

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Bialkó Rebeka**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Növénytermesztési-tudományok Intézet**  
**Agrármérnöki osztatlan szak**

**FITOBIOTIKUMOK ALKALMAZÁSA A**  
**PISZTRÁNGNEVELÉSBEN**

<b>Belső konzulensek:</b>	Dr. Lefler Kinga Katalin tudományos munkatárs
	Dr. Urbányi Béla egyetemi tanár
<b>Belső konzulensek intézete/tanszéke:</b>	Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék
<b>Külső konzulens:</b>	Dr. Hoitsy Márton állatorvos, külső szakértő
<b>Készítette:</b>	<b>Bialkó Rebeka</b> <b>HV7YHD</b>

**Gödöllő**  
**2024**

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés és célkitűzések</b> .....	3
<b>1.1 Bevezetés</b> .....	3
<b>1.2. Célkitűzések</b> .....	5
<b>2. Szakirodalmi áttekintés</b> .....	6
<b>2.1 Napjaink akvakultúrájának jelentősége</b> .....	6
<b>2.2 A lazacfélék általános jellemzése</b> .....	7
<b>2.3 A szivárványos pisztráng világszintű termelése</b> .....	9
<b>2.4. A pisztrángtenyésztés hazai viszonylatban—történeti áttekintés</b> .....	10
<b>2.4.1 Hazánk pisztrángtenyésztése</b> .....	11
<b>2.5. A szivárványos pisztráng</b> .....	15
<b>2.5.1. A szivárványos pisztráng általános bemutatása</b> .....	16
<b>2.5.2. A szivárványos pisztráng morfológiája</b> .....	17
<b>2.5.3. A szivárványos pisztráng biológiája</b> .....	17
<b>2.5.4. A szivárványos pisztráng tenyésztése</b> .....	19
<b>2.6. Fitobiotikumok</b> .....	22
<b>2.6.1. Fitobiotikumok alkalmazásának lehetőségei</b> .....	22
<b>2.6.2. Fitobiotikumok az akvakultúrában</b> .....	22
<b>2.7. Az EKVARIN</b> .....	24
<b>2.7.1. Az EKVARIN története</b> .....	24
<b>2.7.2. Az EKVARIN összetétele</b> .....	26
<b>2.7.3. Az egyes összetevők gyógyhatása</b> .....	26
<b>3. Anyagok és módszerek</b> .....	30
<b>3.1. Egyedi testparaméterek mérése</b> .....	32
<b>3.2. Stresszhatások vizsgálata</b> .....	33
<b>3.2.1. Oxigénszint csökkentése</b> .....	33

3.2.2. Tartási hőmérséklet növelése .....	34
3.3 Viscero-szomatikus index (VSI) meghatározása .....	35
3.4. Szövettani vizsgálat.....	36
3.5. Takarmányértékesítő - képesség meghatározása .....	36
4. Eredmények és értékelésük .....	37
4.1. Testtömeg alakulása a kísérleti idő alatt .....	37
4.2. Testhosszúság alakulása a kísérleti idő alatt .....	39
4.3. Az oxigénszint csökkentésével kiváltott stresszhatás vizsgálata.....	42
4.4. Hőmérséklet növelésével kiváltott stresszhatás vizsgálata.....	44
4.5. A kísérlet zárásakor a halakon megfigyelt makroszkópos észrevételek.....	45
4.6. A VSI index meghatározása során kapott eredmények .....	46
4.7. Szövettani vizsgálat eredménye .....	47
4.8. Takarmányértékesítő-képesség .....	48
5. Következtetések és javaslatok .....	49
6. Összefoglalás .....	51
6. Irodalomjegyzék .....	52
7. Táblázatok és ábrák jegyzéke .....	60
Hallgatói nyilatkozat .....	61
Konzulensi nyilatkozat.....	62
Köszönetnyilvánítás .....	63

# 1.Bevezetés és célkitűzések

## 1.1 Bevezetés

A világnépesség állati fehérje szükségletének kielégítésében, valamint az egész világélelmelésben kiemelt szerepet kap az akvakultúra-termelés, annak ellenére, hogy a halászatból származó fogások egyre korlátozottabbak. A világnépesség folyamatosan növekszik és azt az élelmiszer- és fehérjeszükségletet, amely kielégíti ezt a hatalmas igényt, részben az akvakultúra tudja majd fedezni.

Az akvakultúra-termelés és a halászat 2020-ban 214 milliós tonnás rekordot ért el, ennek értéke mintegy 424 milliárd USD. 2020-ban a vízi élőlények termelése több mint 60 százalékkal volt magasabb, mint az 1990-es években (FAO, 2022).

Napjainkban több vízi környezetben megtermelt élelmiszert fogyasztunk, mint eddig bármikor: 2020-ban fejenként 20,2 kg-ot fogyasztottunk, ami több mint kétszerese az 50 évvel ezelőtti átlagnak. A vízi környezetben megtermelt élelmiszerek világviszonylatban jelenleg mintegy 17 százalékát adják az állati fehérjéknek, és ez az arány Ázsia és Afrika számos országában 50 százalék fölé emelkedik (FAO, 2022).

Becslések szerint az ágazat az elsődleges termelésben 58,5 millió embert foglalkoztat, ennek körülbelül 21 százaléka nő (FAO, 2022). A világon 660-820 millió ember megélhetése függ az akvakultúrától és a halászattól (FAO, 2012). Mérföldkőnek számít a 2014-es év, ekkor a világ akvakultúra-termelésének nagysága meghaladta a természetesvízi fogások mennyiségét (FAO, 2016).

2020-ban a globális akvakultúra-termelés rekordot ért el a 122,6 millió tonnás mennyiséggel, ennek összértéke 281,5 milliárd USD volt. Ebből a víziállatok 87,5 millió tonnát tettek ki, az algák részaránya pedig 35,1 millió tonna volt. Ez is az akvakultúra ágazat jelentőségét bizonyítja. (FAO, 2022).

A FAO 2030-ig szóló halászati és akvakultúra-ágazati prognózisa szerint a teljes termelésben a víziállatok mennyisége várhatóan eléri a 202 millió tonnát. Az akvakultúra szektor az előrejelzés szerint 2027-ben eléri a 100 millió tonnát, majd a 106 millió tonnát 2030-ban (FAO, 2022).

Legutóbbi kiadványában a FAO kiemelten foglalkozott a termelés növelésének szükségleteivel és kihívásaival. Az elmondható, hogy az emberiség állati eredetű fehérje szükségletének kielégítése lehetetlen az akvakultúra szektor növekedése nélkül. Ehhez a növekedéshez azonban elengedhetetlen néhány tényező fejlesztése. A termelés egyik különösen fontos követelménye az alapanyag ellátás, a takarmányozástechnológia és a takarmányelőállítás feltételrendszerének javítása, esetleg megteremtése. A halliszt és halolaj előállításának csökkenése új kihívásokat ad az ágazat takarmányozási szektorának: főként a takarmány/táp kiegészítők (adalékok) és a fehérje utánpótlás biztosítása terén. A figyelem új, újszerű alternatív, növényi, alga és állati eredetű (rovar) alapanyagok felé fordul és ezeknek a termelésbe illesztésével lehetséges fenntartani az akvakultúra fejlődésének növekedési ütemét (FAO, 2022).

## 1.2. Célkitűzések

Manapság egyre nagyobb fókuszba került az emberek életében az egészséges táplálkozás, így a kereslet is megnőtt a kiváló minőségű élelmiszerek iránt. Mindez hozzájárult az akvakultúra-ágazat gyors bővüléséhez, ami azonban nehézségeket is okozott a haltermelő gazdaságok számára. Az egyik ilyen probléma, hogy az intenzív termelés miatt a halak fogékonyabbak lettek egyes betegségekre, valamint a stressztűrésük is csökkent. Az intenzív haltermelésben nem megfelelően használt vegyszerek és antibiotikumok a halak antibiotikum rezisztenciájának kialakulásához vezethet, ami nagy egészségi kockázattal járhat a fogyasztók számára. Emiatt a gazdálkodók elkezdtek egyre gyakrabban alkalmazni természetes adalékanyagokat, valamint igyekeztek előtérbe helyezni a vegyszerek környezetbarát és biztonságos alternatíváit.

Különös figyelmet fordítottak takarmány-adalék tekintetében a Lamiaceae család növényeire, mivel azok jótékony hatással lehetnek a halak fejlődésére.

Ezen dolgozat célja, hogy naprakész képet adjon a főként Lamiaceae fajok hatóanyagait tartalmazó EKVARIN takarmánykiegészítő alkalmazásáról és annak hatásáról a pisztrángok nevelésében. Vizsgálni szeretnénk, hogy az EKVARIN-ban is megtalálható fitobiotikumok milyen hatással vannak a szivárványos pisztrángok fejlődésére, főként a testtömeggyarapodás, testhossz, valamint a stressztűrés szempontjából. Figyelemmel szeretnénk kísérni a halak válaszreakcióit egyszeri hő- és oxigénstressz hatásakor, valamint a regenerálódás folyamata alatt. További célunk, hogy a vizsgált takarmányadaléknak jótékony hatásait megismerjük, hogy ezeket a későbbiekben hasznosítani tudják a halgazdaságokban és a halnevelésben.

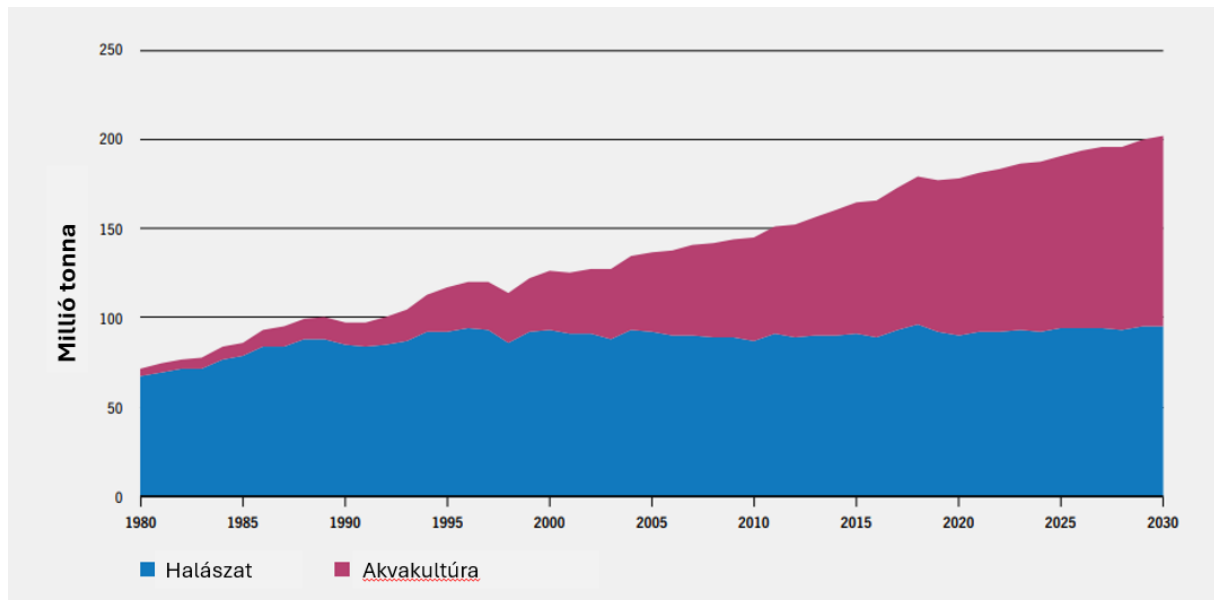
## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 Napjaink akvakultúrájának jelentősége

A halgazdálkodásnak jelenleg nem csak az élelmiszertermelésben van nagy jelentősége, hanem a biodiverzitás megőrzésében és a vidékfejlesztésben is. Magyarország adottságai nagymértékben hozzájárulnak az édesvízi haltenyésztéshez. A fogyasztóktól kapott igényfelmérések alapján is arra következtethetünk, hogy a halgazdálkodás a mezőgazdasági termelésnek egyre nagyobb részét teheti majd ki, és a közeljövőben ezen ágazat sokat fejlődhet. Mindemellett pedig a növekvő világnépesség fehérjeigényének egy részét is az akvakultúra tudja majd fedezni (Horn, 2012; Horn és Urbányi, 2020; Ózsvári és Máté, 2021). A halászatból származó mennyiség azonban ingadozhat az éghajlatváltozás és a vizek túlhalászása miatt, és nagymértékben függ az akvakultúra térnyerésének mértékétől is. A halállomány eltűnése a vizekből jelentős környezeti, természetvédelmi, valamint élelmezésügyi problémákat okozhat (Scheffer et al. 2005). Vizeink túlhalászása egyre nagyobb probléma, emiatt több olyan technológiát is kifejlesztettek az elmúlt években, amelyek optimalizálhatják a halak és más gerinctelenek termelését. Ez mostanra már annyit fejlődött, hogy olyan gazdaságokkal is találkozhatunk, amelyek teljesen automatizáltak és a munkaerő mennyisége minimálisra redukálható (Csorbai et al. 2015; Wang et al. 2021). 1950 óta a világ víziállat-termelése megkilenszereződött (Ózsvári és Máté, 2021). 2011 és 2020 közötti időszakban világszinten 4,35%-os növekedés volt megfigyelhető az akvakultúra ágazatban (FAO, 2022). 2011-re 63 millió tonna volt az akvakultúrás körülmények között megtermelt halmennyiség, ez akkor a világon előállított szarvasmarha húsmennyiséggel egyezett meg, majd a későbbiek során azt meg is haladta (Micha, 2013). Fontos azt is megemlíteni, hogy vannak olyan halfajok is (ponty, atlanti lazac, csatornaharcsa, tilápia), melyek takarmányértékesítése sokkal jobb, mint a sertésé, szarvasmarháé, vagy a brojlersirkéé. Az említett halfajok takarmányértékesítése 1,2-1,7 takarmány kg/ súlygyarapodás kg az 1,8-8 takarmány kg/ súlygyarapodás kg-mal szemben (Horn és Urbányi, 2020). 2019-ben 48,4 millió tonna halat állítottak elő szárazföldi akvakultúrában, amely a világ víziállat-termelésének 56,7 %-át adta. A fő termelő országok Chile, Norvégia, Banglades, Egyiptom, Kína, Vietnám, India és Indonézia voltak (FAO, 2022). Az ágazatban dolgozó személyek száma 2020-ban világszinten 22,34 millió volt. Magyarországon az intenzív halelőállítás elérte a 4050 tonna mennyiséget (NAIK-AKI, 2021). Előreláthatólag 2030-ra 106 millió tonna akvakultúrából származó élelmiszert fogunk



előállítani. Ekkor már a fogási mennyiséget is meg fogja haladni az ilyen körülmények között megtermelt mennyiség (1. ábra) (FAO, 2022).



**1. ábra:** A világ halászott, valamint akvakultúrában előállított halmennyisége 1980–2030 között

(Forrás: FAO, 2022)

## 2.2 A lazacfélék általános jellemzése

A lazacfélék (*Salmonidae*) családjába 3 alcsalád tartozik, a marénaformák (*Coregoninae*), a pérformák (*Thymallinae*) és a lazacformák (*Salmoninae*). Ezek 11 nemzetséget foglalnak magukba (François et al., 2010; Nelson et al., 2016). Az édesvízi vagy anadrom életmódú fajok száma 191 (Hoitsy M., 2022).

A marénák alcsaládjának képviselői általában édesvízi halak, azonban fellelhetők brakk- és tengervízben is. Ezen egyedek anadrom életmódot folytatnak (Hoitsy M., 2022). Nagyon változatosak fejlődésük, táplálkozásuk, élőhelyük, valamint morfológiájuk tekintetében. Természetes életterük az északi féltekén található meg (Heikinheimo et al., 2004; Hoitsy M., 2022).

A pér alcsalád tagjaival kizárólag édesvizekben találkozhatunk. A főleg Euráziában és Észak-Amerikában élő nemzetséget 14 faj alkotja. A pénzes pér (*Thymallus thymallus*, Linnaeus, 1758), mely Magyarországon is előfordul, a víz felett repülő vagy az apró, vízben úszó gerinctelenekkel táplálkozik (Hoitsy M., 2022).

A lazacfélék alcsaládot 7 nem képviseli, melyeken belül az ázsiai pisztráng (*Brachymystax lenok*, Pallas, 1773), vagy másik nevén lenok, a *Brachymystax* nem egyik fő képviselője.

A *Salvethymus svetovidovi* faj egyedülként alkotja a *Salvethymus* genust. Ez az endemikus halfaj Oroszország északi részén, egy meteorit becsapódás után keletkezett kráterben, valamint az El'gygytgyn tóban található meg.

Az anadrom életmódot folytató japán galóca (*Parahucho perryi*, Brevoort, 1856) az egyetlen képviselője a Parahucho nemnek (Hoitsy, M., 2022). Szintúgy anadrom életmódot folytat az atlanti lazac is (*Salmo salar* Linnaeus, 1758), mely az egyik, a világon legnagyobb mennyiségben tenyésztett halfajok közé tartozik. 2022-ben több, mint 2,8 millió tonnát termeltek belőle akvakultúrás körülmények között (FAO, 2022).

Magyarországon a következő nemzetségek egy-egy képviselői fordulnak csak elő: az *Oncorhynchus*, a *Salmo*, a *Salvelinus* és a *Hucho* (Hoitsy Gy., 2002).

A *Hucho* nemzetség egyedül a dunai galóca (*Hucho hucho*, Linnaeus, 1758) fajjal képviselteti magát idehaza, míg külföldön további másik két faja, a szecsuáni tajmen (*Hucho bleekeri*, Kimura, 1934) és a tajmen (*Hucho taimen*, Pallas, 1773) is ismert (Hoitsy M., 2022; Shed'ko et al., 1996). A *Salmo* nemzetség fajai közé tartozik a tengeri pisztráng (*Salmo trutta trutta*, Linnaeus, 1758), amely anadrom életmódot folytat, és külsőleg nagyon hasonlít a lazacra (Hoitsy Gy., 2002). A sebes pisztráng (*Salmo trutta fario* Linnaeus, 1758) hazánkban, valamint Európában is őshonos (Harka és Sallai, 2004; Hoitsy Gy., 2002). Genetikai vizsgálatok alapján 5 evolúciós vonalat különíthetünk el az Európában fellelhető sebes pisztráng populációkon belül: atlanti, dunai, adriai, márvány és mediterrán. Hazánkban a dunai, valamint az atlanti vonal található meg (Hoitsy Gy., 2002; Ósz et al., 2018).

A pataki szajbling (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell, 1814) a *Salvelinus* nemzetséghez tartozó, Észak-Amerikában a keleti parton őshonos faj. A sebes pisztránggal alkotott hibridje a tigris pisztráng (*Salmo trutta* × *Salvelinus fontinalis*), (François et al., 2010; Hoitsy Gy., 2002).

## 2.3 A szivárványos pisztráng világszintű termelése

2020-ban a világ össztermelése pisztráng fajokból 940 000 tonna volt (FAO, 2022). Ebből a fő tenyésztett faj, a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*), a teljes termelés 79%-át tette ki (D'Agaro et al., 2022). Ezzel a termelési nagyságrenddel 2020-ban a szivárványos pisztráng a 13. legnagyobb mennyiségben termelt halfaj volt a világon (1. táblázat; FAO, 2022).

