



**INTÉZMÉNYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA
2023. november 22.**

**Fokozottan veszélyeztetett európai angolna (*Anguilla anguilla*)
balatoni állományának ivaréresi és parazitológiai vizsgálata**

Sexual maturation and parasitological study of the highly endangered European eel (*Anguilla anguilla*) population at Lake Balaton

Készítette: **Siklósi Anna**
ULGNA5
Agrármérnök
Osztatlan képzés
Nappali tagozat
Kaposvári Campus

Témavezetők: Dr. Kucska Balázs
Tudományos főmunkatárs
MATE, Kaposvári Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Természetesvízi Halökológiai Tanszék

Prof. Dr. Müller Tamás
Egyetemi tanár
MATE, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,
Természetesvízi Halökológiai Tanszék

Lehetséges OTDK szekció: Állattenyésztési

Kaposvár

2023.

Tartalom

1.Bevezetés:.....	3
1.1. A vizsgálat célja:	4
2.Irodalmi áttekintés.....	5
2.1. Angolna taxonómiai besorolása:	5
2.2.Az angolna (<i>Anguilla anguilla</i> , Linné, 1758):.....	5
2.3.Általános anatómiai jellemzése:	5
2.3.1. Táplálkozása:	6
2.4.Elterjedése:	6
2.6. Életszakaszai:.....	6
2.6.1. Ivaréréskor végbemenő változások:	8
2.5.Honosításra tett kísérletek Magyarországon:	9
2.8. Angolna a Balatonban:	10
2.8.1. Angolna pusztulás Magyarországon:	10
2.9. Angolna állomány csökkenésének indokai:	11
2.10. Az angolna úszóhólyag férge (<i>Anguillicoloides crassus</i>).....	12
3.Anyag és módszer:	14
3.1. Silvering protokoll.....	15
Külső paraméterek:	16
Belsőparaméterek:.....	16
4.Eredmények:.....	19
4.1. Ivari állapot.....	19
4.2. Parazitológiai állapot	24
5. Értékelések és következtetések:	28
6. Összefoglalás.....	30
7. Köszönetnyilvánítás	31
8.Irodalomjegyzék.....	32

1. Bevezetés:

Az európai angolna állományok folyamatos csökkenése egyike a legjobban dokumentált populációbiológiai folyamatoknak. A folyamatos ivadékszükséglet túlhalászatukhoz vezetett, ami mellett más tényezők (pl. élőhelyvesztés, szennyezések, parazitózisok, mint például a *Anguillicoloides crassus* úszóhólyag parazita kártétele, felmelegedés hatása az óceáni áramlatok erősségére stb.) is veszélyeztetik (Sprengel, 1991; Lobon-Cerviá, 1999; Pedersen M. I., 2000; Dekker, 2000; Robinet, 2002; Knights B., 2003; Belpaire, 2009). Becslések szerint az elmúlt 30 évben egyes természetes előfordulási területeken állományaik 99%-kal csökkentek (Correia, 2018), más becslések szerint az Északi-tengeri állomány nagysága mindösszesen csak 1,6%-a az 1960-1979. évi közötti állapothoz képest, míg más területeken ez az érték 8,7% (ICES, 2017). Annak ellenére, hogy többféle megóvási- vagy fajmegőrzési program is indult, állományuk megerősítését nehezíti, hogy nincs kidolgozva a faj indukált szaporítását követő lárvanevelés ellenőrzött körülmények között. Az összes, Európában található angolna természetes ívásból származik. Az angolnanevelő telepeken csak a természetből befogott üvegangolnák tovább nevelése folyik/folyt. 2002 októberében az ICES (Nemzetközi Tengerkutató Tanács) egyértelmű figyelmeztetést tett közzé, miszerint az angolna állomány biológiai értelemben nincs többé biztonságban. A WWF (Természetvédelmi Világalap) a 10 leginkább veszélyeztetett faj között tartja számon, majd 2007-ben a szervezet nyomására felkerült a CITES (Egyezmény a Veszélyeztetett Vadon Élő Állat- és Növényfajok Nemzetközi Kereskedelméről) 11. Függelékébe. Az angolnát az IUCN (Természetvédelmi Világszövetség) Vörös Listás fajként tartja számon, 2008 óta „súlyosan veszélyeztetett” (critically endangered) kategóriában. Szeretném felhívni a figyelmet, hogy ennél már csak a „vadon kihalt” (extinct in the wild) és a kihalt (extinct) kategóriák súlyosabbak.

Az angolna őshonossága a Kárpát medencében vitatott. 1961 óta a rendszeres évenkénti telepítések révén (üvegangolna korú lárvákat Franciaországból szállították) a Balaton állandó lakójává vált, bár létjogosultságát a mai napig folyamatosan megkérdőjelezzik. Az 1991-es balatoni tömeges fajspecifikus halpusztulás 300-350 t angolna elhullását eredményezte. A hirtelen bekövetkezett ökológiai katasztrófa óriási vitát robbantott ki a kiváltó okok vizsgálata során. Az 1961-ben megkezdett évenkénti telepítéseket leállították, majd erőteljes állománycsökkentő halászatba kezdtek a szakemberek. Egy EU FP5 (Durif et al., 2009), valamint egy OTKA kutatás (Müller., 2013) keretén belül egy nemzetközi protokoll alapján vizsgálták a balatoni angolna állomány parazitológiai és ivarérlelési sajátosságait, ami

sajátságos helyzeténél fogva (bezárt populáció) fiziológiai tulajdonságai nagyban eltér az európai angolna természetes elterjedési területén található állományokétól.

1.1. A vizsgálat célja:

Előzetes eredményeink alapján a balatoni angolna állomány populációbiológiai ivarérettségi és egészségügyi állapota azt jelzi előre, hogy a vándorlásában akadályozott és túlkoros balatoni angolna (2010-2011 évi felmérés alapján 20-37 életéves halak voltak) szaporodási esélye jelentősen lecsökkent. A balatoni angolna állomány a faj fennmaradásának biztosítása szempontjából ma már sajnos igen szegényes jelentőséggel bír. Ugyanakkor fontos megvizsgálni, hogy a korábban feltárt kedvezőtlen folyamatok tovább romlottak, vagy éppen ellenkezőleg és valamilyen regenerációs folyamaton eshetnek át, melynek révén ismét lehetőség nyílik intenzív ivarérlelési- és szaporítási kísérletbe vonni ezt az állományt. Jelen kísérleti ciklusunkban célul tűztem ki, hogy megvizsgáljuk a balatoni angolna állomány parazitológiai és ivarérlelési állapotát és összevegyem az ugyanolyan metodológiával felmért 2002-2003 és 2010-2011-es felmérésekkel. A kapott eredmények alapján egy hosszú monitor folyamat (20 évre visszatekintő) alapján tudjuk nyomon követni a Balaton egyik csúcs ragadozójának ökológiai-, reprodukcióbíológiai- és parazitológiai állapotát.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Angolna taxonómiai besorolása:

A gerincesek törzsébe (*Vertebrata*), állkapcsosak (*Ghantostomata*) ágazatába, csontos halak (*Osteichthyes*) osztályába, sugaras úszójúak (*Actinopterygii*) alosztályában, valódi csontoshalak (*Teleostei*) főrendjébe, angolnaalakúak (*Anguilliformes*) rendjébe, angolnafélék (*Anguillidae*) családjába, angolna (*Anguilla*) nembe és az európai angolna (*Anguilla anguilla*) fajba tartozik (Pintér, 1989).

2.2. Az angolna (*Anguilla anguilla*, Linné, 1758):

Az angolna, származási forrása szerint, a latin „*anguilla*” szó magyarosított változata. Az „*anguilla*” eredete a latin „*anguis*” szóra vezethető vissza, melynek jelentése kígyószerű. Az angolnát népiesen az „ángolna” vagy „angvilla” néven ismerik (Medvegyné Skorka, 1983). Herman Ottó „síkos angolna” -ként nevezte el. De ismerhetjük úgy, mint „*anguilla*” vagy „folyami angolna” (Herman, 1887).

2.3. Általános anatómiai jellemzése:

A fej kicsi a testhez képest, felülről enyhén lapított és a száj felé keskenyedik, kúpos. Nyakrész nélkül illeszkedik a test hosszúkás, orsó alakú, kígyószerű testéhez. A szája végállású. Az alsó állkapocs kissé előrébb helyezkedik el, mint a felső. A szájnyílás a szem középvonaláig terjed. Ezt vastag ajkak veszik körül. Az állkapcsoson kis, hegyes fogak találhatók. A test hosszú és henger alakú, csak a farokrész kissé lapított. A fej, a törzs és a farokrész egységesen illeszkednek egymáshoz, nincs éles átmenet közöttük. A hátúszó, a farokúszó és a farok alatti úszó összeolvad, így alkotva egy összefüggő úszó szegélyt, míg a hasúszó hiányzik. Úszósugaraik mindig lágyak. Az egyetlen páros úszó a mellúszó, amelyek közvetlenül a kopolyúnyílás mögött helyezkednek el. A farokúszó homocerk felépítésű. A testét apró, legfeljebb 2 mm-es cikloid pikkelyek borítják, melyek nem emelkednek ki a pikkelytokból (Gönczy, 1985).

A bőre tipikusan nyálkás jellegű. A pikkelyek a test különböző részein különbözőképpen rendszertelenül fejlődnek ki. Az angolnák rendkívül fejlett bőrlégzéssel rendelkeznek, ami lehetővé teszi számukra, hogy hosszabb ideig kibírók a vízből való kivételt.

A faj egyik különlegessége az egyedfejlődés során bekövetkező színváltozásban rejlik, azaz a színük az életkoruktól és az ivari éréstől függ. A fiatal egyedek általában zöldes árnyalatúak, majd idővel bronzba vagy az elvándorlás előtt ezüstös színűre változnak. A színek közötti átmenetek szép fokozatosak, így gyakran eléggé nehéz megkülönböztetni a különböző fejlődési stádiumokat (Tesch, 1977).

2.3.1. Táplálkozása:

Táplálkozását tekintve egy ragadozó halról van szó. Mivel az angolnák fenéklakók, ezért a víz mélyén előforduló főleg kisebb állatokkal táplálkoznak. Főként gyűrűsférgeket, puhatestűeket, rákokat, rovarlárvákat, apró halakat és még kételtűeket (például békákat) is szeretettel fogyasztanak (Gönczy, 1985). Táplálékfogyasztása nagyon változékony, évszakról évszakra módosul. Márciustól novemberig az alsóbbrendű rákokat csökkenő tendenciával, a puhatestűeket a nyár végétől novemberig, és a nyári szezonban pedig, június, valamint július hónapban a halakat keresi (Virágh, 1997). A Balatonban a fő táplálékforrásuk a parti övben a bevonatlakó állatok (rákok) jelentik, amíg a nyílt vízen (ezen a parttól 1000-1500 m-re lévő vízterületet értjük) a közönséges árvaszúnyogot (*Chironomus plumosus*), puhatestűeket és halakat fogyasztanak (Virágh, 1997).

