspontyok is befolyásolhatják a kétéltűek szaporodásának sikerét. Nagy mennyiségben folyamatos csipkedésükkel gátolhatják a peték és az ebihalak fejlődését (Pyke 2008).

Mivel elég hamar eléri az ivarérettséget, megfelelő körülmények mellett a télen visszaszorult populáció is viszonylag kis időn belül képes szaporodni, a nyár közepére pedig tömegessé válni.

A kelet-magyarországi régióban tapasztalt melegigényes halfajok hiánya több mindennel magyarázható: egyrészt kisebb településeken kevesebben foglalkozhatnak akvarisztikával, kevesebb a hobbi állattartó, ezért alacsonyabb a véletlenszerű vagy szándékos szabadon engedések száma is. Az esetlegesen meglévő állományok pedig nagyon érzékenyek, már csak a fajok igényessége miatt is. A legkisebb környezeti változásra is sérülhetnek vagy eltűnhetnek. Így egy-egy kisebb populáció hosszabb távú fennmaradása ugyan csak kérdéses utánpótlás nélkül (Weiperth et al. 2016).

Összefoglalás

Vizsgálataink során balmazújvárosi termálvizes kifolyójában a *Gambusia holbrooki* több generációját is megtaláltuk, felmértük, illetve a faj egy eddig nem ismert területről, Berekfürdőről is kimutattuk. Szúnyogirtó fogaspontyok tavasz végétől késő őszig tömegesen vannak jelen, ezután állománya lecsökkent és a fürdő környéki részre koncentrálódik. Túlélésük ehhez a forráshoz kötött, azonban a víz befagyásával járó meleg víz hiányos időszakot is sikeresen átvészeltek, ami jól mutatja a faj alkalmazkodó képességét és széles körű tűrőképességét.

A kevésbé kutatott területekre terjesztettük ki kutatásunkat: A felmért kifolyók csaknem mindegyikénél idegenhonos fajok kerültek elő, viszont az meglepő volt számomra, hogy a vártnál jóval kevesebb esetben kerültek elő melegigényes akvárium halak. Ugyanakkor azt is tapasztaltam, hogy a szúnyogirtó fogasponty megfelelő körülmények mellett nagy egyedsűrűséggel lehetnek jelen lokálisan.

Irodalomjegyzék

- Bisazza, A., Vaccari, G., & Pilastro, A. (2001). Female mate choice in a mating system dominated by male sexual coercion. *Behavioural Ecology*, 12, 59–64.
nals.beheco. a000379
- Catford, J. A., Smith, A. L., Wragg, P. D., Clark, A. T., Kosmala, M., CavenderBares, J., ... Tilman, D. (2019). Traits linked with species invasiveness and community invisibility vary with time, stage and indicator of invasion in a long-term grassland experiment. *Ecology Letters*, 22, 593–604
- Chen, B. J., Liu, K., Zhou, L. J., Gomes-Silva, G., Sommer-Trembo, C., & Plath, M. (2018). Personality differentially affects individual mate choice decisions in female and male Western mosquitofish (*Gambusia affinis*). *PLoS ONE*, 13, e0197197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197197>
- Clavero, M., & García-Berthou, E. (2005). Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 110.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.01.003>
- Gao, J., Santi, F., Zhou, L., Wang, X., Riesch, R., & Plath, M. (2019). Geographical and temporal variation of multiple paternity in invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*, *Gambusia affinis*). *Molecular Ecology*, 28(24), 5315-5329.
- Gozlan, R. E. (2008). Introduction of non-native freshwater fish: Is it all bad? *Fish and Fisheries*, 9, 106–115. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2007.00267.x>
- Grapputo, A., Bisazza, A., & Pilastro, A. (2006). Invasion success despite reduction of genetic diversity in the European populations of eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). *Italian Journal of Zoology*, 73(01), 67-73.
- Harka Á., Szepesi Zs. (2016): A szúnyogirtó fogaspony (Gambusia holbrooki Girard, 1859) sikeres megtelepedése a Zagyvában. *Pisces Hungarici* 10: 85–88.