**1. táblázat:** A legnagyobb mennyiségben tenyésztett 15 halfaj a világon

(Forrás: FAO, 2022)

Faj megnevezése	Termelés (x1000t)	% az összesből
Amur ( <i>Ctenopharyngodon idella</i> )	5791,5	11,8
Fehér busa ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> )	4896,6	10,0
Nílusi tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	4407,2	9,0
Ponty ( <i>Cyprinus carpio</i> )	4236,3	8,6
Katla ( <i>Catla catla</i> )	3540,3	7,2
Pettyes busa ( <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> )	3187,2	6,5
Kárász fajok	2748,6	5,6
Csíkos harcsa ( <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> )	2540,4	5,1
Indiai ponty ( <i>Labeo rohita</i> )	2484,8	5,1
Clarias fajok	1249,0	2,5
Tilápia fajok	1069,9	2,2
Kínai keszeg ( <i>Megalobrama amblycephala</i> )	781,7	1,6
Szivárványos pisztráng ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	739,5	1,5
Fekete amur ( <i>Mylopharyngodon piceus</i> )	695,5	1,4
Pisztrángsügér ( <i>Micropterus salmoides</i> )	621,3	1,3

A pisztráng fajok igényei könnyen kielégíthetők Európa-szerte, ezért rengeteg helyen foglalkoznak pisztrángtenyésztéssel. A legtöbb EU-tagállam területén találkozhatunk folyómenti pisztrángtelepekkel, de néhány helyen tavi tenyésztés is előfordul. Az Európában évente körülbelül 220 000 tonna megtermelt pisztráng 85%-át az EU tagállamaiban állítják elő Olaszország, Franciaország, Dánia, Németország és Spanyolország vizeiben. Az egyetlen

Európai Unió kívüli fő termelő Törökország (SustainAqua, 2009). A szivárványos pisztrángtenyésztés az európai pisztrángtermelésnek a 95%-át teszi ki.

2000-ben a világ szivárványos pisztráng termelése 340,4 ezer tonna volt, míg 2020-ban már 739,5 ezer tonna. Az adatok alapján elmondható, hogy a világ pisztrángtermelése folyamatosan növekszik, hiszen 2020-ban a pisztrángtermelés, volumenét tekintve, 21%-kal nőtt a 2015-ös adatokhoz képest (FAO, 2022).

## **2.4. A pisztrángtenyésztés hazai viszonylatban—történeti áttekintés**

A hazai pisztrángtenyésztés megalapozása javarészt az európai tenyésztés és termelés kidolgozásának és elterjedésének volt köszönhető (Hoitsy Gy. et al., 2012). Emiatt az európai termelés néhány főbb lépését szeretném ebben az alfejezetben bemutatni.

A mesterséges termékenyítés módjának kidolgozása 1763-ban történt, és ezen időponthoz kötik a pisztrángtenyésztés kezdetét is. Egy hohenhausei gazdálkodó, bizonyos Jakobi István ekkor tette közzé az ezen irányban végzett kísérleteinek eredményeit. Ezen kísérleteit 1725 és 1733 között végezte. Ezután sokáig feledésbe merült az eljárás, majd 1844-ben, Franciaországban újra felfedezte azt két halász, Gehin és Remy. Itt is nagy szerepet játszott a szerencse, mint rengeteg sikeres fejlesztés megvalósítása során, ugyanis egy a párizsi egyetemen dolgozó professzor, bizonyos Coste professzor figyelt fel a már említett két halász munkájára. Majd megkérte III. Napóleont 1852-ben, hogy hozzon létre egy pisztrángtelepet Hünningenben, amely akkoriban a pisztrángtenyésztés központjává is vált. Európában innentől számítjuk a pisztrángtenyésztés fellendülését, melyben nagy szerepet játszott a mesterséges termékenyítés alkalmazása (Hoitsy Gy. et al., 2012).

Ahogy az Hoitsy Gy. és munkatársai írják (2012) akkortájt az úgynevezett nedves eljárás volt alkalmazásban a mesterséges megtermékenyítés során. Ennek lényege, hogy a tejet és az ikrát is a vízbe fejték, ezzel imitálva a természetes megtermékenyítés folyamatát. Azonban ez hátránya is volt ennek az eljárásnak, mivel a termékenyülési százalék alacsony volt, amikor ezt a módszert alkalmazták. Később az orosz származású Wrusky dolgozta ki és alkalmazta elsőként a száraz termékenyítési eljárást, amit a mai napig használnak. Lényege, hogy előbb a tejet engedjük rá a kifejt ikrára és csak azután kezdjük el feltölteni vízzel az ivartermékeket. Így akár 100%-os termékenyülési eredmény is elérhető.

### 2.4.1 Hazánk pisztrángtenyésztése

Hamarosan hazánkban is elkezdett fejlődni a pisztrángtenyésztés a külföldi sikereken felbuzdulva. Az első pisztrángos tógazdaság Szomolányban jött létre 1866-ban gróf Pálffy József birtokán. Ezután az első keltetőház és keltetőtelep Iglón létesült 1868-ban, majd Znióváralján 1873-ban jött létre pisztrángostelep. Dejtén 1880-ban létesült keltetőház és tógazdaság. 1885-ben ez utóbbiba hozták be az USA-ból, megtermékenyített ikra formájában a szivárványos pisztrángot (Vásárhelyi, 1963; Hoitsy Gy., 2002).

Az állam, látva a sikereket a keltetésben és tenyésztésben, elkezdett egyre több pisztrángtelepet létesíteni azokon a helyeken, ahol megfelelőek voltak a körülmények. Végül 1910-re már 37 keltetőház volt üzembe helyezve a kincstári erdőgazdaságokban. A pisztránggal foglalkozó tógazdaságok száma 1913-ban 17 volt, ezek területe 34 kh volt akkoriban (kh: kataszteri hold, ez 1600 négyszögöl, ami 0,575 hektár, négyzetméterben kifejezve 5754,642 m<sup>2</sup>). Ezen időszakban 3758 kh volt a rendszeresen felügyelt pisztrángos területek mérete. Azonban a magánszektor is fantáziát látott a pisztrángtenyésztésben, így 200 keltetőtelep jött létre magántőkéből 1914-ben. Állami támogatásként szempontos ikra kiutalást vezettek be 1879-től. Az állam majdnem 70 millió szempontos ikrát adott a magánszektor termelőinek 1897 és 1916 között. Az első világháború után szinte az összes keltetőtelep és pisztrángos víz elveszett hazánkban. Csak a Bükkben maradtak olyan természetes vizek, amelyek alkalmasak voltak a pisztrángok számára: a Szinva, a lillafüredi Hámori tó, a Szilvásváradi patak és a Garadna. Mindemellett a pisztrángtenyésztésre alkalmas vizeket folyamatosan kereste az Országos Halászati Felügyelőség, majd segítette a haltelepítést is ezen vizekbe. Ennek eredménye volt, hogy Visegrádon, a Királykunyhói patakban kezdtek el pisztrángtelepítéssel kísérletezni 1932-ben. Emellett újraindították a csopaki tógazdaságot is, amelyben pisztrángokkal foglalkoztak. A sopronkőhidai halgazdaságot is ekkortájt alapították, valamint az országban több helyen is szivárványos pisztrángokat telepítettek. Azonban sok telepítés nem járt sikerrel, mivel legtöbbször a telepített egyedek számára az adott élőhely nem tudta biztosítani az életszükségletükhöz megfelelő feltételeket. Egyedül csak a Garadnavölgyi Tógazdaság tudott fejlődni ebben az időszakban. A tógazdaság (ismertebb nevén: Lillafüredi Pisztrángtelep) 1932-1933-ban jött létre a Margit-forrás mellett, amely a Garadna völgyében található. Létrejöttét az Országos Halászati Felügyelőség anyagi támogatással segítette. A Garadnavölgyi Tógazdaság 6 tóból és egy keltetőházból állt, ehhez később, 1936-ban épült egy telepkezelői lakás, majd pedig 1939-ben még 4 tó is létrejött. 1940-től az Országos Halászati

Felügyelőség vette át a telephely irányítását, melyet fejlesztettek is. Négy új tó létesült, valamint egy modern keltetőház, és tangazdasággá fejlesztették a pisztrángtelepet (2. ábra).



**2. ábra:** A Lillafüredi Pisztrángtelep

*(Forrás: Bialkó, 2023)*

Az itt létrehozott laboratóriumban több kísérlet, valamint kutatás is folyt. Az 1933-1944 közötti időszakban több, mint 2 millió pisztráng ikrát keltettek. A felesleges ivadékokat pedig a környékbeli és a távolabbi vizekbe telepítették, ezzel segítve a gazdaságok pisztráng ivadék ellátottságát (Vásárhelyi, 1963)

Hazánk pisztrángtenyésztése a II. világháború után a Garadnavölgyi Tógazdaságra támaszkodott. A szakmai vezetést Vásárhelyi István végezte már az első pisztrángikrák megérkezésétől. Vásárhelyi élete végéig, 1968-ig tevékenykedett a lillafüredi pisztrángtelepen. Hazánk pisztrángos vizeinek fellendítése is az ő nevéhez fűződik. Az 1933 és 1957 közötti időszakban az ország több részén is pisztrángivadékokat telepített. A telepített ivadék száma

meghaladta a 2 milliót is. A Bakonyban található bauxitbányákból származó karsztvíz alapozta meg hazánk pisztrángtenyésztésének fellendülését. Az Ördögpusztán lévő halgazdaságban évi 300 tonna pisztrángot tudtak előállítani. 1990-ben azonban ez a pisztrángtelep bezárt, mivel a bauxitbányák bezárása után nem volt lehetőség a vízellátás biztosítására. Később, a '70-es és '80-as években ketreces pisztráng nevelés és tenyésztés kezdődött több kavicsbánya tóban is, Szigetszentmiklósán, Böcsön és Hejőkeresztúron. Kezdetben jó eredmények születtek, azonban később több állategészségügyi és termelési technikai problémába ütköztek, ezért ezen törekvések kudarcba fulladtak. Mindezen tavakon kívül néhány kisebb családi vállalkozások is működik hazánkban, ezek a helyi igényeket elégítik ki haltermelésükkel (Hoitsy Gy., 2002).

Hazánkban jelenleg statisztikailag (AKI, 2022) 5 pisztrángtermelő gazdaság van jelen, Hoitsy és Rieger Kft. (Miskolc); Sáfrány Pisztráng Kft. (Szilvásvár); Royal Pisztráng Kft. (Tahitótfalu); Tapolcai Pisztráng Kft. (Tapolca); valamint a Bakonyerdő Zrt. (Pápa). Ezen cégek feltüntetik a pisztrángot (fajok szerint), mint termelt-tenyésztett halfajt a termelési adatok bejelentésekor. Több más vállalkozás is időszakosan forgalmaz és tart pisztrángot, de a statisztikákban nem jelennek.

A 2. táblázat mutatja be a hazai haltermelést (Bojtárné Lukácsik et al., 2023). A táblázat intenzív üzemi haltermelés oszlopában feltüntetett adatok magukban foglalják a hazai pisztrángtenyésztés termelési volumenét is, ez a dolgozat szempontjából releváns információ.

## 2. táblázat: Magyarország haltermelése 2021-2022 között

(Forrás: Bojtárné Lukácsik et al., 2023)

Év	Tógazdasági haltermelés		Intenzív üzemi haltermelés		Összesen	
	tonna					
	bruttó	étkezési	bruttó	étkezési	bruttó	étkezési
<b>2022<sup>a</sup></b>	20 816	13 545	6 174	4 827	26 990	18 372
<b>2021</b>	21 524	13 726	5 672	4 364	27 196	18 090
<b>2022/2021</b>	96,71%	98,68%	108,85%	110,60%	99,24%	101,56%

<sup>a</sup>Előzetes adat



A 3. táblázat mutatja be az egyes halfajok termelési szintjének évekhez viszonyított arányszám változását (Bojtárné Lukácsik et al., 2023). A termelési arányok visszaesésében láthatjuk, hogy az elmúlt évek aszályos, ebből kifolyólag vízszegény időjárása milyen negatív hatással volt hazánk pisztrángtermelésére.

**3. táblázat:** Étkezési korcsoportú halak termelési aránya az előző év százalékában

(Forrás: Bojtárné Lukácsik et al., 2023)

Megnevezés	2020/2019	2021/2022	2022/2021 <sup>a</sup>
	%		
Ponty	104,1	96,0	96,7
Amur	112,3	98,1	86,0
Busa	96,4	102,3	90,5
Harcsa	124,8	84,9	90,7
Süllő	127,3	67,3	89,1
Csuka	92,1	81,1	78,9
Compó	100,4	53,8	156,8
Egyéb nemes hal	33,0	215,5	29,2
Vadhal	175,6	79,6	164,0
<b>Pisztráng</b>	<b>124,3</b>	<b>77,4</b>	<b>66,7</b>
Afrikai harcsa	106,0	107,4	110,9
Tokfélék	77,2	104,8	175,3
Egyéb	230,3	176,1	86,0

<sup>a</sup>Előzetes adat



## 2.5. A szivárványos pisztráng

Az NCBI (National Center for Biotechnology Information) taxonómiai adatbázisa alapján jelenleg érvényben lévő rendszertani besorolása:

Eukaryota (Valódi sejtmagvasok doménja)

Animalia (Állatok országa)

Chordata (Gerinchúrosok törzse)

Vertebrata (Gerincesek altörzse)

Euteleostomi (Csontos gerincesek kládja)

Actinopterygii (Sugaras úszójú halak osztálya)

Neopterygii (Újúsójúak alosztálya)

Teleostei (Valódi csontos halak alosztályága)

Salmoniformes (Lazacalakúak rendje)

Salmonidae (Lazacok családja)

Salmoninae (Lazacfélék alcsaládja)

Salmo (Nemzetség)

*Onchorhynchus mykiss*, Walbaum, 1797 (Faj) (NCBI:txid8022; 3. ábra)

Egyéb nevei: „kaliforniai pisztráng, amerikai pisztráng” (Pintér, 1989: 37).



**3. ábra:** A szivárványos pisztráng (*Onchorhynchus mykiss*)

(Forrás: *U. S. Fish and Wildlife Service, 2017*)

### 2.5.1. A szivárványos pisztráng általános bemutatása

Eredeti őshazája Észak-Amerika a Csendes- óceán partvidéke a 27-75. szélességi fokok között, valamint őshazája Ázsia azon partvidékére is kiterjedt, mely az Alaszkai-félszigettel szemben helyezkedik el (Hoitsy Gy., 2002). A szivárványos pisztráng első példányait Észak-Amerikából 1882-ben telepítették be Európa vizeibe. Azóta már több országban is találkozhatunk a fajjal (Berinkey, 1966).

A szivárványos pisztrágnak nemcsak édesvízi állománya van, hanem anadrom életmódú egyedekkel is találkozhatunk. Ebben az esetben az ivadék a folyók és patakok forrásterületén kel ki, majd a tengerbe vándorol és onnan az ivarérett példányok ismételtelen az édesvizekbe úsznak fel az ívás idejére (François et al., 2010).

Más pisztrángféléktől eltérően a szivárványos pisztráng tágabb élőhely optimummal rendelkezik. Találkozhatunk vele patakokban, folyókban, vagy akár tavakban is, ezek közül a hidegebb és mélyebb vizűeket preferálja. Neveléséhez, valamint tenyésztéséhez a 10 – 18 °C az ideális, de a 14 – 15 °C – os víz a legkedvezőbb számára az optimális növekedési erély eléréséhez. Megtűri a hidegebb vízhőmérsékletet is, azonban az emésztő enzimek működéséhez az nem megfelelő és ekkor a pisztráng növekedése lelassul. Elviseli a magasabb vízhőmérsékletet is (20 – 23 °C), de csak rövid ideig, és azt is, ha az oxigén koncentráció alacsonyabb (6 – 7 mg/l), mint a megszokott. Ebben rokonaihoz képest jobban teljesít (François et al., 2010; Hoitsy Gy., 2002).

Az 1870 – es években indultak el az első pisztráng keltetők az észak – amerikai kontinensen (Leitritz, 1970). 1877 – ben érkezett meg Japánba az első szállítmány Amerikából (Wales, 1939). Ezután Európába is megérkezett az első szállítmány, 1879 – ben Párizsba, majd 1882 – ben Németországba is (MacCrimmon, 1971). Később érkezett még szállítmány Csehországba, Ausztriába, Dániába, Bulgáriába, Lengyelországba, Svédországba, Svájcba, Oroszországba és Szlovéniába is (Crawford és Muir, 2008; MacCrimmon, 1971). Mindezek után elmondható, hogy a szivárványos pisztráng szinte mindenhol megtalálható Európában (Hoitsy M., 2022).

A szivárványos pisztráng neveléséhez rengeteg technológia alkalmazható a tavi tartástól kezdve, az átfolyóvizes rendszereken át a recirkulációs rendszerekig (Hoitsy M., 2022).

### **2.5.2. A szivárványos pisztráng morfológiája**

A szivárványos pisztráng testalkata utal a vándorló életmódra. A hát- és farokúszó igen fejlettnak számít. „Úszóképlete: D. IV 9 - 10, A. III 10, V. I8 - 9, P. I 12 -13. Lin. lat. 105-135” (Berinkey, 1966: 28).

Az első íven 20 kopolytűtüske található. Összesen 57-64 csigolyával rendelkeznek. Testalakja oldalról kissé lapított, hengerded. Feje a testéhez viszonyítva kisebb (Pintér, 1989). A felső állkapocs nem ér túl a szem hátulsó szegélyén, sokszor nem is éri azt el. Fogai kicsik és gyengék. Az ekecsont nyele és lemeze is fogazott, a csont erősen, csónakszerűen hajlott (Berinkey, 1966).

Oldala kékesszürkén, a háton sötétszürkén színezett. Apró, fekete és barna pontokkal tarkított a feje, oldala, háta és a hát-, valamint farokúszó is. „A test oldala szivárványosan irizál” (Berinkey, 1966). Színezetével nagyon jól tud alkalmazkodni élőhelyéhez. „Háta sötétszürke, oldala csillogó kékesszürke, hasa fehér. Testének közepén egy szivárványosan irizáló sáv húzódik, amely különösen az ívási időszakban válik rikítóvá” (Pintér, 1989).

Több mesterségesen előállított mutánsa is ismeretes, különleges színváltozatai egyre terjedőben vannak. Létezik már albínó pisztráng is, melynek szemei pirosak és teste halványsárga vagy fehéres. Ezek általában a sötétebb helyeket kedvelik és nem annyira aktívak. Emellett létrehoztak már aranypisztrángot is, ennek két vonala is létezik. Az egyik változatnál a szemek szabályosan pigmentálódtak, valamint a test színe kevésbé élénk sárga színű. A másik változatnál a test élénk aranysárga színű és a szemük piros, ugyanúgy mint az albínó változat esetében (Pintér, 1989). Találkozhatunk még zöld és kék mutánsokkal is, ezeknél a test felszínén található még a vadszínű példányokra jellemző fekete pettyeket (Klupp et al., 1977).