2.4. Elterjedése:

Az angolnák minden olyan vízterületben megtalálhatók, ami kapcsolat áll a Golf-áramlattal és az Észak-Atlanti-áramlattal. Ezen áramlatok segítségével jutnak el az európai partokig a lárvák és metamorfózisukat követően vándorolnak a kapcsolatban lévő édesvízi folyókba. Európa számos vízterében megtalálhatóak, még ott is, ahol természetes bevándorlásuk nem indokolná (mesterséges telepítések és onnan való elterjedés). Európán kívül megtalálhatóak Marokkó atlanti partvidékén vagy a Földközi-tengerbe beletorkolló közel-keleti és észak-afrikai folyók vízrendszerében. A legtöbb angolna ivadék Franciaország atlanti partjaira érkezik (Pintér, 1989).

2.6. Életszakaszai:

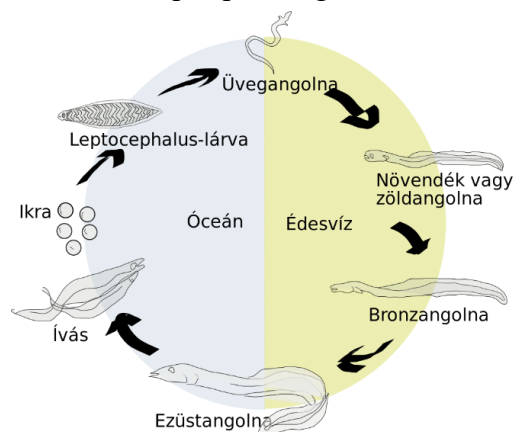
Az angolna a természetbúvárok figyelmét nemcsak rejtélyes biológiájával, hanem szaporodási és vándorlási szokásaival is magára vonzza. Évszázadok óta érdeklődnek iránta, kezdve Arisztoteléstől egészen napjainkig. A 20. században az angolnára irányuló kereslet nőtt, hiszen gazdasági jelentősége megnőtt, és érdekeltté váltak a tengeri életének tanulmányozásában. Ennek mélyebb megértése érdekében jelentős kutatómunkák indultak

(Pintér, 1989). Johann Schmidt például több mint 20 évig dolgozott azon, hogy megtalálja az angolna ívóhelyét, csak közvetett információk alapján (például lárvahossz és fejlettség) az ismert Sargasso-tengerben (Schmidt, 1923).

Az európai angolna az ún. katadrom típusú halak csoportjába tartozó halfaj (katadrom: görög eredetű szó, azt jelenti, hogy „ami lefelé mozog”), ami azt jelenti, hogy egy hosszú időintervallumú édesvízi életszakasz után (3-30 év) vándorol ívni a sós vízbe, egészen pontosan a Sargasso-tengerbe (Atlanti-óceán). Majd a lárvák a Golf-, és az Észak Atlanti- áramlattal eljutnak Európát határoló partokig. Onnan aztán a folyókon felúszva elkezdhetik az édesvízi életüket.

A Sargasso-tenger, ahol az ívás történik, mintegy 7000 méter mély, és erőteljes áramlatok veszik körül. A víz sótartalma 36,5‰, és a felszínét hatalmas algatelepek, az úgynevezett Sargassum hínár borítja. Az angolna ikrája rendkívül kicsi, mindössze 1,2 mm átmérőjű, egy nagy olajcseppel, ami a lebegését biztosítja (Müller, 2008) (Ginneken et al., 2005). Akvárium körülmények között korábban is tanulmányozták az angolnák ívását (Boëtius és Boëtius, 1980; Ginneken et al., 2005). Az optimális ívási hőmérséklet körülbelül 20° Celsius-fok, ami azt jelenti, hogy télen a Sargasso-tengerben az ívasra kész angolnáknak körülbelül 100-200 méteres mélységig le kell merülniük, hogy a megfelelő vízhőmérsékletet elérjék (Pintér, 1989). Megfelelő oxigénellátás és hőmérsékleti körülmények mellett az angolna szaporodása rendkívül sikeres.

Az ikrából először egy megközelíthetően 0,5 centiméteres protoleptocephalus lárvá kel ki, amely vándorlás közben átalakul egy 5 centiméteres, fűzfalevél alakú leptocephalus lárvává. Ahogy az előzőekben írtam, miután kikeltek a lárvák a Golf- és az Észak-atlanti-áramlat támaszával sikeresen eljutnak az európai partokig kevesebb, mint egy év alatt (Desaunay és



1. ábra Az angolna életciklusa Forrás:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/19/Eel-life-circle1.svg/1024px-Eel-life-circle1.svg.png>

Guerault, 1997). A lárvák áttetsző testűek, de szép lassan kezdenek átalakulni az Atlanti óceán európai kontinentális talapzatát elérve. A metamorfózis alatt lassan kialakulnak a felnőtt példányokra jellemző vékony, hengerestest forma, de még mindig áttetszőek, ami védelmet biztosít a ragadozók ellen. Ezt a fejlődési szakaszt nevezzük „üvegangolnának”. Táplálkozásuk megkezdésével egyidőben elkezdnek pigmentálódni. Kifejlődik az úszóhólyag, ami elősegíti az aktív mozgást (Tölg, 1997).

Az angolna több évet eltölthet édesvízi környezetben. Ebben az időszakban 40-150 cm hosszúra nőnek, és a testtömegük 0,4-6 kg között alakul. Érdekesség, hogy az itt növekvő angolnák mind nőtények (legalább 90%), amíg a hímek a sós, valamint kevertvízű tengerparti területeken maradnak, és jellemzően kisebbek, mint a nőtények, hiszen csak 25-40 cm hosszúak. Ez a fejlődési szakaszt főként a növekedés és az intenzív táplálkozás szakasza. Ha az ivaréérésükre vagyunk kíváncsiak elmondhatjuk róla, hogy a megfelelő környezeti adottságok idézik elő (nem determinált), így akár több, mint 10-15 évig is elhúzódhat a folyamat. (Tölg, 1997). Ezt az életszakaszt a z uralkodó testszínük alapján magyarul bronzangolna fázisnak, angolul „yellow eel” -nek nevezik.

Amikor véget kezd érni az édesvízi időszak az angolna teste megnövekszik és az ivarszervei fejlődésnek indulnak. Kezdetben falánkabb étvágya lesz és a törzse elkezdi vastagodni. Az ivarilag egyre érettebb angolnákon, annak külső jelei is láthatóak lesznek.

2.6.1. Ivaréréskor végbemenő változások:

Az angolnák bronz árnyalatú testszíne elkezdi megváltozni ezüstre (hátoldaluk sötét, hasi részük pedig világos), a szemek minél jobban kikerekedve megnövekszenek, a bőrük megvastagodnak. Így lesz a bronzangolnából „ezüstangolna”. Ezek a változások a mély tengeri vándorlásuk során nagyban segítik az angolnát a nyílt tengeri beilleszkedéshez (Kleckner és McCleave, 1985). Amikor elérik ezt az életszakaszt szaporodási céllal elkezdnek vándorolni édesvízből a sós vízbe (Tölg, 1997).



2.ábra. Fent: bronz angolna feje; édesvízi életciklus-nem vándorló forma (ivarilag éretlen), aljzatközeli életmód, a szem átmérője 2-5 mm. Lent: ezüst angolna feje; tengervízi életciklus -vándorló forma (ivaréret), pelágikus életmód (100-200 m-rel a tengerszint alatt), a szem átmérője 10-13 mm.
Forrás: Ács, 2013.

Ivarérés következtében a kanálszerű mellúszóból sokkal hegyesebb, hosszabb, fekete színű, ecsetszerű úszó alakul ki (Gönczy, 1985). Az angolna elkezd abbahagyni a táplálkozását és ezzel együtt az emésztőszerv rendszer visszafejlődésnek indul. A bél hossza lerövidül, falának vastagsága csökken és az idő előrehaladtával felszívódik (Durif et al., 2009). A petefészkek rohamosan növekszik az ivarérés alkalmával. Mivel a gonád tömege növekedik ezzel pedig párhuzamos módon növekedik az érettségi együttható értéke (Durif et al., 2009). Energiaforrás szempontjából az angolnák, mint vándorló halak legfontosabb energiaforrása a zsír. A bronz angolna szakaszban az energiát glikogén formájában tárolják, a zsír pedig csak az ivarérett angolnákban kezd felhalmozódni a májban és a bőr alatti részekben. A testben tárolt zsír mennyisége nagyon kicsi. Az angolnák majdnem az összes energiája (80%-a) testzsírból származik (Boëtius és Boëtius, 1980).

2.5. Honosításra tett kísérletek Magyarországon:

Az angolna (*A. anguilla*) első hivatalos telepítése időszaka 1881-1891 közé tehető. Például 600 ezer darab 20-30 cm-es angolnát helyeztek ki a Duna különböző szakaszain 1887-ben. Ebből 300 ezer fiatal angolna ivadékot Budapest alatti területeken telepítettek ki (Répássy, 1902). Azonban sem a Dunában, sem pedig a Balatonban nem sikerült meghonosítani. A betelepítések 1930-as években is változó intenzitással folytatódtak. Majd 1961-től az Országos Halászati Felügyelőség irányításával elindultak olyan honosítási kísérletek, ahol az

alkalmasabbaknak tálalták a vizek állapotát a fajnak. Többek között a Balatonba, Velencei-tóba, Szelidi-tóba, tihanyi Belső-tóba, tatai Cseke-tóba, tolnai és faddi holt Duna-ágba, és a körösök egyes holtágaiba. (Gönczy, 1985; Vásárhelyi, 1962). Ezeket a telepítéseket a külföldi tapasztalati eredményekre támaszkodva tervezték meg.

Az angolna növekedési sebességét számos tényező határozza meg. Az elsődlegesek közé tartozik a víz hőmérséklete, valamint az elérhető táplálék mennyisége. Tapasztalatok alapján megállapítható, hogy hazai vizeink ideális körülményeket biztosítanak számára. Itt gyorsabban fejlődik, mint más helyeken, azonban versengenie kell az itteni őshonos fajokkal táplálékért (Székhelyhid, 1992).

2.8. Angolna a Balatonban:

1890-ben történt a Balatonba a legeslegelső angolna betelepítése. Hunyadi István vezetésével 20 ezer ivadékot telepítettek be (Bíró, 1976). Mivel akkor már felismerték, hogy ez az új halfaj meghonosításának jelentős gazdasági potenciálja lehet halas vizeinkben, továbbá jelentős bevétel is származhat belőle, így 1961-ben újra angolna ivadék szállítmány érkezett a Balatonba. Összesen 65 000 darab 25-30 cm körüli hosszúságú üvegangolna került a tóba az angolnatelepítési program keretében, amely 1962-től 1988-ig minden évben folytatódott többmillió példányszámban. Fontos megjegyezni, hogy a telepítések során nem mindig használtak fel azonos fejlettségű ivadékokat.

Az 1961 és 1991 közötti közel harminc évben 83 millió 500 ezer angolnaivadék került a tóba, ebből 62,5 millió az 1982. év vége előtt. Az 1988-1990 években nem volt telepítés. 1991-ben történt az utolsó telepítés 700 000 ivadékkal (Virágh, 1997).

2.8.1. Angolna pusztulás Magyarországon:

1985. júliusában 2 tonna angolna hullott el elsősorban a Balaton déli részén. Ezt az esetet sokféleképpen vizsgálták, állategészségügyi vizsgálat során szúnyogirtó szerekkel összefüggő mérgezést gyanítottak, ám a tényleges okot mai napig sem sikerült letisztázni (Virágh, 1997).

