

SZAKDOLGOZAT

Lovasi Gellért Zoltán

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

**AKVAKULTÚRA ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI
INTÉZET**

Természetvédelmi mérnök

Horgászat okozta stressz vizsgálata egyes halfajokban

Belső konzulens: **dr. Beliczky Gábor Péter**
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** **Akvakultúra és Környezetbiztonsági
Intézet/ Alkalmazott Halbiológiai
Tanszék**

Külső konzulens: **dr. Varga Dániel**
talajvédelmi felügyelő

Készítette: **Lovasi Gellért Zoltán**

Kaposvár

2023

Tartalom

1. Bevezetés	2
1.1 Témafeltevés	2
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1 A ponty általános bemutatása	4
2.2 A ponty származása, elterjedése	5
2.3. A stressz mérésének lehetőségei halaknál	6
2.4 A horgászat és a stressz kapcsolata	7
2.5 A halászat és a stressz kapcsolata	11
3. Saját vizsgálatok	13
3.1 Anyag és módszer	13
3.2. Eredmények és értékelésük	15
3.2.1. A fárasztás okozta stressz	15
3.2.2. Húsminőségi mutatók	16
4. Következtetések és javaslatok	20
5. Összefoglalás	22
6. Köszönetnyilvánítás	24
7. Felhasznált irodalom	25
8. Táblázatok, ábrák jegyzéke:	33
9. Nyilatkozatok	34

1. Bevezetés

1.1 Témafeltevés

A horgászat népszerű sport világszerte és hazánkban is. Magyarországon az aktív horgászok száma meghaladja a 750 ezret. A horgászok jelentős része a pontyot részesíti előnyben és el is fogyasztja zsákmányát. Ehhez a jelentős mennyiségű hobbicélú horgászhoz megfelelő számú vízfelület is szükséges, ami országunkban szép számban megtalálható. Hazánkban számos, horgászható, kisebb csatorna van, illetve a nagy folyóink és azok mellék folyói is horgászhatóak.

Magyarországon mivel a ponty iránt van a legnagyobb kereslet így előállítás is igen jelentős, 75% fölötti. A kiváló minőségben előállított pontynak mégis versenyeznie kell a külföldről behozott fagyasztott, sós vízi halakkal. Legtöbb kifogás a ponty ellen a szálkasság illetve a nem megfelelő tartási körülmények miatt jelentkező iszapos mellékíz (Varga, 2013)

Az állatjólét napjainkban jelentős szerepet kapott a haltenyésztés, a halfeldolgozás és a horgászsporthoz esetében is, ennek ellenére nagyon sok nyitott kérdés van a legmegfelelőbb módszerek és eszközök alkalmazása terén.

Egyre szélesebb körben terjednek a kíméletes horgászati módszerek és a hal megfogás utáni visszaengedése, azonban sok esetben ezek nem érvényesülnek. A visszaengedés hatásait néhány esetben vizsgálták (Pope és mtsai, 2007). A tógazdasági lehalászás jelentős stresszhatással jár a halak számára (Varga és mtsai, 2014) (2. ábra), a horgászat hatása azonban kevésbé vizsgált terület. A halakat sok esetben zsúfolt haltartóban tárolják a horgászat befejeztéig. A természetellenesen nagy sűrűség jelentős stresszhatásnak teszi ki az állatokat. Több halfajon (*Salmo salar*, Skjervold és mtsai, 2001, Bahuaud és mtsai, 2010; *Sparus aurata*, Bagni és mtsai, 2007) kimutatták, hogy zsúfoltan tartott halak vér kortizol és laktát szintje jelentősen növekszik, míg az izom glikogén tartalma csökken, mely hatással lehet a húsminőségre és eltarthatóságra is. A zsúfoltság miatt oxigénhiány léphet fel, mely szintén jelentős stressz a kifogott halak számára (Lefèvre és mtsai, 2008).

Korábban a Kaposvári Egyetem kutatói vizsgálták a lehalászás, szállítás, tárolás és kábítási módszer hatásait ponty filé minőségi tulajdonságaira. A főbb eredményként sikerült igazolni, hogy a vágás előtti stressz jelentősen befolyásolja (rontja) a ponty húsminőségét és eltarthatóságát (Varga és mtsai, 2014).

A szakdolgozati kutatásom célja, hogy feltárjam a ponty fárasztása (horgászati kifejezés, a hal megakasztása és kiemelése közötti tevékenység) során fellépő stressz mértékét és ennek hatását a biokémiai tulajdonságaira (vér laktát és kortizol koncentráció), és a filé húsminőségére (pH, szín, víztartó képesség).



1. ábra: Zsúfolt tópart, egy horgászverseny alkalmával

(Forrás: <https://nagybajomfigyelo.wordpress.com/2020/06/08/horgaszverseny-2/>)



2. ábra: A halászat során a hálóban bekövetkező túlszűfoltás

Forrás: <https://24.hu/belfold/2020/12/25/halaszat-tatai-oreg-to-karacsony-halfogyasztas/>

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A ponty általános bemutatása

A ponty (*Cyprinus carpio L.*), pontyalkatúak rendjébe (*Cypriniformes*), a pontyalkatúak alrendjébe (*Cyprinoidei*) és pontyfélék családjába (*Cyprinidae*) tartozik. Rendkívül sok néven ismerik mint például a potyka, aranyhasú, illetve a változatainak is külön neveket adtak, ilyen a bőrponty, koi, nyurga ponty, tükrös ponty (Pintér, 2002).

A ponty külső megjelenését nagyban befolyásolja a származása, illetve az élőhelye. Háta olajbarna, vagy olajzöld. A testoldalán zöldessárga szín a meghatározó, hasa lehet sárgásfehér, illetve néha teljesen fehér is. Ma már előfordulnak albínó, kékes színezetű vagy éppen narancsvörös példányok is. Ezek a nem megszokott színezetű halak egy 1910-es Japán importtal juthattak be az országba (Pénzes és Tölg, 1986).

Amikor eléri az ivarérett kort, testhossza 55-70 cm, testsúlya, az 5-8 kg-os súlyt is elérhet, bár léteznek 1 méter és 30 kilogramm közeli adatok is. Élőhelyeül a náddal, vízínövényekkel benőtt, sekély tavakat preferálja (Wiesinger, 1988).

Az úgynevezett tőpontynak kettő változatát lehet megkülönböztetni, a tőpontyot (*C. c. morpha acuminatus*) és a nyurga pontyot (*C. c. morpha hungaricus*). Utóbbit onnan lehet felismerni, hogy nyújtott hengeres teste van. A tőpontyot valamivel rövidebb testhosszú és magasabb hátú megjelenés jellemzi. Fontos megemlíteni a tógazdaságokban gyakori nemes pontyot, amit nagyobb testmagasság, illetve oldalról lapított test jellemez, de még nem tekintjük önálló fajtának (Pintér, 2002).

Szája csúcsba nyíló, harmónikaszerűen ki tudja tolni. Szembetűnő a 2 pár bajusz szál is, melyből a felső ajkon elhelyezkedő kettő a rövidebb és szájszegletben elhelyezkedő kettő pedig a hosszabb. A ponty szemei a testéhez képest kicsinek számítanak, míg pikkelyei viszonylag nagyok. Hátúszója hosszú alapú, benne III-IV kemény és 16-22 osztott sugár helyezkedik el. Az utolsó kemény sugárnak a hátulsó részében egy fogazott, ún. bognártüske található. A rövid fark alatti úszóban kemény és 5-6 osztott sugár van. Az utolsó kemény sugártüskeszerű, hátsó részén szintén fogazott. A farkúszója mélyen kivágott, homocerk típusú és jól fejlett. A teljes pikkelyzettel bíró vadpontyoknál és a tógazdasági halaknál az oldalvonalon körülbelül 33-40

darab pikkelyt találhatunk. Az oldalvonal szerv alatt és felett is 5-6 pikkelysor lehet. A nemes pontyot pikkelyezettség alapján 4 csoportba lehet sorolni: a pikkelyes, a tükrös, az oldalsoros és a bőrpony (Bakos, 1968).