### **2.5.3. A szivárványos pisztráng biológiája**

A szivárványos pisztráng a víz hőmérsékletére kevésbé érzékeny, az oxigénigénye is kevesebb, valamint nagyobb a növekedési üteme is, mint a sebes pisztrágnak, ezáltal hatalmas előnyökkel rendelkezik vele szemben (Berinkey, 1966).

Ha a sebes pisztránghoz viszonyítjuk, nincsenek olyan nagy igényei az élőhelyével szemben sem. Akár a 28°C-ra felmelegedő vizet is bírja, habár a 12-16°C közötti hőmérsékletet tekintik

optimálisnak a pisztrángnevelő gazdaságokban. A 8-11 mg/l-es oxigéntartalmat kedveli, de az alacsonyabb mennyiséggel rendelkező vizet is tűri (Pintér, 1989).

Természetes állapotok között kora tavasszal kezdődik az ívás időszaka. Ennek oka, hogy az alkalmas ívóhelyeket a csendes- óceáni lazacok foglalják el az ősz folyamán, ezzel kiszorítva a szivárványos pisztráng egyedeit (Pintér, 1989). 3 – 4 éves korra érik el az ivarérettséget. Íváskor (február – március) a nőstények 500-2500 db, körülbelül 5 mm nagyságú ikrát raknak (Harka és Sallai, 2004).

Azonban találtak már ősszel ívó törzseket is, így ezek terjedtek el szélesebb körben a pisztrángnevelő gazdaságokban, ezáltal biztosítani tudják a termelés folyamatosságát. Az ívás folyamata a többi pisztrángfélének megfelelően zajlik, az ikrát kavicságyba ázott gödrökbe helyezik, olyan mélyre, hogy más halfajok ne tudjanak hozzájuk férni, és ezáltal kárt tenni bennük. Általában a 10-15 °C a megfelelő vízhőmérséklet az ívás folyamatához. A kelés ideje a víz hőmérsékletétől és oxigéntartalmától függ, ehhez általában 32-36 napra van szükség. Mivel a szikanyag nagy mennyiségben áll rendelkezésre, ezért a kikelt lárvák hosszú időn keresztül, fokozatosan szoknak át az önálló táplálkozásra. A szivárványos pisztráng egyedei jól tudnak adaptálódni ahhoz a táplálékbázishoz, amely rendelkezésükre áll. Természetes körülmények között az ivadék planktonfogyasztó. A nagyobb egyedek már halakkal és gerinctelenekkel táplálkoznak. A pisztrángok növekedése a különböző vizekben az eltérő életkörülmények miatt nagyon eltérő lehet (Pintér, 1989).

Általánosságban elmondható, hogy a szivárványos pisztráng gyorsabban nő, mint a sebes pisztráng. Azonban növekedésének felső értéke nem éri el a sebes pisztrángét, mert csak ritka esetben éri el a 6 kg-ot (Berinkei, 1966). Tömege az első évben éri el a 100 grammot, a második évben a 350 grammot, a harmadik évben pedig az 1000 grammot. Hazánkban a hároméves példányok már ivarérettnek számítanak. A legtöbb esetben elérik az 5-6 kg-os maximális súlyt, de beszámoltak már nagyobb példányokról is az Amerikai Egyesült Államokban: az U.S. Fish & Wildlife Service információi szerint 55 lbs (24,948 kg) nagyságú egyedről is jelentettek (Pintér, 1989; U.S. Fish & Wildlife Service).

#### **2.5.4. A szivárványos pisztráng tenyésztése**

A szivárványos pisztráng az oxigéndús, hideg és gyorsfolyású vizek hala. Több szempontot is figyelembe kell vennünk, ha intenzív telepet szeretnénk üzemeltetni, vagy horgászvizekben, esetleg otthoni kerti tavakban szeretnénk pisztrángot tartani. A víznek biztosítania kell a pisztráng számára elegendő oxigént, de anyagcseretermék elszállító szerepe is van, ezért a tenyésztéshez igen jó minőségű és mennyiségű vízre van szükség. Fontos a helyválasztás is, valamint, hogy megfelelő csatornákkal rendelkezünk a víz elvezetésére és betáplálására. Az is fontos, hogy ne legyen nagy vízingadozás a halgazdaság környezetében, mivel az időszakos vízhiányt okozhat (Hoitsy Gy., 2002).

#### **A pisztrángtenyésztésre alkalmas víz**

##### A víz oxigéntartalma

A pisztrángtenyésztés során ez az egyik legfontosabb tényező. A halak számára 5-12 mg/liter oldott oxigéntartalmat kell biztosítani, azonban ez az érték változó, mivel a víz oxigéntartalma függ a hőmérséklettől és a légnyomástól is. A hőmérséklet csökkenésével nő a víz oxigénmegkötő képessége. Ugyanakkor a halak oxigénigénye is változó. Amint a víz hőmérséklete emelkedik vagy az állatok takarmányt fogyasztottak, oxigénigényük is növekszik. Ha tartósan alacsony az oxigénkoncentráció, az egyedek ellenálló képessége csökken, érzékenyebbek lesznek a stresszre, valamint étvágytalanná válnak (Hoitsy Gy., 2002).

##### A víz hőmérséklete

Az anyagcsere és a táplálékfelvétel szoros összefüggésben áll a víz hőmérsékletével és ezáltal a pisztrángok fejlődése is. A szivárványos pisztrángok étvágya csökkenni kezd már 8 °C alatt, valamint a táplálék bélsatornán való áthaladás ideje is növekszik. A víz hőmérséklet csökkenésével párhuzamosan a táplálékkeresés és annak felvétele is csökken. A pisztrángok fejlődéséhez legideálisabb víz hőmérséklet 14-17 °C között mozog. Termeléshez a 8-18 °C vizek alkalmasak. A takarmányértékesüléshez a legoptimálisabb a 12-16 °C víz hőmérséklet. Ha ez az érték alacsonyabb vagy magasabb akkor mindkét esetben romlik a takarmány hasznosulása (Hoitsy Gy., 2002).

Abban az esetben, ha a víz oxigéndús, akkor rövid ideig akár a 20-24 °C is kibírnak a szivárványos pisztrángok, de a 29,4 – 29,8 °C már elhulláshoz vezet (Hoitsy Gy., 2002; Hartman és Porto, 2014).

Amikor a víz hőmérséklete növekszik, akkor a víz oldott oxigéntartalma csökken, a halak oxigénfogyasztása viszont növekszik. Ezért a víz hőmérsékletének gyors növekedése káros hatással van a pisztrángok szervezetére (Hoitsy Gy., 2002).

### A víz összetétele

A halak a kopoltyújuk által különböző anyagokat vesznek fel a vízből és adnak le a vízbe. A vízben található oldott anyagok (klór, vas, nitrogén, cink, foszfor, ammónia) javarésze egy bizonyos koncentráció alatt még hosszútávon sincs káros hatással a halakra, de egy bizonyos érték felett, szinte mindegyik oldott anyag okozhat mérgezési tüneteket. Ez akár a halak pusztulásához is vezethet. A víz pH értékének tekintetében az enyhén lúgos, vagy a semleges érték a megfelelő. A 4,5-es vagy ezalatti pH a pisztráng számára halálos. A víz ásványianyag tartalma függ az alapkőzettől, attól, hogy milyen területen folyik keresztül, valamint attól is, hogy a levegőből milyen anyagok oldódnak be. A pisztrángok növekedése és a víz kalcium-karbonát tartalma között nincs egyenes összefüggés, de a 200 mg/l feletti koncentráció kedvező a halak számára, mivel a kemény vízben elkerülhető az ionok toxicitása (Hoitsy Gy., 2002; Barton, 1996; Wedemeyer, 1996).

Fontos, hogy a halaink vizében ne legyenek vízben oldott szerves anyagok, ezek mennyiségét a biológiai oxigén igény (BOI) segítségével fejezzük ki, mely nem szabad, hogy meghaladja az 5 mg/liter értéket. A szivárványos pisztráng különböző fejlődési stádiumaiban máshogy reagál a vízben oldott anyagokra (klór, vas, nitrogén, cink, foszfor, ammónia) más-más értékekre reagálnak érzékenyen. Ikraként 0,1 mg/l, míg kifejlett halként 0,3 mg/l klórtartalom a káros számukra (Hoitsy Gy., 2002).

### **A pisztrángok takarmányozása**

A halak takarmányozása igen fontos tényező, mind az intenzív halnevelő rendszerben, mind pedig a halastavakban nevelt halállományok esetében, mivel nagyban befolyásolja az elérhető hozamokat (Horváth, 2000).

A halak számára készült tápoknak több kritériumnak is meg kell felelniük. Az összeállított keveréknek elfogadható áron kell biztosítani az állomány növekedését, szaporodását, létfenntartását és megfelelő egészségi állapotát. Fontos, hogy megfelelő fizikai tulajdonságokkal rendelkezzen a gyártás elősegítéséhez, valamint ízletesnek is kell lennie. Előírás még, hogy nem tartalmazhat mérgező, valamint antinutritív anyagokat, és biztosítani kell a kedvező húsminőséget is, anélkül, hogy a víz minőségét rontaná (Horváth 2000). Fontos megemlíteni a táp szemcseméretét is, hiszen a túl nagy vagy éppen túl apró méretű táplálékot az ivadék nem tudja elfogyasztani, így az veszteséget okoz (Hoitsy Gy., 2002).

A pisztrángok a ragadozó halak közé tartoznak. A vízi rovarok lárváival, víz felett repülő rovarokkal, kisebb halakkal és rákokkal táplálkoznak. A mederfenéken, a közbülső rétegeken és a vízfelszínen is vadássza táplálékát (Hoitsy Gy., 2002; Harka és Sallai, 2004).

A legmegfelelőbb víz hőmérséklet a pisztrángok takarmányozására, valamint fejlődésére a 10 és 15 °C közötti hőmérséklet. Túl magas hőmérsékleten az enzimek inaktiválódnak, alacsony hőmérsékleten pedig az emésztés hatékonysága csökken (Hoitsy Gy., 2002).

A fehérjeigény tenyésztett halfajok esetében 35-45% között mozog (Horváth 2000). A pisztrángokra viszont a magas állati eredetű fehérjeigény jellemző. Az ivadék táplálékának 45-50% fehérjét kell tartalmaznia, a növedékeknél ez az érték 40-48%, a kifejlett egyedeknél pedig 35%. Fontos, hogy a pisztrángoknak szánt fehérjeforrások könnyen emészthetőek legyenek és az aminosavak iránti igényt is kielégítsék (Hoitsy Gy., 2002).

A zsírok a fő energiaforrások a pisztrángfélék számára. Háromszorosát szolgáltatják annak az energiamennyiségnek, mint a szénhidrátok, és kétszer annyit, mint a fehérjék. Míg táplálékaik 2,2-2,3%-ban tartalmaznak zsírt, addig maga a pisztráng 2,1-4,5%-ban (Hoitsy Gy., 2002). Azonban a zsíroknak szerepe van a zsírban oldódó vitaminok raktározásában, valamint a biomembránok működésében is (Horváth, 2000).

A pisztrángok esetében nagyon fontos az elfogyasztott táplálék vitamintartalma, mivel azt a halak szervezete csak csekély mennyiségben, vagy egyáltalán nem képes előállítani. Fontos a takarmányok víz és szárazanyag-tartalma is, hiszen a nedvesebb takarmányoknak jobb az étrendi hatása (Hoitsy Gy., 2002).

Az élettani folyamatokban, az enzimek működésében és a szervezet építésében fontos szerepe van az ásványi anyagoknak (Babinszky és Halas, 2019). Azt, hogy a halaknak mennyi ásványi anyagra van szüksége nehéz meghatározni, mivel egyes ionokat a bőrön és a kopoltyún keresztül is képesek felvenni a vízből (Horváth, 2000).

## **2.6. Fitobiotikumok**

A fitobiotikumok olyan biológiailag aktív összetevőket (általában mikroorganizmusokat) tartalmazó gyógynövénykészítmények, amelyek különféle hatással vannak a haszonállatok szervezetére. Hatásuk miatt gyakran használják alternatív terménynövelőként (Mangesh, 2019).

### **2.6.1. Fitobiotikumok alkalmazásának lehetőségei**

A pisztrángtenyésztésben a fitobiotikumok használata többféle módon is előnyös lehet: i) Tápanyagok előállítás, ii) Biológiai szűrés, iii) vízminőség javítása, iv) Táplálékforrás. Azonban fontos, hogy figyelembe vegyünk az ökológiai környezetet, valamint a tenyésztési körülményeket is ott, ahol használni szeretnénk fitobiotikumokat. Az egyensúly figyelembevételével elkerülhetjük a túlzott algabevitelt és a szakértői felügyelet is elvárt a használat során (Sümegei, 2023).

### **2.6.2. Fitobiotikumok az akvakultúrában**

A növényi kivonatokból készült termékek használata az akvakultúrában a vegyi anyagok helyett új és ígéretes alternatívának tekinthetők a betegségkezelésben (Reverter et al., 2014).

Számos növényi kivonatból készült terméknel figyelték meg, hogy elősegíti a növekedést, serkenti az étvágyat, stresszcsoökkentő, immunstimuláló, antibakteriális, parazitaellenes és vírusellenes hatással bír. Ezen jótékony hatások okozói a bennük megtalálható bioaktív vegyületeknek, például a fenoloknak, kénnek, alkaloidoknak, terpenoidoknak, flavonoidoknak, illóolajoknak és szaponinoknak köszönhető (Chakraborty, 2011; Citarasu, 2010). Ezenkívül a fitobiotikumok használata környezetbarátabb, mint a szintetikus anyagoké, költséghatékonyabb és kisebb a valószínűsége, hogy rezisztencia alakuljon ki a bennük található hatóanyagokra a növényi kivonatok molekuláinak sokszínűségének köszönhetően (Logambal et al., 2000; Blumenthal, 2000; Olusola et al., 2013).

Számos tanulmány számolt már be arról, hogy milyen jótékony hatással vannak a növényi kivonatok a halak egészségére. Ezen tanulmányok többsége hagyományokon, folklóron alapul, amely tudást generációról generációra örökítették és bizonyos térségekre korlátozódtak.



Azonban érdekes módon a legtöbb helyen beszámolnak bennük a fitobiotikumok közvetlen, dózisfüggő immunstimuláló hatásáról (Vallejos-Vidal et al., 2016).

A növényi kivonatokban jelen lévő bioaktív vegyületek, mint például a fenolok, flavonoidok, poliszacharidok jelentős szerepet játszanak a fertőzések megelőzésében és leküzdésében (Chakraborty, 2011; Citarasu, 2010).

- Antibakteriális hatás:

A fitobiotikumok antibakteriális aktivitást mutatnak a különböző mechanizmusok révén. Ilyen mechanizmus a bakteriális sejtfalak bontása, lizozim aktivitás fokozása, nukleinsav transzláció és transzkripció blokkolása stb. (Ma et al., 2009).

- Vírusellenes hatás:

A különböző etanolos és metanolos gyógynövénykivonatok számos bioaktív vegyületet tartalmaznak, melyek gátolhatják vagy blokkolhatják a vírusok mRNS szintézisét, valamint ezzel csökkentve a gazdasejtben történő replikációt és segítve a nem specifikus immunitást (Direkbusarakom et al., 1996).

- Gombaellenes hatás:

A fitobiotikumok lizálhatják a gombás sejtek falát, megváltoztatják azok áteresztőképességét és hatással vannak az anyagcserére, valamint a proteinszintézisre (Adiguzel et al., 2005; Dabur, 2004).

- Stresszoldó hatás:

A gyógynövénykivonatokban megtalálható bioaktív vegyületek gátolják az oxigén anionok képződését és a szabad gyökök megkötését (Citarasu et al., 2010).

- Étvágy- és növekedésserkentő hatás:

A fitobiotikumok serkentik az emésztőenzimek szekrécióját és közvetlen hatással vannak a bél mikroflórájára. Növényi kivonatokból kimutatták, hogy fokozzák a tápanyagok emészthetőségét és hasznosulását. Mindez elősegíti a jobb takarmányhasznosulást, valamint a nagyobb fokú fehérjeszintézist, ezáltal pedig a halak növekedésére is hatással van (Citarasu, 2010; Nya és Ustin, 2009; Talpur et al., 2013).

Az, hogy melyik részét hasznosítjuk a gyógynövényeknek, valamint a hatóanyag kivonásának módszere és a kivonat koncentrációja is sokban befolyásolja a fitobiotikumok hatását a halak egészségére, növekedésére és szaporodási teljesítményükre. Bár vannak kisebb nehézségek ezen szerek használatával, az egyik ilyen a kezelés módszerének meghatározása. Viszont több tanulmány is állítja, hogy az orális úton történő alkalmazás volt a legcélravezetőbb

halak esetében (Anderson, 1992; Blazer, 1992; Yoshida et al., 1995). Továbbá a különböző fitobiotikumok eredményes alkalmazása dózis- és koncentrációfüggő (Harikrishnan et al., 2011; Kajita et al., 1990). Mindezen okok miatt szükséges azonosítani, számszerűsíteni és karakterizálni a különböző gyógynövénykivonatokban megtalálható bioaktív molekulákat, ahhoz, hogy egy standard protokollt tudjunk kialakítani az adagolás, a koncentráció kialakítása és a kijuttatás terén (Prasanta et al., 2018).

## **2.7. Az EKVARIN**

### **2.7.1. Az EKVARIN története**

Az EKVARIN termékcsalád két cég közös tevékenysége során jött létre. Az Eko-Pharma Kft. a kutatással, valamint a fejlesztéssel foglalkozott, a Heliostim Kft. pedig a gyártással és forgalmazással (Hajtun, 2022).

A termék létrehozásában dr. Sümegi Mihály vezetésével dr. Zala Judit és dr. Deme István vett részt (Hajtun, 2022).

Az Eko-Pharma Kft. szerint állatok esetében azoknak az anyagoknak a leghatásosabb az alkalmazása, melyek biztosítottak az adott faj természetes környezetében is, így biztosítják az élőlények számára az egészséges fejlődést és szaporodást. Az akvakultúra esetében ez a közeg a víz, ezért hozta létre a cég az akvakultúrában való alkalmazás céljára az EKVARIN termékcsaládot. Ezen készítmények gyógynövénykivonatok segítségével az immunrendszer optimális működését segítik (Sümegi, N. a.).

Ezen termékek hatóanyaga az úgynevezett *Extractum Herbae Educationis Piscium*, ez olyan az eredeti élőhelyen is megtalálható fitobiotikumokat, anyagokat tartalmaz, amelyek segítik az immunrendszert, az emésztést és a belső szervek működését. Azért fontos, hogy olyan fitobiotikumokat tartalmazzon a takarmányadalék, mint amelyek az eredeti élőhelyen is előfordulnak, mert egy mesterségesen előállított élettérben nem jöhetne létre olyan ideális biológiai egyensúly, amelyre az élőlényeknek szüksége van. Akármennyire is próbálnánk gondosan végezni a takarmányozást, nem tudnánk biztosítani azokat az állati (zoobiotikum) és növényi (fitobiotikum) eredetű antibiotikus anyagokat, amelyeket a természetes környezetükben megtalálható táplálékok már régóta biztosítottak a szervezetük megfelelő

működése céljából. A többféle gyógynövénykivonatból előállított immunstimuláló takarmányadalékot elsődlegesen fertőzések megelőzésére, valamint kezelésére ajánlják (Sümegei, N. a.).

