



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnöki MSc

**A vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*) előnevelése során használt
probiotikus takarmánykiegészítés hozamfokozó hatásának
vizsgálata recirkulációs rendszerben**

Belső konzulens: Dr. Kucska Balázs
Tudományos főmunkatárs

Készítette: Szabó Tamás
C0T7I1
Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Akvakultúra és
Környezetbiztonsági Intézet
Alkalmazott Halbiológia Tanszék

**Kaposvár
2022**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	4
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. A toktermelés jelentősége	5
2.1.1. A világ toktermelése	5
2.1.2. A világ kaviártermelése	7
2.1.3. A hazai toktermelés	9
2.2. A tokfélék természetvédelmi jelentősége	11
2.3. A tokalakúak bemutatása	12
2.3.1. A tokalakúak evolúciója	12
2.3.2. A tokalakúak rendszertana	12
2.3.3. A tokalakúak általános morfológiája	13
2.3.4. A tokalakúak általános élettana	13
2.3.5. A tokalakúak elterjedése világszerte és hazánkban	15
2.4. A vágótok bemutatása	16
2.5. A tokfélék táplálkozása és emésztése.....	18
2.6. A halak bélflórájának kialakulása édesvízben	19
2.7. A probiotikumok	20
2.8. Probiotikumok használata az akvakultúrában	22
2.9. Probiotikumok használata a toktenyésztésben	24
2.10. Gondolatok az antibiotikumok használatáról.....	25
2.10.1. Az antibiotikumok és használatukkal felmerülő kérdések	25
2.10.2. Az antibiotikumok szermaradványainak hatásai a környezetünkre	27
2.11. Célkitűzés.....	28
3. Saját vizsgálatok	29
3.1. Anyag és módszer.....	29
3.1.1. Vizsgálati előzmények	29
3.1.2. A vizsgálat körülményei és beállítása	31
3.1.3. Az elhullás és a növekedés nyomonkövetése	33
3.1.4. Takarmányozási metódus	34
3.1.5. Antibiotikum kezelés	36
3.1.6. Statisztikai analízis	36

3.2. Eredmények és értékelésük	38
3.2.1. Elhullási/ megmaradási arány	38
3.2.2. Növekedési mutatók	41
3.3. Következtetések és javaslatok	45
4. Összefoglalás	46
5. Irodalomjegyzék	47
Köszönetnyilvánítás	
Nyilatkozat	

1. Bevezetés

Napjaink állattenyésztésében a különböző takarmány-kiegészítő adalékanyagok egyre nagyobb jelentőséggel bírnak. Ennek oka, hogy alkalmazásukkal javul a takarmányértékesítés, fokozódik a természetes ellenálló képesség és ezáltal rentábilis hozamfokozás érhető el. Azonban az antibiotikumok és a hormonkészítmények hozamfokozóként való használata az Európai Unióban betiltásra került, mivel a környezeti terhelésen túl, szermaradványaik az élelmiszer láncba kerülve káros hatást fejtenek ki. Takarmányadalékként ma már csak a természetes anyagok kerülhetnek szóba. Ezek közé az adalékanyagok közé tartoznak a probiotikus készítmények is. A probiotikumok a nagyobb termelési volumennel bíró gazdasági haszonállataink takarmányozásában már szervesen jelen vannak. Az akvakultúrában először 1986-ban Kozasa alkalmazta a probiotikumokat. Azóta számos kutatással bizonyították, hogy ezeknek a készítményeknek az akvakultúrában is van létjogosultsága. A visszajelzések azt mutatják az ágazaton belül, hogy a probiotikus készítmények használata egyre növekvő népszerűségnek örvend, mint környezetbarát kezelési eljárás (GATESOUBE, 1999). A probiotikumok haltermelésben való terjedését mutatja, hogy a nagy haltakarmány gyártó cégek (Biomar, Aquabio, Skretting, stb.) starter és nevelő tápjainál ezek a természetes adalékanyagok már évek óta a receptúrába vannak illesztve. Hatékony és gazdaságos használatukkal kapcsolatban a kutatási szférában még továbbra is zajlanak a munkálatok. A vizsgálatokat főképp intenzív, zárt rendszerekben végzik, de az itt kapott eredmények hasznosak lehetnek a tógazdaságok számára is. Az eddigi tapasztalatok alapján a probiotikumok hozamfokozó hatásai a többi állatfajhoz hasonlóan, a halaknál is a takarmány-értékesülés és a megmaradási arány javulásában, a gyorsabb növekedésben, valamint az egészségesebb állomány formájában jelentkezhetnek a termelésben.

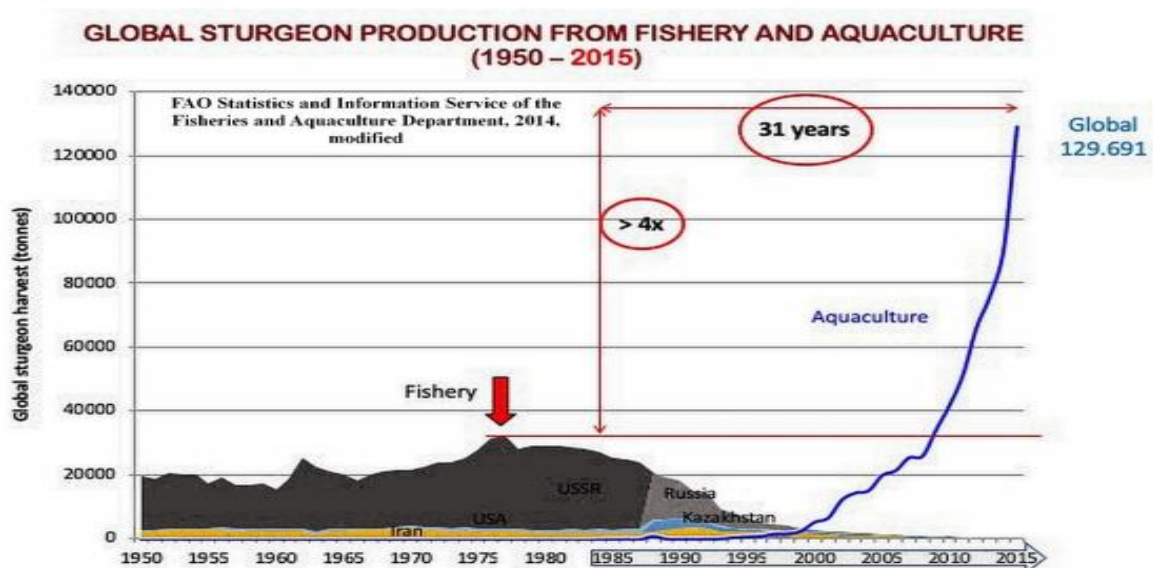
Diplomamunkám témájaként azért erre esett a választásom, mert szerettem volna megvizsgálni a probiotikumok hozamfokozó hatását termelési körülmények között. A munkám során azt vizsgáltam, hogy a vágótok lárva exogén táplálkozásának megindulásával egyidejűleg, takarmányhoz adagolt probiotikummal csökkenthető-e a nevelés kezdeti szakaszában jelentkező elhullás és javulhat-e a halak növekedési mutatója. A vágótokra gazdasági jelentőségén túl, azért esett a választásom, mert egy veszélyeztetett természetvédelmi státuszú, a Duna vízrendszerében is őshonos halfajról van szó, amelynek természetes populációi kellő figyelem hiányában könnyen eltűnhetnek.

2. Szakirodalmi áttekintés

2. 1. A toktermelés jelentősége

2. 1. 1. A világ toktermelése

A tokfélék globális tenyésztése az 1980-as években kezdődött. Az ezt megelőző időszakban a piacra került tokhalak szinte kivétel nélkül a természetes vízi halászatból származtak. A legális tokfogás az 1950-es években 20000 tonna volt és az 1980-as évek közepén 30000 tonnával tetőzött (FAO, 2018). A tokhalászat legintenzívebben a Kaszpi-tengeren és annak vízgyűjtő területén folyt, a part menti zónákban. Akkoriban a Szovjetunió és Irán volt a két legmeghatározóbb ország a tokpiacon. A toktermelésben a fordulópont a Szovjetunió szétesése utánra tehető. A természetes vízi tokfogás mennyisége dinamikusan csökkenni kezdett, ami azt eredményezte, hogy a tokhalászat szabályozására egyre szigorúbb kvótákat vezettek be (BRONZI ÉS MTSAI, 2019). Nem hivatalos források szerint, ezzel párhuzamosan az orvhalászat azonban nagyobb mértéket öltött a szovjet utódállamok elszegényedése miatt. A 2000-es évek elejére a természetes vízi fogások 2-3000 tonna között mozogtak, míg ez a mennyiség 2010-re 500-1000 tonnára csökkent (BRONZI ÉS ROSENTHAL, 2014). A természetes vízi fogások ilyen mértékű csökkenése a túlhalászáson túlmenően azzal magyarázható, hogy a szovjet utódállamok elkezdtek gazdaságilag megerősödni, tovább szigorították a halászati kvótákat, a toktermékek piaci megjelenésére szabályokat vezettek be és az akvakultúrás toktenyésztés már fellendülőben volt.



1. ábra: A globális toktermelés alakulása (BRONZI ÉS MTSAI, 2019, FELEDI által módosítva).

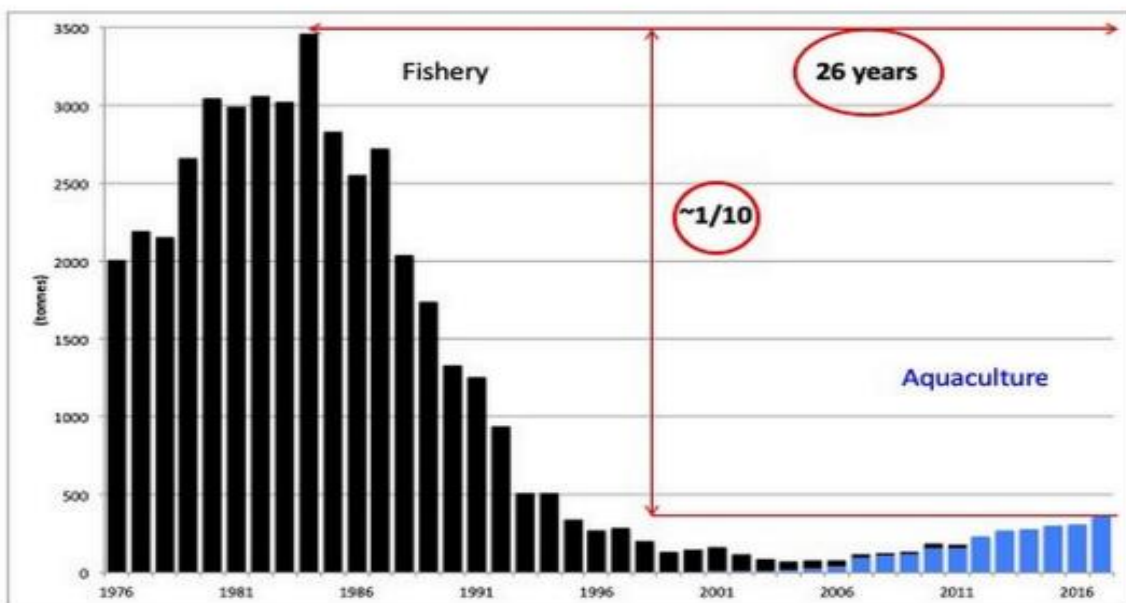
A toktenyésztés technológiai alapjait az 1950-es években kezdték el lefektetni, főleg a Szovjetunióban, az USA-ban, Olaszországban és Franciaországban, de a HAKI munkája révén Magyarország is részt vállalt a kutatásokban. Bár a tokfélék szaporítását tekintve korábbról is vannak eredmények. Az orosz Ovszjannikov 1869-ben először termékenyített mesterségesen kecsge ikrát. 1910-ben szintén orosz kutatók által indult meg a Volga mellett a tokfélék mesterséges szaporítása. 1914-ben Derzsavin nevéhez fűződik a tok ikra ragadósság megszüntetésének finom iszapos módszere. 1937-40-es években Gerbilszkij kidolgozta a tokok hipofizálásának gyakorlati módszerét (RIDEG, 2003). Az első toktermelésre specializálódott telepek az 1980-as évek elején létesültek, főként a Szovjetunióban. A toktermelés ezt követően 1990-ig évi 1000-2000 tonna között mozgott. Az 1990-es évek végétől a termelés fellendült. Ez annak volt betudható, hogy a természetes vízi halászatból származó fogás már koránt sem tudta kielégíteni a piac igényeit, így a keresletet az akvakultúras termelés kezdte lefedni. Továbbá az akvakultúras termékek piaci elfogadottsága is nőtt. Ekkor még viszonylag kevés számú termelő osztozott a piacon, így azok jelentős profitra tudtak szert tenni. Ezt az időszakot nevezik a „kaviár aranykorának”. A kaviár aranykora a 2000-es évek közepéig tartott, ekkor számos új vállalkozás kezdett toktermelésbe, így a termelés nőtt, viszont a piac tovább tagolódott (FELEDI, 2021). Mára a piacra kerülő tokhús és kaviár közel 100%-a akvakultúras eredetű. A 2000-es évek derekán kezdődött Kínában is a toktermelés fellendülése, mely folyamat annyira eredményesnek bizonyult, hogy 2017-ben a világ tokproduktumának 87%-át Kína fedte le. Ez azért figyelemre méltó, mert 2002-ig a kínai toktenyésztés gyakorlatilag nem is létezett. Ehhez a gyors fejlődéshez az ország vállalkozásokat támogató politikája és a földrajzi és geopolitikai adottságai járultak hozzá. (HORVÁTH, 2019). A 2010-es években a termelés tovább nőtt, annak ellenére is, hogy a 2008-2009-es gazdasági világválság és Kína termelési dominanciájának befolyásoló hatására számos vállalkozás csődbe ment. A világ toktermelése 2015-re elérte a 129691 tonnát (BRONZI ÉS MTSAI, 2018). Ez a mennyiség, több mint négyszerese a valaha halászat révén piacra került tokhal termékeknek. Az ezt követő két évben egy kisebb csökkenés figyelhető meg (FELEDI, 2021). Majd 2019-ben ismét közel 130000 tonna volt az éves termelés (HORVÁTH, 2019). A tokfélék földrészenkénti termelését vizsgálva Ázsia dominanciája szembe tűnő, köszönhetően a kínai termelésnek (FAO, Fishery and Aquaculture Statistics, 2018). „Habár a világ toktermelési tendenciái szinte teljesen követik a kínai piac alakulását, azonban mivel ők szinte kizárólag saját részre, belföldön értékesítenek, így a világ más részein létesült gazdaságok is fent tudtak maradni” (BRONZI ÉS MTSAI, 2018). A 2018-as FAO adatok szerint Kína (90000 tonna) után Örményország (4600 tonna) és Oroszország (3300 tonna) állnak a toktermelésben, míg Magyarország a 76 tonnájával

a 16. helyen áll. A tenyésztett fajok szerepe is követi a kínai piac tendenciáit. A 2008-as évekig a szibériai tokot (*Acipenser baerii*), a vágótokot, a kecségét (*Acipenser ruthenus*) és a sőregtokot (*Acipenser stellatus*) tenyésztették a legszélesebb körben. A kínai termelés erősödése annyiban változtatott ezen a trenden, hogy mivel Kínában az amuri tok (*Acipenser schrenckii*) és főleg annak fajhibridjei váltak népszerűvé, így a világon a legnagyobb tömegben tenyésztett tokok is ezek lettek (HORVÁTH, 2019). Azt azonban érdemes megjegyezni, hogy Kína termelési dominanciája főleg a tokhús termelésre érvényes és a kaviárpiacon nem rendelkezik akkora térhódítással, így a kaviártermelés fajprofilja eltérő lesz a fentiekben említettől.

2. 1. 2. A világ kaviártermelése

Mára szinte kivétel nélkül a világpiacra kerülő kaviártermékek, akár csak a tokhús-termékek, akvakultúrás forrásokból származnak. A globális kaviártermelés 2017-ben 365 tonna volt, ami egy lassú növekedést mutató tendencia eredménye. Ez a mennyiség azonban nem elég a piacon jelentkező kereslet kielégítésére. Az előrejelzések szerint a hiány katalizálni fogja a jövőbeni termelés fokozását. Jelen termelési volumen eltörpül az 1970-80-as években piacra került kaviár mennyiséghez képest, mikor még ez a luxuscikk a természetes vízi halászfogásokból származott. Az 1980-as évek derekán az éves kaviártermelés kb. 3500 tonnával tetőzött és tízszerese volt a mai termelésnek. A halászati kvóták bevezetése után, az 1990-es évek végére ez az érték már a 200 tonnát sem érte el. Ezek után a piacon jelentős kaviár hiány jelentkezett, mely utat nyitott az akvakultúrás termelésnek. A nagy kereslet és alacsony kínálat hatására a kaviárnak felszökött az ára, így azok a gazdaságok, amelyek az 1990-es évek végére és a 2000-es évek elejére már kaviárérett állománnyal bírtak, jelentős profitra tettek szert. A 2000-es évek közepétől a kaviártermelés fokozatosan nőtt, amely az értéken csökkenését hozta maga után, véget vetve ezzel a „kaviár aranykorának”. A 2010-es évek elején egy kis ugrás látható a termelésben, mely a kínai kaviár megjelenését jelzi a piacon. Ekkorra már a természetes vízi halászatból származó kaviár mennyisége nem érte el az 50 tonnát (BRONZI ÉS ROSENTHAL, 2018).

ESTIMATED LEGAL GLOBAL CAVIAR PRODUCTION FROM FISHERY AND AQUACULTURE (1976 – 2017)



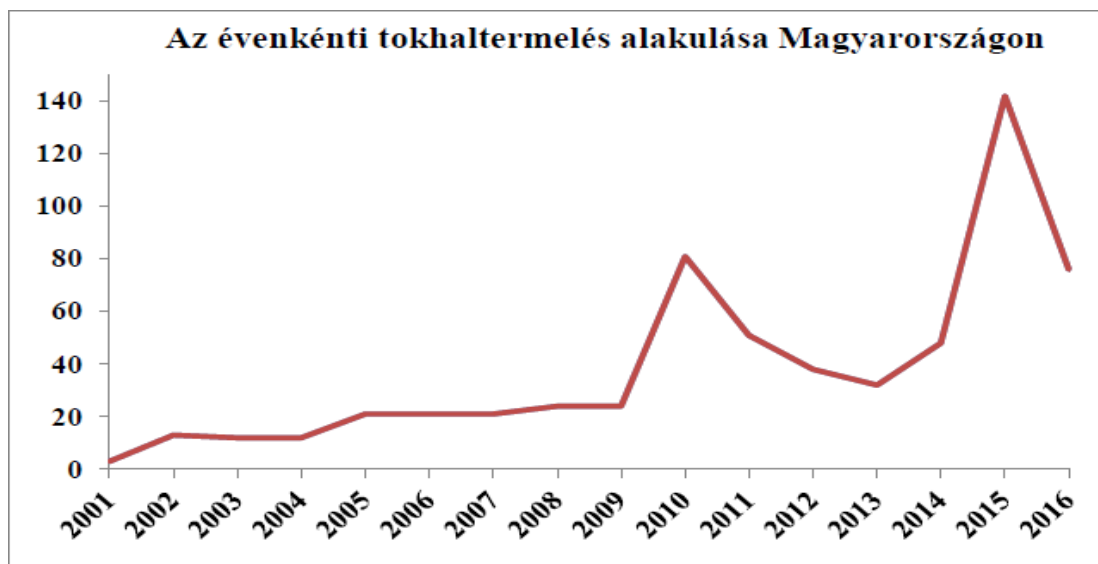
2. ábra: A globális kaviártermelés alakulása (BRONZI ÉS ROSENTHAL, 2018, FELEDI által módosítva).