A ponty ívás tavasszal, április végétől, június végéig zajlik, valamint időpontja gyakran egybe esik az akác virágzásával is. Ilyenkor gyakoriak az áradások, és ezt kihasználva a sekély és hamar felmelegedő növényekben gazdag vizeket választja elsősorban. Ez magyarázza, hogy miért figyelhető meg hirtelen nagy pontyszaporulat víztárolók első feltöltésekor, valamint arra is választ ad, hogy aszályos időszakban, az áradások kimaradásakor miért van állománycsökkenés (Ferenczy, 2003). Természetes körülmények között 18-20°C-ban indul meg csoportos ívása, ahol pár ikrás mellett több tejes alkot csoportot. Az ikrás testtömeg-kilogrammonként lerakott 150-200 ezer ikrája 3-4 nap alatt kel ki.

Az ivarérettséget 2-4 év alatt éri el a ponty bár ezt az időjárás is befolyásolja. A piaci méretét (1,5-2kg) hazai körülmények között három nyaras korában éri el. A ponty alapjába véve mindenevő, de növényi tápláléka mégis elhanyagolható. Ritkábban fogyasztják el a vízbe hulló vízínövények magvait, rügyeit a természetben élő egyedek. Zooplankton alkotja a zsenge ivadék étrendjét (*Rotatoria*, *Cladocera*), ahogy tovább fejlődik a bentikus táplálékra tér át (szúnyoglárva, *Chironomus sp.*) (Pintér, 2002). Érdekesség még Specziár (1999) vizsgálata, mely a balatoni pontyok fő táplálékát a vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) alkotja, ami mellett ugyan úgy fogyaszt árvaszúnyog lárvát is.

2.2 A ponty származása, elterjedése

Napjainkban a ponty a legelterjedtebb édesvízi hal. Európába és Ázsiába való eljutása részben természetes, részben mesterséges úton történt, azokba a vizekbe, ahol megfelelő élettér állt rendelkezésre. Főleg az ember mesterséges telepítő cselekedetének köszönheti, hogy a legészakibb területek kivételével szinte mindenhol megtalálható. Egyes helyeken akár káros is tud lenni jelenléte, ha nagyszámban jelen van, ezzel esetlegesen kiszorítva az adott vízrendszer őshonos halait.

Valószínűsíthetően a ponty őse a Kaszpi-tenger térségében alakult ki a pleisztocén lezárultával. A jégkorszak utáni hőmérsékleti optimum tette lehetővé egyes pontytörzsek számára, hogy eljussanak az Aral-tóba, majd innen tovább terjedve Kelet-Ázsiába és végül nyugati irányba a Fekete-tenger környékére. A Duna vízrendszerében nagyjából 10 ezer évvel ezelőtt jelenhetett

meg. A kereszténység kora, vagyis az emberiség tudatok telepítése előtt nem valószínű, hogy jelen volt Európa vizeiben (Pintér, 2002).

2.3. A stressz mérésének lehetőségei halaknál

A halak jólétének legjobb indikátora a viselkedés, ugyanis a környezeti változásokra viselkedés változással reagálnak. A jó állapot meglétére illetve hiányára, már a hal vágásakor is tudunk következtetni. (Poli és mtsai, 2005).

Azok a kutatások, amik a vágás előtti, illetve vágáskori viselkedéseket vizsgálják főként az önálló viselkedésre koncentrálnak. Ezek alatt a kopoltyúmozgást, az úszási képesség fenntartását, a szemmozgató képességet, a tüszúrásra adott reakciót és végül az egyensúly megtartását értjük. (Marx és mtsai, 1997; Tobiassen és Sørensen, 1999; Van Der Vis és mtsai, 2001).

Vérparaméterekkel jól tudjuk mérni a hosszútávú és a rövid távú stresszt is. A legszélesebb körben elterjedt módszere a stressz mértékének a meghatározására a vér kortizol szintjének mérése (Pickering és mtsai, 1982; Pickering és Pottinger, 1985), annak ellenére is, hogy a szezonális változások, tartási körülmények valamint a takarmányozás hatása is képes megváltoztatni azt (Poli és mtsai, 2005).

A kiváltott endokrin válasz gyorsuló szívritmust okoz, mellette az oxigénfelvétel is növekszik és a vérplazma glükózsintje is növekedni fog. A plazma glükózsintje is jól jelezi nekünk a stressz szintet. Egyszerűen lehet mérni ezért egy széles körben elterjedt módszer (Hancz és mtsai, 1999), bár Barry és mtsai (1993) szerint a vércukorszint nem azonnal emelkedik, hanem egy kis idő elteltével a stresszhatás megtörténte után kezd el növekedni

A stressz meglétének kimutatására alkalmas módszer a vérplazma laktátszintjének vizsgálata is (Lowe és mtsai, 1993; Erikson és mtsai, 1999). Anaerob glikolízis indul el a megnövekedett izomaktivitást követő nagyobb mértékű energia mobilizáció és felhasználás során. Az anaerob glikolízis összefüggésben van a vérplazma laktátszintjével. Ezek után a laktát megnövekedett szintje jó stresszindikátor.

Vérparaméterek vizsgálatával a vérplazma szabad zsírsav (FFA) koncentrációja is használható a stressz kimutatására (Poli és mtsai, 2005).

Egyes szöveti indikátorok is jól jelzik a halakban a stressz jelenlétét, de ezek csak a post mortem folyamatokban fognak megjelenni. Továbbá megfigyelhetünk jelentős kapcsolatot a

szövetifolyamatok valamint a stressz okozta endokrin válasz között, így a vérparaméterek mellett a laktát, ATP, az izom pH szintjéből is lehet majd a stresszre következtetni (Poli és mtsai, 2005).

Post mortem 24 órán belül a szöveti tejsav tartalom növekedésével egyidőben a pH nagymértékű csökkenése összefügg a vágás előtti nagy anaerob glikolitikus aktivitással, amelyből stresszre és jelentős fizikai aktivitásra tudunk következtetni (Oka és mtsai,1990; Lowe és mtsai,1993; Marx és mtsai,1997; Robb és Warriss, 1997).

A stressz mérésére a halak esetében próbálták az emlősöknél használt módszereket. Az ürülék vizsgálatával próbálták a halak stressz hormon szintjét meghatározni (Wasser és mtsai, 2000). Mivel a hal vízben él, ennek a módszernek az alkalmazása sok nehézségbe ütközhet. Annak érdekében, hogy a kortizol ne keveredhessen a vízben lévő kortizollal, (vagy a vízzel való hígulását, esetleges lebomlását elkerüljük) gyorsan össze kell gyűjteni az ürüléket (Eriksson és Gustafsson, 1970).

Hogy a kapott adatokat össze lehessen hasonlítani fontos kritérium, hogy a mintavételt mindig ugyanabban az időben végezzük el. Fontos még figyelni arra is, hogy a hal neme is tudja fajspecifikusan befolyásolni a stresszhormon szintet (Barcellos és mtsai, 2001; Haddy és Pankhurst, 1999; Kubokawa és mtsai, 1999). Az adott életszakasz is, amiben a hal éppen van, vagy a szaporodási állapota is hatással lehet a kortizol szintre (Faught és Vijayan, 2018; Trakalouta és mtsai, 2014). Valamint a hal tápláltsági állapota sem elhanyagolható, mivel a jól táplált egyedek kortizol szintje alacsonyabb volt, mint az éheztetett és alutáplált társaiknak (Barcellos és mtsai, 2010; Barton és mtsai, 1988).