Az EKVARIN termékcsalád alkalmazásával:

- biztosíthatjuk az egészséges halállományt;
- elősegíthetjük az állattartás gazdaságosságát;
- javíthatunk a halak takarmányhasznosításán;
- biztosíthatjuk az anyahalak kórokozó mentességét;
- javíthatunk az étvágyon és az emésztésen;
- támogatjuk az immunrendszer optimális működését;
- kialakíthatunk egy a betegségeknek jobban ellenálló állományt.

A halakat többféle módon lehet kezelni az EKVARIN – nal, injekcióval, immerzióval, fürdetéssel vagy akár takarmányozással is. Az EKVARIN elnevezés alatt jegyzett termékek alkalmazása nem igényel egészségügyi, valamint élelmezésügyi várakozási időt, mivel ezen készítmények sem a zsír – és izomszövetben, sem pedig a belső szervekben nem maradnak vissza. Mindezek mellett a kórokozó mikroorganizmusok sem lesznek rezisztensek a készítménnyel szemben (Sümegei, N. a.; Varga, 2011).

Fontos tulajdonsága még, hogy a fertőzéseket okozó mikroorganizmusokat nem engedi elszaporodni a vízi környezetben. Hiszen a fertőző mikroorganizmusok nem csak az élőlények szervezetében tudnak szaporodni, hanem akár a víz és a tófenék is megfelelő körülményeket biztosíthat számukra a szaporodáshoz. Előfordulhat, hogy ezek a mikroszervezetek a halak szervezetébe behatolnak és ott fertőző betegségeket válthatnak ki, ezáltal pedig jelentős elhullások következhetnek be. Az ilyen jellegű elhullások okozzák a legnagyobb gazdasági veszteségeket halastavakban, halgazdaságokban (Sümegei, N. a.).

Az Eko-Pharma Kft. által forgalmazott EKVARIN termékcsalád készítményei elsősorban megelőzésre, vagy szükség esetén kezelések során alkalmazva elősegíti a haltermelést a vele szemben támasztott követelmények teljesítésével:

- az EKVARIN készítmények környezetbarát termékek, mind gyártásukat, alapanyagukat és alkalmazásukat tekintve;
- mellékhatások nem tapasztalhatók a használatukkor;
- biztosítja a higiéniát és az epidemiológiai kontrollt mind a halnevelés és az ikrakeltetés során;

- mivel az összetevők kiürülnek a szervezetből, így nincs szükség várakozási időre, a halhús termelés során bármikor alkalmazhatjuk a készítményeket;
- jól alkalmazhatók megelőzésre, valamint amikor már jobb a takarmányhasznosítás a használatuk is gazdaságosabb;
- széles hatásspektrummal, valamint intenzív hatással rendelkeznek, rezisztencia sem alakul ki, ezért nagyon jól alkalmazhatók betegségek ellen;
- támogatják a minél több és jobb halhús termelését;
- biztosítják a halhús kórokozó és szermaradvány mentességét;
- elősegítik a halhús termelés gazdaságosságát, azáltal, hogy csökkentik a kiadásokat és veszteségeket (Sümegi, N. a.; Varga, 2011).

Mindezek mellett az is nagy előnynek számít a termékkel kapcsolatban, hogy az alkalmazásához nincs szükség laboratóriumi körülményekhez, valamint laboratóriumi háttérhez, könnyen alkalmazható bárki számára. Az EKVARIN – ban megtalálható „Aqua kultúra takarmány aroma” kifejlesztését több éves kutatás előzte meg. A kutatók vízparti, valamint a sekélyben élő vízínövényekben, fitoplanktonban kerestek olyan komponenseket, melyek antibiotikus hatással rendelkeznek. A készítőik abból indultak ki, hogy nemcsak a halak megbetegedéseire lesz hatásos egy ilyen fitobiotikumokat tartalmazó takarmányadalék, hanem emellett a vizek élővilágára sem lesz káros hatással. Azokat a természetett gyógynövényeket kutatták fel, amelyek illóolajait a legpontosabban tudták összekombinálni a kívánt szer összeállításához. Az elkészült készítményeket Vietnamban halastavi, *in vitro* és *in vivo* körülmények között is vizsgálták (Sümegi, 2023).

### **2.7.2. Az EKVARIN összetétele**

Az EKVARIN AM 6% gyógynövény hatóanyagú haltakarmány előkeverék mikroemulzió összetevői közé tartozik a természetes para-Cimol-aroma (21%), 6% aquakultúra takarmány aroma, a Lamiaceae család néhány képviselője, mint a kakukkfű és a szurokfű, valamint az E 484 stabilizálószer (Hajtun, 2022; Sümegi, 2023).

Élelmezésegészségügyi várakozási ideje 0 nap. Adagolását tekintve 1 tonna takarmányhoz megelőzés esetén 500 ml-t, kezelés esetén 1000 ml-t adunk (Sümegi, 2023).

### **2.7.3. Az egyes összetevők gyógyhatása**

### *Lamiaceae spp.*

A Lamiaceae család fajai az egész világon találkozhatunk, de a legkiválóbb környezeti feltételeket a mediterrán területek szolgáltatják számukra (Barbero et al., 2016). A Lamiaceae családba 245 nemzetség és körülbelül 8000 faj tartozik. A család gyógynövényeit szárítva, valamint illóolajként már ősidők óta használják a humán gyógyászatban különféle légúti megbetegedésekre, húgyúti fertőzésekre, gyomor-bélrendszeri betegségekre, valamint ízületi gyulladások kezelésére (Napoli et al., 2020). Ezen gyógynövények olyan gazdaságos, biztonságos, természetes és fenntartható takarmánykiegészítést jelentenek, melyek képesek javítani a halak növekedési teljesítményét, immunrendszerét és a megtermelt halhús antioxidáns hatását (Sönmez et al., 2015, Diler et al., 2017, Hoseini, 2019). Ezen jótékony hatások az ezen növényekben jelenlevő bioaktív molekuláknak köszönhetők, például a terpéneknek, terpenoidoknak, alkaloidoknak és flavonoidoknak (Awad et al., 2017). A család növényeinek immunmoduláló hatásait pedig a karvakrolnak és a timolnak köszönhetjük. Ezen alkotóelemek erős antioxidáns aktivitást mutatnak, mivel képesek semlegesíteni az oxigén szabad gyököket (ROS) a szövetekben és sejtekben (Sutili et al., 2018).

Takarmányadalékként különböző formában, egész növényként vagy levelét, magját felhasználva, esetleg hatóanyag kivonatként is alkalmazhatjuk ezen növényeket. Fontos kiemelni, hogy takarmánykiegészítőként való hatékonyságukat több minden is befolyásolhatja, például a dózis, a használat időtartama, az adagolás ütemezése és a halfaj is, amelyen alkalmazni kívánjuk ezen anyagokat (Awad et al., 2017).

### *Szurokfű (Origanum vulgare L.)*

A szurokfű, másnéven oregánó, rendelkezik az egyik legmagasabb antioxidáns kapacitással. Egyes kutatások, melyek során állati és emberi véren is tesztelték magas antioxidáns tartalmú növényeket, mint amilyen a szurokfű is, kimutatták, hogy ezen típusú anyagok védik a sejteket és azok alkotóelemeit az oxidatív károsodásuktól (Rosalie, 2002).

Több, édes illatú növény, köztük a szurokfű illóolaja is pozitív hatással van a halak takarmányfogyasztására, valamint annak hasznosítására is, de az elhullások számát is csökkentik, ha annak illóolaját a vízhez vagy a takarmányhoz keverik (Mohamed et al., 2016; Barakat et al., 2016; Alagawany et al., 2017; Alagawany et al., 2018; Mohamed et al., 2019).

Az oregánó kivonatáról bebizonyosodott az is, hogy bioaktív komponensei, amelyek szinergikus módon fejtik ki fő hatásukat, vizelethajtó, görcsoldó, étvágyserkentő parazitaellenes, immunmoduláló és antimikrobiális (fungicid, baktericid és viricid) hatású

hatóanyagok (Karanika et al., 2001; Sökmen et al., 2004; Fernandes et al., 2012; Santo et al., 2019; Abdel-Latif et al., 2020).

A szurokfűben több antibakteriális hatású metabolitot is kimutattak, mint a carvacrol, thymol, c-terpinen és a p-cimen (Karousou és Kokkini, 2003). A timol és a carvacrol antimikrobiális (Sivropoulou et al., 1996; Ultee et al., 1998), inszekticid (Karpouhtsis et al., 1998), antioxidáns (Botsoglou et al., 2003) és gombaellenes (Kocić-Tanackov et al., 2012) hatású.

Az *Origanum* illóolaja hatékonyabb, mint a thymol, a carvacrol vagy ezek keveréke a növekedés, az antioxidáns tulajdonságok és az *A. hydrophila* elleni rezisztencia fokozásában szivárványos pisztráng esetében (Diler et al., 2017).

A szurokfű illóolaj kiegészítés szintén elősegítette a növekedést, és immunstimuláló hatást fejtett ki *O. niloticus*, *O. mykiss*, *I. punctatus* és sárgafarkú tetra *Astyanax lacustris* esetében (Zheng et al., 2009; Abdel-Latif és Khalil, 2014; Ferreira et al., 2014; Diler et al., 2017).

#### *Kakukkfű (Thymus vulgaris L.)*

A kakukkfű egy népszerű, őshonos gyógynövény, melyet főként a mediterrán régiókban termesztnek. A hagyományos orvoslásban már hosszú ideje alkalmazzák, ez alapján is arra következtethetünk, hogy jótékony hatásokkal bír (Baytop, 1984; Akgul, 1993).

Olyan alkotóelemeket tartalmaz többek között, mint a timol, szaponinok, tanninok, vitaminok, karvakrol, többszörösen telítetlen zsírsavak, alkaloidok, szteroidok, flavonoidok. A kakukkfű és annak kivonatainak jótékony hatásait már számos *in vivo* és *in vitro* állatkísérletben is kimutatták, mind antimikrobiális, antioxidáns és mind gyulladáscsökkentő hatásait tekintve. Baromfinál például takarmány-kiegészítőként alkalmazva immunmoduláló hatást fejt ki (Hassan és Awad, 2017), valamint enyhíti az egyes xenobiotikumok, vagy akár aflatoxinok káros hatásait (Nazarizadeh et al., 2019).

Mindezek mellett jótékony hatással van a halak növekedésére, az immunválaszokra, valamint fokozza a betegségekkel szembeni ellenálló képességet is (Samah et al., 2020).

Az EKVARIN – nal végeztek már kísérletet a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén 2011 – ben (*Kísérletes vizsgálatok malachitzöld kiváltására környezetbarát készítményekkel a halikra inkubációja során*). A kutatás során a malachitzöld kiváltására kerestek környezetbarát alternatívát, amelyet a halikrák inkubációja során tudnának hasznosítani.

Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy az EKVARIN hatása elmarad a malachitzöldétől, *Saprolegnia* terjedésének mérséklésében nem volt hatása a jászkeszeg (*Leuciscus idus*) ikrák kezelése során. Viszont zebradánió (*Danio rerio*) ikrák folyamatos kezelése során kisebb százalékban fordult elő penészedés, mint a napi egyszeri EKVARIN-os kezelésnél (Varga, 2011).

### 3. Anyagok és módszerek

Kísérleteinket a Hoitsy és Rieger Kft. által üzemeltett Lillafüredi Pisztránglepen végeztük 2023. 07. 21. és 2023. 09. 08. közötti időszakban (4. ábra). A szövettani vizsgálatot 2024 áprilisában végeztük el. A kísérlet során az EKO-PHARMA Kft. által forgalmazott, a halgazdaságokban kevésbé, vagy egyáltalán nem ismert EKVARIN AM folyékony állagú takarmányadalékot alkalmaztuk. Ez a takarmánykiegészítő javarészt gyógynövénykivonatokat (*Lamiaceae spp.*; *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*) tartalmaz. A takarmánykiegészítő hatását vizsgáltuk a pisztrángok fejlődésére, testtömeggyarapodására, valamint azok stressztűrésére és az ezt követő regenerálódás időszakára nézve.



**4. ábra:** A kísérleti kádak elhelyezése

(Forrás: Bialkó, 2023)



A kísérletek során használt eszközök:

- Analitikai mérleg
- Vonalzó
- Oldott oxigén mérő
- Műanyag tárolók
- Műanyag kanalak
- Merítőháló
- Műanyag vödrök
- Műanyag tálak
- Hőmérők
- EKVARIN AM
- Stopper óra
- Drótháló
- MS-222 altatószer

12 kádba előnevelt (3-6 cm nagyságú, 2,41 – 3,36 g közötti súlyú) egyedeket válogattunk szét, kádanként 12-12 darabot (4. ábra). A kádak végeit dróthálással láttuk el, hogy a kísérleti szivárványos pisztrángok ne tudjanak kiugrani, esetlegesen keveredni a szomszédos kádak egyedeivel. A kádak fölé sorszámokat helyeztünk el a csoportok megkülönböztetése végett. Az első 3 kádban tartottuk a kontroll egyedeket, a többi kádban pedig folyamatos takarmánykiegészítést alkalmaztunk különböző koncentrációkban etetve az EKVARIN – t.

A kísérletbe bekerült pisztrángok állatorvosi ellenőrzésen estek át. Csak egészséges állatokat választottunk ki, melyek nem mutattak makroszkópos elváltozást, valamint a mikroszkópos vizsgálat során paraziták jelenléte sem volt megfigyelhető rajtuk. A kontroll kádak egyedeinek takarmányához nem kevertünk EKVARIN – t, a következő 3 kád egyedeinek 1 ml/kg, az ezt követő 3 kád egyedeinek 3 ml/kg, míg az utolsó 3 kád egyedeinek 0,5 ml/kg koncentrációban adagoltuk az EKVARIN-t. A takarmánykiegészítőt a szivárványos pisztrángok granulált takarmányához kevertük oly módon, hogy a vízben oldott EKVARIN – t egyenletesen rápermeteztük az Aqua Garant pelletre és hagytuk megszáradni. Ezután a négy, EKVARIN adagolás szerint megkülönböztetett csoport takarmányát légmentesen zárható vödrökbe helyeztük, majd ebből kádanként az egyedek összsúlyából kiszámított takarmányadagokat (testtömegük 2,2% - át) mértünk ki kisebb, zárható tárolóedényekbe.

### 3.1. Egyedi testparaméterek mérése

A szivárványos pisztrángok mérlegelését kádanként kéthetente végeztük el és a kapott értékeket felhasználva számoltuk ki a következő 2 heti takarmányadagokat (testtömegük 2,2%-át). A mintavételi időpontokban egyedenként is elvégeztük a testsúly és a testhossz mérését (5. ábra). A test hosszát a szájcsúctól a farokúszó tövéig mértük és cm-ben adtuk meg az értékeket (standard testhossz).



**5. ábra:** Az egyedek mérése

*(Forrás: Bialkó, 2023)*

## 3.2. Stresszhatások vizsgálata

### 3.2.1. Oxigénszint csökkentése

A halak stressztűrő képességét is vizsgáltuk. A kísérlet 11. hetében a 9,48 mg/l-es oxigénszint csökkentésével váltottunk ki oxigén hiányos állapotot (6. ábra). Emellett vizsgáltuk azt is, hogy van-e különbség a stresszválaszukban annak függvényében, hogy kevertünk-e az EKVARIN-ból a takarmányukhoz, valamint milyen koncentrációban kaptak belőle. Az oxigénszint csökkentését a kádakat friss forrásvízzel ellátó csapok elzárásával értük el, mivel így a vizsgált egyedek is folyamatosan elhasználták a vízben oldott oxigént, valamint a kísérleti kádak vize is folyamatosan melegedett, ezzel párhuzamosan pedig az oxigénkoncentráció is csökkent. A mért oxigénkoncentrációt 30 percenként feljegyeztük. A stresszkezelést követően a halak regenerálódását, táplálékfelvételét is figyelemmel kísértük.



**6. ábra:** Az oldott oxigénszint mérése

*(Forrás: Bialkó, 2023)*

### 3.2.2. Tartási hőmérséklet növelése

Két hetes regenerálódási időt követően a tartási hőmérséklet (11-13 °C) növelésével váltottunk ki újabb stresszhatást. A kádakba hőmérőt helyeztünk, majd fokozatosan 5 percenként 86 °C fokos vizet töltöttünk a kádakba (7. ábra). A vízhőmérséklet fokozatos nyomonkövetésével párhuzamosan folyamatosan figyeltük a halak reakcióját. Azokat a hőmérséklet értékeket feljegyeztük, amikor az egyes kádakban az egyedek mozgása lassult, a kopolyúfedők mozgása intenzívvé vált, és általános bódultságot mutattak a szivárványos pisztrángok. A hőmérséklet növelését addig folytattuk, míg az egyedek  $\frac{3}{4}$  - nél nem tapasztaltunk hasonló reakciókat. Ekkor a vízhőmérsékletet fokozatosan hűteni kezdtük, hiszen nem volt célunk, hogy a kísérleti egyedek esetleg elpusztuljanak. A vízhőmérséklet csökkentésével a regenerálódásukat is figyelemmel kísértük, valamint nyomon követtük a stresszhatást követő táplálékfelvételt és testtömegnövekedést.



**7. ábra:** Tartási hőmérséklet növelése

(Forrás: Bialkó, 2023)



### 3.3 Viscero-szomatikus index (VSI) meghatározása

A VSI a zsigeri szervek (például a szív, a gyomor és a belek) relatív méretét méri az egész testhez viszonyítva, ez a halak táplálkozásáról, táplálékhasznosulásáról szolgáltat információt (Di Giulio és Hinton, 2008). Gumus és Ikiz szerint (2009) a viscero-szomatikus index értékelése jelentős szerepet játszik az emésztőenzimek szekréciójának, a takarmányok emésztésének és felszívódásának, valamint a halak anyagcseréjének megismerésében. Az előre tervezett 3 hónap után csoportonként 3-3 egyed mintáztunk, megmértük a halak testtömegét, majd boncolást végeztünk rajtuk. Ezután az egyedek zsigereit is lemértük. A kapott eredményeket statisztikai szempontból egyszempontos varianciaanalízissel (ANOVA, Tukey multiple comparisons test) vizsgáltuk, illetve lineáris trendvonal illesztéssel a testtömeg-gyarapodás egyenletességét határoztuk meg. A kísérlet végén minden kezelési csoportból 3-3 szívárványos pisztrángot 100 mg/l koncentrációjú MS-222 altatószerrel túlaltattunk, majd a gerincvelő átvágásával extermináltunk. Az állatok boncolását a szakma szabályai szerint végeztük. A halakat a jobb oldalukra fektetve fejük a boncolást végző bal keze felé nézett. Az ivarnyílástól kiindulva a testüreg ventralis középvonalában egy hosszanti bemetszést ejtettünk a garatig. Ezt követően a testüreg bal oldalán az ivarnyílástól kiindulva a fej irányába ív alakban metszettük fel a pisztrángokat. Az így kapott rész leemelése után a halak testürege megnyílt (8. ábra).