1991-ben történt az egyik legtöbb elhullás a Balaton déli- délnyugati részén. Ekkor több, mint 300- 350 tonna volt az elpusztult angolnák mennyisége (Bálint, 1995). Ez a rendkívül nagy mennyiség pedig vitákat robbantott ki, hogy mitől is lehetett ez a tömeges elhullás. Több teória is napvilágra látott. Egy elmélet szerint, *Anguillicoloides crassus* fertőzőttség volt, azaz ok, amiért ez a tömeges elhullás bekövetkezett. (Molnár és Csaba, 1991). Akadt olyan teória is,

amely szerint az *A. crassus* fertőzöttség egyedül kevés lett volna, tehát voltak még ezen felül valamilyen külső toxikus vagy valamilyen hormonális anyagforgalmi okok voltak a háttérben. Volt még ezen kívül az a hagyományos elmélet, miszerint a szúnyogirtó szerek voltak a hibásak. Alapja ennek annyi volt, hogy egy deltametrin nevezetű szert (hatása: rovarirtó és idegméreg) kimutathattak a Balaton iszapjában. Ezek után sokféle vizsgálatok következtek, hogy kiderüljön mi is történt igazából. Sajnos azonban nem sikerült megalapozott választ adni (Bálint, 1995). Néhányan a vízminőség változásait, és az algavirágzást is hangsúlyozták, hogy összefügghetett az angolna pusztulásokkal. (Szegletes és Nemcsók, 1992).

Az ezutáni halpusztulás 1992-ben zajlott a Balaton déli- délnyugati részén. Minden szempontból hasonlóan zajlott le, mint az előző évi, csupán azzal a különbséggel, hogy ebben az évben csaknem 40.000 kg angolna, kb. 5.300 dévérkeszeg és 2.000 kg egyéb halfaj pusztult el. Az elhullás ugyanabban az idő intervallumban tetőzött, mint 1991-ben, ezen felül még az észlelt tünetek is majdnem ugyanazok voltak az angolnáknál (Virágh, 1997).

1995-ben ismét elpusztult jó néhány egyed a csak most az előzőekkel ellentétben a Balaton keleti medencéjében. Összesen több, mint 30 tonna, 69874 db, 35 200 000 Ft értékű elpusztult angolna tetemet találtak ebben a régióban (Bálint, 1995).

2.9. Angolna állomány csökkenésének indokai:

Az európai angolna populációja folyamatosan csökken az évek során. Becslések szerint az állomány mindössze a tizede az 1980-as évekbeli szintnek (Moriarty és Dekker, 1997). A kétezres években már csak 1%-a maradhatott meg a 30 évvel korábbi ivadékállománynak (Feunteun, 2002).

Több kutató úgy gondolja, hogy az állománycsökkenés háttérében leginkább a klimatikus körülmények megváltozása a fő ok (Desaunay és Guerault, 1997). Az európai angolnának az északi félteke felmelegedésével – illetve a változásoknak a Golf-áramlat 20 000 év előtti erejét és pozícióját megváltoztató hatása következtében – a lárvák eljutása az európai partokig már egyértelműen nehezebb (Knights B. e., 1996).

Főbb okok lehetnek még az angolnák vándorlása során felmerülő antropogén tényezők általi akadályok (az ember természetátalakító tevékenységének a következménye). Az angolnák folyókon történő vándorlását nagymértékben befolyásolják a különböző vízierőművek turbinái, az elektromos halászat vagy a folyószabályozások miatt épített védő- illetve duzzasztógátak. Számos kémiai faktor is hatással lehet az állomány csökkenésére. Kémiai akadályt jelenthetnek

a gyárak, továbbá még például a szennyvíztisztító üzemek miatta folyórendszerekbe jutó kemikáliák (Moriarty és Dekker, 1997). Ezek a kémiai szennyezőanyagok veszélyesek hiszen felhalmozódhatnak a hal zsírszövetében, ami szubletális mérgezést okoz az angolnának (Feunteun, 2002). Az élőhelyek csökkenése és a vízminőség romlása is problémát jelent. Illetve közrejátszik az a tény is, hogy köztudottan rengetegen halásszák, tehát a túlhalászat miatt is lehetséges ez a drasztikus állomány csökkenés (Feunteun, 2002). 2008-tól kezdve a Természetvédelmi Világszövetség Vörös Listáján Súlyosan veszélyeztetett (*Critically Endangered*) kategóriába sorolják.

Nem utolsó sorban az állomány csökkenésének hátterében egy invazív parazita, az *Anguillicoloides crassus* is állhat.

2.10. Az angolna úszóhólyag férges (*Anguillicoloides crassus*)

Az úszóhólyag fonálférget az egész világon az egyik legagresszívabb parazitának tartják számon. A faj Ázsiából származik, először Japánban tűnt fel, ezt Kuwahara, Niimi és Itagaki (1974) írta le. A parazita eredeti gazdája a japán angolna (*A. japonica*).

1980-as évek első felében jelent meg Európában. Tényszerűnek mondható, hogy a japán angolna Németországba, és az újjélandi angolna Olaszországi akvakultúrába történő betelepítése révén. A parazita gyorsan elterjedt az európai angolna őshonos populációiban. A parazita nagyon gyorsan fertőzte meg nemcsak a felnőtt, hanem a fiatal egyedeket is. Így pedig rendkívül rohamosan elterjedt mondhatni egész Európában. 1990-es évekre a nyugati országoknak csaknem az egésze fertőzötté vált. Jelenleg az európai populáció 90%-a fertőzött *A. crassus*-al. Magyarországon először 1990 őszén mutatták ki először a Balatonból, majd egy évre rá a Fertő-tóból (Csaba, 1991).

Ezek az *Anguillicoloides* genus-ba tartozó nematódák az angolnák úszóhólyagjában élőködnek. Az európai angolnák jóval érzékenyebbek erre a parazitára, mint az eredeti gazdája a parazitának, japán angolna. Ebből arra is következtethetünk, hogy jóval több féreg támadja meg, mint japán rokonát. Több, mint 7 vagy akár 30 kifejlett parazita is előfordulhat az úszóhólyagjában. Az állat állandó anémiának van kitéve, mivel a parazita az úszóhólyag falának vérereiből táplálkozik. A vérvesztés rendkívüli is lehet, mivel a kifejlett nőstény férgek szélessége 3,5 mm, hosszúsága 44 mm is lehet (a hímek kisebbek, max. hossz: 21 mm, szélesség: 1,2 mm). Azért veszélyes ez a féreg vérszívása, mert annak eredményeképp a vérfehérjék mennyisége jelentősen lecsökken, és az úszóhólyag károsan elváltozik. Az úszóhólyag károsodása, pedig jelentősen lecsökkenti az állat vándorló képességét. Az

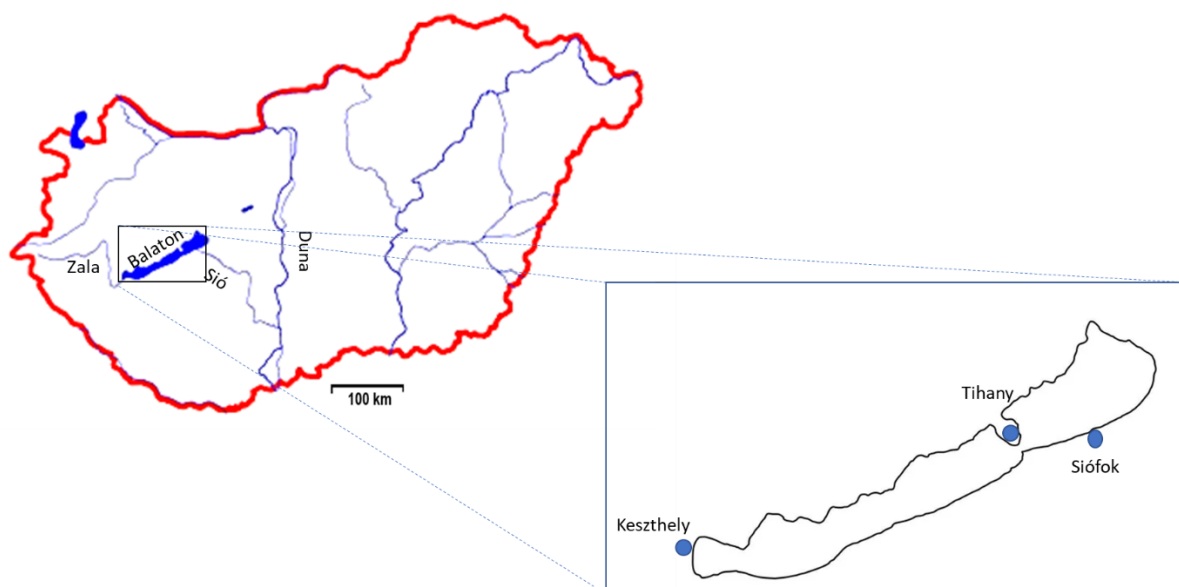
úszóhólyag fala megvastagszik, begyulladhat és levegőtlené válik. Az angolna, amiben megtalálható ez az *A. crassus* először elveszíti étvágyát, ezáltal lesóványodik, aminek eredményeképp az életenergiája is le fog gyengülni.

3. Anyag és módszer:

A TDK dolgozatomban bemutatott munka két részből állt. Először az idei évben az aktuális ivarérettségi és fertőzöttségi állapot felmérése végett kifogott angolnákat vizsgáltam meg, és felvettem adatokat. Az adatok kiértékelését követően a dolgozatom második részében pedig összehasonlítottam az idei évi adatokat az elmúlt 20 évben felvett adatokkal. A vizsgálatokhoz minden esetben a Balatonból származó halakat használtam fel (2. és 3. ábra).

Balatonon a korábbi évek során három mintavételi helyszínen történt meg a vizsgálatra szánt angolnák kifogása Keszthelyen, Siófokon (angolnacsapda) és Tihanynál.

Az idei vizsgálatokra szánt 20 darab angolnát 2023. május 30.-án Keszthelyi medencéből fogták ki, varsák segítségével.



3. ábra. Mintavételi helyek

A következő táblázatban szemléltettem a mintavétel időpontjait, helyeit, a kifogott angolnák testtömeg és testhosszát.