2.4 A horgászat és a stressz kapcsolata

Amikor a horgászok kifogják a halakat és a horog eltávolítása során a levegővel kapcsolatba kerülnek, akkor általában jelentősen megemelkedik a stressz szintjük is. A célból, hogy később ők vagy éppen mások is kifoghassák az adott halat a horgászok igen gyakran az úgynevezett „*Catch and release*” – „Fogd meg és engedd vissza” módszert alkalmazzák, Előfordulhat, hogy a jogszabályok a populáció javítása és állagmegőrzési célból előírnak bizonyos szabályozásokat, miszerint az adott méretű és fajú halakat vissza kell engedni. Az elszenvedett

nagymértékű stressz ellenére, a visszaengedett halak egy-két esetet leszámítva, általában nem szenvednek hosszabb távú károsodásban (Cooke és mtsai, 2013).

A hal horogra akadása utáni kitörése, menekülése, természetesen emeli a vér kortizol szintjét. Az elszenvedett stressz mértéke egyenesen arányos a fásasztás hosszával és intenzitásával. A nagymértékben lefásasztott halaknak van az elengedést követően legkevesebb esélye az életben maradásra. Legtöbbször az elengedés után hamar elpusztulnak, tanulmányok azt bizonyítják, hogy az elhullási esélyük akár 89% is lehet (Muoneke és Childress, 1994).

A fásasztás után a horgászok kiemelik a halat a vízből és kezdve a horogkiszedéssel, a hal mérésével vagy manapság igen elterjedt gyakorlattal, a hallal való fénykép készítésével töltik az időt. Ezen cselekedetek alatt nagyon gyorsan telnek a hal számára fontos percek. Ilyenkor a kopoltyún a gázcsere nagymértékben gátolva van, ezzel további stresszt előidézve a halban. Szivárványos pisztráng (*Onchorchynchus mikyss*) esetén kimutatták, ha gyorsan vissza engedték a halat, a túlélési esélye meglehetősen magas volt (88%). Amennyiben már 30 másodpercig levegőn volt a hal, 62%-ra csökkent a túlélési esélye. 60 másodperc szárazföldön töltött idő után már a túlélési esély drasztikusan lecsökkent 28%-ra. Elgondolkodtató, hogy 1 perc alatt a fent említett cselekmények nem igazán teljesíthetők, annak ellenére, hogy akkor is szinte már kifutunk a megfelelő időablakból (Ferguson és Tufts, 1992).

Nem elhanyagolható tényező az sem hogy a kevésbé gyakorlott horgászoknak valamivel több időre van szükségük a horog eltávolítására. Egyes vizsgálatok kiderítették, hogy szivárványos pisztráng esetében a kör alakú horgok kevésbé sértették meg a halat mint a „J” horog, de ennek ellenére kevésbé voltak hatékonyak a megakasztása során (Meka, 2004).

Kimutatható, hogy a legyező horgásztechnika alkalmazása során kevesebb hal szenvedett sérülést, mint a pergetős technika alkalmazása során. A horog eltávolítás folyamata közben gyakran alkalmaznak például mechanikus szájfogókat, melyek hasznosak a célból, hogy minimalizálják a pikkely és a nyálkahártya veszteséget, de kimutatták, hogy egyes fajoknál meglehetősen nagy százalékban akár 100%-os valószínűséggel károsíthatják a szájszövetet. Szóval az ilyen eszközök használata közben fokozott óvatosságra kell törekedni és a belső sérülések minimalizálása végett a hal függőlegesen való tartását próbáljuk minimalizálni (Danylchuk és mtsai, 2008).

A visszaengedésnek is vannak olyan formái, amik megnövelhetik a halak életben maradási esélyeit. Ilyenek például, hogy a visszaengedés előtt lassabban folyó vízbe tarják a halat, így annak a kopoltyúján át tud áramolni a víz, ezzel is segítve a gázcserét, míg a hal el nem tud

úszni biztonságosan. Már vannak igen korszerű megoldások is a hal regenerálására, mint például vízszivattyúval felszerelt tartályok, amik szintén a víz áramlását segítik elő. Ezeknek az újításoknak praktikusnak, könnyen szállíthatónak kell lenniük, hogy a horgászok elfogadják és előszeretettel használják is (Donaldson és mtsai, 2013).

A világ azon részein, ahol a szabadidős horgászat egyre nagyobb teret nyer, egyre nagyobb nyomás fog nehezedni egyes halpopulációkra. Például Dél-Kaliforniában egy sügér faj (*Paralabrax clathratus*) esetében folytak vizsgálatok. Az észrevehető volt, hogy az állomány folyamatosan csökkent az elmúlt évtizedekben, ami miatt a szabályozásokban is növelték a visszaengedések számát. Annak érdekében, hogy tudják vizsgálni a jelenlegi szabályozás által előidézett akut hatásokat, elkerülhetetlen a szabadidős horgászok bevonása, illetve segítsége, hogy akár velük együtt lehessen kiértékelni a halakon esett stressz rövidtávú, a halat szubletálisan érő hatásokat. A horgászok bevonása azért is - nem csak szükséges, hanem jó is -, mert láthatják, hogy az általuk használt horgászati technikák milyen hatással lehetnek egyes halfajokra, így könnyebben választanak majd egyéb, a kutatók által javasolt horgászati módszereket. A halakat ért fiziológiai stressz időbeliségének és mértékének felméréséhez, a halakból vérmintákat vettek, a megfogás utáni megadott időpontokban (10-120 perc), és az itt kapott eredményeket összevetették a kontrollcsoporttal. A halakból kevesebb, mint 3 perc alatt vettek mintát. Kiderült, hogy nem elhanyagolható a halak fejlettsége, mérete a keletkező stressz mértékének alakulása végett. A nagyobb halakat kevesebb stresszhatás érte és ráadásul jóval hamarabb felépültek, akár 24 óra alatt (McGarial és Loew, 2022).

Megszokott, hogy a vannak olyan halfajok, amik a legkeresettebbek a horgászok körében. Nyilvánvaló, hogy ezen fajok esetleges túlhorgászata léphet fel, ami miatt a populáció mérete csökkenhet, illetve méreti vagy életkori eltolódását eredményezheti az adott fajnak (Coleman és mtsai, 2004; Cooke és Cowx, 2006; Lewin és mtsai, 2006, 2019; Arlinghaus és mtsai, 2007; Hamilton és mtsai, 2007; Radford és mtsai, 2018; Huddart, 2019).

A szabadidős horgászat valószínűsíthetően nagy hatást tud kifejteni egyes halfajokra, populációikra, illetve közösségeikre, abban az esetben, ha kezelésük nem megfelelő (Schroeder és Love, 2002; Coeman és mtsai, 2004; Cooke és Cowx, 2004; Lewin és mtsai, 2006).

Vannak olyan horgászok, akik a teljes fogást megtartják, így esetükben a halpusztulást könnyen lehet számszerűsíteni. Manapság a fogd meg és engedd vissza módszer egyre népszerűbb kezd lenni. Úgy becsülik, hogy az összes szabadidős céllal kifogott hal 60%-át szabadon engedik (Cooke és Cowx, 2004; Bartholomew és Bohnsack, 2005).

A horgászok, hogy biztosítsák az erőforrás hosszútávú fennmaradását, gyakran önként engedik vissza a kifogott halmennyiség bizonyos százalékát. E mellett nagyszámú gazdasági és halászati vonatkozású ügynökség dolgozik azon, hogy visszaengedési felhatalmazást dolgozzon ki a kifogott állomány méreten aluli részére, mivel ezzel a módszerrel biztosítható az úgynevezett halászati állománypusztulás szabályozása, és ami talán manapság a legnagyobb problémát jelenti a túlhalászott halállományok megvédésére. Így biztosítható hogy populációjuk újra megfelelő mértékre tudjon növekedni. Annak ellenére, hogy ezen technika csökkenti a halászat miatt bekövetkező elhullást, növeli az elengedési utáni elhullás becslések pontosságát (Davis, 2002; Coggins Jr. és mtsai, 2007).