Akár csak a toktermelésben, a kaviártermelésben is Kína áll az első helyen. A 2017-ben megtermelt közel 87,5 tonna kaviárjával a világtermelés 27%-t tette ki. Érdekesség, hogy ebből 80 tonnát, egy gazdaság, a Kaluga Queen termelt (HOLST, 2018 szóbeli közlés). A kínai toktermelés jellemzője, hogy a megtermelt halhús és kaviár jelentős részét belföldön értékesítik, így a világ más termelői is tudnak érvényesülni. Az össztermelés és a kaviártermelés aránytalanságát pedig a Kínában elterjedt „one fish, one dish”, azaz az adagos hal fogyasztásának szokása okozza. Ez azt jelenti, hogy amint a hal eléri a 0,75-1 kg-os tömeget, tehát még jóval az ivarérést megelőzően, feldolgozásra, majd piacra kerül. A kaviártermelésben a második helyet foglalja el Oroszország (13%) és a harmadikat Olaszország (12%). Utánuk Franciaország (10%) és Lengyelország (5%) jön a sorban, míg Magyarország mindössze a 24. helyen áll. (BRONZI ÉS MTSAI, 2019). Kína mellett a FÁK-országokban is tradíciója van a tokhús fogyasztásának, így azok még a kaviárérettség előtt piacra kerülnek. Általánosságban megjegyezhető, hogy még Európában kaviár célú toktermelés folyik, addig Ázsiában sok gazdaságnak a végterméke a tokhús (BRONZI ÉS ROSENTHAL, 2018). A kaviártermelés faji összetétele nem egyezik a toktermelés faji összetételével Kína kevésbé domináns szerepe miatt. A kaviártermelésben a szibériai tok a legelterjedtebb faj, 31%-kal. Második a vágótok 20,4%-kal (!), harmadik az amuri viza (*Huso dauricus*) és az amuri tok hibridje 13%-kal, majd a fehér tok (*Acipenser transmontanus*) (12%) - főleg olasz és amerikai telepeken-, végül a kecsege

5,2%-kal. A kaviártermék csomagolásán a gyártó köteles megjelölni, hogy a termék melyik faj ikrájából készült. A megjelölés történhet a faj vagy hibrid (hibrid esetén mindkét szülő) latin nevének hárombetűs kódjával vagy a faj közismert köznyelvi nevével. A kaviár jelölésére szolgáló fajok köznyelvi neve sok esetben megtévesztő. A vágótok és perzsa tok (*Acipenser persicus*) ikrájából készült kaviárt ossetra (osetra, oscietra) névvel szokták jelölni (HORVÁTH, 2019).

2. 1. 3. A hazai toktermelés

Magyarországon az akvakultúrák toktenyésztéséről az 1950-es évektől beszélhetünk. Ebben az időszakban kezdődtek a szarvasi Halászati Kutatóintézetben (HAKI) a kecsge mesterséges szaporítására és nevelésére irányuló kutatások. Az 1970-80-as években a százhalombattai Temperáltvízű Halszaporító Állami Gazdaságban (TEHAG) már üzemi szinten folyt a kecsgeének a mesterséges nevelése előnevelt korosztályig. Ebben az időszakban a természetes vizek megritkult kecsge állományának az erősítése volt a cél, ezért a kutatói és tenyésztői munka az ivadéknevelésre korlátozódott. A gazdasági célú termelésre fókuszáló kutatói munka az 1980-as évek elején indult meg. Ez a folyamat az intenzív rendszerekben rentábilisen termelő hibridek, fajok beszerzésével kezdődött. A vicsge (viza (*Huso huso*) x kecsge hibrid) adaptációja nagyüzemi körülmények között sikertelennek bizonyult. Ezzel szemben a szibériai tok honosítása sikeres volt, az 1980-as évek végére már ivarérett anyaállománnyal rendelkezünk. Az 1990-es években létesültek az első fogyasztói piacra termelő telepek, amelyek a szibériai tokon túl, már a kecsgét és a vágótokot is neveltek. A Komádiban található Forus Kft. a 2000-es évek második felétől rendelkezik ivarérett vágótok anyaállománnyal. A HAKI lapátorru tok (*Polyodon spathula*) anyajelölt állománya a 2000-es évek végére vált ivaréretté, így ennek a fajnak is megvalósulhatott az első magyarországi sikeres mesterséges szaporítása, majd ivadéknevelése. A viza első sikeres mesterséges szaporítása és előnevelése 2015-ben valósult meg (HORVÁTH, 2019).

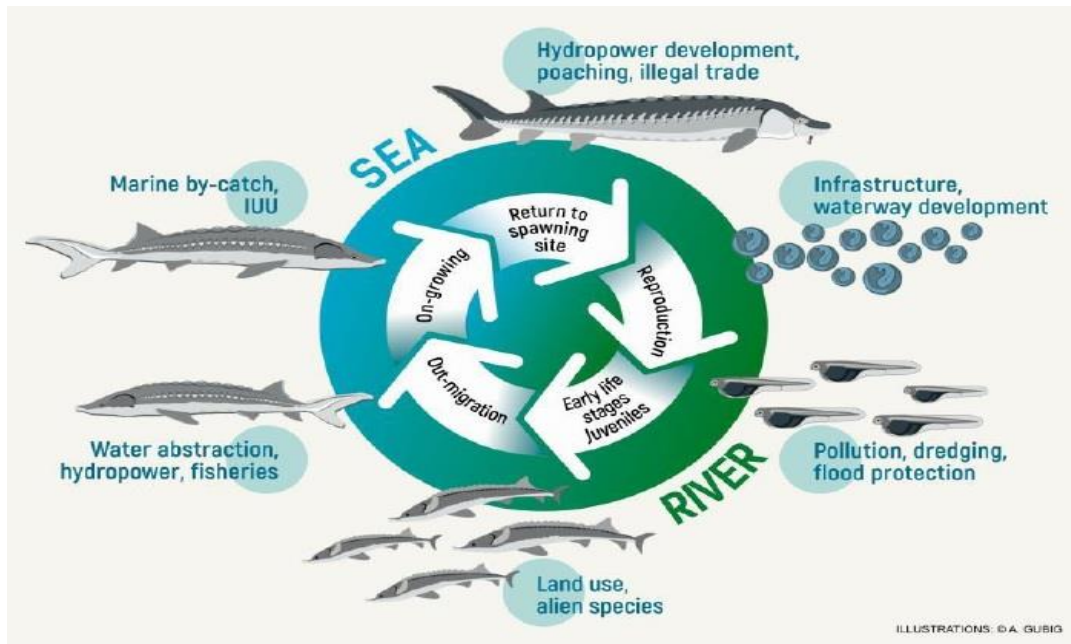


3. ábra: A magyar toktermelés alakulása (FELEDI, 2021).

A magyar toktermelés 2010-ig folyamatosan nőtt, ekkor az éves produktum 85 tonna körül realizálódott. Ezt követően jelentősen lecsökkent és évenként ingadozott a termelés, mely jelenség a gazdasági világválság hatásainak volt betudható. 2014-ben növekedni kezdett, majd 2015-ben 142 tonnára ugrott a tokproduktum, ami az eddigi maximumnak tekinthető (FELEDI, 2021). 2020-ban Magyarország bruttó tokhal termelése közel 111,5 tonna volt. Ez a mennyiség az intenzív rendszerekben előállított bruttó halmennyiség 2,1%-át, valamint a bruttó magyar haltermelés 0,4%-át jelentette (MA-HAL, 2021). Hazánkban a toktermelés szempontjából 6-7 jelentős gazdaság működik. A legnagyobb az amerikai tulajdonban lévő Forus Kft., amely 1998 óta folytat kaviár célú tokhal előállítását 2 telephelyen (Komádi, Vésztő). Itt a halállomány 98%-át a vágótok (*A. gueldenstaedtii*) adja. A 2020-as évek közepén a toktermelés több, mint felét a vágótok tette ki, ez az arány csökkent a húscélú toktermelés erősödésével, ami a szibériai tok arányát növelte (FELEDI ÉS GYALOG, 2016). A magyar kaviártermelés 2020-ban mindössze 65 kg volt (AKI, 2020). Ez azzal magyarázható, hogy a Forus Kft. - ami a világ kaviárproduktumának 1%-át adja- kaviárérett halai Németországban kerülnek feldolgozásra, így ez a kaviármennyiség német oldalon kerül kimutatásra.

2. 2. A tokfélék természetvédelmi jelentősége

A tokfélék a folyóvízi ökoszisztémák egyik legsebezhetőbb indikátor fajai. Életmódjukból és ökológiai sajátosságaikból eredően rendkívül érzékenyen reagálnak az antropogén hatásokra. Vadon élő populációikat egyre több veszély fenyegeti. A korai évek túlhalászata megtizedelte, a kaviár célú orvhalászat pedig még napjainkban is tizedeli a nagytestű fajok állományait. A gátrendszerek, vízlépcsők akadályozzák a folyók hosszirányú átjárhatóságát, így a szaporodási migráció gátolt. A vízszabályozások hatására az áramlási viszonyok megváltoztak, az ívóhelyek feliszapolódtak, az élőhelyek átalakultak. A vizek szennyezettsége további problémákat vet fel. A nehézfém-szennyezettségére a tokok rendkívül érzékenyek, hatásuk a reprodukciós mutatók romlásában mutatkozik meg. Az idegenhonos tokfajok megjelenése vagy betelepítése nehezíti az őshonos fajok génállományának megőrzését, mivel a tokfajok könnyen hibridizálódnak (HORVÁTH, 2020). Már a tokfélék több fajtát is a kipusztulás veszélye fenyegeti. A világon élő 27 tokfajból a Duna vízrendszerében jelenleg 5 faj fordul elő. Ezek a viza, vágótok, sőregtok, sima tok (*Acipenser nudiiventris*) és a kecsége. A Veszélyeztetett Fajok Vörös Könyve (IUCN, Red List of Threatened Species, 2014) a sima tokot kritikusan veszélyeztetettnak jelöli meg. A vizát, a sőregtokot és a vágótokot a veszélyeztetett fajok közé sorolja. Míg a kecsége sebezhető státuszú faj. 1998-tól a CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora) a vadvízi populációk rendkívüli fogyatkozása miatt néhány tokfélélet a fokozottan veszélyeztetett fajok közé, az összes többi a veszélyeztetett fajok közé sorolta. A Kárpát-medencében mára gyakorlatilag csak a kecsége található meg, melyet a Földművelésügyi Minisztérium 2015-től nem kifogható fajjá nyilvánított (SZALAY, 2017). A Berni Egyezmény keretein belül, a 2000-es évek közepén egy komplex nemzetközi akcióterv került kidolgozásra, melynek célja az volt, hogy megakadályozzák a dunai tokfélék teljes eltűnését. Ennek köszönhetően Európa szerte fokozatosan ráirányult a figyelem a védett dunai tokfajokra. 2013-ban a „Danube Sturgeon Task Force” nevű tokfélékkel foglalkozó szakember gárda életre hívta a Sturgeon 2020 programot. „Ez az akcióterv magába foglalja a legsürgősebb beavatkozási pontokat, amelyek a tokfélék védelmére irányulnak és szorosan illeszkednek az Európai Unió Duna Régió Stratégiájának célkitűzéseivel. Ennek is köszönhetően Magyarországon 2015-ben a Magyar Haltani Társaság „Az Év halának” választotta meg a kecsegét, ezzel is hozzájárulva a faj hazai népszerűsítéséhez (JÓZSA ÉS MTSAI, 2016; FELEDI, 2021).”



4. ábra: Az anadrom tokfajok életciklusának egyes szakaszaiban jelentkező veszélyek. (Pan-European Action Plan For Sturgeon, 2015)

2. 3. A tokalakúak bemutatása

2. 3. 1. A tokalakúak evolúciója

A tokalakúak kifejlődésének kezdetét a szakemberek egyelőre még csak találgatják. Egyesek szerint már a paleozoikum (542-251 millió évvel ezelőtt) közepén, a Devon derekán elkezdődhetett a rend első képviselőinek kifejlődése. Mások szerint a tokalakúak evolúciója csak a korai mezozoikumban, a Triászban indult útnak. A filogenetikai kapcsolatok azonban a két időpont között még nem egyértelműek. A fossziliák alapján bizonyos, hogy a mezozoikum végére, a késő Krétában (99,6-65,5 millió évvel ezelőtt) már az általános testfelépítésük nagyon hasonlított a recens tokfajokéhoz. Akkoriban fajgazdagságuk 20-50 fajra volt tehető. Elterjedésük a mai fajokhoz hasonlóan holartikus volt (BETANCUR-R ÉS MTSAI, 2017).

2. 3. 2. A tokalakúak rendszertana

A Földünkön jelenleg 27 tokfaj fordul elő. Rendszertani besorolásuk a következőképpen történik: Állatok országa (*Animalia*), Gerincesek törzse (*Vertebrata*), Állkapcsosok altörzse (*Gnathostomata*), Csontos vázúak ágazata (*Osteognathostomata*), Sugarasúszójú halak főosztálya (*Actinopterygii*), Valódi sugarasúszójúak osztálya (*Actinopteri*), Porcos ganoidok infraclasis/alosztálya (*Chondrostei*), Tokalakúak rendje (*Acipenseriformes*). A rend recens 2 családot foglal magába, a tokféléket (*Acipenseridae*) és a kanalastokféléket (*Polyodontidae*).

További 2 család, melyek már kipusztultak, a *Chondrosteidae* és az *Errollichthyidae*. A tokfélék családjába (*Acipenseridae*) 4 nemzetség (*Acipenser*, *Huso*, *Scaphirhynchus*, *Pseudoscaphirhynchus*), míg a kanalastokfélék családjába (*Polyodontidae*) 2 nemzetség (*Polyodon*, *Psephurus*) 1-1 faja tartozik (BEMIS ÉS KYNARD, 1997).

2. 3. 3. A tokalakúak általános morfológiája

A tokalakúak rendjébe tartozó fajok közös jellemzője a fejletlen belső váz. Koponyájukra és az egész vázrendszerükre jellemző a porcos vázalkotók túlsúlya. Csigolyáik kezdetlegesek, a gerinchúr az állat élete végéig megmarad és növekszik. Testük orsószerű, az orrsz (rostrum) erősen megnyúl. Az úszók jól fejlettek, erősek. A farokúszó heterocerkális típusú, melynek felső lebenye erősen megnyúlt. A rendbe tartozó fajok jól elkülöníthetőek a többi halfajtól. Az *Acipenseridae* család tagjainak legfőbb jellemzője a testen 5 sorban elhelyezkedő rombusz alakú csontlemezek, azaz csontvérték. Farokúszójuk tövében ganoid pikkelyek figyelhetők meg. Vastag bőrükön elszórtan csontszemcsék, bőrcsontok is elhelyezkedhetnek. A fejen a száj a legtöbb fajnál ventrális helyzetű. A juvenilis egyedek szájában még apró fogak is megtalálhatóak, azonban ezek a későbbiek folyamán kihullanak. Szájuk előtt 4 bajuszsál található, melyek elhelyezkedése fontos faji bélyeg (PINTÉR, 2015). A *Polyodontidae* család recens fajainak bőre jellemzően csupasz, esetleg apró csontszemcsék fedhetik. Széles szájukban juvenilis korban sok apró fog található, melyek a kifejlett példányok állkapcsán is felismerhetőek. Az orruk (rostrum) az *Acipenseridae* család képviselőinél jóval hosszabb, elérheti a teljes testhossz 1/3-át. Két bajuszsáluk van (FELEDI, 2021).

2. 3. 4. A tokalakúak általános élettana

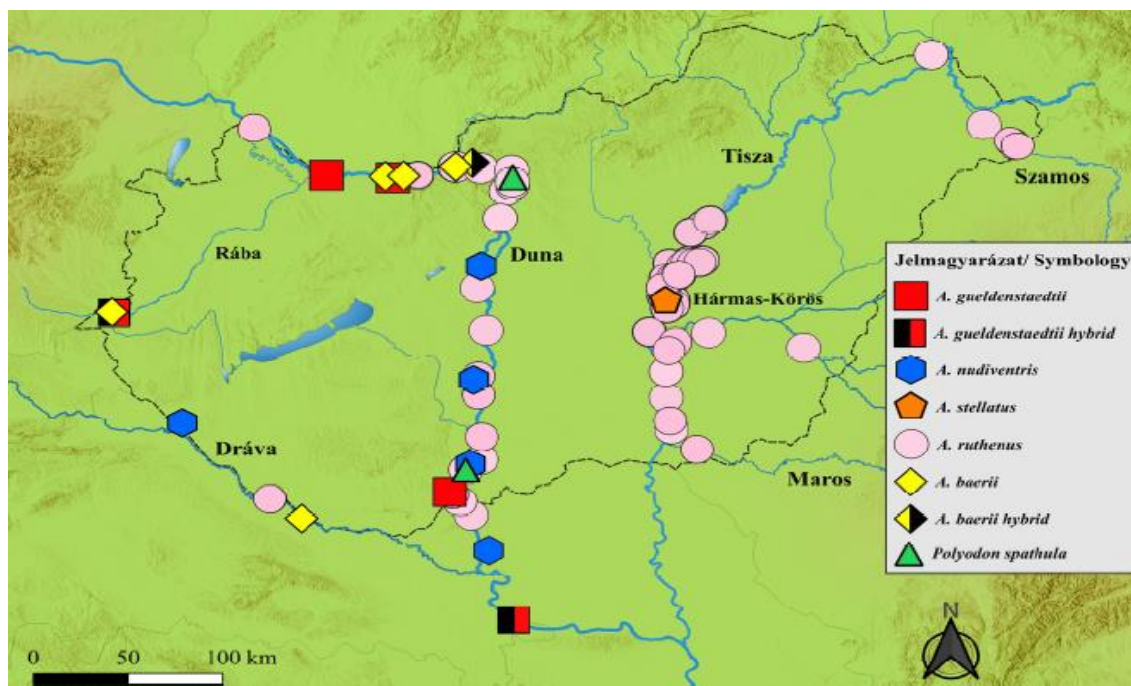
A tokalakúak rendjébe tartozó fajokra jellemző a hosszú élettartam. Míg a kecsége maximális életkora 25 évre tehető, addig a viza és a fehér tok több, mint 100 évet is élhetnek. A hosszú élettartam mellé lassú növekedés társul. A rend legkisebbre növő faja a kecsége, a 10 kg-ot elérő példányai már ritkaságszámba mennek. A rendbe tartozó fajokról általánosan elmondható, hogy maximális tömegük meghaladja a 100 kg-ot. A viza tömege, matuzsálemi életkor mellett, elérheti az 1500 kg-ot, ami a világ legnagyobbra növő édesvízi halfajává emeli. Természetes körülmények között a tokalakúak ivarérettségüket későn, átlagosan 10-14 év alatt érik el. A ivarérettséget legkorábban a kecsége (4-8 év), legkésőbb a viza (14-20 év), a fehér tok (15-20 év) és a szibériai tok (24-28 év) éri el. A tejesek jellemzően néhány évvel hamarabb érik el az ivarérettséget az ikrásoknál. A mesterséges, temperált körülmények között nevelt egyedek ivarérése, a hőmérséklet függvényében, néhány évvel korábbra tehető a természetes