Mintavételidőpontja	n	Mintavételhelye		Testtömeg (g) átlag±szórás	Testhossz (mm) átlag±szórás
		Hely	Koordináta		
23.04.2002	20	Keszthely		442,7±252,2	646,5±87,4
22.05.2002	20	Keszthely		341,4±112,8	582,8±50,6
26.06.2002	20	Keszthely	46°75'83''N	283,0±147,0	549,0±73,3
12.07.2002	10	Keszthely	17°25'50''E	218,6±82,1	514,5±54,0
30.08.2002	20	Keszthely		337,7±99,2	572,3±56,4
23.09.2002	20	Tihany	46°91'37''N	430,8±151,5	619,1±72,3
8.10.2002	14	Tihany	17°89'38''E	434,6±118,7	634,8±57,4
12.05.2003	20	Keszthely		282,6±134,5	560,0±72,0
30.05.2003	20	Keszthely	46°75'83''N	390,3±182,4	608,7±70,9
26.06.2003	16	Keszthely	17°25'50''E	343,0±181,0	591,4±91,8
28.07.2003	20	Tihany		417,6±203,3	605,5±85,2
1.09.2003	20	Tihany		286,4±48,2	556,5±35,3
27.09.2003	20	Tihany		419,1±146,4	628,5±73,2
27.05.2010	20	Tihany	46°91'37''N	651,5±234,8	696,3±76,7
17.06.2010	8	Tihany	17°89'38''E	764,1±217,9	722,3±79,7
28.07.2010	17	Tihany		765,0±186,8	708,6±51,3
26.08.2010	15	Tihany		580,7±195,4	671,7±71,8
30.09.2010	10	Tihany		739,4±242,0	711,8±75,7
20.04.2011	14	Tihany		624±209,7	672,9±62,6
10.05.2011	45	Siófok	*	672,3±233,8	701,4±73,6
20.05.2011	13	Tihany	46°91'37''N	649,2±157,9	685,8±58,5
11.06.2011	18	Tihany	17°89'38''E	691±205,9	679,7±61,9
30.05.2023	20	Keszthely	**	997,9±170,4	822±48,9

1. táblázat: A mintavétel összesített adatai (*: angolnacsapda a Sió-csatornában, **: halcsapdák a Keszthelyi-öbölben, koordináták: elektromos halászat)

Az angolnákat a Balatoni Nonprofit Zrt. munkatársai varsák segítségével megfogták, melyeket először a gerinc átvágásával elöltük. Ezek a halakat műanyag zsákba helyezzük el, és így szállítjuk a Kaposvári Campus hallaboratóriumába. A továbbiakban a vizsgálatot az Silvering protokoll alapján hajtjuk végre, ez alapján megmértük a testhosszt, a testtömeget, a szemátmérőket, a gonád tömeget, máj tömeget, bélcsatorna tömeget, megvizsgáltuk a testszint, *Anguillicoloides crassus* számot és kiszámítottuk az úszóhólyag indexet (Ács, 2011). Következőkben részletesen leírom az angolna Silvering protokollját.

3.1. Silvering protokoll

Kettő részt tudunk elkülöníteni, a külső és a belső paramétereket.

Külső paraméterek:

- Teljes testhossz: az orrcsúcstól a farokúszó végéig mm-ben.
- Testtömeg: egytized gramm pontossáig lemérve.
- Szemátmérők: horizontális és vertikális tengelyen mm-ben mérve.

Ebből Pankhurst (1982) alapján EI indexet számítunk: $EI = \{(A+B/4)^2 \times /L\} \times 100$, ahol

EI: szemindex, A: horizontális szemátmérő, B: vertikális szemátmérő, L: testhossz.
Amennyiben EI 6,5 (valamin 0,1 mm nagyobb oocita átmérő) ivarilag érettnnek minősül az angolna.



4. ábra. Angolnák előkészítése a vizsgálatokhoz (MATE Kaposvár Campus, Hallabor).

Forrás: Saját kép

Belsőparaméterek:

- Gonad tömeg: (század gramm pontossáig). Ebből érettségi együtthatót (GSI: gonadosomatic index) számítunk, csak nőstényekben: $GSI = (\text{petefészek tömeg} / \text{testtömeg}) \times 100$.
- Máj tömeg: a májat epehólyag nélkül, századgramm pontossággal lemérjük, belőle máj indexet (HSI: heparsomatic index) számítunk: $HSI = (\text{máj tömeg} / \text{testtömeg}) \times 100$.

- Életkor meghatározás: az angolnák otolith-jának (hallókövecskék) alapján történik. A dolgozatban ennek értékeit nem mutatom be, a vizsgálatok és az adatok kiértékelése jelenleg folyamatban van.
- Úszóhólyag index = úszóhólyag tömege / befejező testtömeg $\times 100$ (ÚH). A teljes úszóhólyag tömeget felnyitás előtti állapotban, ami tartalmazta a légvezeték is, 0,01 g-os pontossággal lemérjük. Úszóhólyag tömeg index = úszóhólyag tartalom / teljes úszóhólyag tömege $\times 100$. Az úszóhólyagot felnyitjuk, majd a tartalmát (paraziták különböző fejlettségi alakjai, valamint szöveti nedv) Petri csészébe ürítjük és lemérjük 0,01 g-os pontossággal.
- *Anguillicoloides crassus* szám: a felnyitott úszóhólyag lumen-jében, illetve falában a férgek fejlettségi állapotának megállapításával számolunk nematóda egyedszámot. Lárva szám = lárva egyedenként. *A. crassus* index = *A. crassus* egyedszám angolnákként. Lárva + kifejlett egyedek száma lumenből és úszóhólyag falából összesen.

A gyűjtött adatokat összevetettem a 2002/2003; 2010/2011-ben végzett felmérés eredményeivel (Ács, 2011).

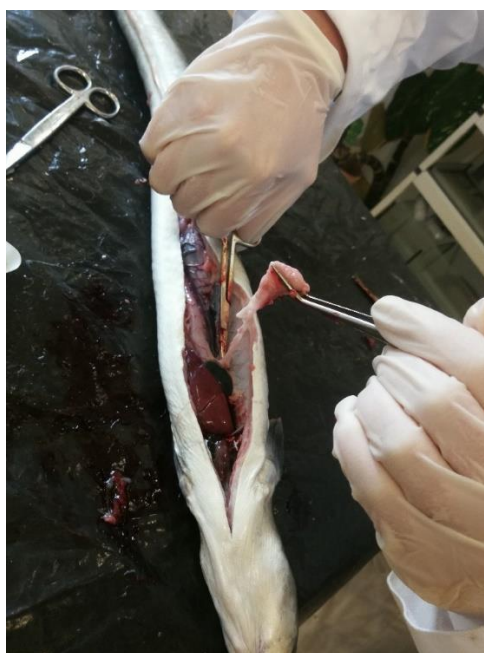
A kapott adatok statisztikai feldolgozásához SPSS statisztikai programcsomagot használtunk (korreláció analízis (Pearson-féle korrelációs együttható vizsgálat), t-próba ($p < 0,05$)).



5. ábra. A 2023 mintázott egyik angolna hasfal megnyitása (MATE Kaposvár Campus, Hallabor)
Forrás: Saját kép



6. ábra. A 2023 mintázott egyik angolna bal petefészek lebeny kiemelésére készülés (MATE Kaposvár Campus, Hallabor).
 Forrás: Saját kép

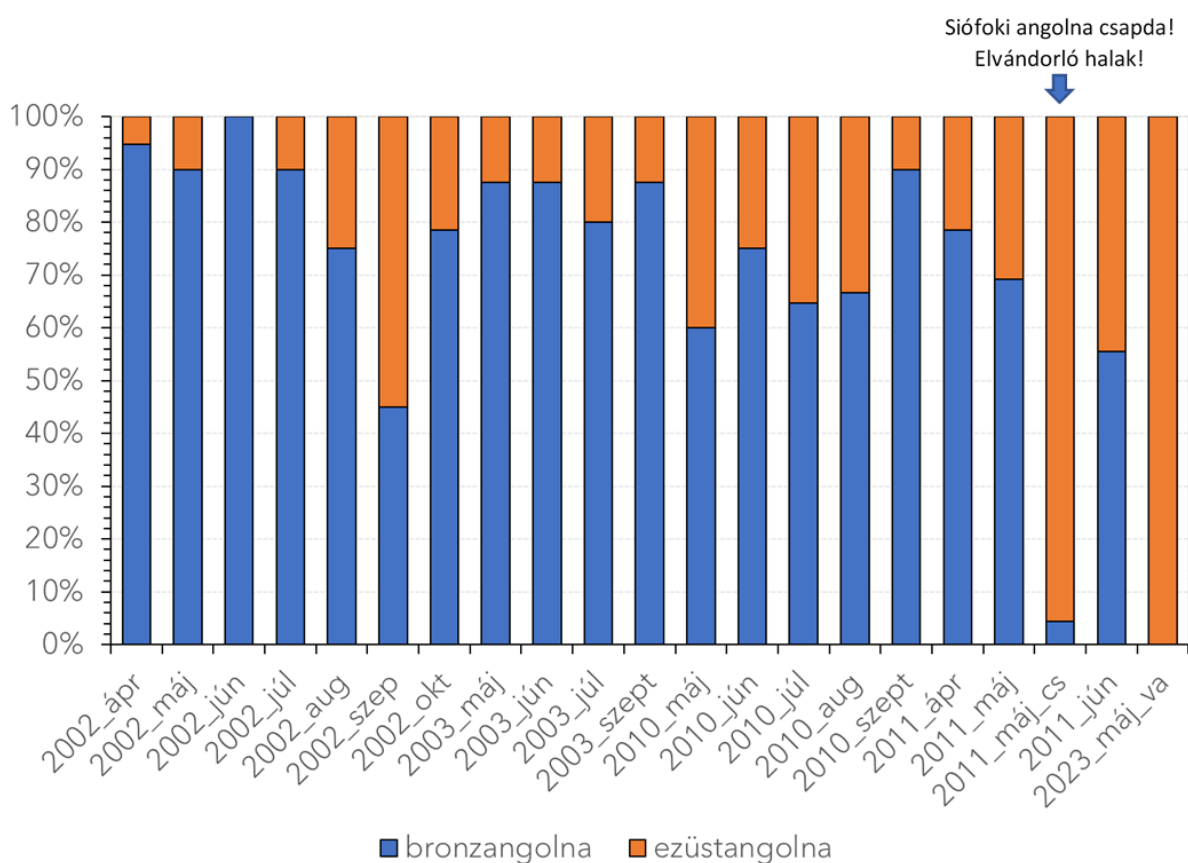


7. ábra. A 2023 mintázott egyik angolna bal petefészek lebeny kiemelése (MATE Kaposvár Campus, Hallabor).
 Forrás: Saját kép

4.Eredmények:

4.1. Ivari állapot

Az ivari érettséget tekintve szétbontva a mintázott halakat két csoportra bontottam: „ezüstangolna / ivarilag érettebb”, aminek a szemindexe 6,5 értéknél nagyobb és „bronzangolna / ivarilag éretlenebb”, ahol a szemindex értéke 6,5-nél kisebb. Az évek során a két csoport arányát az 8. ábra mutatja meg.



8. ábra. A mintázott halakban az ivari érettség tekintetében mintázási időszakonkénti bontásban. Év_hónap = partközeli elektromos halászati eszközzel mintázott halak, 2011_máj_cs = Siófoki angolnacsapdában mintázott halak, 2023_máj_va = varsával fogott halak a Keszthelyi öbölben.