Egy az Amerikai Egyesült Államok partjainál lefolytatott, akusztikus telemetria módszerével lefolytatott vizsgálat alatt két halfajt vizsgáltak meg. Az egyedek hosszútávú túlélését, valamint a visszaengedés utáni viselkedését vizsgálták. A fogásokhoz elsősorban szabadidős horgásztechnikákat választottak és alkalmaztak. A két halfaj a *Sebastes levis* és *Sebastes paucispinis* volt. Ezen két faj remek vizsgálati alpnak minősült, mert ezen a területen régóta túlhalászattal voltak terhelve, illetve eltérő ökológiai életmódot képviselnek. Kiderült, hogy a mortalitás rendkívül fajspecifikus, valamint, hogy a 40%, jóval 48 óra elteltével történt a visszaengedés után. A tehénhal (*Sebastes levis*) esetén kiderült, hogy milyen tényezők befolyásolják legjobban a visszaengedés utáni túlélést. Ezek alatt értjük az egyedek hosszát, a tengervíz felszínének a hőmérsékletét, a vízben lévő oldott oxigén koncentrációját és végül, hogy milyen mélységben történt a halak befogása. Az mindkét vizsgált faj esetén elmondható, hogy a befogás negatívan befolyásolta a túlélőket.

A mélytengeri halak halászat esetén (>20 méter) gyakran előfordul a barotrauma (Rummer és Benett, 2005).

A barotraumát kiváltó ok a fülkürt sérülése, ami miatt a középfülben lévő nyomás nem képes követni a megváltozott külső nyomást. Legtöbbször a külső nyomás hirtelen emelkedése idézi elő. Ha a nyomáskülönbség idővel kiegyenlítődik, a tünetek mérséklődnek, majd teljesen megszűnnek (WEB, 1).

Halaknál a barotrauma tünetei közé soroljuk a kitágult úszóhólyagot, a gyomor kifordulását, valamint a bélnyílás a végbélnyílásból való kitüremkedését (Rummer és Bennett, 2005). Fontos még megemlíteni, hogy horog által ejtett sebek is gyakoriak, illetve a belső szervek károsodása és a pikkelyvesztés is jelentős lehet (Davis, 2002). Fiziológiai traumát is elszenvedhetnek a halak, nem csak az előbb említett fizikai traumákat. Fiziológias trauma alatt

a megnövekedett stresszhormon termelést értjük (Barton, 2002; Davis, 2007). A fizikai, illetve fiziológias trauma együttesen a hal viselkedésében is kárt képes okozni. Ilyen viselkedés károsodások például a csökkentett táplálékszerzési magatartás, vagy éppen a ragadozó elkerülési képesség csökkenése. Mindemellett laboratóriumi kísérletek kimutatták már, hogy az esetleges sérülések és viselkedés zavarok gyakorisága a nagyobb stressz szintű halak predáció általi elhullását eredményezte (Ryer, 2002; Ryer és mtsai, 2004).

2.5 A halászat és a stressz kapcsolata

Egy Kelet-Ázsiában honos halfaj esetében (*Plecoglossus altivelis*) vizsgálták a hal stressz szintjének változásait háromfajta halászati mód használata közben. Elektromos horgászgépet, egy egyenáramút (DC), valamint váltóáramút (AC), és harmadiknak a sima hálót. Ezen három módszer alkalmazása során megvizsgálták, valamint összehasonlították a módszerek okozta mortalitást, a sérülések arányát és a fogási hatékonyságokat. Az hamar kiderült, hogy 12 hal kifogásához szükséges idő nagyon eltért a két elektromos technika között. Az egyenáramot használó technikának fele annyi időre (20 másodperc) volt szüksége, mint a váltóárammal működőnek (45 másodperc). A hálós halászat esetében kellett a legtöbb idő, az adott mennyiségű hal kifogásához (840 másodperc). Fontos eredmény még, hogy az egyenáram használata esetén, a kortizol szintje a nyugalmi állapotban volt 24 és 48 óra elteltével. A hálós módszer estén a kortizol szint igen magasnak bizonyult. Érdekes, hogy az egyenáram használatakor, 24 óra elteltével alacsony szintre esett a kortizol szint, de ennek ellenére 48 óra múlva ismét emelkedni kezdett. A váltóáram következménye még az is, hogy a pulzus, 48 óra elteltével magasabb volt, mint a másik kettő módszer esetében tapasztalták. Összegzésül azt találták, hogy az egyenáramú horgászati módszer a legalkalmasabb a *P. altivelis* patakban történő fogásához, mert ezzel a módszerrel minimalizálható a halakat ért stressz, a fizikai sérülések bekövetkezése és nem elhanyagolható szembont a befogás hatékonysága is (Satoshi és mtsai, 2013).

A halelőállítás folyamatában óhatatlanul vannak stresszforrások például az akvakultúrában, vagy a kereskedelmi és sporthorgászatban amiket sajnos nem lehet elkerülni, de mindenféle képpen meg kell próbálni mérsékelni. Ilyen beavatkozások lehetnek a halak begyűjtése, kezelése, válogatása, esetleges szállítása, vagy csak valamilyen rutinszerű gyakorlatok, amelyek jelentős hatást fejtenek ki a halakra. Fontosak a stresszt okozó ingerek, azaz

stresszorok, amik számos olyan gyakorlathoz vezetnek, amelyek képesek a hal stressz szintjét és az ebből adódó káros mellékhatásait növelni. Vannak rövidtávú hatások, amik alatt a vízminőséget, a tárolóedényben elhelyezett halak sűrűségét, a tartály kialakítását vagy éppen a ragadozáshoz fűződő viselkedésformákat értjük. A hal egész nagy tartományban képes elviselni a számára nem éppen előnyös életteret mégis van, amikor a hal egyes fiziológiai igényei képesek egy úgynevezett küszöbértéket meghaladni. Ekkor a hal már nem képes elviselni, a körülményeket, legyengül, csökken az úszó, növekedési valamint a szaporodó képessége. Végző esetben ez az állat pusztulásához is vezethet. Fontos megemlíteni, hogy a hal – fajtól függően - nagyon érzékeny a vízminőségre. Vízminőség alatt a vízben található partikulált és oldott formában jelenlévő anyagok koncentrációját értjük, mint például az ammónia, nitrit, nitrát, oldott oxigén és a széndioxid. Ezek mellett fontos még a víz hőmérséklete, kémhatása, keménysége is. Mégis az akvakultúrában a legnagyobb probléma a tartályokban lévő túlzásfóltóság. Az ilyenkor megjelenő agresszió olyan kisebb sérülésekhez vezethet, ahol a különböző baktériumok, kórokozók könnyen bejuthatnak a halak szervezetébe és a már legyengült immunrendszerrel rendelkező halakat megbetegíthetik. Ez szélsőséges esetben halak pusztulásához is vezethet. Az erőszak forrása továbbá lehet az is, hogy nem figyelnek a méret, esetlegesen a faj szerinti rendezésre (Donald és mtsai, 2006).

A balti hering (*Clupea harengus membras*) esetében 3 halászati technikát vizsgáltak. A vonóhálós halászatot, a kopoltyúhálós halászatot és a terelő halászatot. A halat 8-10°C-on tárolták, majd vizsgálták. Kiderült, hogy a vonóhálós halászati technika alkalmazása esetén növekedett az elpusztult halak mennyisége. A kopoltyúhálós halászati módszerrel kifogott egyedeknél jelent meg legelőbb a *rigor mortis*, vagyis a hullamerevség. Az inozin monofoszfát (IMP) egy indikátora a frissességnek. Ezen anyag szinte a kopoltyúhálós halászat esetén volt a legalacsonyabb, ami utal a frissesség elvesztésére (Tapani, 1995).

3. Saját vizsgálatok

3.1 Anyag és módszer

A kísérletek során a hazánkban egyik elterjedt horgászati módszer (úszós szerelékes pontyfogás) modellezése történt 10 egyed bevonásával 2022 szeptemberében. Ennek kivitelezésére tógazdasági halastavon (Bárdudvarnok-Mihálypuszta) került sor a lehető leghomogénebb halállomány miatt.

A kísérlet során a halak megfogása horgászmódszerrel történt. A kifogáskor mérem a fírasztás hosszát, a halak súlyát, a víz hőmérsékletét és oldott oxigénszintjét.