- Harka, Á., & Sallai, Z. (2004). Magyarország halfaunája. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Szarvas, 269.
- Horn P., Zsilinszky S. (2001): Akvarisztika. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 343.
- Howe, E., Howe, C., Lim, R., & Burchett, M. (1997). Impact of the introduced poeciliid *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) on the growth and reproduction of *Pseudomugil signifer* (Kner, 1865) in Australia. *Marine and Freshwater Research*, 48(5), 425-434.
- Innes, W. T. (1966). 'Exotic Aquarium Fishes.' (TFH Publications: Jersey City, NJ.)
- Kottelat M., Freyhof J., (2007): Handbook of the European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, pp. 646.
- Lloyd, L., 1989. Ecological interactions of *Gambusia holbrooki* with Australian native fishes. Pp. 94-97 in *Introduced and Trumlocatedfrches and their ecological effects* ed by D. A. Pollard. Australian Government Publishing Service: Canberra
- Orians GH. 1986. Site characteristics favoring invasions. In: Mooney HA, Drake JA, editors. *Ecology of the biological invasions of North America and Hawaii*. Berlin: Springer. pp 133–148.
- Pintér K, (2015): Magyarország halai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 360.
- Pyke, G. H. (2008): Plague minnow or mosquito fish? A review of the biology and impacts of introduced *Gambusia* species. *Annual review of ecology, evolution and systematics* 39: 171–191
- Smith MH, Scribner KT, Hernandez JD, Wooten MC. 1989. Demographic, spatial, and temporal genetic variation in *Gambusia*. In: Meffe GK, Snelson FF Jr, editors. *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Inc. pp 235–257
- Specziár A., (2004): A szúnyogirtó fogaspony (*Gambusia holbrooki*) biológiájának sajátosságai a Hévízi-tóban. *Hidrológiai Közlöny*, 84/5-6: 133–135.
- Suarez AV, Tsutsui ND, Holway DA, Case TJ. 1999. Behavioral and genetic

differentiation between native and introduced populations of the Argentine ant. Biological Invasions 1:43–53.

Szepesi Zs., Harka Á. (2015): Szúnyogirtó fogaspontyok (*Gambusia holbrooki*) megtelepedése a Zagyvában. Halászat 108/4: 11

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

Vannini, A., Bruni, G., Ricciardi, G., Platania, L., Mori, E., & Tricarico, E. (2018). *Gambusia holbrooki*, the ‘tadpolefish’: The impact of its predatory behaviour on four protected species of European amphibians. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 28(2), 476-484.

Weiperth A., Dagnyik T., Dukay I., Gál B. (2016): Új adatok az eleven szülőfogasponty-félék magyarországi elterjedéséhez. Pisces Hungarici 10: 71–76.

Weiperth A., Staszny Á., Ferincz Á. (2013): Idegenhonos halfajok megjelenése és terjedése a Duna magyarországi szakaszán - Történeti áttekintés. Pisces Hungarici 7: 103–112.

Wiesinger M. (1975) Akvarisztika, Gondolat Kiadó, Budapest.

Egyéb források:

1. <https://coastal-watershed.org/mosquito-fish-plague-minnow/>

2. <https://www.google.com/search?q=gambusia+holbrooki+gonopodium&tbm>

Ábrák, táblázatok jegyzéke

Táblázatok:

1. táblázat: A táblázatban azok a helyszínek szerepelnek ahol megtalálható felszíni kifolyó, illetve a legmagasabb mért vízhőmérséklet, és a fogott halfajok egyedszáma.....28

Ábrák:

1. ábra: a Gambusia holbrooki eredeti elterjedési területe (zöld), és a területek, ahol nem őshonos fajként van jelen (sárga).....6

2. ábra: A Gambusia holbrooki ivari dimorfizmusa (felül a nőstény, alul a hím).....9

3. ábra: A termálvíz kifolyó, és a mintavételi pontok (- - -: földalatti csatornaszakasz).....10

4. ábra: A felkeresett termálvizes fürdők.....12

5. ábra: A szúnyogirtó fogaspontyok elterjedése 2019. augusztus-szeptemberben (piros vonal), és a víz hőmérséklete az egyes mintavételi helyeken (---- föld alatti csatornaszakasz)14

6. ábra: A nőstény, illetve hím egyedek száma és aránya a vízhőmérséklet függvényében, egységnyi mintára nézve.....15

7. ábra: A szeptemberi mintavétel során fogott halak összömege, és a víz hőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon.....16

8. ábra: A hímek és nőstények mennyiségének változása a hőmérséklet csökkenésével, a reprodukciós időszak végén (2019.október).....16

9. ábra: A szúnyogirtó fogaspontyok elterjedése téli, hidegebb időszakban (2020. január), a vízhőmérséklet függvényében (- - - : földalatti csatorna szakasz; sötét kék - a fő telelőterület; világoskék - elszórva, néhány fiatal egyed található).....18