Összességében elmondhatjuk, hogy:

- az ezüstangolnák (ivarilag érettebb egyedek) aránya az idő előrehaladtával nő
- a mintázási módszertan is befolyásolja az arányukat, ha a Siófoki angolna csapdában fogott egyedeket nézzük, ott döntő többségben elvándorló, ezüstangolna található (látható: 2011_máj_cs)

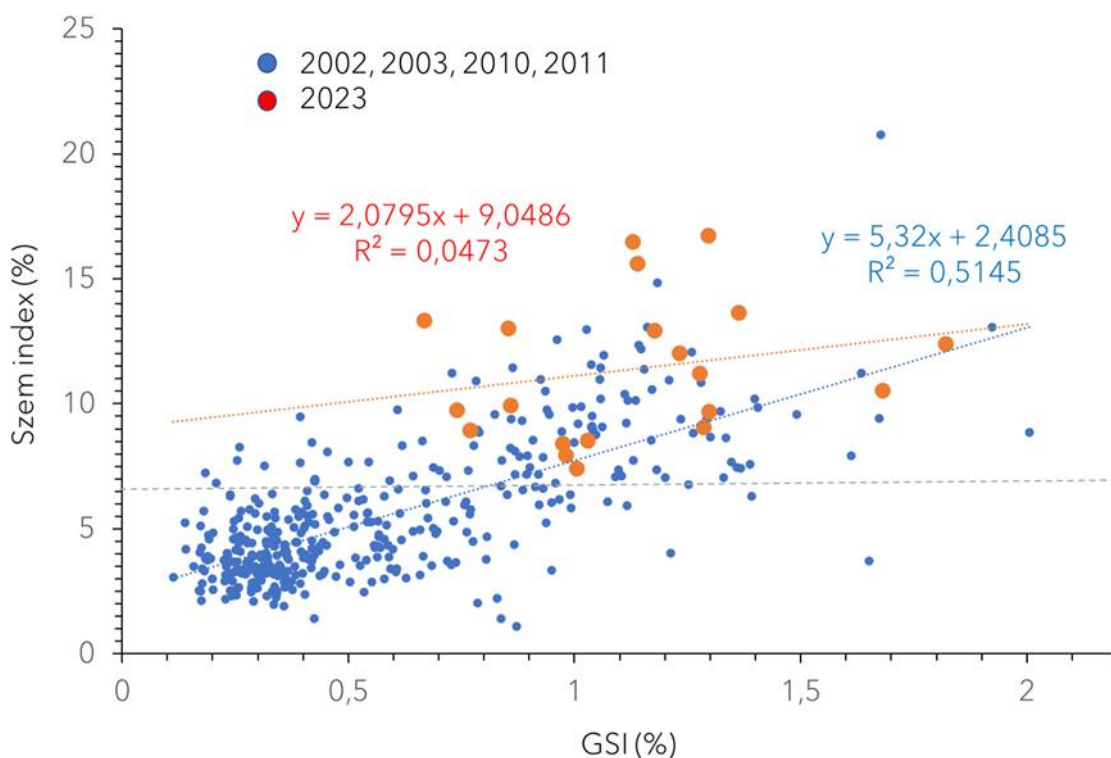
- 2023-ban viszont a mintázástól függetlenül csak ezüst angolna van, ez reprezentálja a tő angolna állományának ivari állapotát. A vizsgálatok szerint nincs már „bronz angolna”, a nem vándorló halak is ezüstangolna fázisban találhatók.

A különböző paraméterek közötti Pearson korreláció eredményeit a következő táblázat mutatja (2. táblázat). Ebből a táblázatból kiolvasható, hogy a külső alaktani bélyeg, ami utal az ivari érettségre közül a szemindex és a gonadoszomatikus „petefészek” index közötti kapcsolat az évek múlásával gyengült. Ugyanez elmondható a testhossz, valamint a GSI között. A többi indexszámítás esetén az autokorrelációs kapcsolatok miatt nehezebb az összefüggést egyértelműen feltűnő.

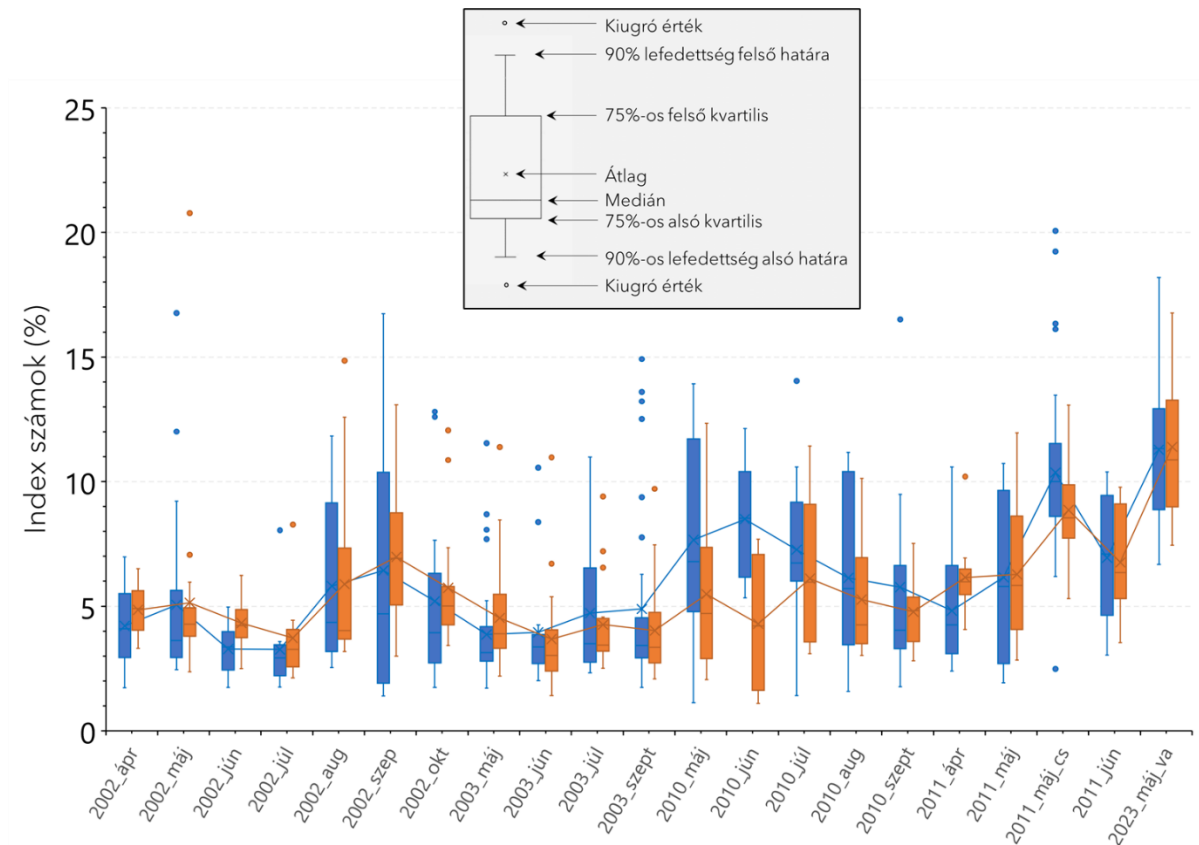
		GSI	HSI	EI index	P index	ÚH	TT
HSI	2002-2003	-0,12					
	2010-2011	0,115					
	2011 Siófok*	0,491					
	2023	0,544					
EI index	2002-2003	0,745	-0,003				
	2010-2011	0,493	0,082				
	2011 Siófok*	0,363	0,510				
	2023	0,218	-0,086				
P index	2002-2003	0,423	-0,038	0,526			
	2010-2011	0,418	-0,057	0,288			
	2011 Siófok*	0,230	0,246	0,480			
	2023	-0,94	0,48	0,539			
Úszóhólyag index	2002-2003	-	-	-	-		
	2010-2011	0,286	0,037	0,234	0,180		
	2011 Siófok*	-0,119	-0,203	-0,034	-0,098		
	2023	-0,144	-0,12	-0,152	-0,076		
Testtömeg	2002-2003	0,665	-0,097	0,582	0,341		
	2010-2011	0,469	0,106	0,372	0,263	0,306	
	2011 Siófok*	0,165	0,228	0,264	-0,208	0,000	
	2023	-0,01	-0,082	0,065	0,026	-0,246	
Testhossz	2002-2003	0,653	-0,113	0,597	0,306	-	0,929
	2010-2011	0,474	0,192	0,372	0,302	0,257	0,906
	2011 Siófok*	0,188	0,164	0,231	-0,300	-0,062	0,910
	2023	0,123	0,268	-0,323	-0,159	-0,217	0,639

2. táblázat. A különböző paraméterek közötti összefüggések (Pearson-korreláció; HSI-májindex, EI-szemindex, P-mellúszó index. A félkövérrel jelzett számok esetében a $p < 0,05$ szinten statisztikailag igazolható kapcsolat áll fent.

Amennyiben a szemindex és a GSI kapcsolatát értékeljük, úgy a 2002-2011 közötti mintázásokban az összes angolna szerepel, egy közepesen erős kapcsolatot lehet kiutatni ($r^2=51$, $p<0,05$, 9. ábra). Ha ehhez viszonyítjuk a 2023-as adatokat, jól megfigyelhető, hogy ez a kapcsolat már nem áll fent. Ez azt jelenti, hogy a szem megnagyobbodásával a petefészkek tömeg (és a benne lévő oocita fejlettség) nem tud tovább növekedni, így mindkét paraméteret tekintve az angolnákra jellemző édesvízi állományokra jellemző maximumot mutatják. Minden hal az ezüst angolna fázisba esett (9. ábra). Ezt a kimutatást a 10. ábra is megerősíti, ahol a mintázási időszakokban lehet a szemindex és az összevethetőség miatt a $GSI \times 10$ eredményeit dobozdiagramban ábrázolva. Évenként az ezüst angolnák arányának a növelésével a szemindex is növekszik. Kivételként említhető a 2013-as májusi Siófoki csapdából kiemelt halak, amelyek mivel „vándorló ezüstangolna” formát képesek megfogni, így értelemszerűen nem teljesen reprezentálják a balatoni állományt.