A kifogás után a halaktól farokvénából (*vena caudalis*) vért vettünk a stressz szintjének meghatározásához 22G tűvel, heparinizált fecskendővel. A vér laktát szintjét azonnal meghatároztuk (LactatePro™, ArkrayInc., Japan).

A fennmaradó vérmintákat a továbbiakban hűtve tároltuk Eppendorf csőben, majd a laboratóriumban centrifugáltuk (1500G/10 min) és a szérumot az analízisig -70 °C-on tároltuk. A szérum kortizol koncentrációjának meghatározása ELISA módszerrel történt (Neogen, Lexington, KY USA).

A laboratóriumba szállítás után minden egyed filézésre került, a bal filékből történt a húsminőségi vizsgálat. A halhús pH-jának (*post mortem* 45 perc és 24 h) mérése után annak csepegési (Honikel 1998) (3. ábra), főzési és felengedtetési veszteségét határoztuk meg (Varga és mtsai, 2013).



3. ábra: Csepegési veszteség mérése ponty filében

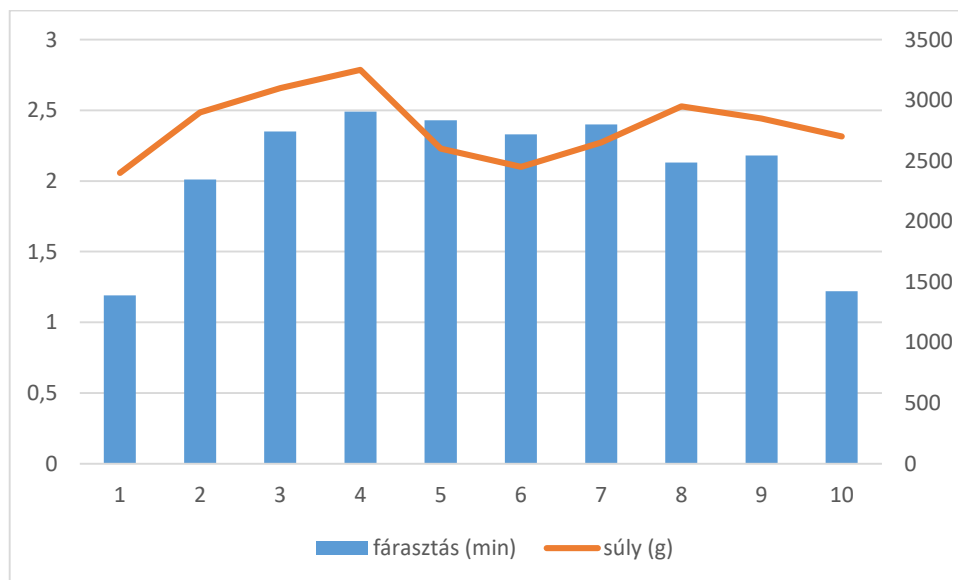
Az alapadatok normalitásvizsgálata után (Shapiro-Wilk teszt), a kifogás okozta stressz mértéke és a különböző élettani és minőségi paraméterek közt összefüggésvizsgálatot végeztem korreláció és lineáris regresszió-analízis alkalmazásával.

Az elemzéseket Jamovi statisztikai programmal végeztem 0,01 szignifikanciaszint mellett.

3.2. Eredmények és értékelésük

3.2.1. A fárasztás okozta stressz

A kísérleti horgászat alatt a kifogott pontyok átlagsúlya 2785 g volt, a legkisebb 2450, a legnagyobb hal tömege 3450 g volt. A fárasztási idő 1 perc 22 másodperc és 2 perc 49 másodperc között változott. Az adatokat az 4. ábra szemlélteti.



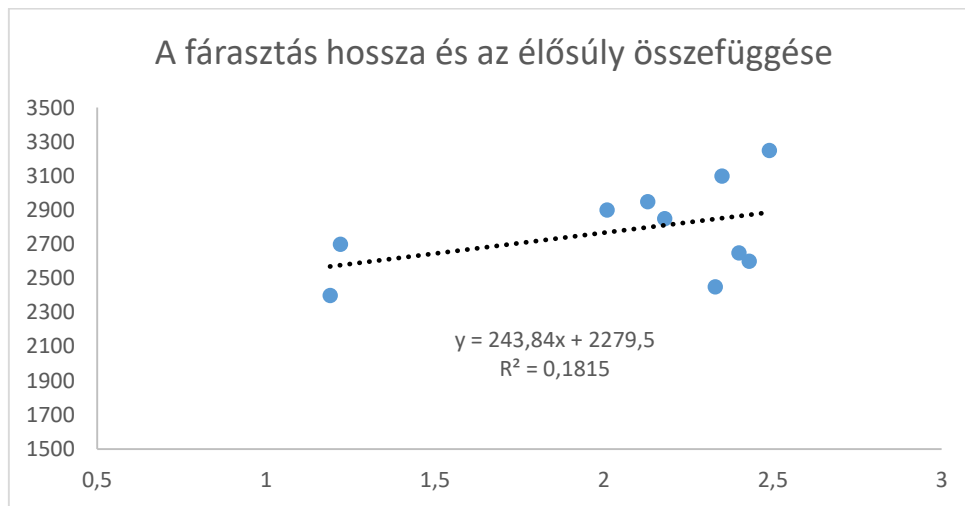
4. ábra: A kifogott halak súlya és fárasztási ideje

A 4.ábráról az is leolvasható, hogy a fárasztás időtartama és az élősúly között csak kis mértékű összefüggést lehet kimutatni. Ahogy növekszik az élősúly azzal kis mértékben növekszik a fárasztás időtartama is, de nem minden egyednél.

A fárasztáskor fellépő stressz mértékét a vér kortizol és laktát szintjének mérésével kívántam jellemezni (1. táblázat). A kísérlet eredményei alapján nem sikerült statisztikailag kimutatható összefüggést igazolni sem a fárasztás hossza, sem pedig az élősúly és a mért vérparaméterek koncentrációja között (2. táblázat és 5.ábra).

A kortizol a mellékvese kéregben kiválasztódó hormon, megnövekedett mennyiségének hatására emelkedik a pulzus, valamint több vér fog eljutni a szívbe és az erekbe, izmokba. Emellett növeli a vércukor szintet is, ennek köszönhetően az izmok jóval nagyobb munkavégzésre lesznek képesek. Ez miatt nevezhető a kortizol a szervezet stresszhormonjának (WEB, 2). Látható, hogy átlag szintje magas, de ennek ellenére a minimum és maximum érték

között jelentős különbség van, vagyis nagy volt a szórás. Varga és mtsai (2014) kísérletében ponty lehalászása és szállítása okozta stressz mérésénél hasonló kortizol koncentrációkat kaptak és eredményeik ugyancsak magas szórás értékeket mutattak. Ennek oka tehát valószínűleg a kortizol kiválasztás egyedszintű különbségeiben rejlik ponty esetében. Meka és McCormick (2005) szívárványos pisztráng horgászata során kimutatták, hogy gyors kifogás és esetleg pár percig tartó kezelés 15-20 ng/ml környékére emeli a vér kortizol szintjét.



5. ábra: A fárasztás hossza és az élősúly összefüggése

A laktát koncentráció átlagosan 3 ng/ml körül alakult a kísérleti halakban. Ez egybevág McGarigal és Lowe (2022) eredményeivel, akik kelp sügér (*Paralabrax clathratus*) fárasztása esetén ugyanilyen időintervallumban hasonló laktát szinteket mértek. Érdekes módon szívárványos pisztráng vérében már rövidebb (1-2 perc) fárasztás is jelentősebb mértékben növeli a laktát szintet (Meka és McCormick 2005).

3.2.2. Húsminőségi mutatók

A kísérlet során kifogott halak vizsgált minőségi tulajdonságainak átlagos értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A halfiléek pH értékét post mortem 45 percen és 24 órában mértem.