10. ábra: A hímek és nőstények mennyiségének változása a hőmérséklet csökkenésével, a reprodukciós időszak végén (2020.január).....19

11. ábra: A januári mintavétel során fogott halak összömege, és a vízhőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon.....20

12. ábra: Az áprilisi mintavétel során fogott halak összömege, és a víz hőmérsékletének változása az egyes felmérési pontokon.....22

13.ábra: Kínai razbórák Hajdúszoboszlóról (bal oldal), és szúnyogirtó fogaspony (jobb oldal) Berekfürdőről.....	29
14.ábra: Sérült <i>Pelobates fuscus</i> ebihalak.....	30
15.ábra: Dunai tarajosgőte.....	31

Köszönetnyilvánítás

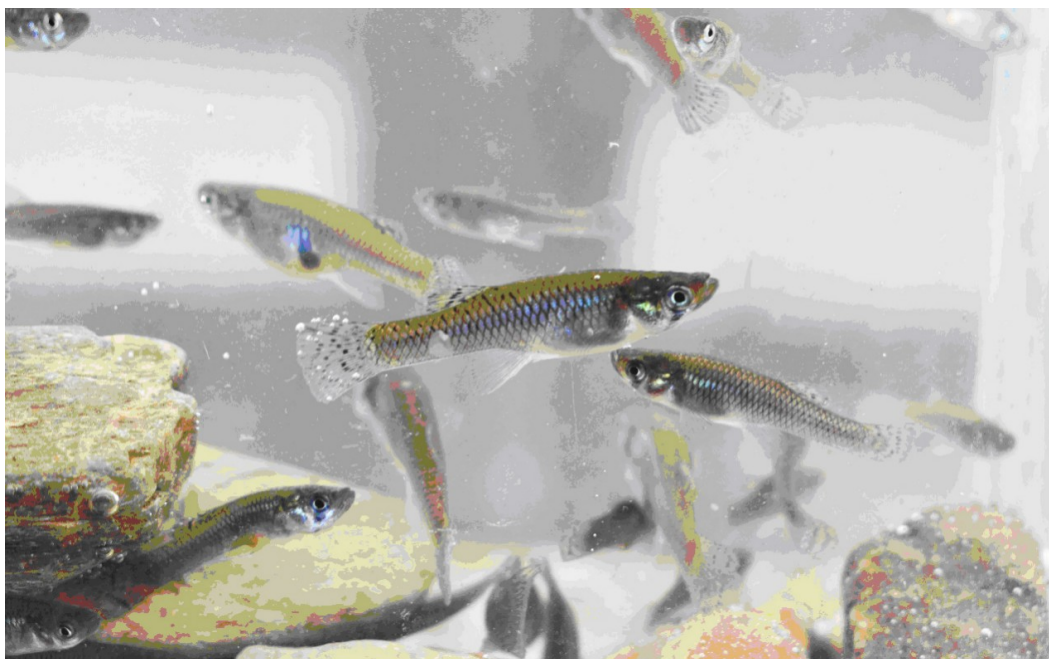
Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Juhász Lajosnak, aki szakértelmével, hasznos észrevételeivel és a konzultációk során nyújtott tanácsaival nélkülözhetetlen segítséget nyújtott a TDK dolgozat elkészülésében.

Mellékletek



1. melléklet: Szúnyogirtó fogaspontyok Berekfürdőről (bal oldal), és naphal különböző korosztályai Püspökladányból

Forrás: Saját archívum



2. melléklet: *Szúnyogirtó fogaspontyok a balmazújvárosi fürdő kifolyójából*

Forrás: Fotó: Dr. juhász Lajos



3. melléklet: A **betonozott kifolyók** típusképei. Földes (bal oldal) és Hajdúszoboszló (jobb oldal) /*Forrás: Saját archívum*