populációkéhoz képest. A legtöbb faj ivari ciklusa több éves. Az ikrások általában 3-4, a tejesek 2-3 évenként ívnak. A kisebb testmérettel rendelkező fajok (pl. a kecsége) ez alól kivételt képeznek (HORVÁTH, 2020). A rendbe tartozó fajok nagy része diadrom, azon belül anadrom (vagy semianadrom) életmódot folytat (PINTÉR, 2015; FELEDI, 2021). Ez azt jelenti, hogy ezek az állatok életük jelentős részét a tengerekben, brack vagy sósvízben töltik. Édesvízbe, a tengerekbe torkoló folyókba történő migrációjuk pedig csak szaporodási céllal, az ívás idején történik. Az anadrom fajok közül a simatok és a vágótok esetén kialakultak a teljesen édesvízi életmódhoz adaptálódott populációk, bár ennek a formának a jelenléte igen ritka. A rendbe tartozó fajok kisebb hányada potamodromus életmódot folytat. Ez azt jelenti, hogy az állat az egész életét édesvízben tölti és a populációk csak ott vándorolnak ívás idején. Ilyen fajok a kecsége, a szibériai tok és a lapátorrú tok (FELEDI, 2021). Az anadrom fajoknál az ívóhelyre való vándorlás tavasszal vagy ősszel zajlik. Az ívás fajtól függően 9-21°C között történik a folyók gyors folyású, mély, köves, kavicsos szakaszain. Ezek a körülmények mind fontosak, hiszen az embriófejlődéshez oxigéndús, kiülepedés-mentes környezetre van szükség (CHEBANOV ÉS GALICH, 2013). Az ikraszemek felülete a termékenyülést követően ragadóssá válik, ami lehetővé teszi, hogy megtapadhasson a köveken. Az embriogenezis a termékenyüléstől a lárva keléséig számítva, fajtól és víz hőmérséklettől függően 5-10 nap. Kelés után a lárvák gyertyázó mozgást folytatnak (pozitív phototaxis). Ennek a mozgásformának köszönhetően a lárvát a víz áramlása napról napra közelebb sodorja a tengerhez. A lárva ebben az időszakban szikzacskójában lévő tápanyagait hasznosítja a fejlődéséhez, ekkor endogén táplálkozás történik. Az exogén táplálkozás fajtól és hőmérséklettől függően az 5-15 napon kezdődik, ennek időpontját mutatja a tápcsatorna utolsó szakaszában lévő bélszurok távozása. A lárvát a külső táplálkozás megkezdésével már zsenge ivadéknak nevezzük. Ekkora viselkedése már megváltozott, aktív úszásra képes és keresi táplálékát. A zsenge ivadék elsődleges táplálékai a zooplanktonok közül vagy a zoobentosz faunájából kerülnek ki. Később táplálékbázisa lényegesen bővül. „A halak eurihalinitása hamar kialakul, már néhány napon korban kifejlődnek az ioncserét lebonyolító szervek még azoknál a fajoknál is, melyek egész életüket édesvízben töltik (RÓNYAI ÉS MTSAI, 2010).” A tokok érzékszervei közül a legfontosabb a szagló receptorok és az ízérzékelő receptorok, melyek a rosztrumon és az ajkakon találhatóak meg e legnagyobb mennyiségben. Ezek a receptorok nyújtják a legnagyobb segítséget a táplálék felkutatásában. Látásuk nem fejlett, bár a szem sejtjeiből arra következtetnek, hogy képesek a színlátásra. A táplálékszerzésben az apró méretű szem szerepe elhanyagolható. Belső fülük érzékeny a 100-500 Hz frekvenciatartományú hangokra. A

szaporodási időszakban képesek felismerni a fajtársuk által kiadott hangokat (HORVÁTH, 2020).

2. 3. 5 A tokalakúak elterjedése világszerte és hazánkban

A tokalakúak rendjébe tartozó fajok a Föld északi féltekén terjedtek el. A legtöbb faj a Ponto-Caspi régióban honos, de néhány fajuk elterjedt Észak-Amerika, Kelet-Ázsia és Szibéria területein is (PINTÉR, 2015; FELEDI, 2021). Magyarországon a tokfélék családjából jelenleg 5 fajt tekintünk őshonosnak, ezek a kecsege, a viza, a vágótok, a simatok és a sőregtok. Egykoron az ország összes nagy vízfolyásában (Duna, Tisza, Körösök, Maros, Vág, Dráva vízrendszere) jelen voltak, azonban az antropogén hatásoknak köszönhetően az anadrom fajok a kihalás szélére sodródtak a Kárpát-medencében. Az antropogén hatások között szerepel a túlhalászat, melynek jelei a csökkenő fogások tükrében, már a 16. század kezdetétől megjelentek. További káros hatást fejtettek ki a folyamszabályozások által létrehozott biotóp degradációk, mint például a vízszennyezés, az áramlási viszonyok változása és az ívóhelyek eliszapolódása. Valamit itt kiemelve a Duna alsó szakaszán létesített Vaskapu I. (1970) és Vaskapu II. (1984) vízerőműveket, melyek szaporodási barrierként állnak az ívóhelyre vándorolni akaró nagytestű anadrom tokfajok útjába (HORVÁTH, 2019). Napjainkra a természetes vizeinkben őshonos tokfajaink közül egyedül a kecsege él kimutatható mennyiségben. Egykor a közönséges tok (*Acipenser sturio*) is őshonos volt a Duna medencéjében, mára azonban már csak a Fekete-tengerben lelhetők fel kis mennyiségben sérülékeny populációi. A Duna középső szakaszáról a viza és a sőregtok szinte teljesen eltűnt, amire az észlelések hiányából következtethetünk. A simatoknak és a vágótoknak ritkán ugyan, de kerülnek elő példányai horgász-és halászsákmányként, ami arra enged következtetni, hogy feltételezhetően a két fajnak egy nem vándorló, édesvízi állománya élhet a Dunában, bár ez még nem kijelenthető (osztrák vágótok telepítések). Ezzel párhuzamosan egyre gyakrabban jelennek meg természetes vizeinkben idegenhonos fajok és azok hibridjei (NYESTE, 2020).



5. ábra: A tokfélék recens előfordulási adatai a Kárpát-medencéből (NYESTE, 2020).

2. 4. A vágótok bemutatása

A vágótok teste megnyúlt, hengeres. Testmagassága közvetlenül a fej mögött a legnagyobb. Háta fekete, oldalai szürkék, hasa piszkosfehér. Rosztruma a legtöbb tokféléhez képest rövidebb, tompán lekerekített. Szája alsó állású, a fej ventrális oldalán helyezkedik el. Szájnyílása közepes méretű. Az alsó ajka közepén megszakad, felső ajkát egy befűződés osztja ketté. 4 bajuszszála rövid és sima, nem rojtozott. A bajuszszálak az orrcsúcshoz közelebb erednek, mint a szájhoz. A bajuszszálakat hátra simítva meg sem közelítik a felső ajkat. A tokfélék fajmeghatározásában a száj és bajusz jellegzetességei, illetve egymáshoz viszonyított helyzete fontos anatómiai határozó bélyegek. Vértjei nagyok, a juvenilis egyedeknél élesek, hegyesek. A vérték az adult állatoknál tompábbak vagy részben bőrbe süllyedtek, de mindenképp jól kivehető. A háton végigfutó vértör 10 - 18 vértből áll, míg a has két oldalán végigfutó vértörök 6 -12 csontlemezből állnak. Az állat 2 oldalán található vértörök 27-37 vértből állnak. A vértörök között előfordulhatnak apró, fogas csontlemezek. Hátúszója a faroknyélen található, sugarainak száma 33-51. Farok alatti úszója a hátúszó alatt van, sugarainak száma 21-33. A vágótokok hossza meghaladhatja a 2 métert is, tömegük 110 kg körül maximalizálható (HARKA ÉS SALLAI, 2004; PINTÉR, 2015; HORVÁTH, 2020).

A vágótok a Feket-, a Kaszpi- és az Azovi-tengerekben, valamint az oda ömlő folyók, folyamok vízrendszerében fordul elő. A Fekete- és Azovi –tengerben, valamint ezek vízgyűjtő területén

az *A. g. colchicus* alfaj él. A Kaszpi-tenger északi részén, így a Volga vízrendszerében is az *A. g. gueldenstaedti* alfaj honos. A Kaszpi-tenger déli részén az *A. g. persicus* alfaj él, amit újabban önálló fajként tartanak számon. Az *A. g. colchicus* alfaj a Dunában Pozsonyig ismeretes (PINTÉR, 2015). Hazánkban egykor a Duna és a Dráva teljes szakaszán fellelhető volt, de felúszott a Tiszába és a Hármas- Körösbe egyaránt (HARKA ÉS SALLAI, 2004). Ívási időszakban anadrom állománya a Fekete-tengerből, a Duna középső szakaszáig a vízerőművek (Vaskapu I. és II.) miatt már nem tud feljutni. A 2000-es évekig rendszeresen előfordultak a szigetközi halászfogásokban, de fennáll a gyanú, hogy ezek a halak osztrák telepítésekből származhattak. Napjainkban ritkán ugyan, de néhány egyed észleléséről történnek feljegyzések, így feltételezhető, hogy a Duna középső szakaszán, a Vaskapuk felett, kialakult egy teljesen édesvízhez adaptálódott, csekély egyedszámú, populáció, de ez az egykori osztrák telepítések miatt ez nem kijelenthető. A természetes vizeinkből kis számban előkerülő vágótok hibrid (pl. vágótok x kecsege) egyedek arra utalnak, hogy fajtársuk jelenlétének hiányában, az ívás más tokfajokkal is megtörténik (NYESTE, 2020).



1. kép: Vágótok ivadék (HARKA ÉS SALLAI, 2004).

2. 5. A tokfélék táplálkozása és emésztése

A tokalakúak táplálkozásánál a tokfélék és a kanalas tokfélék táplálkozásáról külön kell szót ejteni, mivel a két család fajainak táplálkozási stratégiája jelentősen eltér. A kanalas tokfélék családjába tartozó fajok táplálkozása szűrő-táplálkozásnak tekinthető és természetes körülmények között kizárólag planktonikus élőlényeket fogyasztanak. A planktonfelhők megtalálásában a testhosszuknak akár 1/3-át is kitevő orruk segítik, melyen nagy számban helyezkednek el érző idegsejtek. Táplálkozás közben hatalmasra tátható, végállású szájukat nyitva tartva úsznak bele a planktonfelhőbe. A táplálék vízből való kiszűrését a kopolyúíveken található sűrű fogazás végzi. A tokfélék családjának tagjai- beleértve a vágótokot is- alsó állású, teleszkópszerűen kinyújtható, közepes méretű szájnyílással rendelkeznek. Az ajkaik porcosak, kemények. A szájállásból adódóan döntően bentikus táplálkozásúnak tekinthetők. Táplálékukat az aljzaton keresik, amit egyszerűen beszippantanak. A tokfélék szeme kicsi, látásuk gyenge, így ez az érzékszervük nem segítheti őket a sötét mederfenéken történő táplálék felkutatásában. Ezzel ellentétben a fejen, de kifejezetten az orron, az ajkakon, a bajuszsálakon és a szájüregben nagy tömegben található kemo- és mechanoreceptorok, amelyek a látás okozta hiányosságot ellensúlyozzák. A szagló-, ízérzékelő- és tapintásérzékelő receptorok segítik döntően a tokféléket a táplálékkeresésben. A szibériai tokra és a nagy fehér tokra jellemző még a fejen lévő Lorenzini- féle ampullában található, oldalvonal-szerű elektroreceptor rendszer, amely a táplálék által gerjesztett, az elektromos térben előidézett változásokat érzékeli. A táplálék beszippantásával a mederfenékről más részecskék, törmelékek, kavicsok is a szájüregbe jutnak, amiket az állat a kopolyújával szűr ki. A tokfélék a puha kültakaróval rendelkező táplálékszervezeteket részesítik előnyben. Főként a bentoszban élő bolha- és egyéb rákokat, rovarlárvákat, férgeket, csigákat és kagylókat fogyasztják, de nem vetik meg az elhullott állatok tetemeit sem. A nagyobb példányok fogyaszthatnak békákat és halakat (botos különbe, gébfajok) is. Azonban a szájalakulás jellegéből adódóan és a ránőtt fogak hiánya miatt a táplálék megragadásáról nem beszélhetünk, kifejezett korban is csak néhány tokfaj tekinthető valóban ragadozónak. A tokfélék előbelében nem található a táplálék aprítására szolgáló garatfogak. Ezt a funkciót a vékonybél előtt található pilorusz függelék látja el, amely a madarak zúzógyomrához hasonlít. A pilorusz függelék falának izomzata vastag, intenzív őrle mozgásra képes. Segítségével a táplálék felaprózódik, így nagyobb felületen lesz feltárható, ami javítja az emészthetőséget. Jelentősége hatványozódik, mikor a táplálék kemény kültakaróval rendelkezik. A feltört és felaprított táplálék a pilorusz függelék, a hasnyálmirigy és a vékonybél által termelt enzimek számára hozzáférhetővé vált. A tokfélékben a hasnyálmirigy a legtöbb halfajtól eltérően egy önálló szerv. Az enzimatikus emésztés után a

táplálék táplálóanyagai a vékonybél epithel rétegén keresztül szívódik fel. A tokfélék tápcsatornája rövid, a teljes testhossz 87%-át teszi ki. Ennek ellenére a táplálékot jól hasznosítják, ami a pilorusz függelék aprító munkájának köszönhető. A tápcsatorna rövidegéből adódik, hogy a táplálék befogadó képessége kicsi, ezért a hal sokszor keveset eszik a nap folyamán. A táplálékfelvétel szempontjából a hal a fényváltások időszakában és az esti - éjjeli órákban a legaktívabb (HORVÁTH, 2019). A fentiekben részletezett táplálék spektrumot a vágótok ivadécai 10-20 g-os mérettől kezdődően tudják csak fogyasztani. Az exogén táplálkozást megkezdő, már aktív úszásra képes, 9-10 napos, zsenge vágótok ivadéknak ez a táplálékbázis még nem illeszkedik a szájméretéhez. A zsenge ivadék elsődleges táplálékai a felsőbb vízrétegekben tanyázó zooplanktonok (*Rotatoria*, *Moina*, *Cyclops*, *Daphnia*, *Diaptomus*) közül vagy a zoobentosz faunájából kerülnek ki (RÓNYAI ÉS MTSAI, 2010).

2. 6. A halak bélflórájának kialakulása édesvízben

A halak táplálkozásuk során különféle mikroorganizmusokkal kerülnek kapcsolatba, ez az interakció sokrétű lehet. A szervezet normális funkcióinak elvégzésében és az egészség fenntartásában a fiziológiás mikroflóra jelentős szerepet tölt be. Antibakteriális anyagot termelnek, ezáltal megelőzik a kórokozók szervezetkárosítását. Továbbá részt vesznek a tápanyagok lebontásában és a gazdaszervezetet számára bakteriális fehérjét, aminosavakat és enzimeket biztosítanak. A mikrobák a tápcsatorna egész hosszában található tápanyagokat maguknak, így megtelepedhetnek (BÁRDOS ÉS MTSAI, 2007). Tápanyagot jelenthetnek az állat által elfogyasztott táplálékon túl a leváló hámsejtek és a különféle szekréciók (fehérje, sók)(BAINTNER, 2008). Egy faj normál bélflórájának az összetételét nehéz meghatározni, mivel az a környezettől és annak hatásaitól (bentosz mikrobái, élőhely mikrobái, szubsztrát, hőmérséklet, pH, stb.) függően szélsőségesen változhat. A vízi mikroflóra jóval nagyobb diverzitást mutat az állat tápcsatornájának mikroflórájához képest. Továbbá nagyban meg is határozza annak kialakulását és összetételét (STROM ÉS OLAFSEN, 1990). Vannak mikrobák, amelyek alkalmazkodnak a tápcsőben lévő körülményekhez, míg más mikrobákat az emésztőenzimek bontanak le. A táplálék emésztése során létrejött *chymus* (béltartalom) befolyásolja az emésztőtraktus bélflórájának összetételét és mennyiségét (GANGULY ÉS PRASAD, 2012). A halak emésztő rendszerében élő mikroflórát feloszthatjuk normális, honos, autochton mikrobákra és idegenként a szervezetbe került allochton mikrobákra (SYVOKIENI, 1989; RINGO ÉS BIRKBECK, 1999). Míg a melegvérű állatok tápcsatornájában az obligált anaerob mikrobák dominálnak, addig a vízi élőlényekében az aerob és a fakultatív anaerob mikrobák bírnak nagyobb szereppel, de egyes halaknál obligált anaerobokat is találhatunk

(FINEGOLD ÉS MTSAI, 1983). A halak emésztőrendszerének szerkezete fajonkénti eltérést mutat. A különbségek az embrionális fejlődés szakaszaiban is jelen vannak. Így a bél bakteriális közösségeinek kialakulásában jelentős befolyásoló szereppel bír az emésztőtraktus szerkezete (LESEL ÉS MTSAI, 1986). A lárva és a zsenge ivadék bélrendszerének a normál mikroflórájának a kialakulása egy sokrétű folyamat, ami függ az ívás körülményeitől (ikra lerakás, üledék) és a vízben található tápláléktól és mikroflórától (SCOTT, 1997; MEISNER ÉS BURNS, 1997). A tanulmányok azt mutatták ki, hogy a ponty tápcsatornájának a mikroflórája lárva állapottól kifejtett korig fokozatosan alakul ki (ARBAEIAUSKIENE, 2000). Az *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Clostridium* és *Bacteroides* nemzetségek dominálnak a halak emésztőtraktusában. A *Bacteroides* nemzetség tagja a kelés utáni 44. napon jelennek meg a szervezetben és csak felnőtt korban válnak dominánssá (CAHILL, 1990). A kutatások eredményei kimutatták, hogy az édesvízi halak emésztőcsövének a baktériumtársulásában az *Aeromonas*, a *Pseudomonas* és a *Flavobacterium-Cytophaga* nemzetségek tagjai érvényesülnek a legjobban (RINGO ÉS BIRKBECK, 1999; ARBAEIAUSKIENE, 2000; VOVERIENE ÉS MTSAI, 2002). Továbbá számos tanulmányban írtak halból történő *Bacillus* törzsek izolálásáról. A kutatók megállapították, hogy a bélbaktérium társulások összetételét a takarmányozás intenzitása, valamint a takarmányadag mennyisége és minősége és a gazdálkodás körülményei is befolyásolja (RINGO ÉS OLSEN, 1999; PUCCI ÉS MTSAI, 2004; VOVERIENE ÉS MTSAI, 2002). A természetes vizekben élő halaknál a bélben az *Aeromonas* és *Lactobacillus* nemzetségek társulásai érvényesülnek, míg a gazdaságban felnőtt és mesterséges takarmányon gyarapodott halak esetében az *Enterobacteriaceae* baktérium család akár 50%-os részarányban is jelen lehet. A bakteriális enzimek nagymértékben beavatkoznak a gazdaállat metabolizmusába (CAHILL, 1990). A legtöbb hal nem képes a cellulózt bontó enzim, a celluláz szekréciójára, azonban a mozambiki tilápia, az amur és a ponty bélflórájának izolációjakor cellulózt és amilózt bontó baktériumok aktivitását is kimutatták (SAHA ÉS MTSAI, 2006). A halak emésztőrendszerében történő mikrobiális enzimtermelésre a probiotikumok használata jótékonyhatással tud lenni, különösen, ha lárva állapotban illesztjük bele az étrendbe (GILDBERG ÉS MTSAI, 1997; GANGULY ÉS MTSAI, 2010).