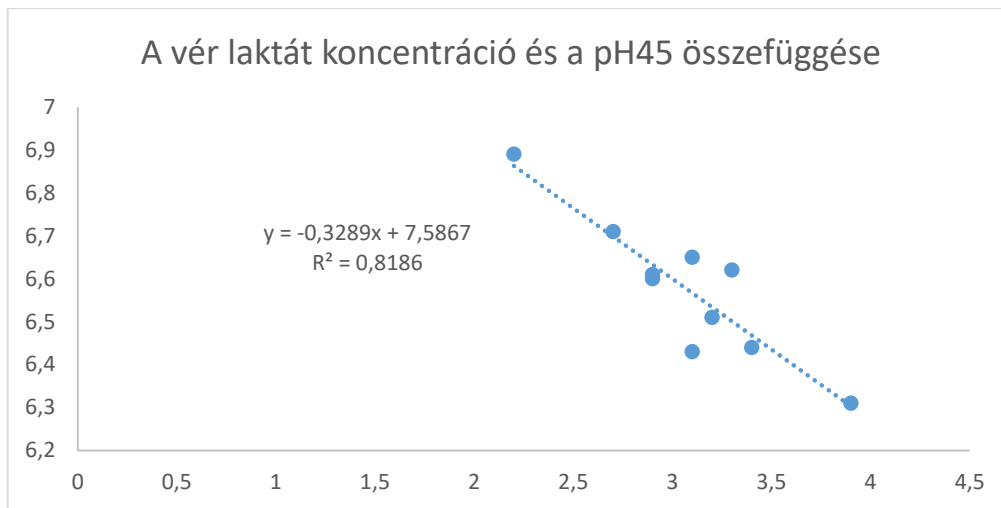
1.táblázat: A mért változók és értékeik

	Átlag	Szórás	Min.	Max.
Kortizol (ng/ml)	101	22,3	70,2	140
Laktát (ng/ml)	3,07	0,45	2,2	3,9
pH 45min	6,58	0,16	6,31	6,89
pH24h	6,4	0,213	6,02	6,7
Főzési veszteség (%)	18,1	2,81	14,4	23,1
Csepegési veszteség (%)	7,25	1,76	3,36	9,15
Felengedtetési veszteség (%)	5,14	1,46	2,72	7,53

A vizsgált halak filé pH értéke a *post mortem* 24 óra alatt a 6,58-as értékről 6,4 csökkent. Összevetve más eredményekkel, hasonló tendencia mutatható ki vágás előtti stresszhatások okozta pH változásokban, ponty fajban (Varga és mtsai, 2014). A stresszhatásokkal járó lehalászás és vágás következtében feldolgozott filék induló pH értékei jelentősen alacsonyabbak voltak, mint a stresszmentesen kezeltké (Wilkinson és mtsai, 2008; Morkore és mtsai, 2008). Ez a stressz hatására megnövekedett laktát mennyiségének köszönhető (Lowe és mtsai, 1993; Erikson és mtsai, 1999). Tehát a hús kémhatásának alakulása erősen összefügg a tejsav termelődésével az izomzatban, mely a glikogén bomlásának eredménye és egyidejű pH csökkenéssel jár (Korhonen és mtsai, 1990).

Post mortem 24 órán belül a szövet tejsavtartalmának növekedése egyidejűleg a pH jelentős csökkenésével összefügg a vágás előtti magas anaerob glikolitikus aktivitással, amely fizikai aktivitásra és stresszre enged következtetni (Oka és mtsai, 1990; Lowe és mtsai, 1993; Marx és mtsai, 1997; Robb és Warriss, 1997).

Ezt szintén alátámasztja, hogy a kísérletemben a vér laktát koncentrációja és a halhús pH értéke között, korrelációanalízist alkalmazva, erős statisztikai összefüggést sikerült kimutatni. A két változó közt negatív korreláció áll fenn, vagyis minél nagyobb a laktát szintje, annál alacsonyabb a hús pH értéke (2. táblázat és 6. ábra).



6. ábra: A vér laktát koncentráció és a pH45 összefüggése

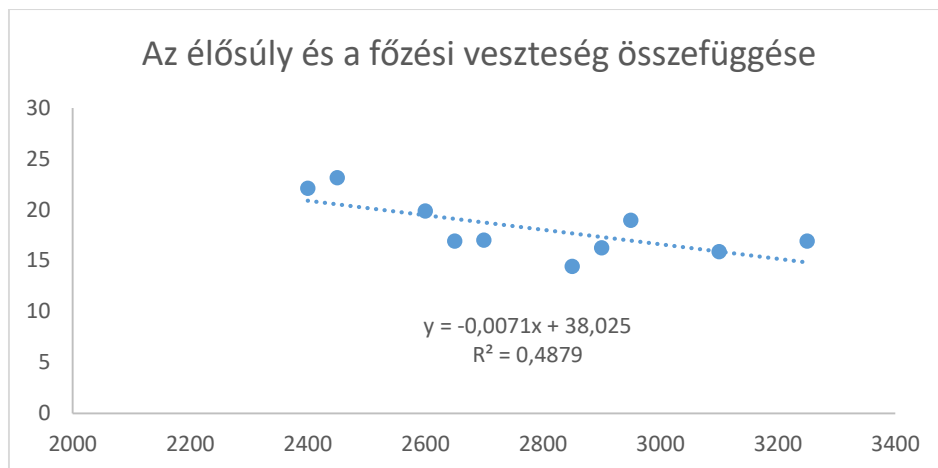
A víztartó képességet spontán (csepegési veszteség) és indukált (főzési-, és felengedettési veszteség) nedvességtartalom-vesztéssel jellemeztem. A főzés során távozott a legtöbb nedvesség a ponty filéjéből. A veszteség mértéke $18,1 \pm 2,81$ % volt. A felengedettési veszteség és a spontán csepegés értékei alacsonyabbak lettek ennél.

Az intracelluláris víz vesztesét az izomsejtekből az izomrostok összehúzódása okozza a *rigor mortis* kialakulása során. A folyamat során az izomrost fehérje-összetevői degradálódnak, ám a szarkolemma és a szarkoplazmás retikulum részleges károsodásával is számolni kell. Faconneau és mtsai (1995) szerint ezek az események a *rigor* kialakulása utáni pár órában lezajlanak. Ennek a természetes folyamatnak a mértéke a hús spontán csepegésével (Honikel, 1998) mérhető. Az általam vizsgált ponty filében a csepegési veszteség minden csoportnál 2,5 % körüli volt.

Az intracelluláris folyadék vesztese történhet valamilyen behatásra is, mint például a fagyasztás és az azt követő felolvadás. A fagyasztás hatására a sejtmembránok megsérülnek, ugyanúgy, mint a Z-vonal és a harántcsíkolatos struktúra (Takahashi és mtsai, 1993). Ez a folyamat összefüggésben van a Ca-ionok koncentrációjával a miofibrillumok környékén, és így a további összehúzódás miatt folyadék áramlik ki a sérült membránstruktúrán.

Varga és mtsai (2014) kimutatták, hogy a legmagasabb stresszel járó vágási módszer okozta a legnagyobb mértékű nedvességtartalom vesztesést ponty húsában, hasonló értékekkel, mint a saját kísérletemben. Nathanailides és mtsai. (2011) stresszmentes körülmények között vágott tengeri keszeg esetén alacsonyabb csepegési veszteséget mértek a stresszelt csoporttal szemben.

Érdekes módon a statisztikai analízis során a főzési veszteség és az élősúly között negatív korrelációs kapcsolatot sikerült kimutatni (2. táblázat, 7. ábra). Ahogy az élősúly növekszik, úgy csökken a főzési veszteség.



