

Az NKFI (OTKA) K 100132. sz. pályázati munkában elért eredmények: „Hal-parazitológiai monitoring a Balatonon és vízrendszerén” (2012 április-2017 március)

A kutatás öt éve során, hasonlóan a korábbi években végzett kutatásainkhoz, folyamatos mintavételekkel követtük nyomon a Balaton halainak, ill. azok köztigazda szervezeteinek parazitás fertőzöttségeit. A legtöbb esetben teljes parazitológiai boncolásokat végeztünk, de kutatási szempontjaink miatt elsősorban a nyálkaspórák kórokozók kimutatására, fejlődésük nyomon követésére, s az egyes jelentősebb fertőzöttségek tanulmányozására koncentráltunk. Különös figyelemmel voltunk a Balatonba behurcolt, betelepített, vagy betelepített halfajok élősködő-faunájának vizsgálatára. Mivel korábbi megfigyeléseink szerint a férgek közül a leggyakoribb fertőzöttséget a mótelyek lárva-alakjai okozták, ezért a halakban élő metacerkária lárvaformák mellett a puhatestűekben fejlődő korai stádiumokra (cerkáriák) is kiterjesztettük vizsgálatainkat. A kutatásainkba illő témákban kooperációs kutatást végeztünk maláj, indiai, kínai és portugál szakemberekkel. A továbbiakban kutatásunkat kiegészítettük halakat fertőző egyéb parazitacsoportok vizsgálatával, és egyes esetekben hal-bakteriológiai valamint hal-virológiai témákat is érintettünk.

A halakat fertőző fontosabb nyálkaspórák fajok halakban élő myxospora stádiumainak kimutatása és leírása mellett vizsgáltuk azoknak a Balaton iszapjában élő oligochaeta alternatív gazdáiban élősködő aktinospora formáit. A gerinces, ill. gerinctelen gazdáiban élősködő „párokat”, fejlődési ciklus-elemeket elsősorban molekuláris technikákkal kíséreltük meg azonosítani, több esetben sikerrel. A fejlődési ciklus vizsgálatokba bevontuk a „kistestű”, elsősorban a vízi növényzeten élő oligochaetákat (pl. *Nais* és *Chaetogaster* fajok), ill. tovább vizsgáltuk a „nagytestű” oligochaetákat (pl. *Branchiura* és *Isochaetides* fajok) aktinosporáit is. A nyálkaspórák fejlődési ciklus kutatást folytatjuk, ezen a területen a parazita-csoport fajgazdagsága miatt még sok új eredmény várható a jövőben.

A NÉBIH ÁDI munkatársaival együtt részt vettünk a balatoni gardapusztulás kórokanak vizsgálatában, és két új, gardában élősködő *Myxobolus* fajt mutattunk ki a kopolyú-erekben és a szem retinahártyájában. Ezeket az elhullás közvetlen kiváltóinak nem tekintjük, inkább egy vírusos etiológiát valószínűsítünk. Összehasonlító vizsgálatként balatoni nyálkaspórák vizsgálatainkat kiterjesztve dunai paducokból 6 *Myxobolus* fajt izoláltunk, melyek közül háromra morfológiai és szekvencia adatokat is gyűjtöttünk. A gardában talált fajokat *Myxobolus peleci* és *M. cultrati* néven írtuk le. A kutatás során a több mint 100, különböző időszakban gyűjtött gardából gyakorlatilag valamennyi példányt fertőzöttnek találtuk a kopolyúélősködő *M. peleci* fajjal, de a szemben megtelepedő *M. cultrati*-t csak három halból mutattuk ki. A kutatás érdekessége volt, hogy a kopolyúeredőkben elszórtan előforduló spórák fejlődési helyét, a fejlődő plazmódiumokkal csak a kutatás egy későbbi szakaszában tudtuk realizálni. Kórszövettani munkával bizonyítottuk, hogy a *M. peleci* a porcok kopolyúív arteria afferens-ében képez plazmódiumokat. A kialakult spórák a plazmódiumok szétesése után innen kerülnek a kopolyúeredőkbe, ahol a kapillárisokban

megakadva hosszabb ideig észlelhetők. A mintegy egy évi kimutathatóságot azok a spórák biztosítják, melyek a kopoltyúerek falában szervült, széteső cisztákból folyamatosan kerülnek a véráramba.