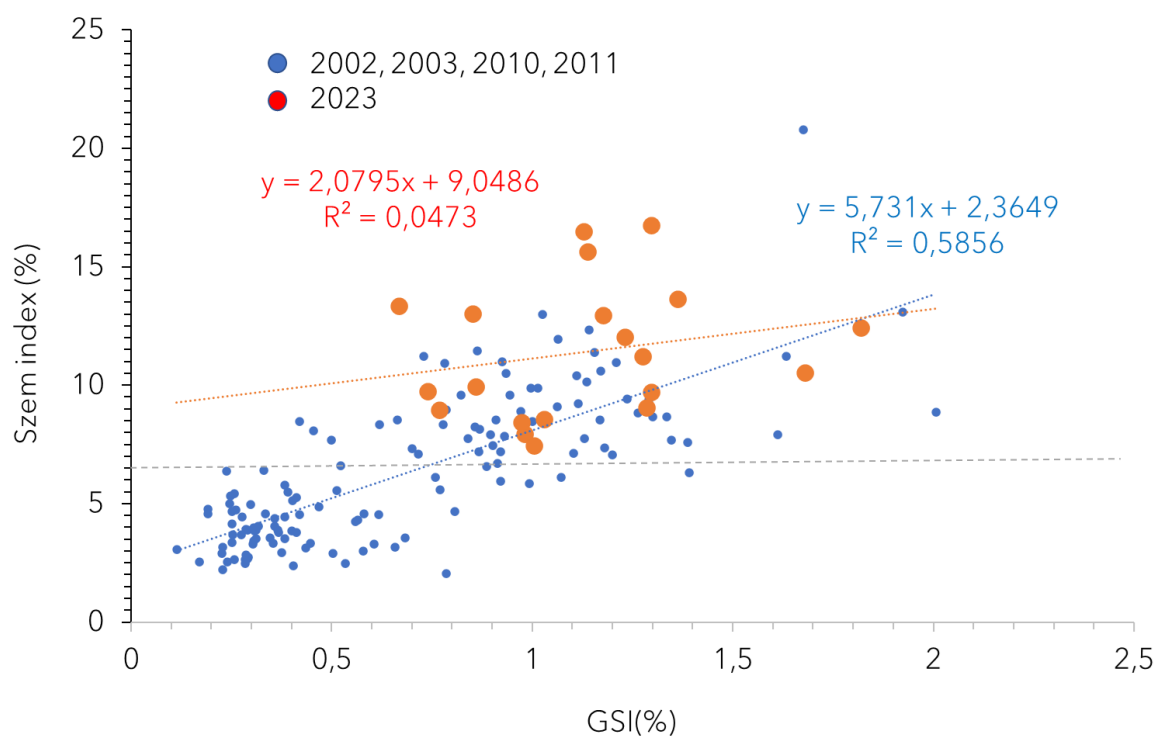


9. ábra. A GSI (petefészkek index) és a szemnagyság (szem index) közötti kapcsolat mintavételi időszakonként. A szürke szaggatott vonal (y tengely = 6,5) a szemindex alapján az ivarilag érettlen / bronz angolnákat (alatta) és az ivarilag fejlettebb / ezüst angolnákat (felette) határ.

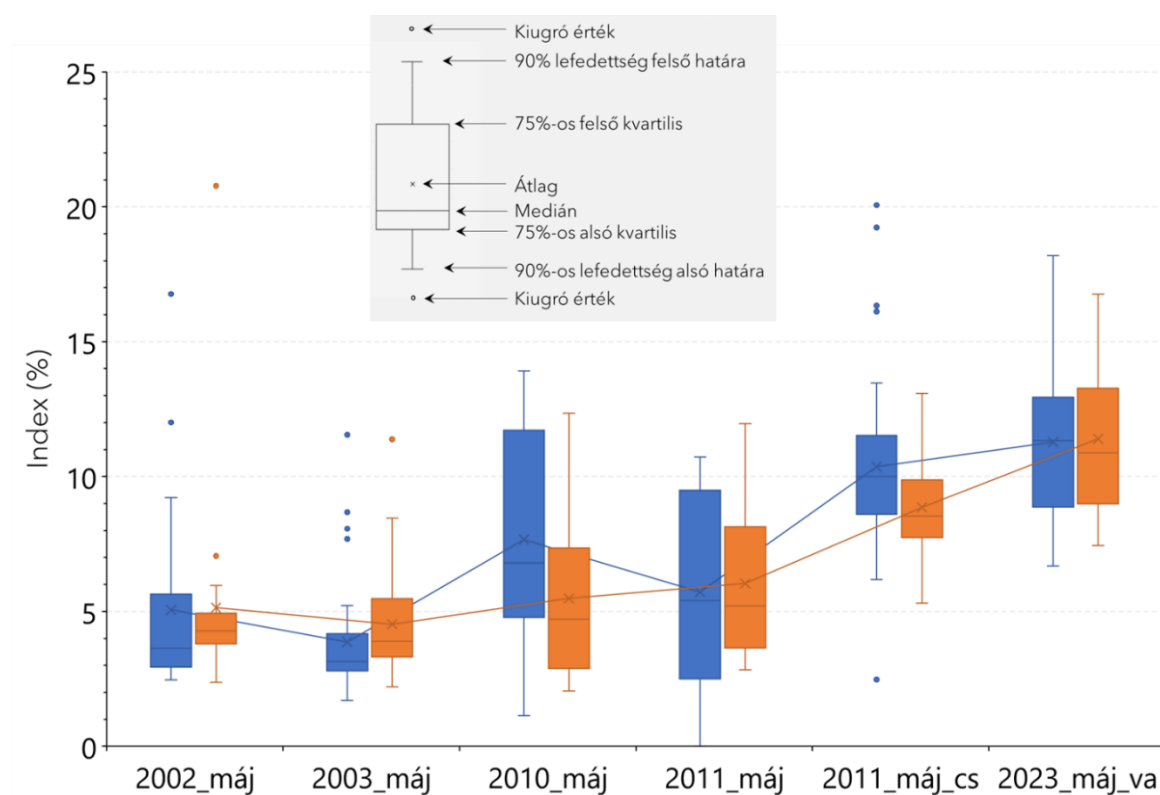


10. ábra. A GSI (petefészek index) és a szemmagyság (szem index) közötti kapcsolat mintavételi időszakonként dobozdiagramban ábrázolva. A dobozábra értelmezése szürke mezőben. Az átlagok (× jel a dobozábrán belül) összehasonlításának megkönnyítése céljából a mintavételi időszakokat összekapcsoltam vonallal.

Összehasonlítottam a különböző évek azonos hónapjaiban mintázott angolnák értékeit is (11. ábra). 2002-2013 közötti mintázásokban az összemintázáshoz képest a szemindex és GSI kapcsolata erősebb ($r^2=0,58$, $P<0,05$), valamint látható, hogy a szemindexben és GSI értékben a korábbi években is az ezüstangolna csoportok hasonló értéket mutattak.



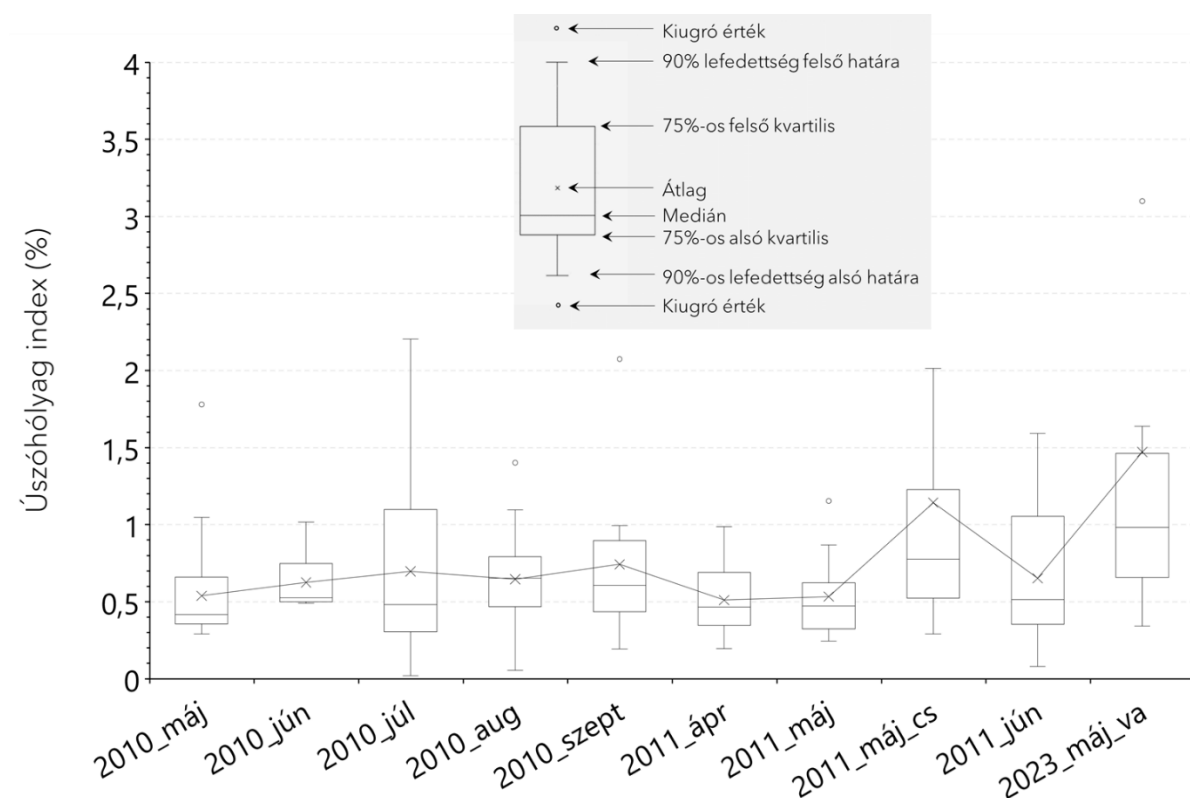
11. ábra. A GSI (petefészek index) és a szemnagyság (szem index) közötti kapcsolat májusi mintavételi időszakonként. A szürke szaggatott vonal (y tengely = 6,5) a szemindex alapján az ivarilag éretlen / bronz angolnákat (alatta) és az ivarilag fejlettebb / ezüst angolnákat (felette) határ.



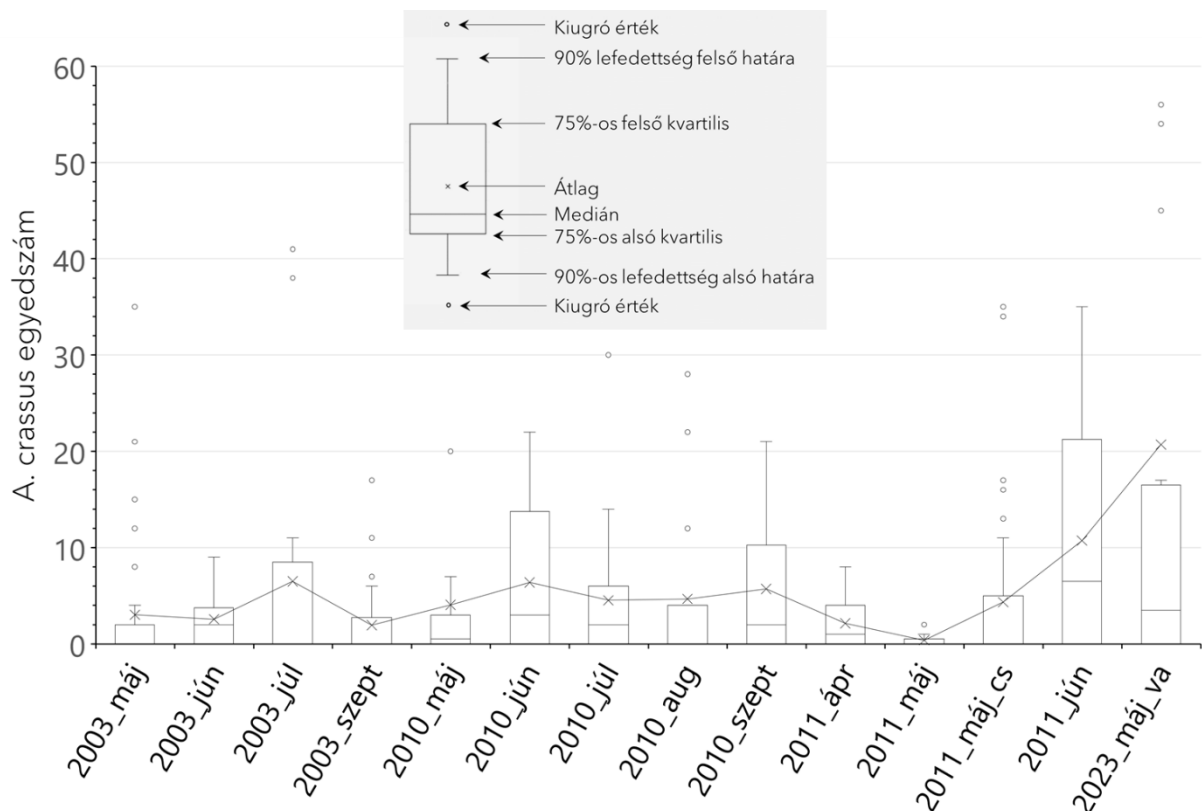
12. ábra. A GSI (petefészek index) és a szemnagyság (szem index) közötti kapcsolat májusi dobozdiagramban ábrázolva. A dobozábra értelmezése szürke mezőben. Az átlagok ($\times$ jel a dobozábrán belül) összehasonlításának megkönnyítése céljából a mintavételi időszakokat összekapcsoltam vonallal.