7. ábra: Az élősúly és a főzési veszteség összefüggése

2. táblázat: A mért változók közti korreláció

		Fárasztás (min)	Élősúly (g)	Kortizol (ng/ml)	Laktát (ng/ml)	pH 45min	pH25h	Főzési veszteség (%)	Csepegési veszteség (%)	Felengedtetési veszteség (%)
Fárasztás (min)	-									
Élősúly (g)	Pearson's r	0,425	-							
	P	NS								
Kortizol (ng/ml)	Pearson's r	0,288	-0,226	-						
	P	NS	NS							
Laktát (ng/ml)	Pearson's r	0,453	-0,134	0,739	-					
	P	NS	NS	<0,05						
pH 45min	Pearson's r	0,407	-0,084	-0,452	-0,905	-				
	P	NS	NS	NS	<0,01					
pH24h	Pearson's r	0,043	-0,071	0,603	0,614	-0,544	-			
	P	NS	NS	NS	NS	NS				
Főzési veszteség (%)	Pearson's r	-0,196	-0,699	0,371	0,394	-0,204	0,293	-		
	P	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS			
Csepegési veszteség (%)	Pearson's r	0,042	0,204	-0,703	-0,237	0,063	-0,357	-0,127	-	
	P	NS	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS		
Felengedtetési veszteség (%)	Pearson's r	0,229	-0,096	-0,402	0,094	-0,169	-0,009	0,162	0,737	-
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<0,05	

4. Következtetések és javaslatok

A kortizol mérése talán a legelterjedtebb és pontosabb módszere a stressz mértékének kimutatására, annak ellenére, hogy számos külső tényező befolyásolhatja.

A laktát szint mérése is igen jó módszer, ugyanis ahogy növekszik, a pH csökken, ebből stresszhatásra tudunk következtetni.

Akár a „fogd meg és engedd vissza”, vagy a kötelező visszaengedés miatt is fontos további vizsgálatokat folytatni ezen a téren. Az szinte biztos, hogy a hal minél több időt tölt el szabad levegőn annál több stresszt szenved el. Ez azért is fontos, hiszen a stressz hatást elszenvedő halak visszaengedés után gyakran rövidesen elpusztulnak, vagy viselkedés zavar léphet fel náluk, ami befolyásolja a táplálékszerzési, szaporodási, illetve predáció elkerülő magatartásukat. Kijelenthető, hogy minimalizálnunk kell a halnak a levegőn töltött idejét.

A visszaengedésnek is célszerű újabb, modernebb technikáit választani, mint például a hal folyóvízbe tartása, amíg az el nem tud úszni, vagy esetleg ami kevésbé elterjedt, vízszivattyúval felszerelt tartály alkalmazása a folyamatos vízmozgatás érdekében.

Fontos megemlíteni, hogy egyes horgász, technikák, mint például a legyezés, kisebb stresszel jár a hal számára. Mindemellett a horgász felszerelés is, mint például a horog típusa, vagy a horogkiszedő is befolyásolhatja a fogás eredményességét és a hal sorsát.

Elektromos horgászgép esetén a vizsgálatok kimutatták, hogy bizonyos halfajok esetén az egyenáramot használó műszer hatékonyabb fogást eredményezett, illetőleg a halat is kisebb stressz érte.

Akvakultúrában tartott és nevelt halak esetében is nagyon fontosak a stressz források, hiszen ugyanúgy negatívan hathatnak a halakra. A jó vízminőség mellett a zsúfoltság okozta agresszió a legnagyobb gond, ezért fokozottan kell ügyelni a méret és faj szerinti rendezésre.

Annak ellenére, hogy másoknak sikerült összefüggést kimutatni a fárasztási idő és a kortizol szint között, az én eredményeim nem mutattak statisztikailag is kimutatható összefüggést sem a fárasztási idővel, sem az élősúly és a mért vérparaméterek között. A kapott értékek szórása viszont magas volt, amiből arra következtethetünk, hogy a kortizol kiválasztása egyedfüggő.

A laktát szint közel azonos más kísérletek adataival, pedig ott sügér volt az alany, de például szivárványos pisztráng esetében ugyanannyi fárasztás sokkal nagyobb mértékben növelte meg a laktát szintet.

A stresszel járó megfogás, illetve vágás miatt a filék induló pH értéke nagyobb volt, mint a stressz mentesen kezelt egyedeké. Ez a stressz miatt laktátnak köszönhető, vagyis a hús kémhatása összefügg laktát szint növekedésével, ami fokozott mozgásra, stresszre enged következtetni. A két változó között negatív korreláció van.

Az én adataim is alátámasztották, hogy a legnagyobb stresszel járó vágási módszerek alkalmazása esetén volt a legnagyobb mértékű a filé nedvességtartalom vesztese.

Érdekes továbbá, hogy az élősúly és a főzési veszteség között negatív korreláció van, vagyis az élősúly növekedése esetén csökkenni fog a főzési veszteség.

5. Összefoglalás

Világszerte egyre nagyobb teret hódítanak a szabadidős, a természetben végezhető sportok, tevékenységek. A két legelterjedtebb és egyben talán legősibb a vadászat és a horgászat. Dolgozatomban utóbbi hatásait vizsgálom a halakra vonatkozólag.

Néhány éve a horgászat kimerült a mindennapi élelem megszerzésében vagy esetleg a fogás főlöslégének eladásából, így nem igazán beszélhettünk sporthorgászatról. Ahogy átalakult a kultúra a horgászok száma jelentősen megnőtt, sokkal nagyobb hatással van már ennek - magát sporttá kinövő - tevékenységnek. A horgászat kortól és nemtől függetlenül egyre közkedveltebb sport. Ma már nemcsak az a hosszú időt felölelő várakozás utáni fogás és annak elfogyasztása jelent örömet, hanem a megfogás utáni fotó készítése és a hal szabadon engedése is. Napjainkban nem elhanyagolható, hogy természetvédelmi szempontból is megvizsgáljuk az egyes emberi tevékenységeket.

A vizsgálatom célja az volt, hogy a felvett adatok, illetve tapasztalataim segítségével megvizsgáljam, hogy egy ilyen széles körben elterjedt, a világ számos táján, emberek százai által űzött sport folyamatai befolyással vannak-e a halak – szabadon engedés utáni – életére. Feldolgozásuk esetén a horgászat hatással van-e a húsminőségükre, ami legvégül befolyással lehet ránk, a fogyasztókra.

Vizsgálataim elősegíthetik a jövőben kíméletesebb eljárások, eszközök, illetve fásasztási technikák megjelenését a horgászok körében, ezzel csökkentve a halak stressz hormon szintjét és hozzájárulva az elfogyasztott halhús magas minőségéhez.

Munkámat 2022 szeptemberében kezdtem Bárdudvarnok-Mihálypusztai tógazdaság területén, ahol 10 egyed befogásával kezdtem, horgászmodszerral. Itt mértem a fásasztás időtartamát, halak súlyát, hosszát, valamint a víz oxigénszintjét, hőmérsékletét. Ezek után vért vettem a halak farokvénájából, melyből egyből laktát szintet mértem, a fennmaradó mennyiségből a megfelelő módszerrel laboratóriumban meghatároztam a kortizol szintet. Laboratóriumi

munkámat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campusán az Akvakultúra és Környezetbiztonsági intézethez tartozó, Alkalmazott Halbiológiai Tanszékén végeztem.

A laboratóriumi vizsgálatokhoz minden egyed filézése után a bal filéből húsminőség vizsgálatot folytattam, ami kiterjedt pH mérésére, valamint a filé csepegési, főzési, felengedési veszteségének vizsgálatára, Ezek után összefüggéseket kerestem a stressz okozta élettani és minőségi paraméterek között, ehhez korreláció és lineáris regresszió- analízist használva.

Az egyedek átlagos tömege 2785 gramm volt fárasztási idejük 1 perc 22 másodperctől 2perc 49 másodpercig terjedtek. Nagyon kismértékű összefüggés van az élősúly és a fárasztási idő között. Meglepő módon nem sikerült statisztikailag is kimutatható összefüggést igazolni sem a fárasztás hossza sem az élősúly, vagy a mért vérparaméterek koncentrációja között. A kapott adatok azonban nagymértékű szórást mutatnak, ami valószínűleg annak tulajdonítható, hogy egyes egyedek kortizol kiválasztása eltérő.