**8. ábra:** A felboncolt pisztráng

(Forrás: Bialkó, 2023)

### 3.4. Szövettani vizsgálat

A felboncolást követően az egyedek hasüregéből eltávolított zsigeri szerveket 8%-os formaldehid oldatba helyeztük. A fixálás után a mintákat egy órán át folyó csapvíz alatt kimostuk, majd növekvő etanolban (70-90%) dehidratáltuk. Automata szövettelőkészítőben (Shandon; Citadel 2000 LE11 5RG, Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, Egyesült Államok) xilolos oldattal átmostuk, és folyékony paraffinba áztattuk. Ezt követően az egyes szervrészeket Leica HistoCore Arcadia H (Leica Biosystems, Wetzlar, Németország) berendezéssel paraffinba ágyasztuk. A beágyazott blokkokból rotációs mikrotom (Leica RM 2245, Leica Biosystems, Wetzlar, Németország) segítségével metszeteket (4-5  $\mu\text{m}$ ) készítettünk. Az elkészült lemezeket hematoxilin-eozinnal (Shandon Varistain 24-4, Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, Egyesült Államok) festettük meg. A minták diagnosztizálásához kutatási mikroszkópot (Nikon Eclipse 600, Auroscience Kft., Budapest, Magyarország) használtunk, és a fénymikroszkóphoz csatlakoztatott fényképezőgép (QImaging Micro Publisher 3.3, QImaging, Surrey, Kanada) segítségével fényképeket készítettünk róluk (Bokor et al., 2024).

### 3.5. Takarmányértékesítő - képesség meghatározása

A kísérlet elején és végén mért testtömegek segítségével, valamint az etetett takarmánymennyiség segítségével takarmányértékesítést (FCR) is számoltunk.

A takarmányértékesítést (FCR) a következőképpen számítjuk:

$$\text{FCR, g/g} = \text{F}/(\text{Wt}-\text{Wi})$$

F: Az a takarmánymennyiség, amely elfogyasztásra került grammban mérve

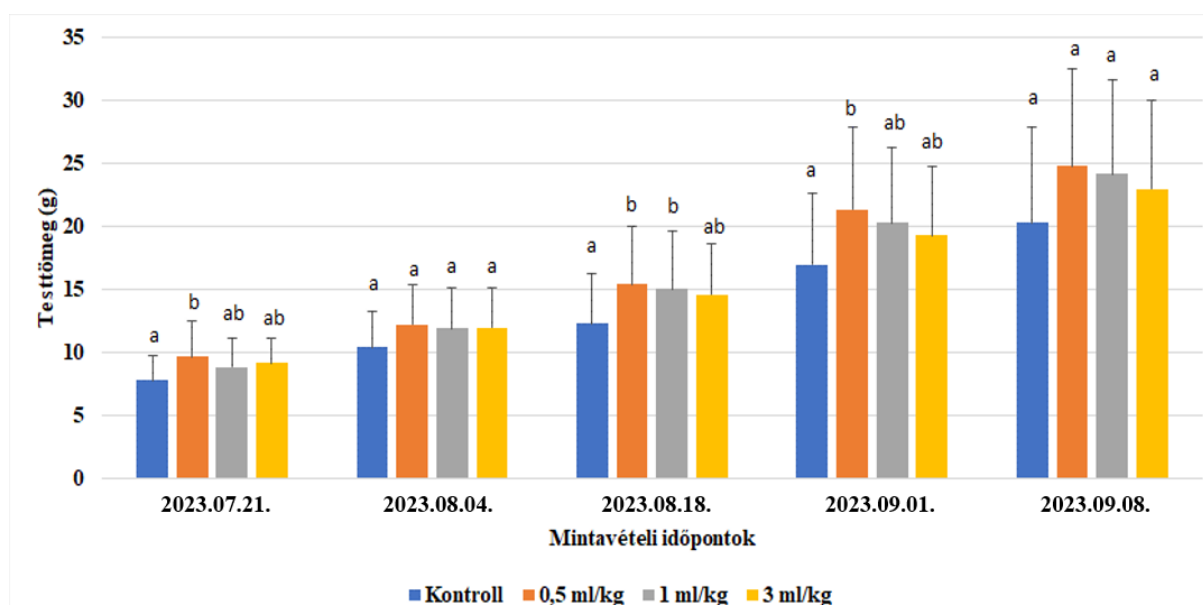
Wt: A kezdeti átlagtömeg grammban

Wi: Az induló átlagtömeg grammban (Nagy et al., 2020).

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Testtömeg alakulása a kísérleti idő alatt

A kísérlet lefolytatása után az első mintavételi időpontban a testtömeg gyarapodásban csak a kontroll csoport és a 0,5 ml/kg-os csoport között állt fenn statisztikailag igazolható különbség ( $P < 0,01$ ). A kontroll csoport és a két nagyobb dózisu EKVARIN – os csoport, illetve a két nagyobb dózis között nem volt igazolható különbség ( $P > 0,05$ ) a hasonló testtömeg átlagok miatt (9. ábra).



**9. ábra:** Az egyes csoportok testtömeg alakulása a kísérleti idő alatt

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

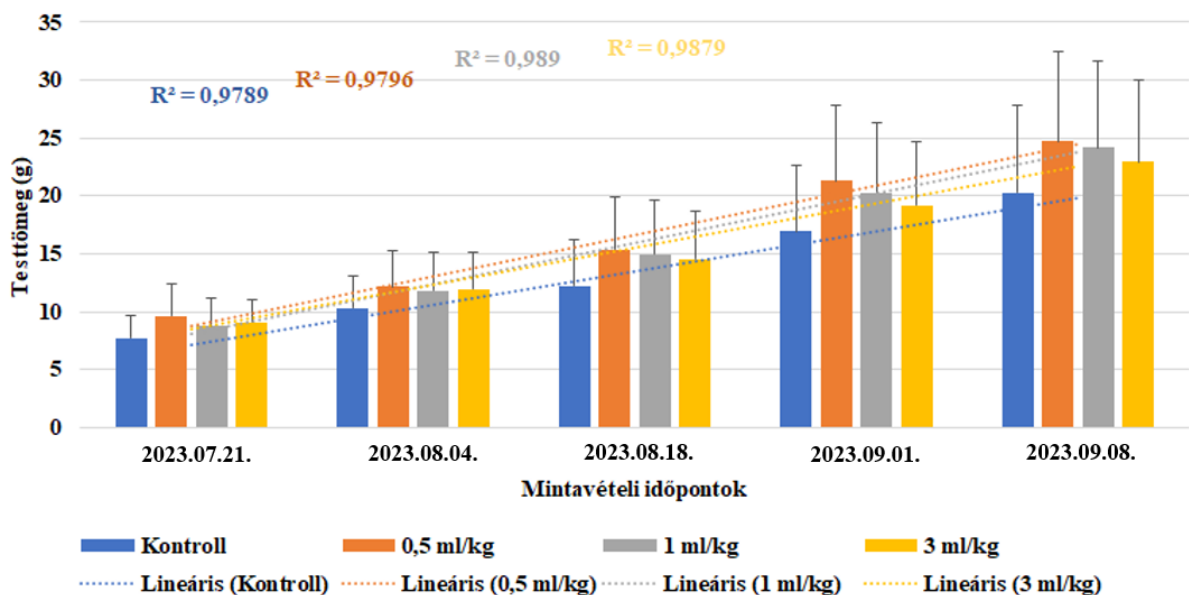
Az augusztus (2023. 08. 04.) elején mért testtömeg eredmények tekintetében az egyes csoportok között nem volt statisztikailag igazolható különbség ( $P > 0,05$ ) egyetlen egy esetben sem, a nagyobb szórásnégyzetek miatt.

Két hét múlva történt az újabb testtömeg vizsgálat, ahol már több csoport is eltérést mutatott a kontroll csoporthoz képest. Mind a 0,5 ml/kg, mind pedig az 1 ml/kg EKVARIN – nal takarmányozott csoport statisztikailag igazolhatóan különbözött a kontroll csoporthoz képest ( $P < 0,05$ ), az EKVARIN – os csoportok között azonban nem találtunk összefüggést ( $P > 0,05$ ).

A szeptember legelején mért testtömegek estében ugyanazt tapasztaltuk, mint a legelső mérés alkalmával, azzal a különbséggel, hogy a statisztikai eltérés kisebb volt. A testtömeg gyarapodásban tehát csak a kontroll csoport és a 0,5 ml/kg-os csoport között állt fenn statisztikailag igazolható különbség ( $P < 0,05$ ). Érdeemes megjegyezni, hogy a szórásnégyzetek egyre magasabbak voltak a csoportoknál, amely valamilyen szintű szétnövésre utal.

Az újabb testtömeg meghatározás alkalmával a szórásek tovább nőttek minden csoportnál, amelynek eredménye az volt, hogy a testtömeg átlagok között nem tudtunk kimutatni statisztikailag igazolható különbséget egyik csoport között sem ( $P > 0,05$ ).

A továbbiakban vizsgáltuk a testtömeg gyarapodás egyenletességét, amelyet a következő ábra szemléltet (10. ábra).



**10. ábra:** A testtömeg-gyarapodás linearitása a kísérleti idő alatt

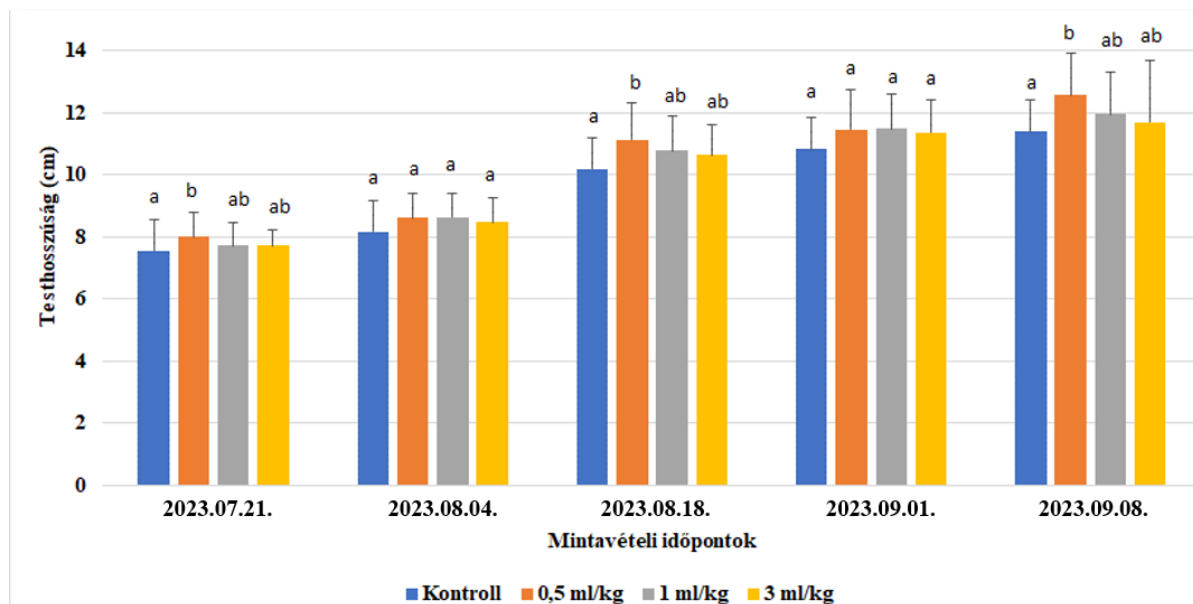
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

A kontroll csoportban, illetve a kezelt csoportokban folyamatos és lineáris növekedés volt megfigyelhető. A korrelációs együtthatók szoros összefüggést mutatnak ( $R^2 = 0,9789 - 0,989$ ), tehát a kapott eredmények közel helyezkednek el az illesztett regressziós egyeneshez, így lineáris testtömeg-gyarapodás volt minden csoportban.



## 4.2. Testhosszúság alakulása a kísérleti idő alatt

A következő ábra a testhosszúságok alakulását szemlélteti a kísérleti idő alatt (11. ábra). A vizsgálati időszak alatt az első mintavétel alkalmával csak a kontroll csoport és a 0,5 ml/kg-os EKVARIN – os csoport között állt fenn statisztikailag igazolható különbség ( $P < 0,05$ ). A kontroll csoport és a két nagyobb dózisú EKVARIN - os csoport, illetve a két nagyobb dózis között nem volt igazolható különbség ( $P > 0,05$ ) a hasonló testhosszúsági átlagok eredményeképpen. Az első mintavétel alkalmával a statisztikai eredmény teljesen megegyezett a testtömeg-gyarapodás statisztikai eredményével, csak a p értékben különbözött egymástól.



**11. ábra:** Az egyes csoportok testhosszúságának alakulása a kísérleti idő alatt

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

A második mintavétel alkalmával a testhosszúsági eredmények tekintetében a kontroll és a kezelt csoportok között nem volt statisztikailag igazolható különbség ( $P > 0,05$ ). Ennél a mintavételnél a statisztikai eredmény teljesen megegyezett a testtömeg-gyarapodás statisztikai eredményével.

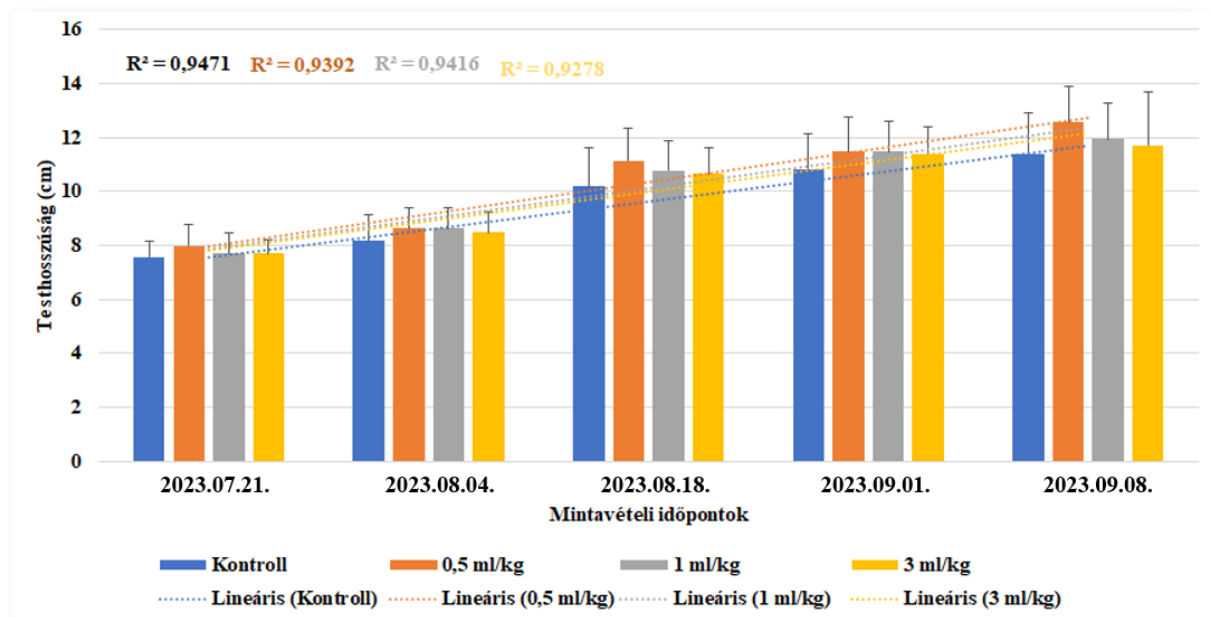
Az augusztus közepén ellenőrzött testhosszúsági eredmények tekintetében a kontroll és a legkisebb koncentrációjú EKVARIN – os csoport között kaptunk statisztikailag igazolható különbséget ( $P < 0,01$ ). A többi csoport között viszont nem volt szignifikáns eltérés ( $> 0,05$ ).

Ennél a mintavételnél eltért a statisztikai eredmény a testtömeg-gyarapodás statisztikai eredményétől.

Szeptember első napján meghatározott testhosszúsági adatok teljesen egyöntetűek voltak minden csoportban. Mivel az egyes csoportátlagok 10,8 és 11,5 cm között változtak és a szórás is nagyon egyöntetű volt (1,02-1,31 cm), ennek okán nem találtunk statisztikailag igazolható különbség ( $P > 0,05$ ) a csoportok között. Ennél a mintavételél eltért a statisztikai eredmény a testtömeg-gyarapodás statisztikai eredményétől.

Az utolsó mintavétel alkalmával a 0,5 ml/kg EKVARIN – al kezelt csoport testhosszúsági átlaga kimagaslott a többi csoporthoz képest, amelyet szignifikáns eltérést is hozott ( $P < 0,05$ ). Ez a legalacsonyabb dózisban kezelt csoport a kontroll csoporttól több, mint 10 % - kal (10,3%) tért el. Ennél a mintavételnél is eltért a statisztikai eredmény a testtömeg-gyarapodás statisztikai eredményétől, de megegyezett az első testhosszúsági eredményekkel.

A továbbiakban vizsgáltuk a testhosszúság alakulásának egyenletességét is, amelyet a következő ábra szemléltet (12. ábra).



**12. ábra:** A testhosszúság növekedésnek linearitása a kísérleti idő alatt

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

A kontroll csoportban, illetve a kezelt csoportokban folyamatos és lineáris növekedés volt megfigyelhető. A korrelációs együtthatók szoros összefüggést mutatnak ( $R^2=0,9278-0,9471$ ), de a testtömeg linearitásától kissé eltér.

Egyes kutatások arról számoltak be, hogy Nílusi tilápiánál (*Oreochromis niloticus*) a gyógynövényes kivonatok alkalmazása során jobb takarmányértékesítést, valamint jobb növekedési erélyt tapasztaltak (Ceulemans et al., 2009).

Seung-Cheol és munkatársai (2007) kimutatták, hogy különböző gyógynövénykivonatok takarmányhoz való adagolása elősegítette a növekedést és fokozta a nem-specifikus immunitást vörös tengeri sügérekénél (*Pagrus major*).

Giannenas és munkatársai kutatásuk során karvakrolt és timolt tartalmazó táplálékkiegészítőt alkalmaztak szívárványos pisztráng állományban. Eredményként közölték, hogy a szívárványos pisztrángokra már a kis mennyiségben is karvakrolt és timolt tartalmazó takarmánnyal való etetés is pozitív hatással volt a növekedési teljesítményükre, a veleszületett immunitásukra, valamint az antioxidáns védelemre (Giannenas et al., 2012).