4.2. Parazitológiai állapot

Az angolna parazitáltsági állapotot az úszóhólyag parazita *A. crassus* egyedszámban, valamint az úszóhólyag indexben fejeztük ki. Általános megfigyelésünk az volt, hogy az úszóhólyagindex és az *A. crassus* egyedszám halanként a 2023-es időszakban megemelkedett (1., 2. diagrammok).



1. diagram. Úszóhólyagindex változás mintázási időszakonként dobozdiagramban ábrázolva. A dobozra értelmezése szürke mezőben. Az átlagok (× jel a dobozban belül) összehasonlításának megkönnyítése céljából a mintavételi időszakokat összekapcsoltam vonallal.



2. diagram. *A. crassus* egyedszám/hal változás mintázási időszakonként dobozdiagramban ábrázolva. A dobozábra értelmezése szürke mezőben. Az átlagok (× jel a dobozábrán belül) összehasonlításának megkönnyítése céljából a mintavételi időszakokat összekapcsoltam vonallal. Megjegyzés: a dobozábrák az x tengelyen zártak 0-nál, mert minden mintázásban volt olyan hal, amely úszóhólyagja nem tartalmazott parazitát.

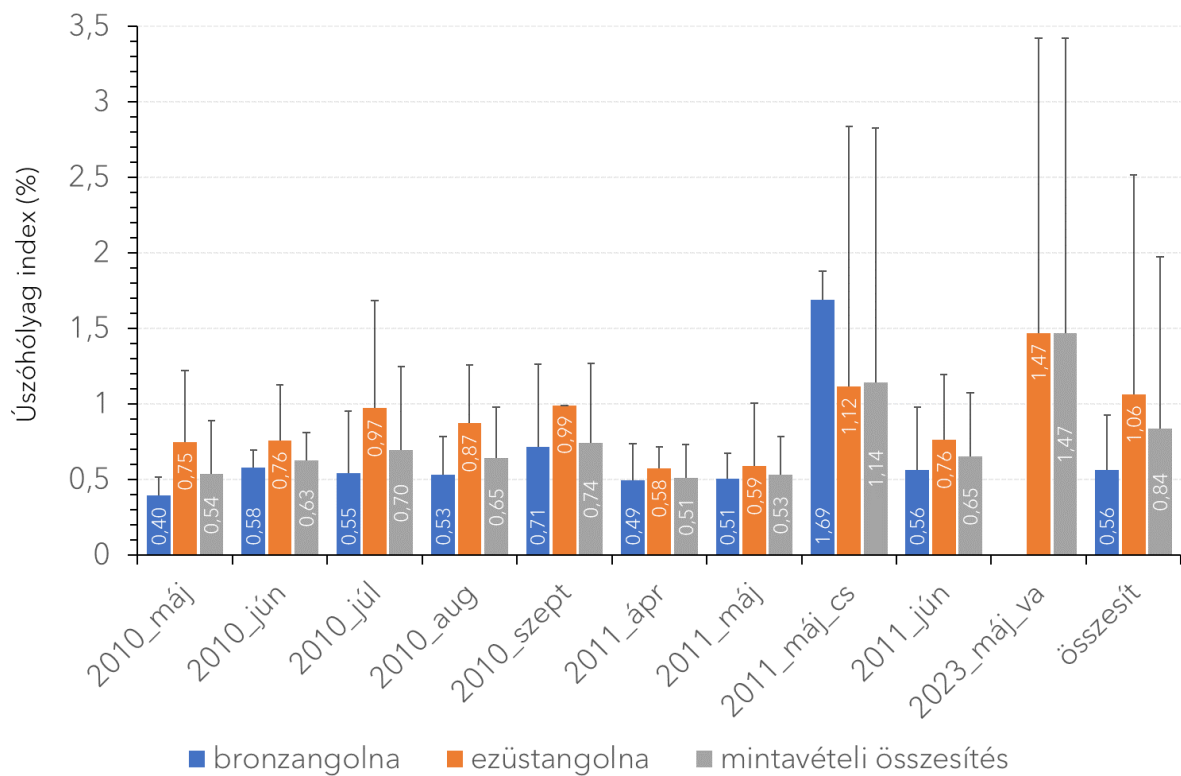
Az ezüstangolna úszóhólyag indexe (a nagy egyedi különbségek ellenére is) statisztikailag igazolható módon ($p < 0,05$, két mintás t-próba) magasabb értéket mutatott, mint a bronzangolnáké; $0,77 \pm 0,43$ % versus $0,47 \pm 0,3$ %. Ez azt jelenti, hogy az ivari érettség előrehaladottabb fokán lévő angolnák fokozott érzékenységet mutattak az úszóhólyag fertőzőtősségre, mint az ivarilag éretlenebb társaik (13. ábra). A magasabb értékek az úszóhólyag falának megvastagodását mutatja (nagyobb tömeg), mivel az indexben az úszóhólyag tartalom már nem volt mérve. Amennyiben összehasonlítjuk az úszóhólyag teljes tömeget (úszóhólyag tömeg = úszóhólyag üres tömeg + savó + féreg tömeg), úgy a különbség még nagyobb; ezüstangolna $1,06 \pm 1,46$ %, bronzangolna: $0,56 \pm 0,36$ % ($p < 0,05$).



13. ábra. A legsúlyosabban fertőzött angolna (testtömeg 1152 g.) úszóhólyag tartalom kiemelése és a benne található férgek (183 különböző fejlettségű nematóda). Forrás: Saját kép



14. ábra. A legnagyobb úszóhólyagindex-szel (9,35%) rendelkező angolna (testtömeg 811 g) úszóhólyagja és kiemelést követően a tartalma (nincs parazita, de szöveti, gyulladásos savó töltötte ki az úszóhólyagüreget, gáztartalom nem volt benne). Forrás: Saját kép



15. ábra. A balatoni angolna állomány úszóhólyagindex változása 2002-2023 közötti mintázásokban oszlopdiagrammon ábrázolva. Az oszlopokon belül az átlagértékek vannak feltüntetve.

A táblázatból kiolvasható a következőket állapíthatjuk meg.

- Az ezüst angolna *A.crassus*-szal szemben érzékenyebb, az úszóhólyagindex magasabb, mint a bronzangolnáké.
- Az ivarilag érettebb halak fertőzöttebbek (van kiugró érték a bronzangolnánál, amikor a siófoki angolna csapdában fogták, de az két egyedet jelent csak).
- A fertőzöttség mértékében nagy egyedi különbségek mutatkoznak.

5. Értékelések és következtetések:

Általános populációbiológiai jellemzők: Tátrai és csapata 2000-ben a Balaton angolnaállományának korösszetételét vizsgálta. Eredményeik alapján azt találták, hogy a mintázott egyedek 470-820 mm testhosszúságúak voltak, és az 520-680 mm mérettartományba eső angolnák alkották az összes egyed 85%-át. A leggyakoribb korcsoport 74% volt, amely a 1991-es telepítés során került a tóba. 2001-ben az 1991-es telepítésből származó egyedek arányát az elemzők 86%-nak találták, 2002-ben, pedig ez az arány már 97% volt (Tátrai et al., 2002 és 2003). 2011-ben az angolnák 20-36 évesek voltak, átlagosan 24,4 évvel, és mindössze 22,4% származott a 1991-es telepítésből (Ács, 2011).

A jelenlegi balatoni ezüst angolna állomány a legöregebb Európában. Az azonos testméretű angolnák a Balatonban sokkal idősebbek, mint más, vizsgált európai vizekben található társaik.

A Balatonba telepített angolnák átlagos növekedési üteme a testhosszat illetően mára teljesen lecsökkent. Ugyanakkor 2010-2011-hez képest tapasztalható minimális növekedés a testtömegben és a kondíciófaktorban. A jelenlegi vizsgálatom szerint az átlagos testhossz 822 mm, testtömeg 997g. Ennek ellenére az állományok testhosszában nincs szemmel látható hatalmas különbség (Durif et al., 2009) (lásd 1. táblázat). Visszavezethető lehet a folyamatos halászatra, ami az angolnák egyedszámának csökkenésével jár, és ezáltal csökken a fajon belüli versengés, ami a táplálékellátottság javulásához vezethet (Ács, 2011).

Silvering paraméterek: Ellentétben a 2002-2011-es megfigyelésekkel, a külső morfológiai (szem index, mellúszóindex) és belső (GSI, DTI, HSI) paraméterek közötti kapcsolatok mára minden esetben enyhültek, és az egyedi különbségek nagyobb szórását mutatják. Összességében ez azt jelenti, hogy a jelenlegi idős állomány esetében a külső paraméterek alapján jóval nehezebb megbecsülni az ivarézési folyamatok mértékét, mint korábban egy fiatalabb állomány esetében lehetett (Ács, 2011).

Mindemellett az angolnáknak hozzávetőlegesen 20 évig nem volt lehetőségük elvándorolni, aminek további következményei is lehetnek. Az eredmények szerint például, a 2002-2011-es mintavételi vizsgálatokhoz képest a mellúszóindex átlaga jelentősen megnövekedett, ami azt sugallja, hogy a vizsgált halak már egyszer vándoréretté válhattak (mivel a mellúszó hossza nem csökkenhet), de mivel hosszú ideig nem tudtak elmenni a Balaton vízből, a vándorlásra jellemző belső paraméterek (pl. erőteljesebb gonádfejlődés) sok esetben már nem voltak megfigyelhetőek.

Ivari állapot: A balatoni előregedett angolna állomány ivari érettséget tekintve ezüst angolna (elvándorló) szakaszban található. Ebben a szakaszban a petefészek relatív nagysága már nem képes tovább növekedni, a benne található oociták fejlődése blokkolva van. A további eredményes oogenezis megindításához mindenképpen szükségük van a vándorlás során végbemenő egyéb fiziológiai változásokkal (triggering faktorok).