2. 7. A probiotikumok

A probiotikum kifejezés, a görög „pro” és „bios” szavakból ered, amelyek jelentése „életre szóló”. Az Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezet/Egészségügyi Világszervezet (Food and Agricultural Organization/World Health Organization) által jelenleg elfogadott meghatározás szerint, a probiotikumok élő mikroorganizmusok, amelyek megfelelő

mennyiségben beadva egészségügyi előnyökkel jár a gazdaszervezet számára (FAO, 2001). Más megfogalmazás szerint, a probiotikumok olyan takarmánykiegészítő, bélflóra-stabilizáló adalékanyagok, amelyek a szervezet számára hasznos, élő mikroorganizmusokat vagy azok spóráit tartalmazzák (SCHMIDT, 2015). Terápiás alkalmazásuk már az 1900-as években elkezdődött, komolyabb figyelmet azonban csak az elmúlt 10-20 évben kezdtek kapni. Ezek a készítmények az emésztőtraktus mikroflóráját az eubiosis állapotában segítenek fenntartani. Alkalmazásuk a bélflóra alkotói közötti kompetíció elvén működik. A bélhámsejtek felületén csak meghatározott mennyiségű kötőhely van, ahol a baktériumok meg tudnak tapadni, ezért minél több a szervezet számára hasznos mikroba az emésztőtraktusban, annál kevesebb esélyük van a patogéneknek a kötőhelyeken való megtapadásra és telepképzésre, ezáltal szervezetkárosító hatásukat sem tudják kifejteni. A probiotikumok három csoportba sorolhatók. Az első csoportot a spóráképző baktériumok (pl. *Bacillus* fajok) alkotják, amelyek csak a tápcsatornába vegetatív stádiumba kerülnek. Ezek olyan gyors szaporodású mikrobák, amelyek egyes tagja képesek egyes kórokozókra (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridia*) nézve toxikus hatású bakteriosztatikumokat szintetizálni. Az életben tartás a spóra állapot miatt ezeknél a mikrobáknál a legegyszerűbb. A második csoportba az élő, javarészt tejsavtermelő baktériumok (*Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Leuconostok*) tartoznak. Ez a csoport probiotikus hatását úgy feje ki, hogy az általuk termelt tejsav a chymus pH-ját lecsökkenti, ezáltal kedvezőtlen közeget alakítanak ki más baktériumok számára, így a patogének számára is. A csoport alkotói az aktív telepkepző mikrobák közé tartoznak, továbbá serkentik a bélhámsejtek osztódását és aktiválják az emésztőtraktus immunrendszerét. A probiotikumok harmadik csoportját az élesztők (*Saccharomyces* fajok) alkotják. Hatásuk a kompetíción túl, hogy az eubiotikus flórának is kedvező környezetet teremtenek (SCHMIDT, 2015). Továbbá kimutatták, hogy a probiotikumok antimikrobiális, gyulladáscsökkentő és növekedési faktorokat, valamint az emésztést segítő enzimeket is termelnek. A patogénekkal szemben a gazdaállatot aktív mikrobiális védelemben is részesíti (SZIGETI, 1991). A baromfi, sertés, juh és patkány fajokon végzett vizsgálatok már bebizonyították ezeknek a készítményeknek a termelést javító hatásait, egyes mutatókra nézve (takarmányértékesítés, vágósúly, hízlalási napok száma). Továbbá csökkentették a *Salmonella* és *E. coli* fertőzöttséget, így redukálódott a gyógyszerköltség és az elhullásból adódó veszteség (WILLING, 2009). A probiotikumok alkalmazásának a legelterjedtebb és legegyszerűbb módja az etetéssel történő szervezetbe juttatás. A probiotikus készítményeket alkalmazva, azokat folyamatosan kell etetni a takarmányadaghoz keverve, mivel tartósan nem tudnak megtelepedni a tápcsatornában, a kezelés befejezésével a szervezetből fokozatosan kiürülnek. Hatásuk

elsősorban a gyengébb termelési körülmények között tapasztalható látványosan. Megfelelő környezetben tartott állatoknál hatásuk gyenge vagy kétséges (BAINTNER, 2008).

2. 8. Probiotikumok használata az akvakultúrában

Az elmúlt évtizedekben - humán és állatgyógyászati vonalon egyaránt - számos kutatás foglalkozott azzal, hogy a bélrendszer mikrobiális összetétele hogyan befolyásolja az egyed növekedését, az emésztését, az immunitását, valamint a gazdaszervezet betegségekkel szembeni rezisztenciáját (BURR, 2007). Jótékony étrendi hatású kultúrákkal végeztek diéta kiegészítést és az elért bélmikroflóra manipulációt nemcsak a táplálkozás szempontjából vizsgálták, hanem, mint alternatív terápiás módot is. Ezt annak érdekében tették, hogy, mint alternatíva, elkerüljék az antibiotikumok és gyógyszerek használatából fakadó káros hatásokat. Ezeket a mikroorganizmusokat, kultúrákat, amelyek kolonizációval fejtik ki jótékony hatásukat a bélrendszerben, probiotikumoknak hívjuk (CROSS, 2002). Más megfogalmazás szerint, a probiotikumok, azok a mikroorganizmusok és/ vagy anyagok, amelyek hozzájárulnak a bélrendszer mikrobiális egyensúlyához (PARKER, 1974). A probiotikumok új érárt nyitottak az egészségügyi menedzsment stratégiájában és mára használatuk az embertől a halig és kagylóig elterjedtté vált (O'SULLIVAN, 2001). Az akvakultúra számos változáson ment keresztül, hogy eleget tudjon tenni a növekvő kereslet kielégítésének, míg mára az egyik legdinamikusabban fejlődő agrárszektor lett. A termelést, mint bármely szektorban, az intenzifikáció maximalizálja. Közkereskedelembé kerültek teljes értékű haltakarmányok, növekedésserkentők, antibiotikumok és számos egyéb adalékanyagok. Ezek alkalmazása minden kétséget kizáróan magas termeléshez vezetnek, de aggasztó tényező, hogy egyes termékek rutinszerű használata beláthatatlan és súlyos szövődményeket okozhat, amely a fenntarthatóságot veszélyezteti (PANIGRAHI, 2007). Az akvakultúrában a probiotikumokat hosszú ideje használják, de csak az elmúlt néhány évben váltak szerves részévé a növekedés és a betegségekkel szembeni rezisztencia javítását célzó tenyésztési gyakorlatoknak. Használatuk számtalan előnnyel jár az antibiotikumok és más gyógyszerek korlátainak és mellékhatásainak leküzdésére (SAHU ÉS MTSAI, 2008). Az akvakultúrában a felhasznált probiotikumok köre lényegesen szélesebb, mint a szárazföldi mezőgazdaságban. Számos probiotikum, akár egy-, akár többfajú kultúra, kapható kereskedelmi forgalomban (GATESOUBE, 1999). A takarmányozási és egyéb egészségügyi előnyökön túlmenően a probiotikumok, mint vízadalékok is jelentős szerepet játszhatnak a vízben lévő szerves anyagok lebontásában. Részt vehetnek a nitrogén- és foszforszint szabályozásában. Csökkenthetik a vízben az ammónia, nitrit és hidrogén-szulfid mennyiségét (BOYD, 1999). A probiotikumok a vízi állatoknál is úgy

működnek, akár a szárazföldiekénél. Segítik a takarmány-átalakítás hatékonyságát, az élősúly növekedését és kompetitív módon védelmet nyújtanak a kórokozók ellen a bélhám kötőhelyeinek kizárásával. Továbbá termelnek szerves savakat (hangyasav, ecetsav, tejsav), hidrogén-peroxidot, antibiotikumokat, bakteriocineket, sideroforokat és lizozim enzimet. Összességében a probiotikumok hatással vannak az egyed fiziológiájára és immunológiájára (VINE ÉS MTSAI, 2004; BALCAZAR ÉS MTSAI, 2006). Az utóbbi időben nagy figyelem irányult a probiotikumok immunmoduláló hatására is (ZHOU ÉS MTSAI, 2009). Azok a probiotikumok, amelyeket az akvakultúrában használnak, döntően Gram+ baktériumok közé tartoznak, nevezetesen a LAB (Lactic acid bacteria), a *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. circulans*) és a bifidobaktériumok. A Gram- baktériumok közül az *Aeromonas* (*A. hydrophila*, *A. sobria*), a *Vibrio* (*Vibrio fluvialis*), a *Pseudomonas* és *Enterobacteria* fajokat használják probiotikumként (KESARCODI-WATSON ÉS MTSAI, 2008). Mindezen baktériumok nagyon különböznek hatásmódjukban egymástól, ezért minden probiotikumnak eltérő a funkcionális szerepe (BOYLE ÉS MTSAI, 2006). A probiotikumok jótékony hatása csak az optimális adagolási dózis mellett várható, hiszen az effektív mikroorganizmusok megtelepedéséhez és elszaporodásához biztosítani kell megfelelő csíraszámot a bélrendszerben. A különböző in vivo és in vitro vizsgálatok kimutatták, hogy a probiotikum koncentrációjától függően a halak immunválasza is változik. A probiotikumok adagolását általában a legkedvezőbb növekedés eléréséhez és az ellenálló-képesség fokozásához állítják be (MINELLI ÉS BENINI, 2008). Az akvakultúrában a probiotikumok adagja általában a 10^{6-10} CFU/g takarmány. A probiotikumok optimális adagja azonban változhat a gazdaszervezet és az immunparaméterek típusa tekintetében, így az optimális dózis individuálisnak tekinthető (PANIGRAHI ÉS MTSAI, 2004). A probiotikumok etetésének időtartama egy másik fontos tényező a dózis mellett, amely befolyásolja a hasznos mikroorganizmusok megtelepedését, kolonizációját és a későbbiekben immunválasz kiváltását a gazdaszervezetben. A halak esetében a legtöbb jótékony hatást, mint az élősúly-gyarapodás, az immunitás javulása és betegségekkel szembeni rezisztenciát 1-10 hetes probiotikum etetés mellett regisztrálták. Az optimális etetési időintervallum az immunválasz kiváltásához a probiotikum törzs és a gazdaszervezet immunparaméter típusának függvénye is (NAYAK, 2010). A probiotikumok etetésének optimális időtartamával kapcsolatban a kutatási eredmény nagyon heterogének. Az általánosan elmondható, hogy számos probiotikum már 2 héten belül fokozza a halak immunrendszerét és növekedését a kiegészítést követően. Az akvakultúrában a probiotikumokat számos módon felhasználhatjuk (vízi adalékanyag, fürdetés, szuszpenzió, biokapszula), azonban a leghatékonyabban alkalmazni takarmányhoz keverve tudjuk (ZHOU

ÉS MTSAI, 2009). A takarmánnyal való, szájon át történő probiotikum felvétel biztosítja a legkedvezőbb mikroorganizmus megtapadást és kolonizációt a bélrendszerben és így a kioldódás esélye is csökken. A szuszpenzió és a biokapszulázás módszerét a lárvanevelésben használják (RENGPIPAT ÉS MTSAI, 1998). A lárvanevelésbe a probiotikumokat használhatják az élő eleség (*Rotatoria*, *Artémia*, *Tubifex*) dúsítására is (PICCHIETTI ÉS MTSAI, 2009). A probiotikumok hozamfokozó hatása nagyban függ a bélrendszerben való kolonizációjuk sikerességétől. Azonban ezt a folyamatot számos környezeti tényező hatása befolyásolja. Többek között a víz minősége, keménysége, oldott oxigén tartalma, hőmérséklete, pH-ja és ozmotikus nyomása (DAS ÉS MTSAI, 2008). Ezekon kívül a nagy állománysűrűség miatti stressz is hatással lehet a probiotikumok működésére (NAYAK, 2010). Nílusi tilápiánál kimutatták, hogy a probiotikumok segíthetnek leküzdeni a megnövekedett sótartalom okozta stresszt, ezáltal fokozva a hal sótartalom-toleranciáját (TAOKA ÉS MTSAI, 2006).

2. 9. Probiotikumok használata a toktenyésztésben

A kutatómunkának köszönhetően a toktenyésztésben is igazolást nyert a probiotikumok jótékony, hozamfokozó hatása. Ez a hatás a többi állatfajhoz hasonlóan általánosan a kedvezőbb növekedési mutatókban, takarmány-értékesülésben, megmaradásban és egészségi állapotban mutatkozik meg. Faramarzi és mtsai. (2011) perzsa tokon végzett vizsgálatai kimutatták, hogy a *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus circulans* baktériumokkal végzett előeleség (*Daphnia magna*) dúsítás (biokapszula) kedvezően befolyásolta a lárvák növekedési mutatóit és megmaradási arányát. Iranshahi és mtsai. (2011) az *Artemia urmiana*-t dúsította *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel perzsa tok lárvák esetében. Az eredmények feltárták, hogy az élesztő biokapszulázása jelentősen javította végső testsúly alakulását, a specifikus növekedési rátát (SGR) és a takarmány-értékesülést (FCR), míg csökkentettek a takarmánybevitelt. Hasonló eredményekről számolt be Jafaryan és Soltani (2012) *Daphnia magna* *S. cerevisiae* élesztővel való dúsítása esetén. Faramarzi és mtsai. (2012) kimutatták, hogy a biokapszulázás jelentősen csökkenti az ammónia és karbamid kiválasztást. Askarian és mtsai. (2009) két tejsavbaktérium (LAB) fajt, a *Lactobacillus curvatus*-t és a *Leuconostoc mesenteroides*-t izoláltak a viza és a perzsa tok emésztőtraktusából. Ezeket a LAB törzseket a későbbiekben Askarian és mtsai. (2011) viza és perzsa tok ivadéknál felhasználták egy probiotikus vizsgálatban, ahol a SGR-t, az ivadék megmaradását és az emésztőenzim (amiláz, lipáz és proteáz) aktivitást figyelték. A viza esetében a legkedvezőbb SGR, megmaradást és enzimaktivitást akkor tapasztalták, amikor a *Lb. curvatus* 9×10^9 CFU mennyiségben szerepelt a takarmányban. A perzsa toknál hasonló hatást észleltek, amikor 2×10^9 CFU mennyiségben

került kiegészítésre a *Leu. mesenteroides*. Taridashi és mtsai. (2017) *Artemia urmiana* nauplii-t dúsítottak *Pediococcus acidilactici* probiotikummal és perzsa tok lárvákon vizsgálták a halak növekedését, megmaradását és stresszállóságát. Az artémia dúsítása 3, 6 és 9 órán tartott 10^{10} CFU/ml koncentrációban lévő probiotikummal, amit 11 napig etettek. A vizsgálat 11. napján a halakat stressz hatásnak tették ki. A stressz hatások között szerepelt 15, 25 és 35 ppt-s ozmotikus sokk, négy pH-kezelés (pH 5, pH 6, pH 8, pH 9) és a halakat a vízből is kivették 5, 10, 15, 20 másodpercre. Az eredmények azt mutatták, hogy nem voltak jelentős különbségek végsúlyban, súlygyarapodásban, SGR-ben és FCR-ben a kezelt állományok és kontroll között. Azonban a 9 órán át dúsított artémiával táplált csoport, mind megmaradásban, mind stressz rezisztencia tekintetében szignifikánsan felül múlta a többi csoport teljesítményét. Geraylou és mtsai. (2013) szibériai tok ivadéknál vizsgálták, hogy 2%-os koncentrációban a *Lactococcus lactis* és *Bacillus circulans* probiotikumok önmagukban, egymással és arabinoxilan-oligoszacharid (AXOS) prebiotikummal kombinálva takarmány-kiegészítésként hogyan befolyásolják a növekedési mutatókat és a takarmánykonzervációt. A 4 hetes takarmányozási vizsgálat után mindkét paraméterben teljesítmény növekedést mutattak ki a kontrollhoz képest. Pourgholam és mtsai. (2015) szibériai tok ivadéknál 8 hétig alkalmaztak *Lactobacillus plantarum* probiotikumot. A vizsgálat eredményeként megállapították, hogy az *L. plantarum* 1×10^8 CFU g^{-1} koncentrációban bizonyult a legeredményesebb a többi csoporthoz (1×10^7 CFU g^{-1} , 1×10^9 CFU g^{-1} , kontroll) képest a növekedési mutatók és a veleszületett immunválasz tekintetében.

2. 10. Gondolatok az antibiotikumok használatáról

2. 10. 1. Az antibiotikumok és használatukkal felmerülő kérdések

Az antibiotikumok gombák vagy más mikrobák olyan anyagcseretermékei, amelyek más mikrobák szaporodását gátolják. Az első antibiotikum felfedezése Alexander Fleminghez köthető, aki 1928-ban fedezte fel a *Penicillium notatum* anyagcseretermékének baktericid hatását, aminek a penicillin (béta-laktám antibiotikum csoport) nevet adta (TORNÝOS, 2019). Ezek az antibakteriális készítmények csökkentik a patogén mikrobák virulenciáját és számát (*E. coli*, *Salmonella sp.*, stb.), megelőzhető velük a bélgyulladás és a hurutos megbetegedések, valamint segítik a tápanyagok felszívódását az emésztőtraktusban, továbbá kokcidiosztatikumok. A haszonállattartásban kedvezőbb termelési eredményeket érhetünk el alkalmazásukkal, csökkenhet az elhullás aránya, az állomány homogenitása javulhat és a takarmányértékesítés is kedvezőbben alakulhat. Ezek a hozamfokozó eredmények azonban csak akkor szignifikánsak, ha az állományunk számára nem biztosítottuk a termeléshez kedvező

takarmányozási, tartási és higiéniai feltételeket. Mellékhatásként azonban felléphet allergiás reakció, bélflóra-károsodás és gombás fertőzés. Haszonállatainkat injekciós oltás segítségével, ivóvízben oldva vagy takarmányba keverve kezelhetjük a gyógyszerkészítménnyel. A kezelés során több napos (3-5) kúrával és nagy dózisban érhetünk el eredményt (BAINTNER, 2008).