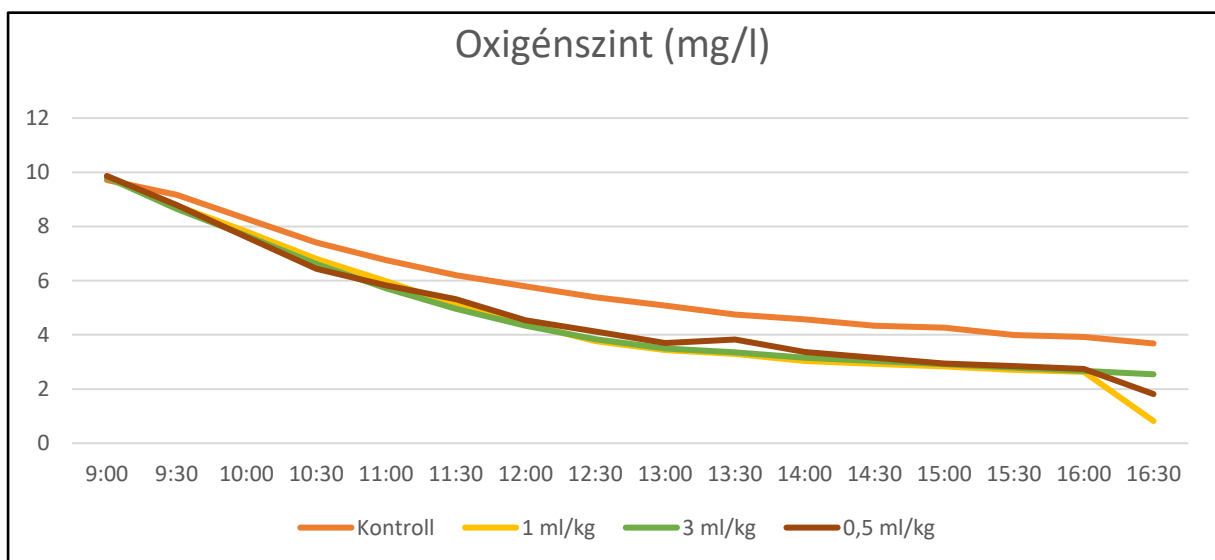
Ahmadifar és munkatársainak kutatásában a timol és karvakrol étrendbe történő beiktatása statisztikailag szignifikáns különbségeket eredményezett a kísérleti csoportok között a növekedés tekintetében. A timollal és karvakrollal etetett csoportok közül több is nagyobb testhosszt és testtömeget mutatott a kísérlet végére, mint a kontroll csoport, volt viszont olyan csoportjuk is, amely ugyanolyan eredményeket mutatott, mint a kontroll csoport. A növekedés és fejlődés nem volt összefüggésben a koncentrációkkal, azoktól függetlenül kapták ezen eredményeket (Ahmadifar et al., 2011).

A karvakrol és timol több, az EKVARIN-ban is megtalálható gyógynövény alkotóeleme, ezért párhuzamot vonhatunk ezen eredményekkel is, hiszen a mi kísérletünk eredményei is hasonlóképpen alakultak. A koncentrációtól függetlenül kaptunk jobb növekedési és súlygyarapodási eredményeket a takarmányhoz 0,5 ml/kg dózisban adagolt EKVARIN – nal etetett csoportnál. Ezen eredmény alapján is elmondható, hogy az általunk alkalmazott takarmánykiegészítőnek tulajdonítható a szívárványos pisztrángoknál megfigyelt jobb növekedési és testsúlygyarapodási hajlam.

### 4.3. Az oxigénszint csökkentésével kiváltott stresszhatás vizsgálata

Kísérletünkben az oldott oxigénkoncentráció csökkentésével elért stressz vizsgálatokor változást tapasztaltunk a halak alacsony vízben oldott oxigénkoncentrációra való reagálásakor.

Ahogy azt a grafikon is jól mutatja (12. ábra), a kontroll, vagyis az EKVARIN – nal kevert takarmánnyal nem etetett halcsoportok már magasabb, 4,08-3,25 mg/literes oldott oxigén koncentrációnál reagáltak az alacsony oxigénszintre, a stressz jeleit kezdték mutatni, vagyis lassult az egyedek mozgása, a kopolyúfedők mozgása intenzívvé vált, és általános bódultságot mutattak. Azonban a többi, EKVARIN – nal különböző koncentrációban takarmányozott csoportnál az látható, hogy alacsonyabb oxigénszinten (2,38-2,84 mg/l) kezdték el a stressz jeleit mutatni (13. ábra).

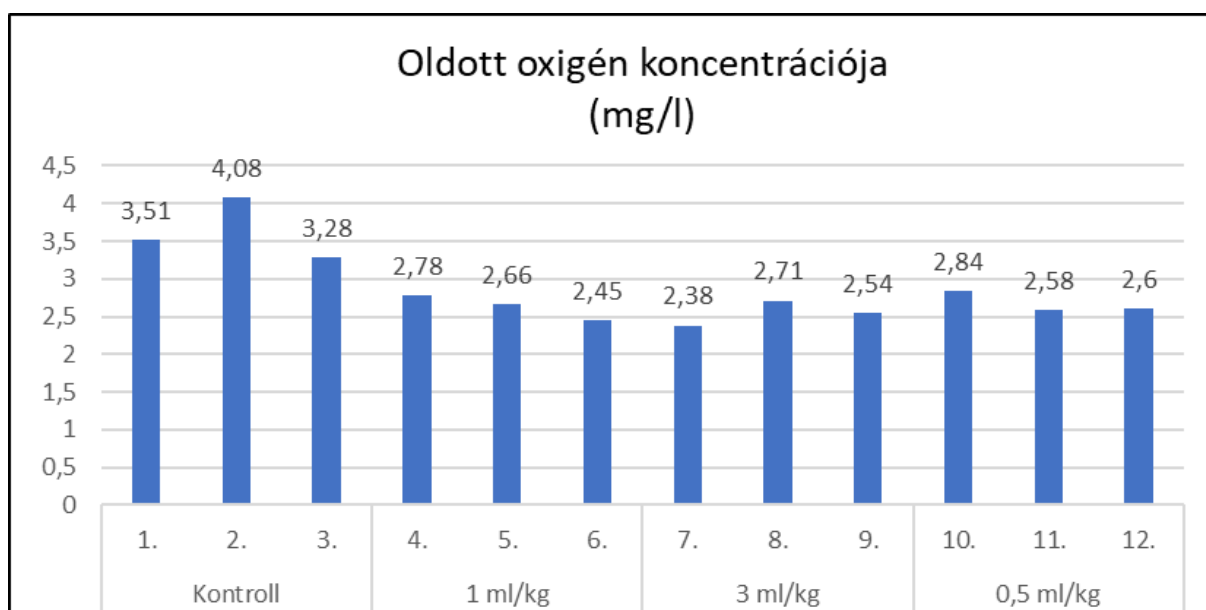


**13. ábra:** Az oxigénszint alakulása az oxigénszint csökkentésével kiváltott stresszvizsgálat alatt

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

Mindebből arra következtethetünk, hogy az EKVARIN jótékony hatással van a szivárványos pisztrángok oxigéntűrésére, hiszen alacsonyabb vízben oldott oxigénszintet is eltűrnék, holott egy kutatás szerint a szivárványos pisztrángok esetében oldott oxigén érték 9.3 és 0.36 mg/liter között a normál, valamint 5,7 és 1,4 mg/liter között pedig a hipoxiás tartományba esett. (Glencross, 2009). Egy másik szakirodalom szerint (Hoitsy Gy., 2002) pedig a szivárványos pisztrángok 5 – 12 mg/l közötti értékekkel rendelkező vizet viselik el.

Az egyedek oxigénkoncentráció csökkentésével kiváltott stresszes állapotának bekövetkezésének pillanatában mért oxigénkoncentrációkat a 14. ábrán láthatjuk.



**14. ábra:** Az egyedek oxigénkoncentráció csökkentésével kiváltott stresszes állapotának bekövetkezésének pillanatában mért oxigénkoncentráció

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

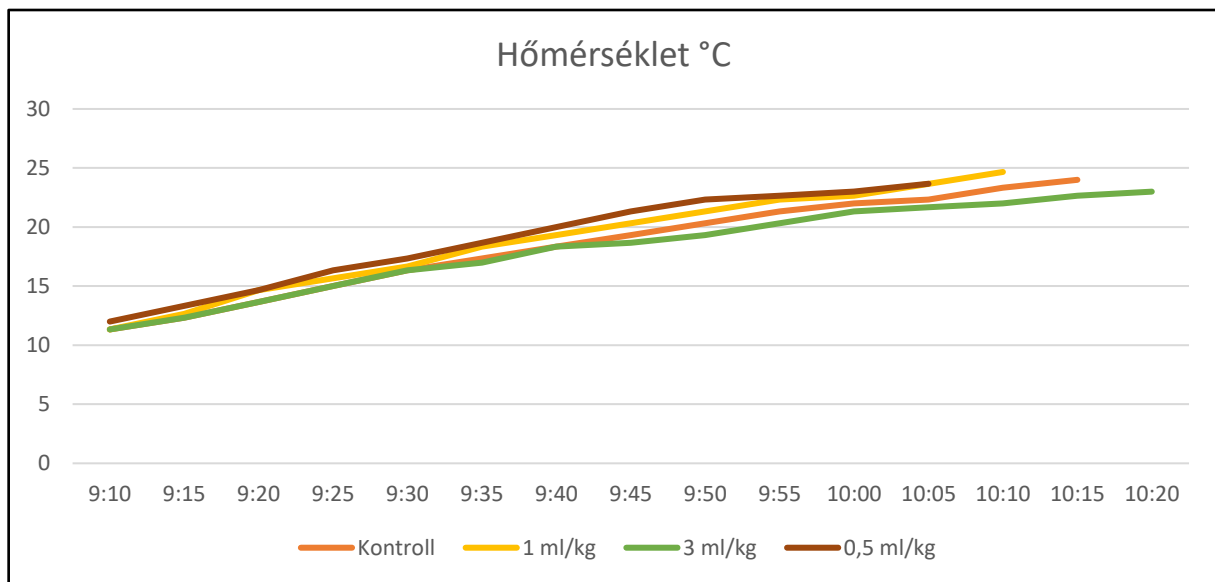
Antache és munkatársai fitobiotikumokat tartalmazó takarmánnyal való etetési kísérlet után máj, bél és vérplazma vizsgálatot végeztek, amelyből kimutatták, hogy az oxidatív stressz csökkent Nílusi tilápiáknál (*Oreochromis niloticus*) (Antache et al., 2013).

Wu G. és munkatársainak (2007) kutatása szerint pontynál (*Cyprinus carpio*) fitobiotikumokat tartalmazó kivonatot alkalmazva megfigyelték, hogy csökkent az egyedek stresszre való hajlama, valamint javultak az immunológiai paraméterek.

#### 4.4. Hőmérséklet növelésével kiváltott stresszhatás vizsgálata

Jelen kísérletünkben az egyedeket hőstressznek kitéve nem tapasztaltunk kiugró változást (15. ábra). Eredményeink a szakirodalom jelenlegi állását igazolják, hiszen a szivárványos pisztrángok a 23 – 24 °C fokra felmelegített vízben kezdték el a stressz jeleit mutatni (a mozgásuk lassult, a kopolyú fedők mozgása intenzívvé vált, és általános bódultságot mutattak).

Egyes szakirodalmak szerint a szivárványos pisztrángok számára a 21 °C vagy annál valamivel alacsonyabb vízhőmérséklet a legideálisabb, de jó oxigénellátottság mellett a 21°C feletti hőmérsékletet is megtűri (Scott és Crossman, 1973). Más szakirodalom a 12 – 16 °C közötti vízhőmérsékletet tartja a legideálisabbnak, valamint a 28 °C-ra felmelegedő vizet is tűrhetőnek tekinti a szivárványos pisztrángok számára (Pintér, 1989).



**15. ábra:** A vízhőmérséklet alakulása a hőmérséklet növelés által kiváltott stressz kísérleti ideje alatt

(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

#### 4.5. A kísérlet zárásakor a halakon megfigyelt makroszkópos észrevételek

A kísérlet zárásakor a boncolás során az alábbi makroszkópos eredményeket találtuk. A kültakarón egy esetben találtunk halpenészre utaló felrakódást, többi esetben az állatok bőre és pikkelyei épek, azt megfelelő mennyiségű mucin fedi. Kopoltyú színe élénkvörös, lemezeken sérülés, vagy parazita nem látható szabad szemmel. A testüreget megnyitva a máj halványbarna, mérete, alakja kóros elváltozást nem jelez. Szélei épek, nem lekerekedettek. A pilórus függelékek között normális mennyiségű zsír látható. Az úszóhólyag fala áttetsző, benne folyadék, vagy más kóros elváltozás nincs. A lép mérete és alakja fiziológias. Vesék színezete elváltozást nem mutat, vérbők, épek. A gyomor-bélrendszer takarmány nem tartalmaz, benne sem fekély, sem parazita, sem pedig egyéb elváltozás nem látható. Szív mérete és színe fiziológias (16. ábra).

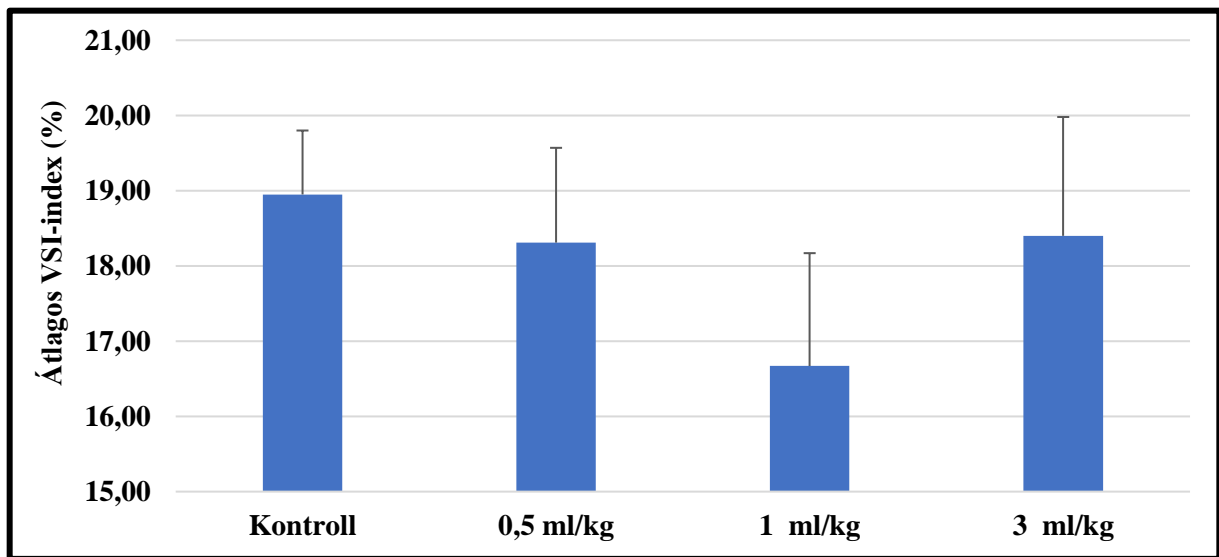


**16. ábra:** Zsigeri szervek

*(Forrás: Bialkó, 2023)*

#### 4.6. A VSI index meghatározása során kapott eredmények

A visceró-szomatikus indexek kiszámítása (viscera súlya (g)/ egész egyed súlya (g) \*100) után nem tapasztaltunk kiugró eltérést az EKVARIN – nal etetett csoportoknál a kontroll csoporthoz képest. Az átlagos VSI (%) értékek alapján az egyes csoportok között statisztikailag igazolható különbség nincs (ANOVA, P>0,05) (17. ábra).



17. ábra: A VSI mérés eredményei csoportonként

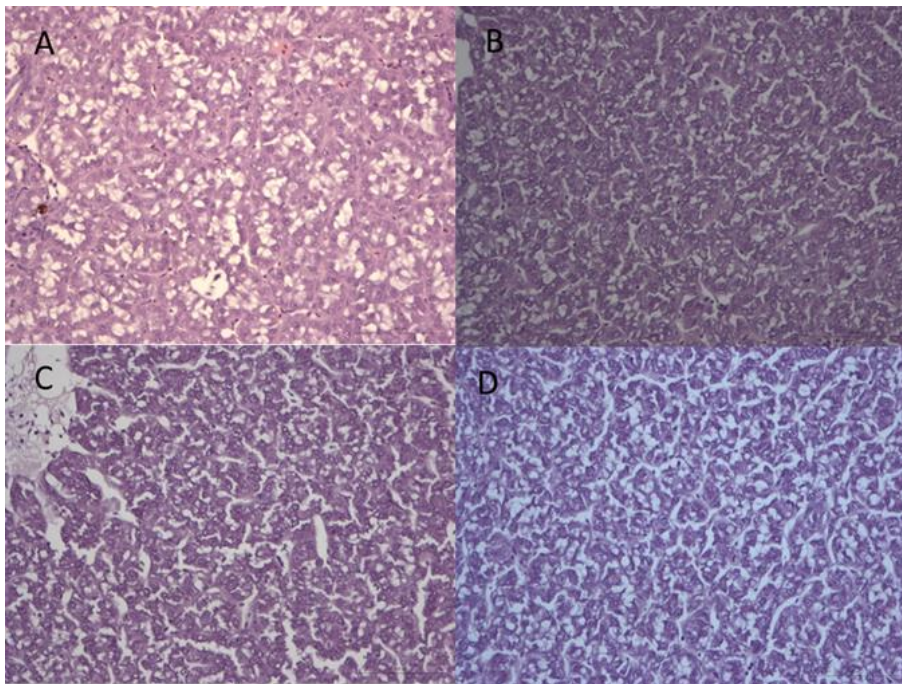
(Forrás: Saját szerkesztés, 2023)

Lumpan és munkatársai kutatásukban fitogén takarmánykiegészítővel etettek tilápiákat (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*), majd VSI indexet számítottak. Eredményeik alapján a kontroll csoport kisebb VSI indexet mutatott, vagyis a kezelt csoportoknál pozitív hatás volt észlelhető (Lumpan et al., 2022).



## 4.7. Szövetteni vizsgálat eredménye

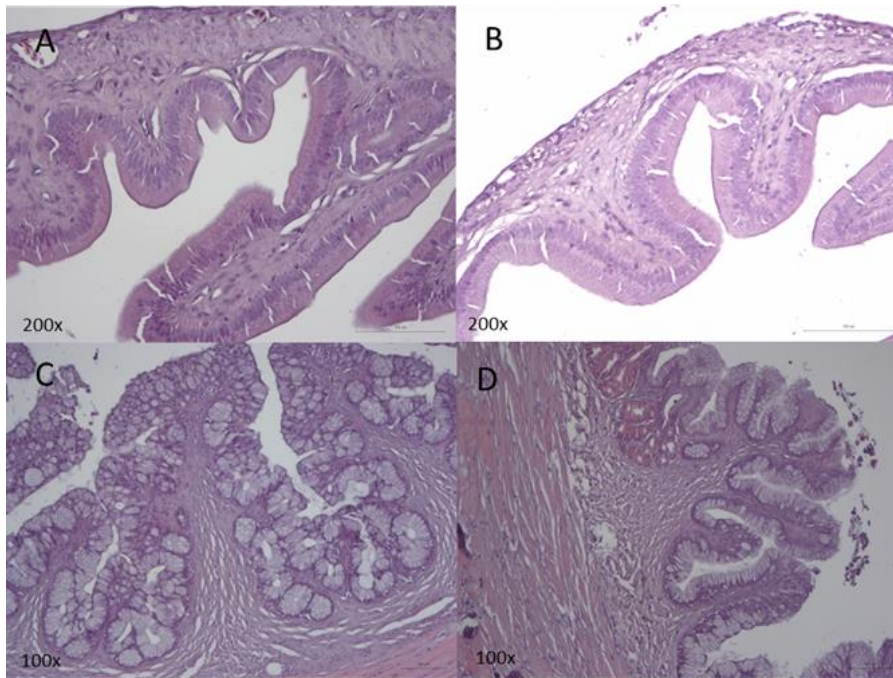
A kórszövetteni minták az eltérő kezelést kapott csoportok között nem mutattak szignifikáns különbséget. A máj mindegyik csoportnál enyhe zsíros infiltrációt mutatott (18. ábra). A bélben kevés takarmány és ép bélbolyhok láthatóak, kóros elváltozás nem volt megfigyelhető (19. ábra).