Parazitológiai állapot: Az *A. crassus* fertőzöttség szint rendkívül magas a Balatonban. Fontos megjegyezni, hogy a megvastagodott, gyulladt úszóhólyag nem képes ellátni funkcióját, tehát az ilyen hal betegnek tekinthető. Vizsgálatainkból kiderül, hogy e kritérium szerint a balatoni állomány jelenleg 100%-ban mondható fertőzöttnek, igaz, az egyedek állapota jelentősen eltérő e tekintetben. Az egyik nagyon érdekes megfigyelésünk az volt, hogy a vándorérett halak fokozottabb mértékben mutattak érzékenységet erre a parazitára, mint a bronzangolnák! (Sprenger és Luchtenberg, 1991) valamint (Palstra et al, 2005), kísérletileg bizonyították, hogy a fertőzött halak úszási sebessége csökken egészséges társaikéhoz képest. (Molnár et al, 1993) kísérletei eredményei világosan mutatták, hogy a parazitákkal fertőzött és károsított angolnák a környezetből érkező stressz iránt fogékonyabbak, és ezért olyan hatásokra is elhullnak, melyet nem fertőzött, vagy kevésbé fertőzött társaik még elviselnének.

A balatoni angolna állomány populációbiológiai-, ivarérettségi-, és egészségügyi eredményei azt mutatják, hogy a vándorlásában akadályozott, túlkoros balatoni angolna (a legfiatalabb angolnák minimum 32 évesek) konzerváció biológiai értéke ma már elenyésző.

6. Összefoglalás

Az európai angolna hosszan tartó édesvízi életszakasz után az Atlanti óceánban található Sargasso-tengerbe vándorol szaporodni. A kikelt lárvák a Golf-áramlat segítségével eljutnak Európa partjaihoz, mely során testük jelentős változáson megy keresztül. A partokat elért úgynevezett üvegangolnák felvándorolnak a folyókba. Az édesvízi életszakaszukban további változásokon mennek át, előbb bronz angolnákká alakulnak, majd megfelelő méret elérése után ivarilag érettebb ezüst angolnává változnak át. Ezek az ezüst angolnák azután egy hosszú, több mint ezer kilométeres út megtétele után ismét eljutnak a Sargasso-tengerbe, ahol hosszú életszakaszuk az ívással véget ér.

A Balatonban történő több évtizeden keresztül tartó angolna telepítések a '90-es évek elején bekövetkező elhullások miatt befejeződtek (az utolsó telepítés 1991-ben volt). Jelenleg egy egyedszámában lecsökkent, vándorlásában korlátozott állomány él a Balatonban, mely világ szinten is unikális. A korábbi vizsgálatok alapján elmondható volt, a 2010-es évekre húszéves átlagkor feletti, úszóhólyag féreggel fertőzött állomány nem, vagy csak feltételesen volt alkalmas mesterséges szaporítási kísérletekbe történő bevonásra, illetve természetvédelmi értéke is csekély volt. A vizsgálatom célja a jelenlegi a balatoni angolna populációban ivarérettségi és egészségügyi állapotának leírása, valamint a korábbi 20 év adataival való összevetése volt.

A vizsgálatok alapján elmondható, hogy a balatoni angolna populáció elérte az édesvízi ivarérettség felső szintjét. A mintákban 100%-ban ezüst angolna volt jelen, bronz angolnát egy esetben sem találtunk. Annak ellenére, hogy az angolnák egyedszáma lényegesen lecsökkent az elmúlt 20 évben, az úszóhólyag féreg (*A. crassus*) fertőzöttségi szint még mindig igen magas. Egészséges, funkcióját megfelelő módon ellátni képes úszóhólyaggal rendelkező halat nem találtunk. Összességében elmondható, hogy a balatoni angolna populáció szempontjából kedvezőtlen tendenciák tovább folytatódtak, az állomány konzerváció biológiai szempontból sajnos már csak elenyésző értéket képvisel.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani konzulenseimnek, Prof. Dr. Müller Tamásnak, illetve Dr. Kucska Balázsnak a kísérletek lebonyolításában és a dolgozatom elkészítésében nyújtott önzetlen és inspiráló segítségükért. Valamint a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. munkatársainak, a vizsgálatokhoz szükséges angolnáért.

8.Irodalomjegyzék

- Bálint, T., Kátai, F., Kufcsák, O., Láng, G., Polyhos, Cs., Nemcsók, J., (1995): Vélemények az 1995. évi balatoni angolnapusztulás okairól. *Halászat*, 88: 149-151.
- Belpaire, C.G.J., Goemans, G., Geeraerts, C., Quataert, P., Parmentier, K., Hagel, P.s De Boer, J., 2009. Decreasing eel stocks: survival of the fattest? *Ecol. Freshw. Fish.* 18, 197-214.
- Bíró, P. (1976). Betelepítések és az eutrofizálódás hatása a Balaton halállományára. *Halászat* 69 (5), 142-143.
- Boëtius, I., Boëtius, J. (1980): Experimental maturation of female silver eels, *Anguilla anguilla*. Estimates of fecundity and energy reserves for migration and spawning. *Dana*, 1:1-28.
- Correia, M.J., Costa, J.L., Antunes, C., De Leo, G., Domingos, I., 2018. The decline in recruitment of the European eel: new insights from a 40-year-long time-series in the Minho estuary (Portugal). *ICES J. Mar. Sci.* 75, 1975-1983.
- Csaba Gy., Láng, M., Székely, Cs. (1991): Appearance of a new nematode, *Anguillicola crassus* in Hungary (in Hungarian, with English summary). *Halászat*, 84: 66-67.
- Dekker, W., 2000. A Procrustean assessment of the European eel stock. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 938—947.
- Desaunay Y., Guerauld D. (1997): Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae; a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. *J. Fish Biol.*, 51: 317-339.
- Durif, C.M., Van Ginneken, V.J.T., Dufour, S., Müller, T., Elie, P., 2009. Seasonal evolution and individual differences in silvering eels from different locations, in: Van denThillart, G., Dufour, S., Rankin, J.C. (Eds.), *Spawning Migration of the European Eel*. Springer, Dordrecht, pp. 13-38.
- Feunteun, E. (2002). Management and restoration of European eel population (*Anguillaanguilla*): An impossible bargain. *EcologicalEngineering* 18 (5), 575-591.
- Ginneken, V. J. T., Thillart, G. E. E. J. M. (2005): Eel fat stores are enough to reach the Sargasso. *Nature*, 403: 156-157.
- Gönczy, J., Tahy, B. (1985): *Az angolna*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Herman, O. (1887): *A magyar halászat könyve*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat. Budapest
- Horváth, K. (1971): Tapasztalatok a Balaton angolnagazdálkodásában. *Halászat*, 64: 8-9.
- ICES, 2017. Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. ICES CM 2017/ACOM: 15.Kavala, Greece.
- Kleckner, R. C., McCleave, J. D. (1985): Oceanic migrations of Atlantic eels (*Anguilla* spp.): Adults and their offspring. *Contr. Mar. Sci.*, 27: 316-337.

- Knights, B., 2003. A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. *Sci. Total Environ.* 310, 237-244.
- Knights, B., White, E., Naismith, I. A. (1996): Stock assessment of European eel, *Anguilla anguilla* (L.). In: Vowx, I. G. (ed.), *Stock Assessment in Inland Fisheries*. Fishing News Books, Oxford, pp: 431-447.
- Lobon-Cerviá, J., 1999. The decline of eel *Anguilla anguilla* (L.) in a river catchment of northern Spain 1986-1997. Further evidence for a critical status of eel in Iberian waters. *Arch. fur Hydrobiol.* 144, 245—253.
- Medvegyné Skorka, A. (1983): Halnevek eredete. *Halászat*, 76: 177-178
- Molnár, K., Baska, F., Csaba, Gy., Glávits, R., Székely, Cs. (1993). Pathological and histopathological studies of the swim bladder of eels (*Anguilla anguilla*) infected by *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea). *Diseases of Aquatic Organisms* 15, 41-50.
- Molnár, K., Csaba, Gy. (1991). Paraziták okozták a balatoni angolnaelhullást. *Élet és Tudomány* 10, 1299-1301.
- Moriarty, C., Dekker, W. (1997): Management of the European Eel. *Fish. Bull.*, 15: 109.
- Müller, T. (2008): Eel progress: a Hungarian researcher reports on recent progress in the artificial induction of sexual maturation and propagation of European eels. *Hatch. Internat*, 9(6): 24-25.
- Müller, T. (2013). Az angolna mesterséges szaporítása = Artificial propagation of European eel. *Munkabeszámoló. OTKA*.
- Palstra, A., Székely, C., Van Ginneken, V., Van Den Thillart (2005). Swim fitness of European eel (*Anguilla anguilla*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 141 S165.
- Pedersen, M. I., Dieperink, C. (2000). Fishing mortality on silver eels *Anguilla anguilla* (L.) in Denmark. *Dana* 12, 77-82.
- Pintér, K. (1989). Magyarország halai, Akadémia kiadó, Budapest.
- Répássy, M. (1902). Az angolnáról. *Halászat* 3, 85-87 és 93-95.
- Robinet, T., Feunteun, E., 2002. Sublethal effects of exposure to chemical compounds: A cause for the decline in Atlantic eels? *Ecotoxicology* 11, 265-277.
- Rosengrave, P., Taylor, H., Montgomerie, R., Metcalf, V., McBride, K., Gemmell, N.J., 2009. Chemical composition of seminal and ovarian fluids of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their effects on sperm motility traits. *Comp. Biochem, Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.* 152, 123-129.
- Schmidt, J. (1923): Breeding places and migrations of the eel. *Nature*, 111: 51-54.
- Sprengel, G., Luchtenberg, H. (1991). Infection by endoparasites reduces maximum swimming speed of European smelt *Osmerus perlanus* and European eel, *Anguilla anguilla*. *Diseases of Aquatic Organisms*. 11, 31-35.

- Szegletes, T., Nemcsók, J. (1992): Ökológiai tényezők szerepe az angolnapusztulásban. Halászat 88. 149.
- Székhelyhid, I., Takács, I. (1992). Sikeres és sikertelen halhonosítási kísérletek Magyarországon című cikk. Erdészettörténeti Közlemények 6. 72.
- Tátrai, I., Paulovits, G., Szabó, I. (2002): Betelepített halfajok állománya a Balatonban. In: Mahunka, S., Banczerowski, J. (szerk.), A Balaton kutatásának 2001. évi eredményei. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, pp: 149-159.
- Tátrai, I., Paulovits, G., Józsa, V., Szabó, I. (2003): Betelepített halfajok állománya a Balatonban. In: Mahunka, S., Banczerowski, J. (szerk.), A Balaton kutatásának 2002. évi eredményei. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, pp: 140-148.
- Tesch, F. W. (1977): The eel biology and management of anguillid eels. John Wiley & Sons, New York.
- Tölgy, I. (1997). Az angolnádilemmáról. Halászat 90 (1), 6-9.
- Vásárhelyi, I. (1962). Egy és más az angolnáról. Halászat 55, 164.
- Virágh, Á. (1997): A Balaton múltja és jelene. Egri Nyomda Kft., Eger.
- Wirth, T., Bernatchez, L. (2003). Decline of North Atlantic eels: a fatal synergy? Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 270 (1516), 681-688.
- Kuwahara, A., Niimi, A., Itagaki, H. (1974). Survival and transmission of *Anguillicola crassus* (Nematoda) in seawater eels. Japanese Journal of Parasitology 23, 275.
1. ábra: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/19/Eel-life-circle1.svg/1024px-Eel-life-circle1.svg.png>