Az antibiotikumok használata a II. Világháború után kezdődött. Problémát jelentett, hogy mikor eleinte elkezdtek alkalmazni ezeket a készítményeket nem ismerték a szermaradványuk környezetre és az emberre kifejtett hatását. Akkoriban (és talán még néhányan ma is) a gazdálkodók meggondolatlanul és sokszor indokolatlanul használták az antibiotikumokat mindenféle állatorvosi segítséget nélkülözve, ezzel súlyos terhelést okozva állatállományukban és környezetben. Ilyen mértékű alkalmazásuk számos kérdést felvetett, hiszen az antibiotikumok haszonállataink szervezetébe juttatva bekerülnek az élelmiszer-előállítás folyamatába, szermaradványai a táplálékláncba jutva pedig számos ponton befolyással lehetnek a környezetünkre (SUCH, 2017). Ennek orvoslására az Európai Közösség az 1980-as évektől az antibiotikumok szermaradványainak környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatát kötelezővé tette (SZATMÁRI, 2012). Napjainkban az antibiotikumok alkalmazása már a humán és az állati gyógyászatban egyaránt globálisan elterjedt, mindennapos metódussá vált. Jelenleg az Európai Unióban az antibiotikumok felhasználása szabályozások alá van vetve a káros következmények elkerülése végett (EUR-LEX). A szabályozások célja a meglévő „antibiotikumkincs” megőrzése, használatuk körültekintővé tétele és indokolatlan alkalmazásuk visszaszorítása. Ezzel tiltottá vált az antibiotikumok preventív és hozamfokozási célokra kiterjedő használata. Ma már ezek a készítmények, tudván környezetünkre gyakorolt hatásait, csak terápiás célokra használhatók. Az antibiotikum felhasználás tekintetében Magyarország az elsők között szerepel, mint az 1 kg állati termék előállítása során legtöbb antibiotikumot használó ország. Ebből is látszik, hogy fontos lenne több energiát fektetni a megfelelő termelési és higiéniai körülmények biztosítására, így már önmagában nagy lépést tehetnénk afelé, hogy megelőzzük az állomány szintű egészségi állapotromlását. Ha mindez változna, környezetünk is nagyban mentesülne az antibiotikumok szermaradványainak terheltsége alól. Azonban azt nem felejtethetjük el, hogy nagyban függünk az antibiotikumoktól, hiszen a bakteriális megbetegedések elleni védekezésben a humán és állati gyógyászatban betöltött szerepük fontossága megkérdőjelezhetetlen (SUCH, 2017).

2. 10. 2. Az antibiotikumok szermaradványainak hatásai környezetünkre

Akár humán, akár állatgyógyászati szempontból nézzük, az antibiotikumok emésztőtraktusban lévő abszorpciója nem teljes, vagy felszívódásuk után az állat szervezetében folyó anyagcsere folyamatokban nem mindig bomlanak le teljesen. Így az anyagcseretermékekben, a vizeletben és a bélsárban a fel nem szívódott antibiotikum vagy a készítmény maradványai kimutathatóak. A mezőgazdaságban ezek az állati anyagcseretermékek szerves trágya formájában felhasználásra kerülnek, például a szántóföldi növénytermesztésben, a talaj tápanyagforrásainak visszapótlása céljából és a halastavak trágyázása során, a természetes takarmányon alapuló hozamok fokozása érdekében. A földekre kijuttatott trágyával ezek a kemikáliák a talajvízbe is belemosódhatnak (KUMAR, 2005). „Mivel ezek a gyógyszerek kémiaiilag stabilak és viszonylag hosszú időn keresztül fennmaradhatnak a környezetben, a szennyezett talajokon vagy a szennyezett vízforrásokon termesztett növényekben, nagy a kockázata a gyógyszerek, köztük az antibiotikumok felhalmozódásának.” Ez a felhalmozódás kevésbé ismert egészségügyi kockázatot jelent a fogyasztóikra (CHEN, 2017). Kutatásokkal alátámasztották, hogy sertéseknél egy tetraciklin származék, a doxiciklin, jelentős mennyiségben volt jelen a sertétrágyában terápiás dózis alkalmazása után. Koncentrációja ugyan csökkent a trágya érlelésével, de nagy mennyiségben került a talajba a szántóföldi kijuttatás idejében. Az idő előrehaladtával csökkent a talajban lévő mennyisége, de ez a tendencia függ a talajmélységtől és a típusától is. A szermaradvány átmenetileg gátolta a talajban élő mikroorganizmusok egyes életfolyamatait, így a nitrogén transzformációs tevékenységüket és energiatermelő anyagcsere-folyamataikat is (SZATMÁRI, 2012). Ezért célravezető megoldásnak tűnnek a remediációs módszerek, például a fitodeporcináció és a trágya komposztálása, melyekkel csökkenthető a terheltség (JJEMBA, 2002). „A hatóanyagok között találunk gyorsan lebomlóakat (tilozin), lassan lebomlóakat (ivermectin) és nagyon lassan lebomlóakat (tetraciklinek) is. Az ivermectin például agyagos talajban gyorsabban bomlik le, szemben a metronidazollal, aminek lebomlása homoktalajon gyorsabb.” A vegyületek egymásra gyakorolt interakciója is eltérő lehet. Létrejöhet additív, antagonistá és szinergista interakció, így növelhetik, vagy épp csökkenthetik egymás környezetre gyakorolt hatását (SZATMÁRI, 2012). A szervestrágyával kijuttatott antibiotikumok szermaradványaival az a felvetés támadt, hogy az élelmiszerként, vagy a takarmánynövényként termelt növények felveszik azokat a talajból (KUMAR, 2005). Kutatásokkal még nem alátámasztható, hogy a terápiás vegyületek bioakkumulációja veszélyt jelent-e a szennyezett növények fogyasztói számára, azonban az már bizonyított, hogy egyes vegyületek károsak a növények növekedésére (CHEN ÉS MTSAI, 2017; HU ÉS MTSAI, 2012; JJEMBA, 2002; KUMAR, 2005). Az

akvakultúra berkein belül is alkalmazzák az antibiotikumokat. Miután a maradványok ürülnek a hal szervezetéből bekerülnek a vízi rendszerbe vagy táplálékláncba, valamint az elfolyó vízzel egy részük távozik valamely befogadó, természetes víztestbe, ahol ezek az anyagok a vízi ökoszisztéma tagjaiban, öntözővízként a szántóföldeken vagy a talajvízben okozhatnak terheltséget. (Persze itt már csekély koncentrációról beszélünk.) Az antibiotikumok állati termékekkel (tej és sajt leggyakrabban) is bejuthatnak a szervezetünkbe. Ez akkor következhet be, ha az állattartó a kezelés után nem tartja be a gyógykészítmény lebomlásához szükséges várakozási időt. Az antibiotikum idegen anyagnak számítanak az élelmiszerekben és már kis mennyiségben is allergiás reakciót válthatnak ki az arra érzékeny egyéneknél (BAINTNER, 2008). A fentiekben említettekén túl, további globális gondot okoz az antibiotikum- rezisztens baktériumtörzsek számának növekedése, így még markánsabbá válik, ezen készítmények csakis szükségszerű használata és az adagolási utasítások pontos betartása. „A rezisztencia az a jelenség, amikor valamely mikroba fajnak csak bizonyos egyedeit tudjuk elpusztítani antibiotikummal, a többi ellenáll a kezelésnek” (BAINTNER, 2008). Az a feltevés miszerint az antibiotikum-rezisztencia az antibiotikumok alkalmazásának következtében alakult ki, alapvetően téves. Az antibiotikum-rezisztencia genetikailag meghatározott tulajdonság, amely még a törzsfajlás során alakult ki. Minden mikroba populációban megtalálhatók az antibiotikumra rezisztens egyedek, ezek száma azonban csekély azokkal szemben, amelyeket a gyógykészítmény elpusztít. Így az antibiotikum használatánál a populációban csak a rezisztens egyedek maradnak, amelyek el fognak szaporodni. Ezen a síkon maradva tehát kimondható, hogy az antibiotikumok a rezisztencia kialakulásáért nem, viszont annak elterjedéséért igenis felelősek. Az antibiotikum-rezisztencia veszélyes és káros, mivel gyógyító eszközeink hatástalanná válnak. Továbbá problémát jelent, hogy a kórokozónak a nem patogén baktériumok is átadhatják a rezisztencia-plazmidot, amely a tulajdonság átörökítéséért felel (BAINTNER, 2008; TORNYOS szóbeli közlés, 2019).

2. 11. Célkitűzés

Diplomamunkám témájául azért erre esett a választásom, mert szerettem volna megvizsgálni a probiotikumok hozamfokozó hatását üzemi körülmények között. A vizsgálat során arra szerettem volna választ kapni, hogy a vágótok lárva exogén táplálkozásának megindulásával egyidejűleg, a takarmányhoz 2%-os arányban adagolt probiotikummal csökkenthető-e a nevelés kezdeti szakaszában jelentkező elhullás és javulhat-e a halak növekedési mutatója a kontroll csoporthoz képest. Korábbi kutatásokra alapozva, én is javuló eredményeket vártam a kezelt takarmánnyal nevelt halaknál a kontrollhoz viszonyítva.

3. Saját vizsgálatok

A vizsgálatot 2020. novemberének második felében Homokmégyen végeztem a Rideg & Rideg Fish Farm Kft. egyik ivadéknevelő recirkulációs rendszerében. A rendszer a vizsgálat alatt közel teljes kapacitáson működött. A vizsgálatra kinevezett kádak a rendszer 60%-át kötötték le.

3. 1. Anyag és módszer

3. 1. 1. Vizsgálati előzmények

A vizsgálatban részt vevő vágótok lárvák saját szezonon kívüli szaporításból származtak. A szaporításhoz a Forus Kft.-től kaptuk az anyahalakat, amelyek 8-15 kg közötti súlyúak voltak. A szezonon kívüli szaporításhoz az anyákat 4 hetes hideghatásnak tettük ki, aminek folyamán 8-9 °C-ig tudtuk visszahűteni a szaporítós recirkulációs rendszer vizét. 4 hét elteltével az anyák vizén napi 1 °C-ot emeltünk, amíg el nem értük a 16 °C-ot. Ezen a hőmérsékleten az anyákat 1 napig érleltük. Az érlelés napjának estjén került sor a halak hormonális indukciójára. A tejeseket 3 mg/ttkg, az ikrásokat 6 mg/ ttkg ponty hipofízissel oltottuk hasüregbe. Az ovuláció 36 óra múlva történt. A fejes során a legtöbb ikrásnál szükségszerű volt a petevezető átvágása az ivartermék kinyerése érdekében. A tejesek sok, tiszta, jó minőségű spermát adtak. Termékenyítés előtt a spermát 1:200 arányban hígítottuk rendszervízzel, a polispermia elkerülése érdekében. A termékenyítés 1-2 percig történt. Ezt követően az ikrát 40 percig duzzasztottuk 5%-os talkum-oldattal, az ikra ragadosságának elvétele miatt. Mind a termékenyítésnél, mind a duzzasztásnál fontos az ikratétel gondos kevergetése, mi ezt lúdtollal oldottuk meg. A kiduzzadt, ragadosságát veszített és átmosott ikratételeket a keltetős recirkulációs rendszerben öntöttük fel McDonald üvegekbe. A keltetőben az ikra érlelése 15-15,5 °C-on történt és 6 napig tartott. A termékenyítéstől számított 12 óra után reggel – este jóddal kezeltük az ikrát a vízi penészgombák ellen. A jódozást a kelés megindulásakor hagytuk abba. A terméketlen ikraszemek leszívására nagy gondot fordítottunk. A kelés a 6. nap hajnalán kezdődött és a tokfélékre jellemzően elhúzódott. A kényszerkeltetésre a kelés 2. napján esett sor.



2. és 3. kép: Vágótok ikra felöntés után, illetve a megkezdődött kelés. *(Saját felvétel.)*

A lekelt lárvákat vízzel átmertük a szomszédos lárvanevelő egységbe. A lárvanevelő szerepét 2 m³-es evos kádak töltötték be, mivel a toknevelésnél a nagy felületű, lapos aljú edények az előnyösebbek. A kifolyó középcsőre 300 mikronos malmi szitaszövetet húztunk, ami meggátolta a lárvák kiszökését és megsérülését. A toklárvák a kelés utáni néhány napban gyertyázó mozgást végeznek. Általánosan elmondható, hogy minél kevesebb a fekvő lárva a kád alján, annál erősebb az állomány. Ez a vágótokra nem feltétlen igaz, a szakma csak úgy mondja, hogy a vágó a legfekvőbb. A kádak takarítására ebben az időszakban is kiemelt hangsúlyt fektettünk.



4. és 5. kép: A lárvanevelő kád és a gyertyázó vágótok lárvák tömege. *(Saját felvétel.)*

A lárwanevelő egységben a vízhőmérséklet 15-15,5 °C volt. A lárvákat a 7 napos korukig tartottuk ebben a rendszerben. Egyhetes korokra morfológiájuk és viselkedésük is alaposan megváltozott. A szikanyagból történő endogén táplálkozás folytán szikzacskójuk összezsugorodott, testük kissé megnyúlt és pigmentálódott, testük megkezdte felvenni a tokfélékre jellemző alakot. Viselkedésükben felhagytak a gyertyázó mozgásformával, úszásuk aktívvá vált és döntően a fenéken csoportosultak a befolyás alatt, sodrással szemben. Azonban tápcsatornájuk végén még jól látszott a bélszurok, ami majd csak a táplálkozás megkezdésével fog távozni.



6. kép: 3 napos vágótok lárva. (Saját felvétel.)

3. 1. 2. A vizsgálat körülményei és beállítása

A 16 napos vizsgálatnak egy 10 kádás, 60 m³ összes víztérfogatú ivadéknevelő recirkulációs rendszer adott helyet. A kádak 2 m³-es evos kádak voltak, melyekből 6 darabot vettünk igénybe. A rendszer szűrőegysége 40 m³ volt, ami a következőképpen épült fel. A halak kádjából elfolyó szennyes víz mielőtt a szűrőaknába folyhatott volna, egy dobszűrűn keresztül lett megtisztítva a fizikai szennyezésektől. A dobszűrő által megszárt víz 2 darab mozgó ágyas, majd egy álló szűrőn folyt keresztül. Végül a megszárt víz a szivattyús (tiszta vizes) aknából került visszaemelésre a halakhoz. A nyomó ágra egy UV- szűrő és egy vízmágnesező is volt kötve, hogy a megfelelő vízminőség állandóan biztosítva legyen a halak számára. Az álló szűrőt minden nap mostuk az optimális vízminőség fenntartása érdekében. A vízvesztésget, ami az álló szűrő mosásán túl a dobszűrő mosásából is eredt, kútvízzel töltöttük után. A lárvák áthelyezése előtt a rendszert kb. egy héttel feltöltöttük kútvízzel és elkezdtük felmelegíteni, hogy a fogadóvíz hőmérséklete megegyezzen a lárwanevelő rendszer vizének hőmérsékletével. Ezzel egy időben a rendszer szűrőegységét beoltottuk nitrifikáló baktérium-kultúrával, hogy a rendszer biológiája könnyebben elinduljon. Annak érdekében, hogy a halakat mindig biztonságban tudjuk, a nyomóágba egy áramlásérzékelő volt beépítve, amely egy GSM

modulon keresztül küldött SMS-t a telefonunkra, ha a szivattyú meghibásodott. A biztonságos nevelést tovább garantálta, hogy az egyik kádon állandósítva volt egy oxigén és vízhőmérséklet mérő, amely szintén egy GSM modulon keresztül riasztott minket, ha a víz oxigéntartalma 5 mg/l alá csökkent. A vizsgálat során egyik eset sem következett be.



7. és 8. kép: Szűrőrendszer és a nyomó ágra szerelt vízmágnesezők és UV-szűrő. (Saját felvétel.)

A halakat a keltetés utáni 7. napon telepítettük át a lárwanevelő rendszerből az ivadéknevelő rendszerbe. A lárvékat kezelt (probiotikumot kapó) és kontroll csoportra osztottuk fel, háromszori ismétlésben (kádak száma $n=6$). Minden kádba 4000 lárva számoltunk le, így összesen 24 000 vágótok lárva vett részt a vizsgálatban. A 16 napos vizsgálat a halak keltetés utáni 9. napján vette kezdetét, ugyanis ekkor kezdődött meg a lárva exogén táplálkozása. A vizsgálat során a vízhőmérséklet $16 \pm 0,5$ °C volt. A víz oxigéntartalma végig 100 ± 5 %-os telítettségi értéket mutatott. A kádakon a vízátfolyást $0,2 \pm 0,03$ l/s értékre állítottuk. A víz pH-ja stabilan 7,5 volt. A vizsgálat során 2 alkalommal mértem a víz nitrit tartalmát, ami mindkét esetben kevesebb volt, mint 0,01 mg/l. A halak a nevelés teljes időtartama alatt 24 órássötétségben voltak tartva, ez alól csak az képezett kivételt, amikor a reggeli és esti takarítás, valamint az etetések időtartamára felkapcsoltuk az épület világítását. A reggeli és esti takarítások során volt lehetőségem követni az elhullást. Az etetést kézzel végeztük napi 4 alkalommal. A vizsgálat során a halakat 4 alkalommal mértem le. A növekedésüket teljes testhossz alapján vizsgáltam.



9. kép: Az ivadéknevelő recirkulációs rendszer. (Saját felvétel.)

3. 1. 3. Az elhullás és a növekedés nyomonkövetése

Az elhullást a reggeli (6:00) és esti (17:00) takarítások során tudtam követni. Ezekben az időszakokban szivornyáztuk le a kádakról az elhullott halakat, a takarmány maradékot és az ürüléket. A tetemetek minden kádnál egyesével számoltuk le. Ez a nevelés első hetében munka és időigényes folyamat volt. Figyeltünk a kifolyó középcső méretére is, aminek megválasztása nem csak azért fontos, mert ez gátolja meg a halak kiszökését, hanem mert a nagyobb lyukbőségénél jobban tisztul a kád, így a megfelelő higiéniai állapot könnyebben fenntartható. A halak növekedésének szemléltetésére a teljes testhossz mérését választottam. Ez a halak számára egy sokkal kíméletesebb procedúra a testtömeg méréssel szemben. Ebben az esetben nincs szükség arra, hogy a halról leitassuk a vizet, ami a vizsgálat elején a lárvák sérülésével vagy pusztulásával járhatott volna. A teljes testhossz alakulása azonban nem ad teljes képet a hal növekedéséről, hiszen a folyamat sokszor nem teljesen egyenletes. Vannak időszakok, amikor a növekedés testhosszon észrevehetőbbek (a hal megnyúlik), vannak időszakok, amikor a testtömeg változáson (a hal vastagodik). A halakat a vizsgálat során 4 alkalommal mértem, hogy nyomon követhessem a teljes testhosszuk változását. A mérések az 1. napra, a 6. napra, a 11. napra és a 16. napra estek. A méréshez a halakat véletlenszerűen szivornyával szívтан le a kádakból. Nagy figyelmet fordítottam arra, hogy mindig közel azonos mennyiségű halat szívjak le a mintához. A halakat minimális vízzel egy petricsészébe helyeztem. A petricsésze alá viszonyítás képen egy milliméteres beosztású vonalzót tettem. Minden mérés alkalmával az összes kádból mintát vettem, amit telefonnal lefényképeztem. A fényképeken a halak teljes hosszát az Image J program segítségével tudtam meghatározni.