Vizsgálataink eredményeiből egyes parazitacsoportokból (*Henneguya*, *Myxobolus*) portugál és kínai kooperációban az áttekintést megkönnyítő synopsisokat írtunk. Vizsgálatokat végeztünk a sügér, fogassüllő, kősüllő és csuka *Henneguya*-fertőzöttségeire vonatkozóan. A csapó sügér garatjának falában egy érdekes *Henneguya* fajt detektáltunk, mely azonosnak bizonyult a Jaczó (1940) által talált, de le nem írt fajjal. Az élősködőt *H. jaczoi* néven szándékozzuk leírni. Az utóbbi fajt molekuláris és morfológiai módszerekkel elkülönítettük a sügér kopoltyúján fejlődő *H. texta*, és a csuka kopoltyúján fejlődő *H. psorospermica* fajoktól. Ez az élősködő ugyancsak különbözik a fogassüllő és kősüllő kopoltyújáról ismert *H. creplini* fajtól. Érdekesség, hogy a süllő utóbbi fajjal való fertőzöttsége a korábbi évekhez képest nagyon lecsökkent, és kősüllőn egyáltalán nem volt kimutatható.

Az OTKA részleges támogatásával végzett külföldi kooperációkban végzett munkáink közül megemlítjük, hogy az indiai tenyésztett pontyfélékből általuk korábban kimutatott nyálkaspórák élősködők molekuláris jellemzése eredményeképpen három új *Myxobolus* fajt írtunk le, és az elsők között közöltünk szekvencia adatokat indiai nyálkaspóráspokból. Portugál kooperációban vizsgáltuk a tengeri dévér (vagy aranydurbincs) *Ortholinea auratae* n.sp. nyálkaspórák parazitás fertőzöttségét.

Új kutatási területként fokozottabb figyelemmel követtük nyomon a balatoni halak és köztigazdáik mótely-fajokkal való fertőzöttségét. A mótelyek csigákban és kagylókban fejlődő lárvastádiumainak vizsgálata során nagyszámú cercáriát, rediát és sporocystát mutattunk ki. Ezek egy részének molekuláris azonosítását elvégeztük. A munkát nagyobb számú anyagon folytatni szándékozunk. Eddigi eredményeink közül megemlítjük, hogy a süllő belében élő *Bucephalus polymorphus* nevű mótely parthenogenetikus nemzedékeit megtaláltuk vándorkagylóban. Kilenc típushoz (amphistomatida, gymnocephala, echinostomata, xiphidocercaria, ophthalmocercaria, furcocercaria, bucephala, stilettes cercaria, lophocercaria) tartozó 14 különböző cercária típust izoláltunk a Balatonban leggyakoribb csigákból és kagylókból (*Bythinia*, *Litoglyphus*, *Anodonta*, *Unio* és *Dreissena* fajok), s ezeket további molekuláris vizsgálatra rögzítettük.

A halakban élő trematodák vizsgálata során átfogó képet nyertünk a pontyfélék szemének szivárványhártyájában élő vérmótely (*Sanguinicola* sp.) előfordulását illetően. Kifejlett stádiumokat csupán a garda kopoltyúartériáiból tudtuk gyűjteni, melyek egy ismeretlen új, később leírandó fajnak bizonyultak. A legintenzívebb fertőzöttséget karikakeszegben észleltük. Sajnálatos módon petéket tartalmazó imágó stádiumokat ezúttal sem találtunk, ezért a fajt leírni vagy azonosítani még nem tudtuk. Feltételezzük, hogy a kifejlett stádiumok a szemből a nagyobb erekbe vándorolnak.