**18. ábra:** Az egyes csoportok egyedeinek májszövetteni vizsgálata. (H&E festés, 200x)

A – kontroll; B – 1mg/kg; C – 3 ml/kg; D – 0,5 ml/kg

(Forrás: Lefler, 2024)



**19. ábra:** Az egyes csoportok egyedeinek bélszövetteni vizsgálata. (H&E festés)

A – kontroll; B – 1mg/kg; C – 3 ml/kg; D – 0,5 ml/kg

(Forrás: Lefler, 2024)

#### 4.8. Takarmányértékesítő-képesség

**4. táblázat:** Az egyedek takarmányértékesítő - képessége kádanként

(Forrás: Saját szerkesztés, 2024)

Kádak sorszáma:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
FCR:	0,47	0,45	0,51	0,45	0,48	0,47	0,41	1,40	0,50	0,49	0,50	0,44

## 5. Következtetések és javaslatok

A testtömeggyarapodás vizsgálata során az első mintavételi időpontban még tapasztalhattunk statisztikailag igazolható különbséget ( $P < 0,05$ ) a kontroll csoport és a 0,5 ml/kg-os csoport között, azonban az utolsó mintavételi időpontra a szórások minden csoportnál tovább nőttek, emiatt egyik csoportnál sem tudtunk statisztikailag igazolható különbséget kimutatni ( $P > 0,05$ ).

A testhosszúság alakulása viszont azt mutatta, hogy a 0,5 ml/kg adagolású csoport kimagaslott a többi csoport növekedési eredményei közül. Mindezen eredmények igazat adnak Ceulemans és munkatársai (2009), valamint Giannenas és munkatársai (2012) megállapításainak, miszerint a fitobiotikumok alkalmazása jobb takarmányhasznosítást és jobb növekedési erélyt eredményez.

Hőstresszre való vizsgálat során az egyedeink 23 – 24,6 °C közötti értékeknél kezdték el a stressz jeleit mutatni. Ezen eredmény igazat ad Scott és Crossmann (1973) azon megállapításának, hogy a pisztrángok a 21 °C feletti vízhőmérsékletet is elviselik, valamint Pintér (1989) azon állításának is, hogy 28 °C – ra felmelegedő vizet is megtűrnek.

Az oxigénstressz kísérlet során 2,38 mg/l koncentrációnál észleltük az egyedeken a stressz jeleit. Ezen eredmény ellentmond Hoitsy Gy. (2002) azon állításának, hogy a pisztrángok 5 – 12 mg/l értékek között viselik el az oldott oxigén koncentrációt, és igazat adott Glencross (2009) 1,4 – 5,7 mg/l tartomány közé kimutatott hipoxiás tartományának.

A VSI indexek nem mutattak statisztikailag igazolható különbségeket a csoportok között, azonban Lumpan és munkatársai (2022) kutatásában, ahol fitogén takarmánnyal etettek tilápiákat a kontroll csoportnál kisebb VSI indexet kaptak.

A szövettani vizsgálat során az eltérő kezelést kapott csoportok között szignifikáns különbség nem volt. A bélben ép bélbolyhok és némi takarmány volt fellelhető, a máj pedig minden esetben zsíros infiltrációt mutatott.

Úgy gondolom, hasznos lenne az ilyen típusú kísérletek elvégzése különböző korosztályok bevonásával is, valamint más dózissal és időtartamokkal, esetlegesen más, gazdaságilag jelentős halfajokkal.

Célravezető lenne összehasonlító vizsgálatokat is végezni szintetikus előállított antibiotikumokkal, valamint azt is meg lehetne vizsgálni, hogy laboratóriumi körülmények

között egy mesterségesen előidézett fertőzés bekövetkezésekor milyen eredményt kapunk EKVARIN, valamint antibiotikumok alkalmazása során.

## 6. Összefoglalás

Hazai tenyésztésű, előnevelt szivárványos pisztrángokon végeztünk kísérleteket az EKVARIN AM nevezetű gyógynövénykivonatokat tartalmazó takarmánykiegészítő használata mellett a Hoitsy és Rieger Kft. által üzemeltett Lillafüredi Pisztrángtelepen.

A kísérlet három hónapig tartott, amely időszak alatt vizsgáltuk a halak reakcióját és regenerálódását egyszeri hő- és oxigénstresszre, valamint figyelemmel kísértük a szivárványos pisztrángok fejlődésbeli változásait és testtömeggyarapodását.

Megállapítottuk, hogy a testtömegre és a testhossz alakulására is pozitív hatást gyakorolt az EKVARIN 0,5 mg/l koncentrációban való adagolása.

Oxigénstresszre vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy koncentrációtól függetlenül alacsonyabb oldott oxigén koncentrációt is elviselnek a kísérleti szivárványos pisztrángok, mint a kontroll csoport egyedei.

Hőstresszre vizsgálva nem tapasztaltunk kiugró változást, a szakirodalom szerinti már az egyedek számára nem optimális hőfokon reagáltak a szivárványos pisztrángok.

Elmondhatjuk azt is, hogy nem csak a stressztűrésre, hanem a halak immunitására is hatással volt az EKVARIN, hiszen a kísérlet során elenyésző volt a betegségek, fertőzések száma. A három hónap alatt egyetlen egyednél tapasztaltuk halpenész tüneteit. Ezen tény is bizonyítja a szakirodalom azon állítását, hogy a fitobiotikumok antifungicid hatással is bírnak (Adiguzel et al., 2005; Dabur, 2004).

Dolgozatomban nagy hangsúlyt fektettem a szivárványos pisztráng ismertetésére is, mivel ezáltal jobban megismerhetjük, hogy mennyire érzékeny állatok valójában.

Ezen kísérletek eredményei azt bizonyítják, hogy létezik egy olyan alternatív, környezetbarát és költséghatékony megoldás, melynek több halgazdaság is hasznát veheti majd a jövőben a haltenyésztés során.

## 6. Irodalomjegyzék

1. Abdel-Latif, H.M.R. – Abdel – Tawwab, M. – Khafaga, A.F. – Dawood, M.A.O. (2020): Dietary oregano essential oil improved the growth performance via enhancing the intestinal morphometry and hepato-renal functions of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture*, 526, Paper 735432, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735432>
2. Abdel-Latif, H.M.R. – Khalil, R.H. (2014): Evaluation of two phytobiotics, spirulina platensis and Origanum vulgare extract on growth, serum antioxidant activities and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to pathogenic *Vibrio alginolyticus*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5), 250–255. 2023. 10. 22. forrás: <https://www.fisheriesjournal.com/vol1issue5/pdf/111.1.pdf>
3. Adiguzel, A. – Gulluce, M. – Sengul, M. – Ogutcu, H. – Sahin, F. – Karaman, I. (2005): Antimicrobial effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) extract. *Turkish Journal of Biology*, 29(3), 155-160. 2023.10.18. forrás: <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=2132&context=biology>
4. Agrárgazdasági Kutatóintézet-AKI (2022): *Éves jelentés a halászati szektorról*. Budapest: AKI. Budapest.
5. Ahmadifar, E. - Falahatkar, B. - Akrami, R. (2011): Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(4), 1057-1060. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01763.x>
6. Akgul, A. (1993): *Spice science and technology*. Ankara: Turkish Association of Food Technologists.
7. Alagawany, M. - Abd El-Hack, M.E. – Farag, M.R. – Shaheen, H.M. - Abdel-Latif, M.A. – Noreldin, A.E. – Patra, A.K. (2018): The usefulness of oregano and its derivatives in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 74(3), 463–474. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000454>
8. Alagawany, M. - Abd El-Hack, M.E. – Saeed, M. – Arain, M.A. – Bhutto, Z.A. - Fazlani S.A. – Brohi, S. A. – Arif, M. (2017): Effect of some phyto-genic additives as dietary supplements on performance, egg quality, serum biochemical parameters and oxidative status in laying hens. *Indian Journal of Animal Sciences*, 87(7), 900–905. <https://doi.org/10.56093/ijans.v87i7.72300>
9. Anderson D.P. (1992): Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Annual Review of Fish Diseases*, 2(n.a.), 281-307. [https://doi.org/10.1016/0959-8030\(92\)90067-8](https://doi.org/10.1016/0959-8030(92)90067-8)
10. Antache, A, - Cristea, V. – Grecu, R. I. – Placinta, I. S. – Cretu, M. (2013): The Influence of Rosemary, Sea Buckthorn and Ginger on Oxidative Stress at *Oreochromis niloticus* Reared in a Recirculating Aquaculture System. *Animal Science and Biotechnologies*, 70(1), 110-116. DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:70:1:9292
11. Awad, E. – Awaad, A. (2017): Role of Medicinal Plants on Growth Performance and Immune Status in Fish. *Fish Shellfish Immunol*, 67 (n.a.), 40–54. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.05.034>
12. Babinszky, L. – Halas, V. (szerk.) (2019): *Innovatív takarmányozás*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
13. Barakat, D. - El-Far, A. – Sadek, K. – Mahrous, U. – Ellakany, H. - Abdel-Latif, M. (2016): Anise (*Pimpinella anisum*) enhances the growth performance, immunity and antioxidant activities in broilers. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 37(2), 134–140. 2023. 10. 16. forrás: <https://globalresearchonline.net/journalcontents/v37-2/24.pdf>

14. Barbero, F. – Maffei, M. (2016): Biodiversity and chemotaxonomic significance of specialized metabolites. In: Arimura, G. - Maffei, M. E.: *Plant Specialized Metabolism: Genomics, Biochemistry, and Biological Functions*. Boca Raton: CRC Press. 2023.10.08. forrás: [https://www.researchgate.net/publication/311588701 Biodiversity and chemotaxonomic significance of specialized metabolites](https://www.researchgate.net/publication/311588701_Biodiversity_and_chemotaxonomic_significance_of_specialized_metabolites)
15. Barton, B.A. (1996): *General biology of salmonids*. In: Pennell, W. – Barton, B. A. (1996): *Principles of Salmonid Culture*. Amsterdam: Elsevier.
16. Baytop, T. (1984): *Treatment with plants in Turkey*. Istanbul: Istanbul University Press.
17. Berinkey L. (1966): *Halak. Pisces. Magyarország állatvilága – Fauna Hungariae*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
18. Blazer V.S. (1992): Nutrition and disease resistance in fish. *Annual Review of Fish Diseases*. 2, 309-323. [https://doi.org/10.1016/0959-8030\(92\)90068-9](https://doi.org/10.1016/0959-8030(92)90068-9)
19. Blumenthal, M. (2000): Interaction between herbs and conventional drugs, introductory considerations. *Herbalgram*. 49, 52-63.
20. Bojtárné, L. M. – Kiss, G. – György, I. Á. – Radócné, K. T. (2023): Magyarország tógazdasági és intenzív üzemi haltermelése 2022-ben. *Halászat*, 115(3), 3-5. 2023.10.07. forrás: [https://real-j.mtak.hu/25872/13/HAL\\_2022\\_115\\_3.pdf](https://real-j.mtak.hu/25872/13/HAL_2022_115_3.pdf)
21. Bokor, Z. – Fodor, F. – Várkonyi, L. – Nagy, B. – Láng, L. Z. – Ferincz, Á. – Staszny, Á. – Molnár, J. – Lefler, K. K. – Csorbai, B. – Vancsura, Z. – Szári, Zs. – Urbányi, B. – Bernáth, G. (2024): Biological Parameters and Spermatogenesis in Razorfish (*Pelecus cultratus*) Population Inhabiting the Largest Shallow Lake of Central Europe (Lake Balaton): Studies for In Vitro Conservation Purposes. *Aquaculture Research*, 2024, 8, <https://doi.org/10.1155/2024/6695280>
22. Botsoglou, N.A. – Grigoropoulou, S.H. – Botsoglou, E. – Govaris, A. – Papageorgiou, G. (2003): The effects of dietary oregano essential oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65(3), 1193-1200. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00029-9)
23. Ceulemans, S. – Robles, R. – Coutteau, P. (2009): *Innovative Feed Additives Improve Feed Utilization In Nile Tilapia*, 2023.10.14. forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/innovative-feed-additives-improve-feed-utilization-nile-tilapia%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/innovative-feed-additives-improve-feed-utilization-nile-tilapia%20(2).pdf)
24. Chakraborty, S.B. – Hancz, Cs. (2011): Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture*, 3(3), 103-119. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01048.x>
25. Citarasu, T. (2010): Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International*, 18 (n.a.), 403-414. <https://doi.org/10.1007/s10499-009-9253-7>
26. Crawford, S.S. – Muir, A. M. (2008): Global introductions of salmon and trout in the genus *Oncorhynchus*: 1870–2007. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 18, 313–344. <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9079-1>
27. Csorbai B.; Péteri A.; Urbányi B. (szerk.) (2015): *Intenzív halnevelés*. Gödöllő: Vármédia -Print Kft.
28. D'Agaro, E. – Gibertoni, P. – Esposito, S. (2022): Recent Trends and Economic Aspects in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sector. *Applied Sciences*, 12(17), 8773. <https://doi.org/10.3390/app12178773>
29. Dabur, R. (2004): A novel antifungal pyrrole derivative from *Datura metel* leaves. *Pharmazie*, 59(7), 568-570.



30. Di Giulio, R.T. – Hinton, D.E. (Editors) (2008): *The Toxicology of Fishes*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203647295>
31. Diler, O. – Gormez, O. – Diler, I. – Metin, S. (2017): Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, 23(4), 844–851. <https://doi.org/10.1111/anu.12451>
32. Direkbusarakom, S. – Herunsalee, A. – Yoshimizu, M. - Ezura, Y. (1996): Antiviral activity of several Thai traditional herb extracts against fish pathogenic viruses. *Fish Pathology*, 31(4), 209-213. <https://doi.org/10.3147/jsfp.31.209>
33. FAO (2012): The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. *FAO*.
34. FAO (2016): The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. *FAO*.
35. FAO (2022): The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. *FAO*, <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
36. Fernandes, M.J.B. – Barros, A.V. -Melo, M.S. – Simoni, I.C. (2012): Screening of Brazilian plants for antiviral activity against animal herpes viruses. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(12), 2261–2265. DOI: 10.5897/JMPR10.040
37. Ferreira, M. – Costa, J. - Reis-Henriques, M.A. (2014): ABC transporters in fish species: a review. *Frontiers in Physiology*, 5(n.a.), 266. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00266>
38. François, N.L. – Jobling, M. – Carter, C. – Blier, P. (Editors) (2010): *Finfish Aquaculture Diversification*, Wallingford, UK; Cambridge, MA.: CABI
39. Giannenas, I. - El. Triantafyllou, E. - S. Stavrakakis, S. – Margaroni, M. – Mavridis, S. – Steiner, T. - Karagouni, E. (2012): Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 350–353(n.a.), 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.027>
40. Glencross, B. D. (2009): Reduced water oxygen levels affect maximal feed intake, but not protein or energy utilization efficiency of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 15(1), 1-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00562.x>
41. Graziella, O. – Roberta, I. – Elena, C. – Ghasem, A. – Marina, P. (2022): Lamiaceae as Feed Additives in Fish. *Aquaculture. Fishes*, 7(6), 349. <https://doi.org/10.3390/fishes7060349>
42. Gumus, E. – İkiz, R. (2009): Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Pakistan Veterinary Journal*, 29(2), 59-63. 2023.10.12. forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate.pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Effect%20of%20dietary%20levels%20of%20lipid%20and%20carbohydrate.pdf)
43. Hajtun Gy. (2022): Újdonság a gyógynövény hatóanyagú halpremix. *Halászati Lapok*, 23( április) 6-7.
44. Hancz Cs. (2000): *Haltakarmányozás*. In: Horváth László (szerk.) (2000): *Halbiológia és haltenyésztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
45. Harikrishnan, R. – Balasundaram, C. – Heo, M.S. (2011): Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317(1–4), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.039>
46. Harka Á., Sallai Z. (2004): *Magyarország halfaunája*. Szarvas: Nimfea Természetvédelmi Egyesület



47. Hartman, K.J. - Porto, M.A. (2014): Thermal Performance of Three Rainbow Trout Strains at Above-Optimal Temperatures. *Transactions of the American Fisheries Society*, 143(6), 1445 – 1454. <https://doi.org/10.1080/00028487.2014.945662>
48. Hassan, F.A. – Awad, A. (2017): Impact of thyme powder (*Thymus vulgaris* L.) supplementation on gene expression profiles of cytokines and economic efficiency of broiler diets. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(n.a.), 15816–15826. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9251-7>
49. Heikinheimo, O. – Amundsen, P. A. – Auvinen, H. – Bodaly, D. – Eshenroder, R. – Huusko, A. - Mills K. – Muller, R. – Todd, T. – Winfield, I. (2004): Biology and Management of Coregonid Fishes — Proceedings of the Eighth International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. *Annales Zoologici Fennici*, 41(1), 1–2. 2023.10.04. forrás: [https://www.researchgate.net/publication/296618335\\_Biology\\_and\\_Management\\_of\\_Coregonid\\_Fishes\\_-\\_Proceedings\\_of\\_the\\_Eighth\\_International\\_Symposium\\_on\\_the\\_Biology\\_and\\_Management\\_of\\_Coregonid\\_Fishes\\_Rovaniemi\\_Finland\\_26-29\\_August\\_2002\\_-\\_Preface](https://www.researchgate.net/publication/296618335_Biology_and_Management_of_Coregonid_Fishes_-_Proceedings_of_the_Eighth_International_Symposium_on_the_Biology_and_Management_of_Coregonid_Fishes_Rovaniemi_Finland_26-29_August_2002_-_Preface)
50. Hoitsy Gy. (2002): *A pisztráng tenyésztése és horgászata*. Lillafüred: Saját kiadás.
51. Hoitsy M. (2022): *Tenyésztett pisztrángfélék daganatos megbetegedéseinek vizsgálata*. [PhD. értekezés] Kaposvár: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola. DOI: 10.54598/002560
52. Hoitsy, Gy. - Woynarovich, A. – Poulsen, T-M. (2012): *Guide to the small scale artificial propagation of trout*. Budapest: FAO kiadvány.
53. Horn P. - Urbányi B. (2020): A haltenyésztés versenyképessége más állattenyésztési ágazatokhoz viszonyítva az állatifehérje-termeléssel összefüggésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 69(3), 281–292. 2023.09.28. forrás: [https://real-j.mtak.hu/16368/3/%C3%81TT%202020\\_3%20FINALr.pdf](https://real-j.mtak.hu/16368/3/%C3%81TT%202020_3%20FINALr.pdf)
54. Horn P. (2012): A Föld természetes tápanyagforrásainak ésszerű hasznosításával összefüggő néhány kérdés. *Magyar Tudomány*, 173(8), 931–943. 2023.10.11. forrás: [https://epa.oszk.hu/00600/00691/00104/pdf/EPA00691\\_mtud\\_2012\\_08\\_0931-0943.pdf](https://epa.oszk.hu/00600/00691/00104/pdf/EPA00691_mtud_2012_08_0931-0943.pdf)
55. Horváth László (szerk.) (2000): *Halbiológia és haltenyésztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
56. Hoseini, S.M. – Yousefi, M. (2019): Beneficial effects of thyme (*Thymus vulgaris*) extract on oxytetracycline-induced stress response, immunosuppression, oxidative stress and enzymatic changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 25(2), 298–309. <https://doi.org/10.1111/anu.12853>
57. Kajita, Y. – Sakai, M. – Atsuta, S. – Kobayashi, M. (1990): The immunomodulatory effects of levamisole on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Pathology*, 25(2), 93-98. 2023.10.09. forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/The\\_immunomodulatory\\_effects\\_of\\_levamiso.pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/The_immunomodulatory_effects_of_levamiso.pdf)
58. Karanika, M.S. – Komaitis, M. – Aggelis, G. (2001): Effect of aqueous extracts of some plants of Lamiaceae family on the growth of *Yarrowia lipolytica*. *International Journal of Food Microbiology*, 64(1-2), 175–181. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00468-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00468-2)
59. Karousou, R. – Kokkini, S. (2003): The genus *Origanum* (Labiatae) in Crete: distribution and essential oils. *Bocconea*, 16(2), 717–721. 2023.09.28. forrás: <https://www.herbmedit.org/bocconea/16-0717.pdf>
60. Karpouhtsis, I. – Pardali, E. – Feggou, E. – Kokkini, S. – Scouras, Z.G. - Mavragani-Tsipidou, P. (1998): Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46(3), 1111–1115. <https://doi.org/10.1021/jf970822o>
61. Klupp, R. – Heil, G. – Pirchner, F. (1977): Effects of interection between strains and evironment on growth traits in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 14(3), 271-275. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(78\)90101-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(78)90101-1)