3. 1. 4. Takarmányozási módszer

A tokfélék lárvája képes a száraz táp felvételére és emésztésére is, ennek ellenére a kutatások és a gyakorlati tapasztalat is azt mutatja, hogy az élőeleséggel kombinált száraz tápra való átszoktatás alacsony mortalitás mellett mutat kedvező eredményeket. A vizsgálat során a kombinált, fokozatos száraz tápra szoktatás módszerét alkalmaztuk. Az élőeleség finomra vágott tubifex volt. A tubifexet a több napon át tároltuk átfolyó kútvízen, annak érdekében, hogy tápcsatornája kiürüljön és a szennyeződésektől megtisztuljanak.



10. és 11. kép: A tubifex tárolása átfolyó kútvízen. (Saját felvétel.)

A haltáp egy a közkereskedelemben is megvásárolható, kiváló minőségű ivadéktáp volt. Ezt a takarmányt a vizsgálat első felében 0,3 mm- es méretben, a vizsgálat második felében 0,5 mm- es méretben kevertük a vágott tubifexhez. A takarmányváltás 3 napig tartott. A vizsgálat során a kezelt csoport takarmányához 2%-os arányban kevertünk probiotikumot. A felhasznált probiotikum a közkereskedelemben is megtalálható baromfi probiotikum volt. Összetevői szőlőcukor 90%-ban és baktérium koncentráció 8%-ban. A baktériumkultúrát 3 faj alkotta, az *Enterococcus faecium*, a *Lactobacillus plantarum* és a *Pediococcus acidilactici*, 1×10^9 CFU/g mennyiségben. A készítmény vitaminkiegészítést is tartalmazott (1 kg készítményben: A-vitamin 800.000 NE, D3-vitamin 250.000 NE, E-vitamin 2.000 mg , K3-vitamin 200 mg, B1-vitamin 250 mg, B2-vitamin 750 mg, B6-vitamin 200 mg, B12-vitamin 2 mg, pantoténsav 1.500 mg, niacin 4.000 mg, folsav 20 mg, biotin 10 mg, C-vitamin 40.000 mg). A halakat ad-libitum takarmányoztuk. Kénytelenek voltunk kézi etetést alkalmazni az élőeleség aprítása miatt. Napi 4 alkalommal etettünk (6:00, 11:30, 17:00, 22:30). A vizsgálat 1. napján, a táplálkozás megindulásával, csak finomra aprított tubifexet adtunk a halaknak. A probiotikumot

természetesen már az első etetés alkalmával hozzákevertük a kezelt csoport takarmányához. A probiotikum a vizsgálat összes napján, mind a 4 etetés során hozzá lett adagolva a kezelt csoport takarmányához. A teljes állomány a vizsgálat második napján kezdett el egységesen táplálkozni. Ezt kiválóan jelezte a halak végbélnyílásából távozó bélszurok is, továbbá, hogy reggelre szétúsztak, keresték az élelmet. A vágótok ivadékok ekkor 9 naposak voltak.



12-14. kép: A tubifex vágása és a probiotikum adagolása. *(Saját felvétel.)*



15-17. kép: A probiotikus tubifex elkeverése a táppal és porciózása. *(Saját felvétel.)*

A tubifexet az aprítás előtt alaposan átmostuk kútvízzel, majd egy szűrőn lecsöpögtettük. Az aprítását fűszernövényvágó késsel végeztük. Addig vágtuk a tubifexet, ameddig a halak szájméretéhez igazodott. A vágott tubifexhez szórtuk hozzá a kezelt csoport esetében a takarmány 2%-nak megfelelő mennyiségű probiotikum adagot, amit alaposan feloldottunk és elkevertünk. A kontroll csoport vágott tubifexéhez értelemszerűen nem kevertünk probiotikumot. Végül a tápot keverük hozzá a takarmányhoz, ami gyorsan felszívta a tubifexből kiszivárgó probiotikus levet. Végül ezt a keverék kádanként arányosan porcióztuk. A takarmányozási vizsgálat 16 napon keresztül zajlott, aminek a 3-6. napján a takarmányhoz antibiotikumot is adagoltunk napi két alkalommal az összes kádnál. Ezt a döntést a céggel közös megegyezés alapján hoztuk meg, mivel a halakon egy bakteriális eredetű fertőzés jelentkezett

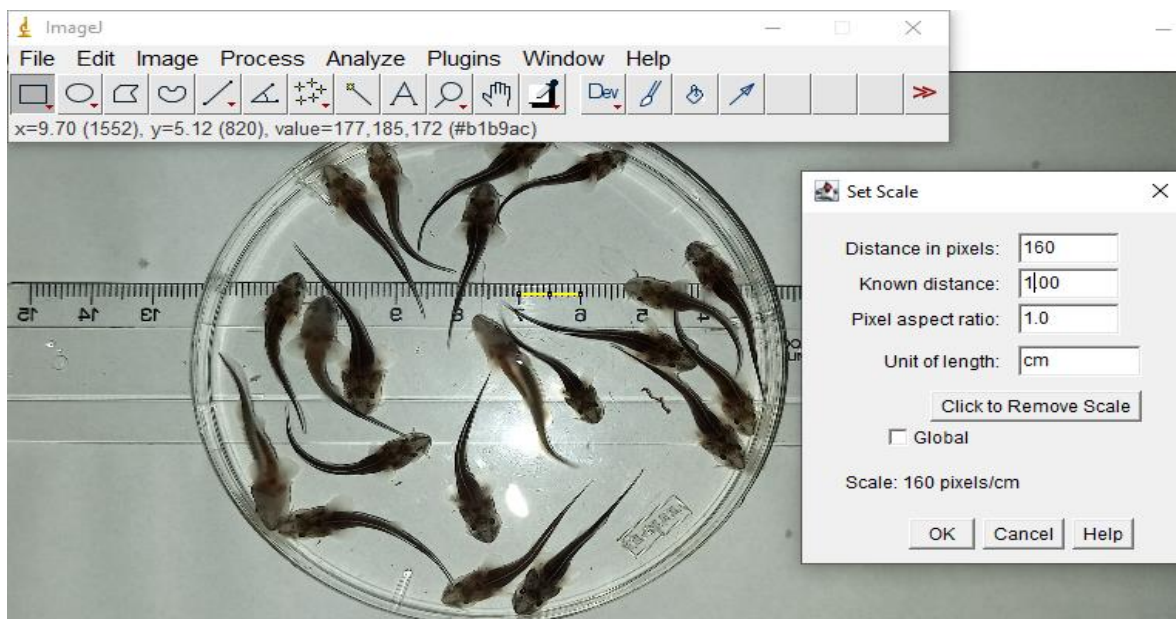
és nem szerettük volna megkockáztatni egy esetleges tömeges elhullás okozta anyagi veszteséget.

3. 1. 5. Antibiotikum kezelés

A vizsgálat 3. napján bakteriális eredetű fertőzés jelentkezett állomány szinten. Üzemi kísérlet lévén, a vizsgálati helyszínt biztosító cég éves szaporítási eredményességét nem kockáztathattuk, ezért a vizsgálat első szakaszában a probiotikus hatást kioltó antibiotikus (doxiciklin-hilikalát) kezelést voltunk kénytelenek alkalmazni. Ezt a döntést a tömeges elhullás lehetőségét is számításba véve, a céggel közösen hoztuk meg. A jelentős anyagi kár elkerülése érdekében a probiotikum mellett 4 napig antibiotikumot is adagoltunk a halak takarmányához. Más lehetőség hiányában, az eredményeket az antibiotikum használatának figyelembevételével fogom elemezni. A gondos előkészítés ellenére a pathogéneket vélhetően a tubifex etetésével vittük be a rendszerbe.

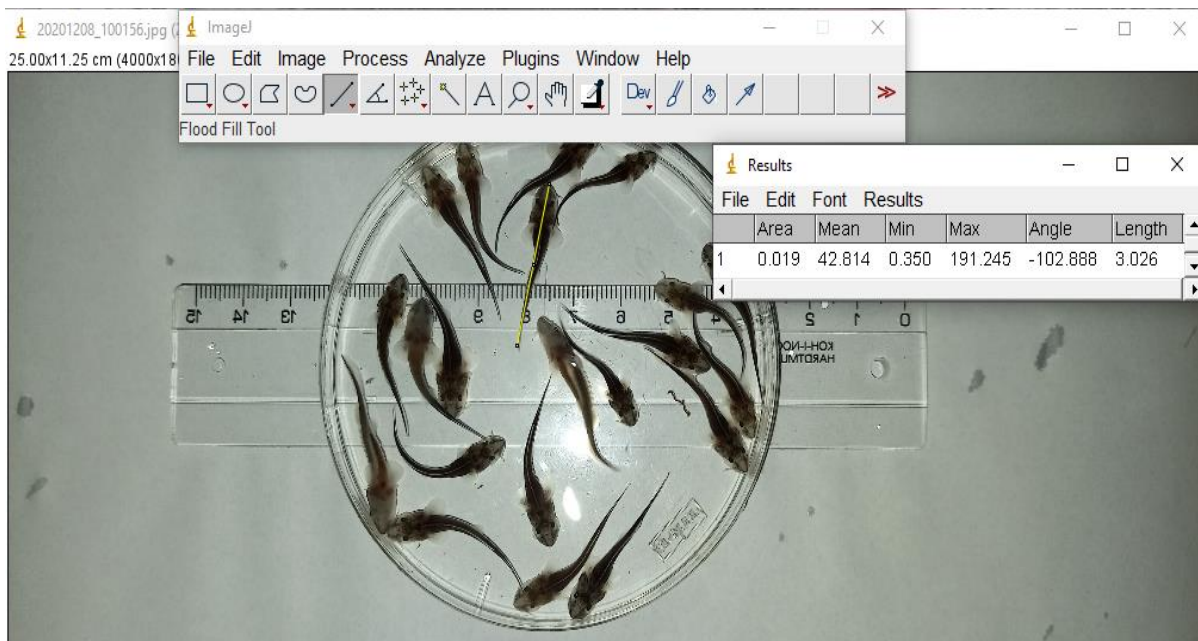
3. 1. 6. Statisztikai analízis

A mérések során a mintákról készített fényképeken a halak teljes testhosszát az Image J program segítségével tudtam meghatározni. A halak teljes testhosszát centiméterben határoztam meg. A halakat az orruk hegyétől a farokúszójuk végéig mértem a gerincvonaluk mentén. Abban az esetben, amikor a hal meggörbült helyzetben feküdt a petricsészében, a gerincvonal mentén több töréspont beiktatásával került meghatározásra a hossza.



18. kép: Az Image J programban felvételre került a hossz meghatározásához szükséges 1 cm.

(Saját felvétel.)



19. kép: A vágótokok hosszának mérése. (Saját felvétel.)

A záró testhosszok és a záró megmaradási %-ok esetén a kezelt és kontroll kádakat kétmintás T- próbával (szoftver: GraphPad Instat Version 3.05) hasonlítottam össze.

3. 2. *Eredmények és értékelésük*

A vizsgálatom során a vágótok előnevelési időszaka alatt használt 2%-os probiotikus takarmánykiegészítés hozamfokozó hatását kutattam 16 napon keresztül, üzemi körülmények között, 24.000 db lárva bevonásával. A munkám a termelési paraméterek közül főként az elhullásra és a növekedési mutatókra koncentrált. A korábban már említett antibiotikum kúra minden bizonnyal hatással volt a kapott eredményekre, ezért az elemzés során is ki fogok térni rá a szükséges pontoknál.

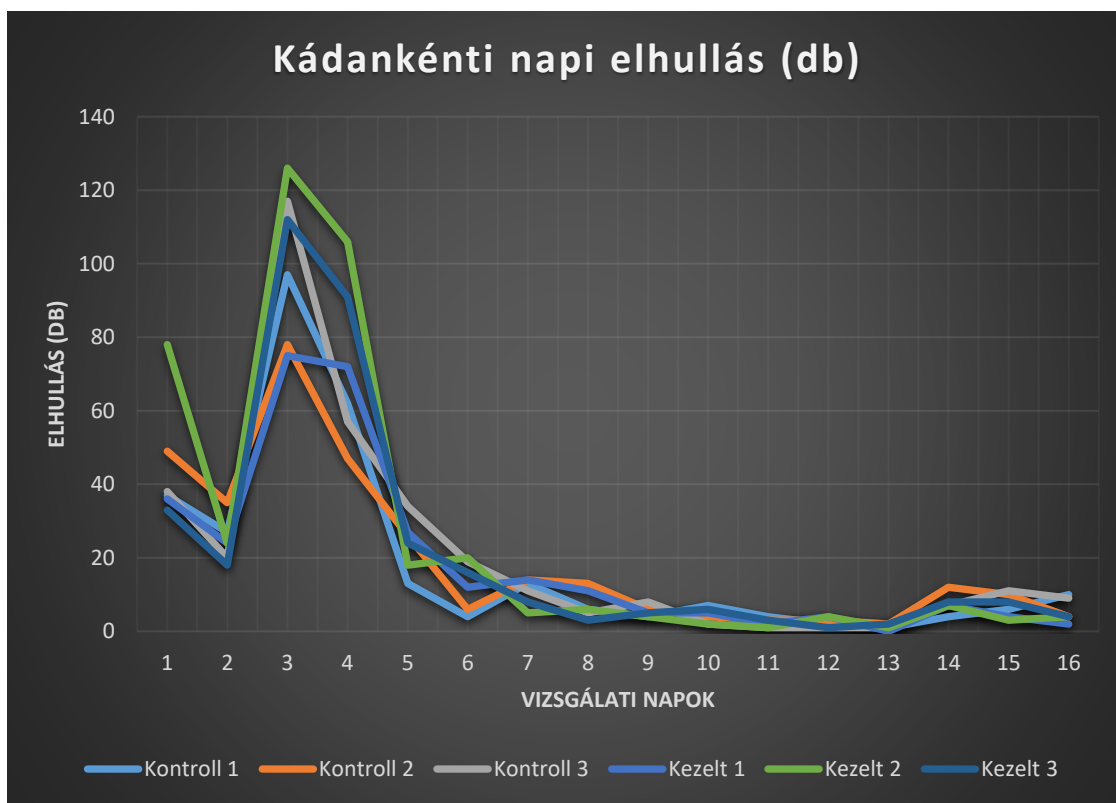
3. 2. 1. *Elhullási/ megmaradási arány*

Az ivadéknevelésben az elhullási/ megmaradási arány egy olyan termelési paraméter, amely nagyon informatív képet ad a nevelés eredményességéről. A recirkulációs rendszerekben könnyű dolgunk van a megmaradási arány kiszámításával, hiszen tudván, hogy mennyi lárvával indult a nevelés, az elhullás napi szintű regisztrációjával, a teljes nevelés alatt nyomon követhetjük, hogy éppen mennyi halunk van. A kallódás torzító hatásával jelen esetben nem kell számolnunk. A tokok dögevő magatartása zavaró lehet a tetemek számolásánál, de ez a viselkedés ennél a korosztálynál még nem jellemző. A vizsgálat alatt minden nap jegyeztem mindkét csoport összes ismétlésénél az elhullást, melyet az 1. táblázatban mutatok be.

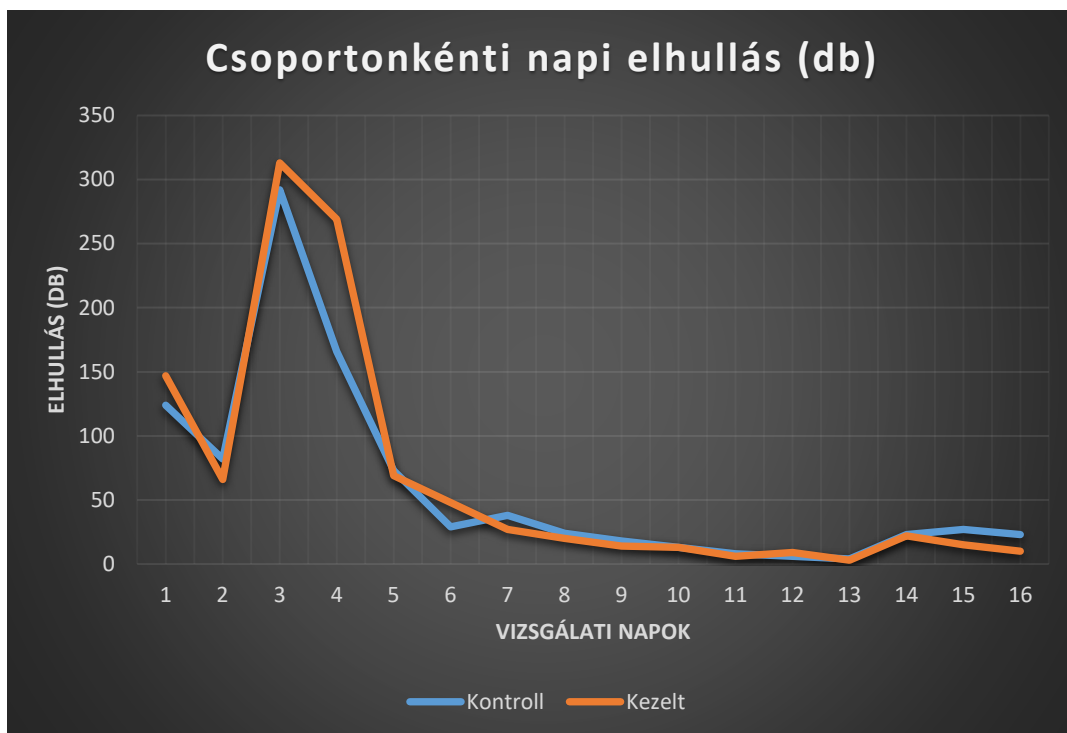
	Kontroll csoport elhullás (db)				Kezelt csoport elhullás (db)				
	1. kád	2. kád	3. kád	Napi elhullás (db)	1. kád	2. kád	3. kád	Napi elhullás (db)	
1. nap	37	49	38	124	36	78	33	147	Mérés
2. nap	27	35	20	82	24	24	18	66	
3. nap	97	78	117	292	75	126	112	313	
4. nap	62	47	57	166	72	106	91	269	
5. nap	13	26	34	73	27	18	24	69	
6. nap	4	6	19	29	12	20	16	48	Mérés
7. nap	13	14	11	38	14	5	8	27	
8. nap	6	13	5	24	11	6	3	20	
9. nap	4	6	8	18	5	4	5	14	
10. nap	7	4	2	13	5	2	6	13	
11. nap	4	3	1	8	2	1	3	6	Mérés
12. nap	2	3	1	6	4	4	1	9	
13. nap	1	2	1	4	0	1	2	3	
14. nap	4	12	7	23	7	7	8	22	
15. nap	6	10	11	27	4	3	8	15	
16. nap	10	4	9	23	2	4	4	10	Mérés
Kádankénti összes elhullás (db)	297	312	341		300	409	342		

1. táblázat: A vizsgálat alatti elhullás adminisztrációja. Piros színnel jelöltem az antibiotikum kúra idejét.