Parazitológiai felmérő munkánk során új adatokat kaptunk a keszegfélék metacercáriás fertőzöttségéről, s például egy, a kopoltyút nagy tömegben fertőző mótelyfaj

(*Echinochasmus* sp.) metacerkáriáit több halfajról is kimutattuk. Ez az élősködő különösen gyakran telepedett meg a vágó durbincs kopoltyúján, ahol a kopoltyú-lemezek torzfejlődését okozta. Érdekes felfedezésünk volt, hogy a halak oldalvonalának érzősejtjeiben két echinostomatida metacerkária volt rendszeresen kimutatható, melyek morfológiailag a kormorán belében élő *Petasiger phalacrocoracis* és *Paryphostomum radiatum* metacerkáriáival voltak feltételesen azonosítva. Napos csirkéken végzett fertőzési kísérleteink és molekuláris biológiai vizsgálataink alapján bizonyítottuk, hogy ezek a *Petasiger phalacrocoracis* és *P. exaeretus* fajok metacerkáriáinak felelnek meg. Munkánkat segítették a Balaton térségében lőtt kormoránok bélférgességére végzett vizsgálataink, ahol mind a három metelyfajt kimutattuk. A keszegfélék közép vonal pikkelyeiben található érzőszervek metacerkáriás fertőzöttségét 20 balatoni, tiszai, dunai és tógazdasági halfaj 514 egyedén vizsgáltuk. Ezek közül 9 cyprinida fajban (*Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio*, *Rhodeus sericeus*, *Abramis blicca*, *A. ballerus* és *A. sapa*) valamint naphalban és süllőben találtunk fertőzöttséget. Bodorkában és vörösszárnyú keszegben ez a fertőzöttség megközelítette a 100 %-ot. Meglepő, hogy a Balatonban leggyakoribb dévérkeszegben és küszben nem fordult elő a pikkely- fertőzöttség.

Parazitológiai felmérő munkánk során a kormoránok terjesztette halélősködők előfordulására koncentráltunk, és a trematodák mellett vizsgáltuk a kormoránok terjesztette galandféreg és fonálféreg fajok lárváinak halakban való előfordulását. A boncolt madarakból kimutattuk a halakat fertőző *Paradilepis scolecina* nevű galandféreg és a *Contracoecum rudolphi* nevű fonálféreg intenzív előfordulását is. Megállapítottuk, hogy a kormoránok terjesztette *Contracoecum* lárvák gyakorlatilag 100 %-ban intenzíven fertőzik a dévérkeszeg beleinek savóshártyáját. Vizsgáltuk a savóshártya megvastagodásával járó fertőzöttséget szövettani módszerekkel feltűnő, hogy a fertőzöttséget egyéb cyprinidákban csak ritkábban találtuk meg.

Monitoroztuk az előregedő angolnaállomány *Anguillicoloides crassus* úszóhólyagféreggel való fertőzöttségét, ill. a vivőgazda halak lárvafertőzöttségét. Tapasztalataink alapján az angolnaállomány fogy, de elektromos módszerrel végzett fogási eredményeink alapján még mindig jelentős állománya él a Balatonban. Érdekes, hogy parazitás fertőzöttsége az *Anguillicoloides crassus* faj kifejlett egyedeivel alig csökkent. Ugyanakkor vándorló lárvákat, melyek a korábbi angolna-elhullásokban a fő szerepet játszották, kimutatni nem tudtunk. A vivőgazda halfajok lárvafertőzöttsége is csökkent a korábbi évekhez képest. Megjegyzendő, hogy több száz elhalt lárva maradványát mutattuk ki a garda hasüregéből, a savóshártyáról. A 2014-2015-ös enyhe tél következtében a balatoni angolnák úszóhólyagstátusza a korábbi kora tavaszi időszakokhoz képest sokkal rosszabb képet mutatott - a megvastagodott falú úszóhólyagokban nagyszámú fonálféreg található. Az előző években ez csak a melegebb periódusokban bekövetkezett újrafertőződést követően volt megfigyelhető.