4. melléklet: **Mezőberény, termál kifolyó**

Forrás: Saját archívum

Mintavételi pont:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
2019.szeptember									
Vízhőmérséklet (°C):	29,1	26	24,9	23,2	21,8	17,6	14,8	12,5	12,9
Fogott halak össztömege (g):	55	95	95	30	40	45	85	70	105
Nőstény ♀ (%):	84	88	80	70	90	66	66	74	78
Hím ♂ (%):	16	12	20	30	10	34	34	26	22
2019.október									
Vízhőmérséklet (°C):	25,8	24	23,1	21,6	20,2	17,6	15,8	14,9	13,1
Fogott halak össztömege (g):	70	90	90	35	40	40	40	60	165
Nőstény ♀ (%):	83	75	92	73	76	65	76	75	82
Hím ♂ (%):	17	25	8	27	24	35	24	25	18
2019.november									
Vízhőmérséklet (°C):	27,1	25,4	24,2	21	19,5	16,7	14,5	12,5	11,2
Fogott halak össztömege (g):	60	30	60	0	60	0	30	0	0
Nőstény ♀ (%):	74	78	78	0	80	0	65	0	0
Hím ♂ (%):	26	22	22	0	20	0	35	0	0
2019.december									
Vízhőmérséklet (°C):	25,6	23,3	22,5	18,3	16,9	14,7	13,5	11,4	8,9
Fogott halak össztömege (g):	45	30	45	0	iv.látva	iv. látva	0	0	0
Nőstény ♀ (%):	78	70	60	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	22	30	40	0	0	0	0	0	0
2020.január									
Vízhőmérséklet (°C):	22	19,6	17,2	14,5	13	10,4	7	5,3	4,5
Fogott halak össztömege (g):	35	35	90	0	10 (iv.)	0	0	0	0
Nőstény ♀ (%):	71	91	70	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	29	9	30	0	0	0	0	0	0
2020.február									
Vízhőmérséklet (°C):	24,9	22,2	20	17,6	16,1	14,5	12	10,5	8,7
Fogott halak össztömege (g):	35	50	50	0	20 (iv.)	0	0	0	0
Nőstény ♀ (%):	70	70	73	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	30	30	27	0	0	0	0	0	0

5. melléklet: A havi felmérések során mért értékek (a nőstények, és hímek értékei %-ban értendőek, így reprezentatívabban mutatja az ivarok egymáshoz képesti arányát egy-egy mintában; iv. = ivadékok; iv. látva = ivadékok megfigyelve, de nem kerültek mintába)

Forrás: Saját mérések

Mintavételi pont:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
2020.március (kotrás!)									
Vízhőmérséklet (*C):	22,5	21	19,8	17,6	14,9	12	11,2	11	9,5
Fogott halak össztömege (g):	50	75	75	0	0	0	0	0	0
Nőstény ♀ (%):	66	56	86	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	34	44	14	0	0	0	0	0	0
2020.április (3 hete nincs melegvíz)									
Vízhőmérséklet (*C):	14,5	14,5	14,3	14,2	7,5	7,3	6,8	7,5	10
Fogott halak össztömege (g):	5 (iv.)	35 (iv.)	10	0	0	0	0	0	0
Nőstény ♀ (%):	0	34	60	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	0	66	40	0	0	0	0	0	0
2020.május									
Vízhőmérséklet (*C):	20,3	19,9	19,3	18,3	17,3	18,6	19,1	19,1	19,4
Fogott halak össztömege (g):	iv. látva	50	30	0	0	0	10	0	95
Nőstény ♀ (%):	0	63	14	0	0	0	0	0	0
Hím ♂ (%):	0	37	86	0	0	0	0	0	0
2020.június									
Vízhőmérséklet (*C):	22,1	24,2	22,3	21,6	21	21,7	22,7	22,5	22,3
Fogott halak össztömege (g):	15	15	10	0	35	0	0	0	95
Nőstény ♀ (%):	33	33	15	0	73	0	0	0	70
Hím ♂ (%):	67	67	85	0	27	0	0	0	30
2020.július (Újra van meleg víz + megemelt vízszint)									
Vízhőmérséklet (*C):	29,8	29,5	29,3	29	28,5	27,5	26,9	26,3	25,2
Gambusia holbrooki	3	20	35	6	3	0	13	3	32
Carassius gibelio	0	7	3	0	1	0	28	0	0
Pseudorasbora prava	0	6	7	7	37	0	0	0	1
2020.augusztus									
Vízhőmérséklet (*C):	29,4	28,5	27,5	27,1	26,2	25,3	25,4	24,6	22,7
Gambusia holbrooki	20	12	25	iv.látva	15	0	0	0	0
Carassius gibelio	7	8	5	0	2	0	0	0	0
Pseudorasbora prava	6	6	5	0	0	0	0	0	0

6. melléklet: A havi felmérések során mért értékek (a nőstények, és hímek értékei %-ban értendőek, így reprezentatívabban mutatja az ivarok egymáshoz képesti arányát egy-egy mintában; a megváltozott mintavételi mód miatt a júliusi és augusztusi értékek viszont már darabszámokat jelölnek; iv. = ivadékok; iv. látva = ivadékok megfigyelve, de nem kerültek mintába)

Forrás: Saját mérések