A táblázat eredményeit az 1. és 2. grafikonon is szemléltetem. A 1. grafikon a kádankénti napi elhullást, míg a 2. grafikon a csoportonkénti napi elhullást mutatja.



1. grafikon: A kádankénti napi elhullás a vizsgálat alatt.



2. diagram: A csoportonkénti elhullás a vizsgálat alatt.

Mind a két diagram esetén jól megfigyelhető, hogy a kontroll és a kezelt állományok trendvonalai szinte fedik egymást. A bakteriális fertőzés okozta elhullás felfutása és tetőzése ugyan azon a napon és közel azonos volumenben történik. Ez arra enged következtetni, hogy a probiotikummal nem sikerült elnyomni a patogéneket. Az antibiotikumot a 3. nap reggelén kezdtük el adni a halaknak. Érdekeség, hogy a gyógyszer okozta elhullás csökkenés a probiotikummal kezelt csoportnál egy nappal később következett be. Az antibiotikum kezelés alatt a probiotikum hatása vélhetően teljesen kioltásra került. Az antibiotikum kezelés után a probiotikum bélflóra stabilizáló hatása, minden bizonnyal jó hatással volt a halak emésztőtraktusának egészségére. Az elhullás az antibiotikum kúrát követően a vizsgálat végéig közel azonosan alakult. A elhullással kapcsolatos eredményeket a 2. táblázatban összegzem.

	Kontroll csoport	Kezelt csoport
Induló lárvaszám (db)	12000	12000
Összes elhullás (db)	950	1051
Kádankénti napi átlagos elhullás (db)	19,8	21,9
Csoportonkénti napi átlagos elhullás (db)	59,4	65,7
Megmaradási %	92,1	91,2

2. táblázat: Az elhullási adatok összegzése.

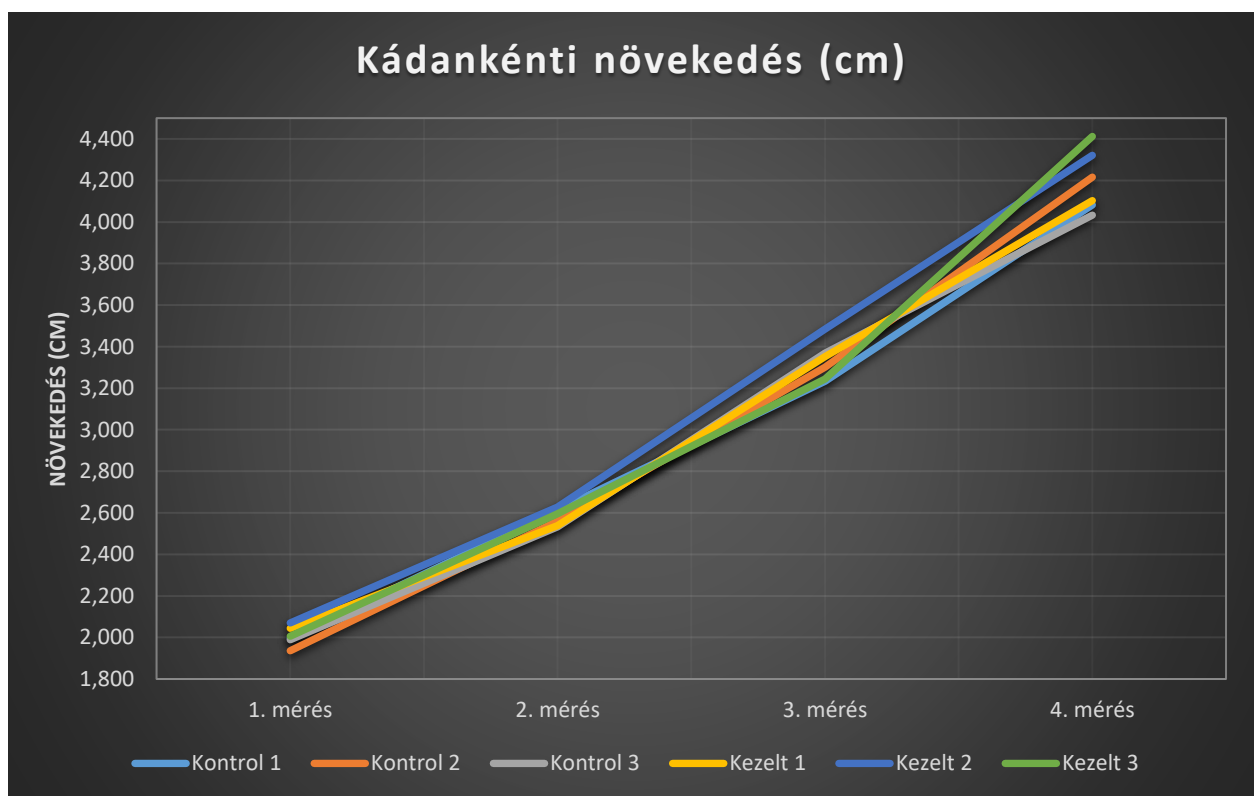
A vizsgálat beállításánál mindkét csoport, mind három kádjába 4 000 db vágótok lárvát számoltunk le. Ez csoportonként összesen 12 000 db lárvát jelentett. A vizsgálat végére a kontroll csoportnál 950 db, míg a 2%-os probiotikus kiegészítésben részesülő, kezelt csoportnál 1 051 db elhullást jegyeztem. Ezek alapján, a megmaradási arány a kontroll csoportnál 92,1%, míg a kezelt csoportnál 91,2%. A megmaradási arány kiszámításának képlete: $(\text{összes elhullás} / \text{induló lárvaszám}) * 100\%$. A kezelt csoport megmaradása 0,9%-kal bizonyult eredménytelenebbnek. Azonban a statisztikai analízis során a különbségek nem bizonyultak szignifikánsnak ($P > 0,05$) (P érték 0,3815). A 2. grafikonon jól észrevehető az 1. táblázat 4. napi csoportonkénti összes elhullásánál pedig számszerűsíthető ez a különbséget, amit valószínűleg az okozott, hogy a probiotikummal kezelt csoportnál az antibiotikum egy nappal később fejtette ki a hatását. Az ivadéknevelés során az első hetek a legkritikusabbak. Arányaiban ebben az időszakban lehet a legnagyobb elhullást elkönyvelni. A megmaradás mindkét csoport esetében 90% felett alakult az első több, mint 2 hetet tekintve, amit jó eredménynek tartok. Jelen vizsgálatban megállapítható, hogy a kontroll csoport és a 2%-os probiotikus kiegészítésben részesült csoport teljesítményében nem volt szignifikáns különbség a megmaradási %-ra nézve.

3. 2. 2. Növekedési mutatók

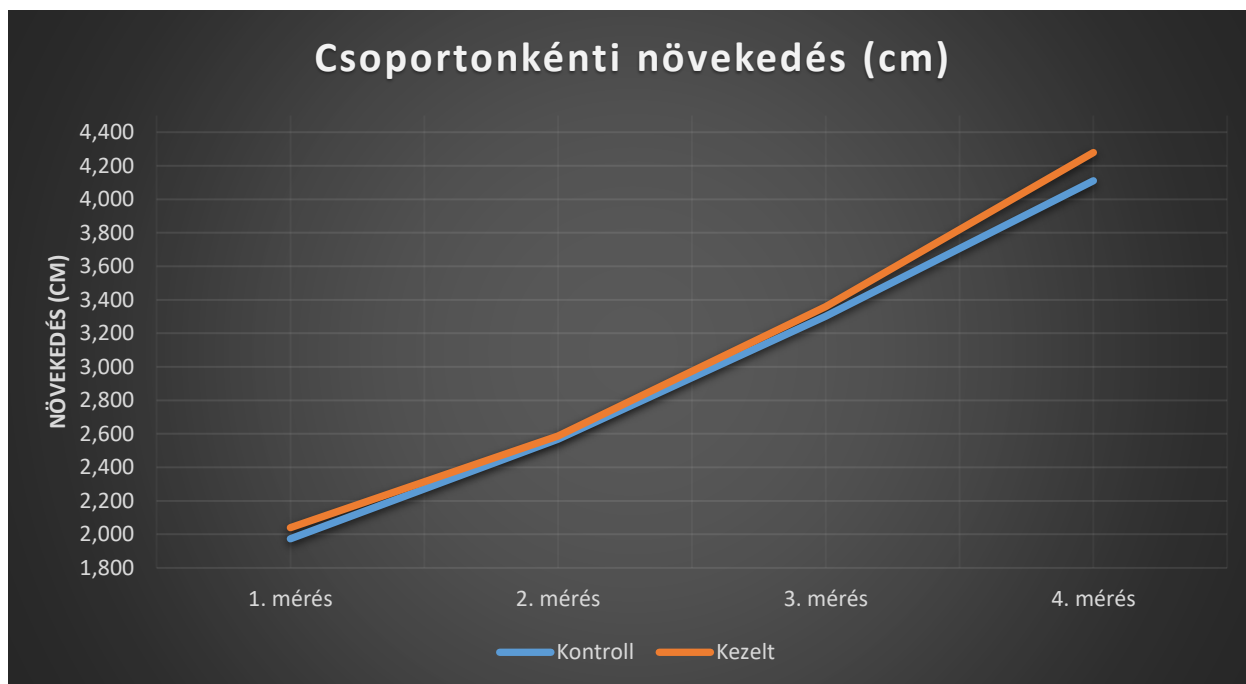
Az ivadékok hatalmas növekedési erélye miatt az ivadéknevelés egy nagyon izgalmas folyamat. A halak napról napra történő növekedését szinte szabad szemmel láthatjuk. Ennek ellenére a halak növekedését rendszeres testhossz és/ vagy tömeg mérésekkel kell számszerűsíteni. A mérések eredményei és a hal kondíciójának változása képet formál számunkra a nevelési technológia és a takarmányozás szakszerűségéről. A 16 napos vizsgálat alatt a halak teljes testhosszát 4 alkalommal mértem. A mérésekre az 1. napon, a 6. napon, a 11. napon és a 16. napon került sor. A kapott adatok alapján a kontroll és a kezelt csoport nettó növekedését (cm), napi növekedési sebességét (%/nap) és homogenitását (szétnövését, szórását) fogom összehasonlítani. A csoportok kádankénti növekedéseinek eredményei a 3. táblázatban, valamint a 3. grafikonon láthatóak.

	Kontroll csoport növekedése (cm)/ kád			Kezelt csoport növekedése (cm)/ kád		
	1. kád	2. kád	3. kád	1. kád	2. kád	3. kád
1. mérés	1,996 ± 0,110	1,936 ± 0,125	1,989 ± 0,239	2,044 ± 0,127	2,070 ± 0,104	2,006 ± 0,100
2. mérés	2,614 ± 0,136	2,560 ± 0,088	2,532 ± 0,116	2,538 ± 0,164	2,628 ± 0,106	2,596 ± 0,079
3. mérés	3,233 ± 0,237	3,302 ± 0,175	3,369 ± 0,109	3,352 ± 0,232	3,484 ± 0,150	3,244 ± 0,181
4. mérés	4,082 ± 0,324	4,216 ± 0,242	4,033 ± 0,256	4,103 ± 0,309	4,321 ± 0,308	4,412 ± 0,283

3. táblázat: A csoportok kádankénti növekedése.



3. grafikon: A csoportok kádankénti növekedése a vizsgálat alatt.



4. grafikon: A csoportok növekedése a vizsgálat alatt.

A 4. grafikon trendvonalain jól látható, hogy a kontroll és a kezelt csoport növekedési üteme közel azonos volt. A kezelt csoport állománya átlagosan 0,066 cm- rel nagyobb testhosszúsággal kezdte a vizsgálatot az összes ismétlésben, amelyet a véletlennek tudok be. Ezt a különbséget a kontroll csoport a 6. napra kompenzálta. A 11. naptól kezdve a kezelt csoport növekedése elkezdte meghaladni a kontroll csoport növekedését. Ez a különbség a vizsgálat 16. napjának végére már átlagosan 0,17 cm eltérést jelentett a két csoport testhosszúsága között. Ez azt mutatja, hogy a kezelt csoport záró testhossza 4,1%-kal nagyobb volt, mint a kontroll csoporté. A csoportok nettó növekedését és a napi növekedési sebességét a 4. táblázatban mutatom be.

	Kontroll csoport növekedése	Kezelt csoport növekedése
1. mérés	1,974 ± 0,158	2,040 ± 0,111
2. mérés	2,569 ± 0,113	2,587 ± 0,116
3. mérés	3,301 ± 0,174	3,360 ± 0,188
4. mérés	4,110 ± 0,274	4,279 ± 0,300
Nettó növekedés (cm)	2,137	2,239
Napi növekedési sebesség (%/nap)	13,4	14,0

4. táblázat: A növekedés összesítése. (* P < 0.05, T-próba)

A 4. táblázatban látható, hogy a halak átlagos kezdő testhosszúsága a kontroll csoportnál kisebb, mint a kezelt csoportnál. Ugyan ez igaz a záró testhosszúságra is. A valós növekedésről informatív képet a nettó növekedés ad, ami a végső és a kezdeti testhossz különbsége. Ezek alapján megállapítható, hogy a kezelt csoport átlagos nettó testhossz növekedése 0,102 cm-rel, azaz 4,8%-kal meghaladja a kontroll csoportét. A statisztikai analízis során a kezelt csoport záró teljes testhossza szignifikánsan nagyobbak bizonyult ($P < 0,05$) (P érték 0,019), mint a kontroll csoporté. A napi növekedési sebesség a vizsgálati napok alatti átlagos növekedési sebességet mutatja meg, százalékban kifejezve. Kiszámításának képlete, napi növekedési sebesség = $100 * (\text{záró átlagos testhossz} - \text{kezdeti átlagos testhossz}) / \text{napok száma}$. A számításból kiderül, hogy a kezelt csoport átlagos napi testhossz növekedési sebessége 0,6%-kal jobb volt, mint a kontroll csoporté. Ezek a növekedésbeli különbségek csak a vizsgálat utolsó negyedében jelentkeztek, amit annak tudok be, hogy a vizsgálat elején (3-6. nap) kényszerhelyzetből alkalmazott antibiotikum kúra után, ennyi időnek kellett eltelnie, hogy a probiotikum kifejtsse hatását. A további növekedésbeli különbségek megmutatkozása miatt érdemes lett volna folytatni még a vizsgálatot. Általánosan elmondható, hogy kisebb telepítési sűrűség/ egyedszám esetén a halak növekedése kedvezőbb, mivel kevésbé kell versengeniük egymással a táplálékért. Véleményem szerint a kezelt csoport 0,9%-kal való gyengébb megmaradási aránya nem volt hatással a kezelt csoport növekedési mutatóira nézve. Az is általános igazság, hogy az élőhely mérete limitálja a növekedést. Véleményem szerint a 0,9%-kal való nagyobb elhullásból eredő nagyobb élettér nem befolyásolta a kezelt csoport növekedését.

	Kontroll csoport CV (%)	Kezelt csoport CV (%)
1. mérés	8,004	5,441
2. mérés	4,399	4,484
3. mérés	5,271	5,595
4. mérés	6,667	7,011

5. táblázat: A szétnevelés alakulása.

Az ivadéknevelés folyamán, állomány szinten törekednünk kell a lehető legnagyobb homogenitásra. A kedvező eredmények elérését általában a fajok domesztikálatlanságából eredő individuális heterogenitás, a nem megfelelő telepítési sűrűség, a takarmányozási hibák és a betegségek megjelenése szokta befolyásolni. Ezeknek a tényezőknek a nevelés közbeni megjelenése az állomány szétnevelését fogja eredményezni. Az vizsgálat alatti szétnevelés

alakulásának százalékos arányát az 5. táblázatban mutatom be. A vizsgálat első napján mindkét csoport esetében magas szétnövési arányt látunk. Ez véleményem szerint annak tudható be, hogy a tokfélék keltetésénél a kelés kevésbé szinkronizálható és akár 2-3 napig is elhúzódhat. Tehát az 1. mérés során egy mintán belül a lárvák között akár 2 nap korkülönbség is lehetett. Az ivadékok nagy kompenzációs képességgel rendelkeznek, így a későbbiekben mérsékelni tudták a szétnövés mértékét. A vizsgálat 6. napjától a szórás a vizsgálat végéig lassú növekedésben történik, ami egy természetes folyamat. Az 5. táblázatból megállapítható, hogy a kezelt csoport testhosszra vetített homogenitása 0,34%-kal rosszabb volt a vizsgálat végére. A szórás arányát a következő képlet szerint számoltam ki: (átlagos szórás / csoport mérésenkénti átlagos testhossz) * 100%. Véleményem szerint a csoportok homogenitására nagy befolyással volt a vizsgálat elején jelentkező bakteriális fertőzés. Valószínűsíthető, hogy a kisebb egyedek nagyobb arányban hullottak el. Összességében a szétnövés a kezdeti méréshez képest, a vizsgálat végére jobban kiegyenlítődött.

3. 3. Következtetések és javaslatok

Az eddigi ismeretanyagok, kutatások és termelési tapasztalatok egyértelművé tették, hogy a többi mezőgazdasági ágazathoz hasonlóan, a probiotikumoknak a haltenyésztésben is indokoltan van létjogosultsága.

A 24.000 db lárva bevonásával elvégzett vizsgálatban a 2%-os probiotikus takarmánykiegészítést kapó csoport megmaradási %-a nem szignifikánsan bizonyult gyengébbnek a kontrollnál, a növekedési mutatói viszont szignifikánsan kedvezőbbnek bizonyultak a kontroll csoporthoz képest.

A vizsgálat elején kényszerhelyzetből használt antibiotikum alkalmazása miatt javasolnám a vizsgálat megismétlését, mivel az antibiotikum kezelés minden bizonnyal befolyásolta a vizsgált paraméterek eredményeit. Az vizsgálat első szakaszában (3-6. nap) az antibiotikum minden bizonnyal kioltotta a probiotikum hatását.

Javasolnám a vizsgálat laboratóriumi körülmények közötti lebonyolítását is, annak érdekében, hogy a kutatás gazdasági érdek nélkül folyhasson.

A patogén vélhetően a tubifex etetésével került be a rendszerbe, ez arra enged következtetni, hogy a probiotikum nem tudta (vagy nem volt ideje) elnyomni a bakteriális fertőzést okozó patogént.

Számos kutatásban használtak probiotikum kiegészítést artémiába vagy vízibolhába biokapszulázva a tokfélék előnevelésénél, annak érdekében, hogy a száraz tápot még nem

fogyasztó hal, minél hatékonyabban férjen hozzá a jótékony baktériumokhoz. Javasolnám a vizsgálat végrehajtását biokapszulázott probiotikummal, tubifex vektorral.