Folyamatosan monitoroztuk a balatoni pontyállományt a tógazdaságainkban már kimutatott invazív *Atractolytocestus huronensis* nevű galandféregre. Eddigi adataink alapján a féreg még nem jelent meg a Balatonban. Ugyanakkor gyakran találjuk meg a dévérkeszeg hasüregében a kormoránok terjesztette *Paradilepis scolecina* lárváit. Érdekesség a balatoni

halak ligulás fertőzöttségének alakulása. A múltban a balatoni keszeg állományokban 9 %-os fertőzöttséget elérő *Ligula intestinalis* fertőzöttség sporadikussá vált, ugyanakkor a betelepült folyami gébekben egy másik *Ligula* fajjal, a *L. colymbi* fajjal 60-100%-os fertőzöttségeket detektáltunk. Feltételezzük, hogy a *L. intestinalis* a gémfélék költőhelyeinek a Balatonból való kiszorulásából adódik, míg a *L. colymbi*-t a vöcsök terjesztik

Különös figyelemmel voltunk a Balatonba behurcolt, betelepített, vagy betervedt halfajok élősködő-faunájának vizsgálatára. Úgy véljük, hogy a Balatonba behurcolt *Pseudorasbora parva* parazitológiaiul kevésbé érdekes, kevésbé fertőzött halfaj, csupán egy magával hozott bél-kokciidiumot mutattunk ki benne rendszeresen. Ez a halfaj mint süllő táplálék, hasznos tagja lehet a Balaton állatvilágának. Az idegenhonos naphal régi lakója a Balaton parti régiójának, kopolyúján néhány még Amerikából magával hozott kopolyúférgét detektáltunk rendszeresen. Hasonló módon elsősorban faj-specifikus monogeneák fertőzik a törpeharcsát is. Különös figyelmet fordítottunk az amuri géb balatoni megjelenésére. Az MTA ÖK BLKI szakemberei segítségével eddig csak fiatal egyedeit találtuk meg a Zala-torkolatnál. Előzetes parazitológiai eredményeink alapján a továbbiakban ennek a halfajnak a behatóbb vizsgálatát tervezzük. Sajnos a vizsgálati időszakban lezajlott tavaszi áradások jelentősen átalakították a Balatonba torkolló Zala folyó halfaunáját, és ezért az amuri géb populációt az utóbbi években csak kis számban tudtuk vizsgálni. Összehasonlításképpen a balatoni invazív halfajok mellett tanulmányoztuk a tiszai amurgéb és törpegéb parazitáit, és azoknak a klímaváltozással lehetséges kapcsolatait.

A halkórtani kutatások spektrumának szélesítéséeként bakteriológiai és virológiai munkát kezdeményeztünk balatoni halfajokból is. A halakat fertőző *Aeromonas* fajok és *Flavobacterium* fajok közül több típust izoláltunk, melyeknek genetikai jellemzése folyamatban van. Az időközben témacsoportunkhoz csatlakozott, ill. velünk kooperáló bakteriológus kolléganők érdekes eredményekre jutottak a részben a Balatonból gyűjtött halfajok *Flavobaktérium* fertőzöttségére vonatkozóan. Nevezetesen *F. columnare* helyett hazánk természetes és tógazdasági vizeiben a *F. johnsoniae* faj különböző genotípusai fordulnak elő és okoznak megbetegedést, melyekkel szemben az antibakteriális szerekekkel való védekezést a törzsekre jellemző fokozott antibiotikum rezisztencia megnehezíti. A halbakteriológiai munkát részben az OTKA projekt támogatásával végeztük.

Circovírusokat mutattunk ki angolnából és gardából. Az angolnából származó minták egy részéből sikerült a teljes circovírus genomot meghatározni, mely megegyezett egy balatoni angolnából korábban már leírt circovírussal. További mintákból részleges eredmények állnak rendelkezésre, ezek közül egy jelentős mértékben különbözött a többi vizsgált circovírustól.

A kutatási projekt során elért eredményeinket konferencia kiadványokban, tudományos közleményekben és egy könyvfejezetben ismertettük. A publikációs lista a jelentés mellékletét képezi, a közlemények repozitóriumban is fellelhetők.