62. Kocić-Tanackov, S.D. – Dimić, G.R. – Tanackov, I.J. – Pejin, D.J. – Mojović, L.V. – Pejin, J.D. (2012): Antifungal activity of Oregano (*Origanum vulgare* L.) extract on the growth of *Fusarium* and *Penicillium* species isolated from food. *Hemjska Industrija*, 66(1), 33–41. <https://doi.org/10.2298/HEMIND110614073K>
63. Leitritz E. (1970): A History of California's Fish Hatcheries 1870–1960. *Fish Bulletin* 150, 1–87. 2023.10.02. forrás: <https://www.noaa.gov/sites/default/files/legacy/document/2020/Oct/07354626232.pdf>
64. Logambal, S.M. – Venkatalakshmi, S. – Michael, R.D. (2000): Immunostimulatory effect of leaf extract of *Ocimum sanctum* Linn. In *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Hydrobiologia*, 430, 113-120. <https://doi.org/10.1023/A:1004029332114>
65. Lumpan, P. – Yifeng, Y. – Xiaoqin, L. – Xu, Z. – Wenxiang, Y. – Pu, W. – Congyan, L. – Xiangjun, L. (2022): Efficacy of phytogetic extracts on growth performance and health of tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). *Aquaculture and Fisheries*, 7(4), 411-419. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.08.009>
66. Ma, X.H. – Zheng, C.J. – Han, L.Y. – Xie, B. – Jia, J. – Cao, Z.W. – Li, Y. X. – Chen, Y. Z. (2009): Synergistic therapeutic actions of herbal ingredients and their mechanisms from molecular interaction and network perspectives. *Drug Discovery Today*, 14(11-12), 579-588. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2009.03.012>
67. MacCrimmon H. R. (1971): World Distribution of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*): Further Observations. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 29(12), 1788–1791. <https://doi.org/10.1139/f72-287>
68. Mangesh, N. (2019): A mikotoxinok kedvezőtlen hatását mérséklő fitobiotikum hatékonyságának vizsgálata baromfiban. *Állattenyésztés és takarmányozás* 2019.68.4, 348-349. 2023.10.14. forrás: [https://real-j.mtak.hu/16047/4/att\\_2019\\_04.pdf](https://real-j.mtak.hu/16047/4/att_2019_04.pdf)
69. Micha, J. C. (2013): Fish Farming in the Congo Basin: Past, Present and Future. Royal Academies for Science and the Arts of Belgium(National Committee for Biological Sciences), 147-171. Konferencia kiadvány. 2023.10.11. forrás: <file:///C:/Users/Asus/Downloads/MichaFishFarmingRDCPPF.pdf>
70. Mohamed, E.A.E. – Mahmoud, A. – Mayada, R.F. – Ruchi, T. - Kumaragurubaran K.; Kuldeep D.; Jalil Z.; Milad A. (2016): Beneficial impacts of thymol essential oil on health and production of animals, fish and poultry. *Journal of Essential Oil Research*, 28(5), 365-382. <https://doi.org/10.1080/10412905.2016.1153002>
71. Mohamed, L.A. - El-Hindawy, M.M. – Alagawany, M. – Salah, A.S. - El-Sayed, S.A. (2019): Effect of low- or high-CP diet with cold-pressed oil supplementation on growth, immunity and antioxidant indices of growing quail. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(5), 1380–1387. <https://doi.org/10.1111/jpn.13121>
72. Nagy, Z. – Gál, D. – Hancz, Cs. – Bíró, J. (2020): Elterő típusú tartástechnológiák hatása a szürke harcsa (*Silurus glanis*) termelési paramétereire, valamint a víz és az üledék minőségére. *ACTA AGRARIA KAPOSVARIENSIS*, 24(2), 14-26. <https://doi.org/10.31914/aak.2427>
73. NAIK-AKI (2021): Lehalászás jelentés 2020. év. *Agrárközgazdasági Intézet*, 26(1), 1-30. 2023.10.13. forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/Lehalaszas\\_jelentes\\_2020.pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Lehalaszas_jelentes_2020.pdf)
74. Napoli, E. – Siracusa, L. – Ruberto, G. (2020): New Tricks for Old Guys: Recent Developments in the Chemistry, Biochemistry, Applications and Exploitation of Selected Species from the Lamiaceae Family. *Chemistry & Biodiversity*. 17(3), <https://doi.org/10.1002/cbdv.201900677>
75. Nazarizadeh, H. – Hosseini, S.M. – Pourreza, J. (2019): Effect of plant extracts derived from thyme and chamomile on the growth performance, gut morphology and immune system of broilers fed aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A contaminated diets. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 1073-1081. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1615851>

76. NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázis. 2023.09.28. forrás: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=8022&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>
77. Nelson, J.S. - Grande T.C. – Wilson, M.V.H. (2016): *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. DOI:[10.1002/9781119174844](https://doi.org/10.1002/9781119174844)
78. Nya, E.J. – Austin, B. (2009): Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 32(11), 971-977. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2009.01101.x>
79. Olusola, S.E. – Emikpe, B.O. – Olaifa, F.E. (2013): The potentials of medicinal plant extracts as bio-antimicrobials in aquaculture. *International Journal of Medicinal Aromatic Plants*, 3(3), 404-412. 2023.10.13. forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/IJMAP\\_3\\_3\\_12\\_bioantimicrobialsOlusolaetal%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/IJMAP_3_3_12_bioantimicrobialsOlusolaetal%20(1).pdf)
80. Ózsvári, L. – Máté, M. (2021): Az akvakultúra-ágazat globális, európai és magyarországi fejlődése. *Gazdálkodás*, 65(4), 289-309. DOI:[10.53079/GAZDALKODAS.65.4.t.pp\\_289-309](https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.65.4.t.pp_289-309)
81. Ósz, Á. – Horváth, Á. – Hoitsy, Gy. – Kánainé Sipos, D. – Keszte, S. – Sáfrány, A.J. – Marić, S. – Palkó, C. – Tóth, B. – Urbányi, B. – Kovács, B. (2018): The genetic status of the Hungarian brown trout populations: exploration of a blind spot on the European map of *Salmo trutta* studies. *PeerJ*, 6, <https://doi.org/10.7717/peerj.5152>
82. Pintér K. (1989): *Magyarország halai biológiájuk és hasznosításuk*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
83. Prasanta, J. – Sutanu, K. – Utsa, R. – Mritunjoy, P. – Ashutosh, K. S. – Kuntal, K. B. (2018): Phytobiotics in aquaculture health management: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 1422-1429. 2023.10.02. forrás: <https://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartX/6-3-358-992.pdf>
84. Reverter, M. – Bontemps, N. – Lecchini, D. – Banaigs, B. – Sasal, P. (2014): Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*, 43, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.048>
85. Rosalie M. B. (2002): Herbs Can Spice Up Your Antioxidant Protection. *Agricultural Research Service*
86. Samah, R. K. – Yasser, A. E. – Amir, H.A.E. – Mayada, R.F. – Noura, E. A. E. - Abd Elhakeem, E. M. (2020): Dual immunological and oxidative responses in *Oreochromis niloticus* fish exposed to lambda cyhalothrin and concurrently fed with Thyme powder (*Thymus vulgaris* L.): Stress and immune encoding gene expression, *Fish & Shellfish Immunology*, 100(hiányos), 208-218. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.03.009>
87. Santo, A.H.E. – Brito, T.S. – Brandão, L.L. – Tavares, G.C. – Leibowitz, M.P. – Prado, S.A. – Ferraz, V. – Hoyos, M. C. D. – Turra, M. E. – Teixeira, A. E. – Figueiredo, H. – Leal, G. A. C. – Ribeiro, P. A. P. (2019): Dietary supplementation of dry oregano leaves increases the innate immunity and resistance of Nile tilapia against *Streptococcus agalactiae* infection. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(2), 1-19. <https://doi.org/10.1111/jwas.12602>
88. Scheffer, M. – Carpenter, S. – Young, B. (2005): Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(11), 579–581. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.08.018>
89. Scott, W.B. – Crossman, E.J. (1973): Freshwater Fishes of Canada. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 184, 1-966.
90. Seung-Cheol, J. – Takaoka, O. – Jeong, G.S. – Lee, S.W. – Ishimaru, K. – Seoka, M. – Takii, K. (2007): Dietary medicinal herbs improve growth and some nonspecific immunity of red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 73, 63–69. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2007.01302.x>

91. Shed'ko, S.V. – Ginatulina, L.K. – Parpura, I.Z. – Ermolenko, A.V. (1996): Evolutionary and taxonomic relationships among Far-Eastern salmonid fishes inferred from mitochondrial DNA divergence. *Journal of Fish Biology*, 49(5), 815-829. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb00081.x>
92. Sivropoulou, A. – Papanikolaou, E. – Nikolaou, C. – Kokkini, S. – Lanaras, T. – Arsenakis, M. (1996): Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44(5), 1202–1205. <https://doi.org/10.1021/jf950540t>
93. Sökmen, M. – Serkedjieva, J. – Daferera, D. – Gulluce, M. – Polissiou, M. – Tepe, B. (2004): In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal parts and callus cultures of Origanum acutidens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3309–3312. <https://doi.org/10.1021/jf049859g>
94. Sönmez, A.Y. – Bilen, S. – Alak, G. – Hisar, O. – Yanik, T. - Biswas G. (2015): Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41, 165–175. <https://doi.org/10.1007/s10695-014-0014-9>
95. SustainAqua (2009): *A fenntartható akvakultúra kézikönyve*. EU projekt összefoglaló, projektszám: COLL-CT-2006-030384, 1-119.
96. Sutili, F.J. – Gatlin, D.M. – Heinzmann, B.M. – Baldisserotto, B. (2018): Plant Essential Oils as Fish Diet Additives: Benefits on Fish Health and Stability in Feed. *Reviews in Aquaculture*, 10(3), 716–726. <https://doi.org/10.1111/raq.12197>
97. Sümegi M. (2023): Szóbeli közlés. Az EKVARIN egyik megalkotója.
98. Sümegi M. (N. a.): *Az EKO-PHARMA Kft. termékismertetője*. [www.eko-pharma.hu](http://www.eko-pharma.hu), 2023. 09. 22. Forrás: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/Halnevel%C3%A9s-ismerteto%C5%91-EKVARIN-Eko-Pharma%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Halnevel%C3%A9s-ismerteto%C5%91-EKVARIN-Eko-Pharma%20(1).pdf)
99. Talpur, A.D. – Ikhwanuddin, M. – Bolong, A.M.A. (2013): Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 400-401(n.a.), 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.02.043>
100. U.S. Fish & Wildlife Service adatbázis. 2023.10.06. forrás: <https://www.fws.gov/species/rainbow-trout-oncorhynchus-mykiss>
101. Ultee, A. – Gorris, L.G. - Smit E.J. (1998): Bactericidal activity of carvacrol towards the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Journal of Applied Microbiology*, 85(2), 211–218. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1998.00467.x>
102. Vallejos-Vidal, E. - Reyes-Lopez, F. – Teles, M. – MacKenzie, S. (2016): The response of fish to immunostimulant diets. *Fish & Shellfish Immunology*, 56(n.a.), 34 – 69. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.06.028>
103. Varga A. (2011): *Kísérletes vizsgálatok malachitöld kiváltására környezetbarát készítményekkel a halikra inkubációja során*. [Tudományos Diákköri Dolgozat], Gödöllő: SZIE 52 p.
104. Vásárhelyi I. (1963): *Pisztrángthenyésztés*. Budapest: Országos Erdészeti Főigazgatóság.
105. Wales, J. H. (1939): General report of investigations on the McCloud River drainage in 1938. *California Fish and Game* 25(4), 272–309. cited in: Hoitsy M. (2022): *Tenyésztett pisztrángfélék daganatos megbetegedéseinek vizsgálata*. [PhD. értekezés] Kaposvár: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola. DOI: 10.54598/002560
106. Wang, C. – Li, Z. – Wang, T. – Xu, X. – Zhang, X. – Li, D. (2021): Intelligent fish farm—the future of aquaculture. *Aquaculture International*, 29(n.a.), 2681–2711. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00773-8>

107. Wedemeyer, G.A. (1996): *Physiology of fish in intensive culture systems*. New York: Chapman and Hall.
108. Wu, G. – Yuan, C. – Shen, M. – Tang, J. – Gong, Y. – Li, D. – Sun, F. – Huang, C. – Han, X. (2007): Immunological and biochemical parameters in carp (*Cyprinus carpio*) after Qompsell feed ingredients for long-term administration. *Aquaculture Research*, 38(3), 246-255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01660.x>
109. Yoshida, T. – Kruger, R. – Inglis, V. (1995): Augmentation of non-specific protection in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), by the long-term oral administration of immunostimulants. *Journal of Fish Diseases*, 18(2), 195-198. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1995.tb00278.x>
110. Zheng, Z.L. – Tan, J.Y.W. – Liu, H.Y. – Zhou, X.H. – Xiang, X. – Wang, K.Y. (2009): Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 292(3-4), 214–218. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.025>

## 7. Táblázatok és ábrák jegyzéke

<b>1. táblázat:</b> A legnagyobb mennyiségben tenyésztett 15 halfaj a világon.....	9
<b>2. táblázat:</b> Magyarország haltermelése 2021-2022 között .....	13
<b>3. táblázat:</b> Étkezési korcsoportú halak termelési aránya az előző év százalékában .....	14
<b>4. táblázat:</b> Az egyedek takarmányértékesítő - képessége kádanként.....	48
<b>1. ábra:</b> A világ halászott, valamint akvakultúrában előállított halmennyisége 1980–2030 között.....	7
<b>2. ábra:</b> A Lillafüredi Pisztrángtelep .....	12
<b>3. ábra:</b> A szivárványos pisztráng ( <i>Onchorhynchus mykiss</i> ) .....	15
<b>4. ábra:</b> A kísérleti kádak elhelyezése .....	30
<b>5. ábra:</b> Az egyedek mérése .....	32
<b>6. ábra:</b> Az oldott oxigénszint mérése .....	33
<b>7. ábra:</b> Tartási hőmérséklet növelése .....	34
<b>8. ábra:</b> A felboncolt pisztráng .....	35
<b>9. ábra:</b> Az egyes csoportok testtömeg alakulása a kísérleti idő alatt .....	37
<b>10. ábra:</b> A testtömeg-gyarapodás linearitása a kísérleti idő alatt.....	38
<b>11. ábra:</b> Az egyes csoportok testhosszúságának alakulása a kísérleti idő alatt.....	39
<b>12. ábra:</b> A testhosszúság növekedésnek linearitása a kísérleti idő alatt.....	40
<b>13. ábra:</b> Az oxigénszint alakulása az oxigénszint csökkentésével kiváltott stresszvizsgálat alatt .....	42
<b>14. ábra:</b> Az egyedek oxigénkoncentráció csökkentésével kiváltott stresszes állapotának bekövetkezésének pillanatában mért oxigénkoncentráció .....	43
<b>15. ábra:</b> A víz hőmérséklet alakulása a hőmérséklet növelés által kiváltott stressz kísérleti ideje alatt.....	44
<b>16. ábra:</b> Zsigeri szervek .....	45
<b>17. ábra:</b> A VSI mérés eredményei csoportonként.....	46
<b>18. ábra:</b> Az egyes csoportok egyedeinek májszöveti vizsgálata. (H&E festés, 200x).....	47
<b>19. ábra:</b> Az egyes csoportok egyedeinek bélszöveti vizsgálata. (H&E festés).....	48



# Hallgatói nyilatkozat

## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bialkó Rebeka  
A Hallgató Neptun kódja: HV7YHD  
A dolgozat címe: Fitobiotikumok alkalmazása a pisztrángnevelésben  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulensek intézetének neve: Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet  
A konzulensek tanszékének a neve: Halgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

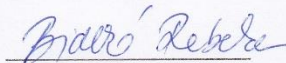
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. 04. 20.

  
Hallgató aláírása

# Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT


## NYILATKOZAT

Bialkó Rebeka (HV7YHD) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

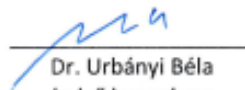
A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>2</sup>

Kelt: 2024. év április hó 19. nap



Dr. Lefler Kinga Katalin  
belső konzulens



Dr. Urbányi Béla  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.



## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Lefler Kinga Katalin tanárnőnek és Dr. Urbányi Béla tanár úrnak a rengeteg segítségért, támogatásért és a kitüntető bizalmukért, amelyek hozzájárultak ezen dolgozatnak a létrejöttéhez. Bármilyen kérdéssel, kéréssel fordulhattam hozzájuk, mindig rendelkezésemre álltak.

Köszönöm Dr. Hoitsy Mártonnak a szakmai segítséget, valamint külön köszönetet szeretnék mondani Hoitsy Györgynek, a Lillafüredi Pisztránglelep tulajdonosának, hogy rendelkezésünkre bocsájtotta a szükséges szivárványos pisztráng egyedeket, valamint a biztosította a kísérlet lefolytatásához szükséges helyet és eszközöket. Mindemellett mindig segítségemre volt, bármilyen problémába is ütköztem. Köszönöm a segítséget a családjának, valamint a Lillafüredi Pisztránglelep dolgozóinak is, szintén sokszor segítségemre voltak.

Köszönettel tartozom még Dr. Hegyi Árpádnak és a MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet Halgazdálkodási Tanszékének a kísérletekhez szükséges mérőeszközök biztosításáért, valamint dr. Sümegi Mihálynak és Dr. Zala Juditnak az EKVARIN – nal kapcsolatos információkért.