A tokfélék probiotikum-kutatása jelenleg nagy heterogenitást mutat, mind a jótékony baktérium fajokat, mind az ajánlott koncentrációt illetően. A munkám során baromfinak készített probiotikumot használtam, ezért javasolnám hal- vagy még inkább fajspecifikus probiotikum kultúrák kipróbálását. Továbbá javasolnám a probiotikum dózis optimalizását.

Javasolnám a bélflóra összetételének változásának vizsgálatát a probiotikum etetése alatt.

Az antibiotikum kezelés minden bizonnyal a vizsgálat elején lecsökkentette/ károsította a természetes bélflórát, ezért a probiotikum bélflóra stabilizáló hatásának köszönhető hozamfokozás csak a vizsgálat utolsó szakaszában jelentkezett a növekedésben.

Javasolnék egy hosszabb, legalább 4 hetes tartamvizsgálatot, ami a teljes előnevelési időszakot lefedi.

Továbbá a vizsgálat tapasztalatai alapján, az esetleges antibiotikum használat után javasolom nem fajspecifikus probiotikumok használatát.

Végül javasolnám a teljes testhossz és testtömeg együttes mérését, annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjunk a halak növekedéséről.

4. Összefoglalás

A probiotikumok olyan természetes takarmány adalékanyagok, amelyek hozamfokozó- és jótékony hatásuk mellett nem terhelik a környezetet és az élelmiszerláncba kerülve nem fejtenek ki káros hatást. Az eddigi kutatások alapján a probiotikumok hozamfokozó hatásai a többi állatfajhoz hasonlóan, a halaknál is a takarmányértékesülés és a megmaradási arány javulásában, a gyorsabb növekedésben, valamint az egészségesebb állomány formájában jelentkezhetnek a termelésben.

Munkám során a probiotikus takarmánykiegészítés hozamfokozó hatását vizsgáltam a vágótok előnevelése során recirkulációs rendszerben, üzemi körülmények között. Arra szerettem volna választ kapni, hogy a vágótok lárva exogén táplálkozásának megindulásával egyidejűleg, a takarmányhoz 2%-os arányban adagolt probiotikummal csökkenthető-e a nevelés kezdeti szakaszában jelentkező elhullás és javulhat-e a halak növekedési mutatója. A 16 napos vizsgálathoz a lárvákat kezelt (2% probiotikumot kapó) és kontroll csoportra osztottuk fel, háromszori ismétlésben (kádak száma $n=6$). Minden kádba 4000 lárvát számoltunk le, így összesen 24 000 vágótok lárva vett részt a vizsgálatban. A vizsgálat során a kombinált, fokozatos száraz tápra szoktatás módszerét alkalmaztam. Az élőeleség finomra vágott tubifex volt. A probiotikumot az *Enterococcus faecium*, a *Lactobacillus plantarum* és a *Pediococcus acidilactici* fajok alkották, 1×10^9 CFU/g mennyiségben. A készítmény vitaminkiegészítést is tartalmazott. A kezelt csoport takarmányát minden etetésnél 2% probiotikummal egészítettem ki. A vizsgálat 3. napján bakteriális eredetű fertőzés jelentkezett állomány szinten. Üzemi kísérlet lévén, a vizsgálati helyszínt biztosító cég éves szaporítási eredményességét nem kockáztathattuk, ezért a vizsgálat első szakaszában a probiotikum mellett 4 napig antibiotikumot is adagoltam a takarmányhoz. Munkám során vizsgáltam a megmaradási %-ot, a nettó testhossz növekedést (cm), az átlagos napi növekedési sebességet (%/nap) és a szétnövést (szórás, CV%). A megmaradási % a kontroll csoportnál 92,1%, míg a kezelt csoportnál 91,2% volt. A kezelt csoport megmaradása 0,9%-kal bizonyult eredménytelenebbnek, azonban a statisztikai analízis során a különbségek nem bizonyultak szignifikánsnak ($P > 0,05$) (P érték 0,3815). A kezelt csoport átlagos nettó testhossz növekedése 0,102 cm-rel, azaz 4,8%-kal meghaladta a kontroll csoportét. A statisztikai analízis során a kezelt csoport záró teljes testhossza szignifikánsan nagyobbnak bizonyult ($P < 0,05$) (P érték 0,019), mint a kontroll csoporté. A kezelt csoport átlagos napi testhossz növekedési sebessége 0,6%-kal jobb volt, mint a kontroll csoporté. Ami a csoportok homogenitását illeti, a szétnövést a kezdeti méréshez képest, a vizsgálat végére mindkét csoportnál jobban kiegyenlítődt.

5. Irodalomjegyzék

1. Agrárközgazdasági Intézet, Lehalászás 2020.
2. Askarian F. - Kousha A. - Ringø E. (2009): Isolation of lactic acid bacteria from the gastrointestinal tract of Beluga (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 91–94.
3. Askarian F. - Kousha A. - Salma W. - Ringø E. (2011): The effect of lactic acid bacteria administration on growth, digestive enzyme activity and gut microbiota in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and beluga (*Huso huso*) fry. *Aquaculture Nutrition*, 17: 488–497.
4. Baintner K. (2008): *Mikrobiológia jegyzet*. Kaposvári Egyetem, Kaposvár.
5. Bárdos L. – Husvéth F. – Kovács M. (2007): *Gazdasági állatok anatómiájának és élettanának alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 80-81. o.
6. Bemis W. E. – Kynard B. (1997): Sturgeon rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history. *Environmental Biology of Fishes*, 48: 167-184.
7. Balcazar J. L. - de Blas I. - Ruiz-Zarzuela I. - Cunningham D. - Vendrell D. - Muzquiz J. L. (2006): The role of probiotics in aquaculture. *Vet Microbiol*, 114: 173- 186.
8. Bentacur-R R. – Wiley E. O. – Arratia G. – Acero A. – Bailly N. – Miya M. – Lecointre G. – Ortí G. (2017): Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evol. Biol*, 17 (162): 1-42.
9. Boyd C. E. - Massaut L. (1999): Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquac Eng*, 20: 113-132.
10. Boyle R. J. - Robins-Browne R. M. - Tang M. L. (2006): Probiotic use in clinical practice: what are the risks? *Am J Clin Nutr*, 83:1256-1264.
11. Bronzi P. – Rosenthal H. (2014): Present and future sturgeon and caviar production and marketing: A global market overview. *Journal of Appl. Ichth*, 30: 1536-1546.
12. Bronzi P. – Chebanov M. S. – Michaels J. T. – Wei Q. – Rosenthal H. – Gessner J. (2019): Sturgeon meat and caviar production: global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology*, 35/1: 257-266.
13. Burr G. - Gatlin D. - Ricke S. (2007): Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *J World Aquacul Soc*, 36/4: 425-436.
14. Cahill M. M. (1990): Bacterial flora of fishes: a review. *MicrobiolEcol*, 19: 21–41
15. Chen H-R. - Tirawat R. - Shih-Hurng L. - Yu-Chieh W. - Thomas W. V. - Chi-Chung C. (2017): Assessment of veterinary drugs in plants using pharmacokinetic approaches: The

absorption, distribution and elimination of tetracycline and sulfamethoxazole in ephemeral vegetables. *Plos One*, 12/8: 183-187.

16. Cross M. L. (2002): Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. *FEMS Immunol Med Microbiol*, 34: 245-253.

17. Das S. - Ward L.R. - Burke C. (2008): Prospects of using marine Actinobacteria as probiotics in aquaculture. *Appl Microbiol Biotechnol*, 81: 419-429.

18. Dettlaff T. A. – Ginsburg A. S. – Schmalhausen O. I. (1993): Sturgeon fishes: developmental biology and aquaculture. Springer-Verlag, Berlin, 300.

19. Faramarzi M. - Jafaryan H. - Patimar R. - Iranshahi F. - Boloki M. L. - Farahi A. (2011): The effects of different concentrations of probiotic *Bacillus* spp. and different bioencapsulation times on growth performance and survival rate of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3: 145–150.

20. Faramarzi M. - Jafaryan H. - Roozbehfar R. - Jafari M. - Biria M. (2012): Influences of probiotic Bacilli on ammonia and urea excretion in two conditions of starvation and satiation in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Global Veterinaria*, 8: 185–189.

21. Feledi T. (2021): Kecsege szaporítási és ivadéknevelési technológiák fejlesztésének új lehetőségei. Doktori disszertáció.

22. Finegold G. M. - Sutter V. L. - Mathisen G. E. (1983): Normal indigenus intestinal flora. In: Hentgens DJ (ed) *Humanintestinal microflora in health and disease*. New York, Academic Press, 3–31.

23. Ganguly S. - Paul I. - Mukhopadhyay S. K. (2010). Immunostimulant, probiotic and prebiotic—their applications and effectiveness in aquaculture. *Israeli J. Aquacult—Bam-idgeh*, 62/3: 130–138.

24. Ganguly S. – Prasad A. (2011): Microflora in fish digestive tract plays significant role in digestion and metabolism. *Rev Fish Biol Fisheries*, 22: 11–16.

25. Gatesoupe F. J. (1999): The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180: 147-165.

26. Geraylou Z. - Souffreau C. - Rurangwa E. - De Meester L. - Courtin C. M. - Delcour J. A. - Buyse J. - Ollevier F. (2013): Effects of dietary arabinoxylan-oligosaccharides (AXOS) and endogenous probiotics on the growth performance, non-specific immunity and gut microbiota of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *Fish & Shellfish Immunology*, 35: 766-775.

27. Gildberg A. - Mikkelsen H. - Sandaker E. - Ringo D (1997): Pro-biotic effect of lactic acid bacteria in the feed on growth and survival of fry of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Hydrobiologia*, 352: 279–285.

28. Harka Á.- Sallai Z. (2004): Magyarország halfaunája. Pauker Nyomda, Budapest. 66.o.
29. Horváth Á. - Urbányi B. (2019): A tokalakúak biológiája és tenyésztése. Vármédia Print Kft., Gödöllő. 28.o. 37-47.o. 63-73.o. 109-111.o. 173-186.o.
30. Hu X. – Qixing Z. - Yi L. (2010): Occurrence and source analysis of typical veterinary antibiotics in manure, soil, vegetables and groundwater from organic vegetable bases, northern China. *Environmental Pollution*, 158/9: 2992-2998.
31. Iranshahi F. - Faramarzi M. - Kiaalvandi S. - Boloki M. L. (2011): The enhancement of growth and feeding performance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae by *Artemia urmiana* nauplii bioencapsulated via baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10: 2730–2735.
32. Jafaryan H. - Soltani M. (2012): Effects of bioencapsulated *Daphnia magna* with *Saccharomyces cerevisiae* on the growth and feeding performance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 6: 13–18.
33. Jjemba P. K. (2002): The potential impact of veterinary and human therapeutic agents in manure and biosolids on plants grown on arable land: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93/12: 1–3.
34. Józsa V. – Fazekas GY. – Guti G. (2016): A kecsge (*Acipenser ruthenus*) fajmegőrzési terve. FM kiadvány. ISBN: 978-962-7120-39-8.
35. Kesarcodi-Watson A. - Kaspar H. - Lategan M. J. - Gibson L. (2008): Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274: 1-14.
36. Kumar K. – Gupta C. S. – Baidoo K. S. – Chander Y. – Rosen J. C. (2005): Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. *J. Environ. Qual*, 34: 2082-2085.
37. Lesel R. - Fromageot C. - Lesel M. (1986): Cellulose digestibility in grass carp and goldfish. *Aquaculture*, 54: 11–17.
38. Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet, 2021 jelentés.
39. Meisner A. - Burns J. (1997): Viviparity in the halfbeak genera *dermogenys* and *nomorhamphus* (Teleostei: Hemiramphidae). *J Morphol*, 234: 295–317.
40. Minelli E. B. - Benini A. (2008): Relationship between number of bacteria and their probiotic effects. *Microb Ecol Health Dis*, 20: 180-183.
41. Nayak S. K. (2010): Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 29: 2-14.

42. Nyeste K. - Somogyi D. - Sallai Z. - Antal L. (2020): Adatok a tokfélék (*Acipenseridae*) Kárpát-medencei recens előfordulásairól. Recent occurrence data of sturgeons (*Acipenseridae*) in the Carpathian Basin. *Pisces Hungarici* 14, 107–114. o.
43. O'Sullivan D. J. (2001): Screening of intestinal microflora for effective probiotic bacteria. *Agric Food Chem*, 49/4: 751-760.
44. Pan-European Action Plan For Sturgeon, 2015
45. Panigrahi A. - Azad I. S. (2004): Microbial intervention for better fish health in aquaculture: the Indian scenario. *Fish Physiol Biochem*, 33: 429-440.
46. Panigrahi A. - Kiron V. - Kobayashi T. - Puangkaew J. - Satoh S. - Sugita H. (2004): Immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by a potential probiotic bacteria *Lactobacillus rhamnosus*. *JCM* 1136. *Vet Immunol Immunopathol*, 102: 379-388.
47. Parker R. B. (1974): Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Anim Nutr Health*, 1974. 29: 4-8.
48. Picchiatti S. - Fausto A. M. - Randelli E. - Carnevali O. - Taddei A. R. - Buonocore F. (2009): Early treatment with *Lactobacillus delbrueckii* strain induces an increase in intestinal T-cells and granulocytes and modulates immunerelated genes of larval *Dicentrarchus labrax* (L.). *Fish Shellfish Immunology*, 2009.26: 368-376.
49. Pintér K. (2015): Magyarország halai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 38.o.
50. Pourgholam M. A. – Khara H. – Safari R. – Sadati M. A. Y. – Aramli M. S. (2015): Dietary administration of *Lactobacillus plantarum* enhanced growth performance and innate immune response of siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *Probiotics & Antimicro. Prot*, Springer Science+Business Media, New York.
51. Pucci O. H. - Bak M. A. - Peressutti S. R. - Klein I. - Hartig C. – Alvarez H. M. - Wu'nsche L. (2004): Influence of crude oil contamination on the bacterial community of semiarid soils of Patagonia (Argentina). *Acta Biotechnol*, 20/2: 129–146.
52. Rengpipat S. - Phianphak W. - Piyatiratitivorakul S. - Menasaveta P. (1998): Effects of a probiotic bacterium in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) survival and growth. *J Aquacult*, 1998.167: 301-313.
53. Rideg Á. (2003): A tokfélék múltja, jelene és jövője vizeinkben. *Halászat* 96/4: 132-135.
54. Ringo E. - Birkbeck T. H. (1999): Intestinal microflora of fish and fry: a review. *Aquac Res*, 30/2: 73–93.
55. Ringo E. - Olsen R. E. (1999): The effect of diet on aerobic bacterial flora associated with intestine of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *J Appl Microbiol*, 86: 22–28.

56. Rónyai A. – Rideg Á. – Pannonhalmi M. – Guti G. – Feledi T. (2010): Akcióterv a tokfélék (*Acipenseridae*) védelmére a Duna magyarországi szakaszán és nagyobb folyóinkon. VKKI tanulmány, Szarvas.
57. Saha S. - Roy R. N. - Sen S. K. - Roy A. K. (2006): Characterization of cellulase-producing bacteria from the digestive tract of tilapia, (*Oreochromis mossambica*) (Peters) and grass carp, (*Ctenopharyngodon idella*) (Valenciennes). *Aquac Res*, 37: 380–388.
58. Sahu M. K. - Swarnakumar N. S. - Sivakumar K. - Thangaradjou T. - Kannan L. (2008): Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives. *Ind J Microbiol*, 2008: 1-10.
59. Scott P. (1997): Livebearing Fishes. Tetra Press, 13. o.
60. Schmidt J. (2015): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 280.o.
61. Strom E. - Olafsen J. A. (1990): The indigenous microflora of wild-captured juvenile cod in net-pen rearing. In: Lesel R (ed). *Microbiology of poecilotherms*, Elsevier, Amsterdam, 181–185.o.
62. Such N. (2017): Az antibiotikumok és maradványanyagaik hatása és akkumulálódása kertészeti növényekben. *Biokultúra*, 2017. 4.
63. Syvokieni J. (1989): Symbiotic digestion in hydrobionts and insects. *Mokslas*, Vilnius.
64. Szalay I. (2017): Génbanki kutatások régi haszonállataink védelmében. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 192.o.
65. Szatmári I. (2012): A gazdasági haszonállatok tömegkezelésére használt doxiciklin egyes környezettoxikológiai jellemzőinek vizsgálata. Doktori értekezés.
66. Szigeti G. (1991): A gazdaszervezet, a takarmány- és a bélmikroflóra kölcsönhatásai. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 46/7: 391-394.
67. Taoka Y. - Maeda H. - Jo J. Y. - Kim S. M. - Park S. - Yoshikawa T. (2006): Use of live and dead probiotic cells in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fisher Sci*, 2006. 72: 755-766.
68. Taridashtia F. – Delafkara K. – Zareb A. – Takamiz A. G. (2010): Effects of probiotic *Pediococcus acidilactici* on growth performance, survival rate, and stress resistance of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), *Journal of Applied Aquaculture*, 2017. 29: 220-232.
69. Tornyos G. (2019): Mikrobiológia prezentáció. (Mikrobiológia 5. pptx). Kaposvári Egyetem.
70. Vine N. G. - Leukes W. D. - Kaiser H. - Daya S. - Baxter J. - Hecht T. (2004): Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *J Fish Dis*, 2004.27: 319-326.

71. Voveriene G. - Mickeniene L. - Dvyokiene J. (2002): Hydrocarbon-degrading bacteria in the digestive tract of fish, their abundance, species composition, and activity. *Acta Zoolituanica*, 12: 3.
72. Willing B. (2009): Changes in faecal bacteria associated with concentrate and forageonly diets fed to horses in training. *Equine Veterinary Journal*, 41/ 9: 908-914.
73. Zhou X. - Tian Z. - Wang Y. - Li W. (2009): Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Fish Physiol Biochem*.
74. http://halt.mkk.szie.hu/UserFiles/File/szakmai_nap_2016/08_FelediT_opt.pdf (letöltve: 2022. 10. 31.)
75. <https://g7.hu/vallalat/20190214/a-kaviarkiraly-magyar-birodalma-ahol-60-millio-forintos-halak-zsufolodnak-az-omladozo-kendergyar-medenceiben/> (letöltve: 2022. 10. 31.)
76. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/?qid=1585322312921&uri=CELEX:32019R0006> (letöltve: 2022. 10. 31.)

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani konzulensemnek, Dr. Kucska Balázsnak, aki segítségemre volt a diplomadolgozatom elkészítésében. Továbbá köszönöm Rideg Árpádnak, a Rideg & Rideg Fish Farm Kft. ügyvezető igazgatójának, hogy helyszínt biztosított a vizsgálatom elvégzéséhez, valamint, hogy munkámat szakmai tanácsokkal támogatta.

NYILATKOZAT

Alulírott SZABÓ TAMÁS, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, KAPOSVÁRI Campus, TAKARMÁNYOZÁSI ÉS TAK. BIZTONSÁGI MÉRNÖKI MSc szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2022 év 11 hó 5 nap

Szabó Tamás
Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2022 év november hó 3. nap

Keresztes Beáta

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!