A filékben pH értékét post mortem 45percben és 24 órában mértem. 24 óra alatt csökkent a pH értéke. A stresszhatásokat átélt halak pH értéke jelentősen alacsonyabb, mint a stresszmentesen kezelt halaké, ami a fokozott izommozgás miatt bekövetkezett laktát szint növekedésnek köszönhető. Vagyis a hús kémhatása összefügg a tejsav termeléssel. Megállapítható tehát, hogy a pH között negatív korreláció van. Vizsgálataimból kiderült, hogy az élősúly befolyásolja a főzési veszteséget. A nagyobb élősúlyú halak kisebb főzési veszteség értékkel rendelkeznek.

A húsvizsgálatok során a főzési veszteség volt a legnagyobb. Kísérleteim során az is kiderült, hogy stresszel járó befogási és vágási módszer hatására volt a legnagyobb mértékű a nedvességtartalom veszteség a filében.

Míg a fárasztás, az élősúly és a kortizol szint között a kapott adatok nem mutattak összefüggést, a halak húsminőségének vizsgált paramétereinek megváltoztak, ezzel is bizonyítva, hogy stresszt éltek át a halak.

Vizsgálataim elősegíthetik a jövőben kíméletesebb eljárások, eszközök, fárasztási technikák megjelenését a horgászok körében, ezzel csökkentve a halak stressz szintjét, amivel jelentősen növekedhet az elfogyasztott halhús minősége, és a halak további élete.

6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézetnek, hogy a kísérletem megvalósulhatott.

Külön köszönet illeti, külső konzulensem, dr Varga Dánielt és belső konzulensem, dr Beliczky Gábor Pétert. A dolgozat elkészítése során nyújtott segítségük és tanácsaik nélkül ez a munka nem készülhetett volna el.

7. Felhasznált irodalom

- Arlinghaus R., Cooke S. J., Lyman J., Policansky D., Schwab A., Suski C., Sutton S. G., Thorstad E. B. (2007): Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. *Reviews in Fisheries Science* 15: 75–167.
- Bagni, M., Civitareale, C., Priori, A., Ballerini, A., Finoia, M., Brambilla, G., Marino, G. (2007): Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 263: 52-60.
- Bahuaud, D., Morkore, T., Ostbye, T.K., Veiseth-Kent, E., Tomassen, M.S., Ofstad, R. (2010): Muscle structure responses and lysosomal cathepsins B and L in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) pre- and post-rigor fillets exposed to short and long-term crowding stress, *Food Chem.*, 118: 602-615.
- Bakos J. (1968): A ponty pikkelyzetének értékelése és bírálata a tenyészkiválasztás során. *Halászat*, 14.1: 6-7.
- Barcellos, L. J. G., Marqueze, A., Trapp, M., Quevedo, R. M., & Ferreira, D. (2010). The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundiá *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 300, 231–236. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.01.013>.
- Barcellos, L. J. G., Woehl, V. M., Wassermann, G. F., Quevedo, R. M., Ittész, I., & Krieger, M. H. (2001): Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transference in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard), a South American catfish. *Aquaculture Research*, 32, 121–123. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00539.x>.
- Barry, T.P., Lapp, A.F., Kayes, T.B., Malison, J.A. (1993): Validation of a microtitre plate ELISA for measuring cortisol in fish and comparison of stress responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Aquaculture*, 117: 351–363.

- Bartholomew, A., and Bohnsack, J. A. (2005): A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves. *Re-views in Fish Biology and Fisheries*, 15: 129–154.
- Barton, B. A. (2002): Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology* 42: 517–525.
- Barton, B. A., Schreck, C. B., & Fowler, L. G. (1988): Fasting and diet content affect stress-induced changes in plasma glucose and cortisol in juvenile Chinook Salmon. *The Progressive Fish-Culturist*, 50, 16–22. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1988\)050<0016:FADCAS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1988)050<0016:FADCAS>2.3.CO;2).
- Bastien S., Benjamin G. (2019): Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. *Journal of Fish Biology*.
- Caitlin R. M., Christopher G. L. (2022): Physiological and Behavioral Effects of Angling Stress on Kelp Bass, an Important Game Fish in Southern California. *Marine and Coastal Fisheries / Volume 14*: 6-10224.
- Campbell, M. D., Patino, R., Tolan, J., Strauss, R., and Diamond, S. L. (2010): Sublethal effects of catch-and-release fishing: measuring capture stress, fish impairment, and predation risk using a condition index. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 513–521.
- Coggins Jr, L. G., Catalano, M. J., Allen, M. S., Pine III, W. E., Walters, C. J. (2007): Effects of cryptic mortality and the hidden costs of using length limits in fishery management. *Fish and Fisheries*, 8: 196–210.
- Coleman, F. C., Figueria W. F., Ueland J. S., Crowder L. B.. (2004): The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations. *Science* 305: 1958–1960.
- Cooke, S. J., and I. G. Cowx. (2004): The role of recreational fishing in global fish crises. *Bioscience* 54: 857–859.
- Cooke, S. J., and Cowx I. G.. (2006): Contrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation* 128: 93–108.
- Cooke, S.J., Raby G.D., Donaldson M.R. Hinch, S.G, O’Connor C.M., Arlinghaus R., Danylchuk A.J., Hanson K.C., Clark T.D., Patterson D.A.. (2013): The physiological consequences of catch-and-release angling: perspectives on experimental design,

interpretation, extrapolation and relevance to stakeholders. *Fisheries Management and Ecology* 20:268-287.

- Danylchuk, A.J., Adams A., Cooke S.J., Suski C.D. (2008): An evaluation of the injury and short-term survival of bonefish (*Albula* spp.) as influenced by a mechanical lip-gripping device using by recreational anglers. *Fisheries Research* 93:248-252.
- Dauwalter D. (2014): Fish Stress From Catch-and-Release Fishing
- Davis, M. W. (2002): Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 1834–1843.
- Davis, M. W. (2007): Simulated fishing experiments for predicting delayed mortality rates using reflex impairment in restrained fish. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1535–1542.
- Donald E. P., Christa M. W., Joseph J. C. Jr. (2006): Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 16: 125–170.
- Donaldson, M. R., Raby, G. D., Nguyen, V. N., Hinch, S. G., Patterson, D. A., Farrell, A. P., Cooke, S. J. (2013): Evaluation of a simple technique for recovering fish from capture stress: integrating physiology, biotelemetry, and social science to solve a conservation problem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70(1), 90-100.
- Erikson, U., Sigholt, T., Rustad, T., Einarsdottir, I.E., Jorgensen, L. (1999): Contribution of bleeding to total handling stress during slaughter of Atlantic salmon. *Aquaculture International* 7: 101–115.
- Eriksson, H., Gustafsson, J.-Å. (1970): Steroids in germfree and conventional rats. *European Journal of Biochemistry*, 15, 132–139. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1970.tb00987.x>.
- Faught, E., Vijayan, M. M. (2018): Maternal stress and fish reproduction: The role of cortisol revisited. *Fish and Fisheries*, 113–166. <https://doi.org/10.1111/faf.12309>.
- Ferenczy, D.; Füstös, G.; Szarka, L.; Feri, S.; Oggoler, G. (2003): Pontyhorgászat modern módszerekkel. Fish Könyvkiadó, Budapest, 2003: 14-16.
- Ferguson, R.A. Tufts B.L.. (1992): Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for “catch and release” fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49:1157-1162.

- Haddy, J. A., & Pankhurst, N. W. (1999). Stress-induced changes in concentrations of plasma sex steroids in black bream. *Journal of Fish Biology*, 55, 1304–1316. <https://doi.org/10.1111/j.10958649.1999.tb02077.x>.
- Haddy, J. A., & Pankhurst, N. W. (1999). Stress-induced changes in concentrations of plasma sex steroids in black bream. *Journal of Fish Biology*, 55, 1304–1316. <https://doi.org/10.1111/j.10958649.1999.tb02077.x>.
- Hamilton, S. L., J. E. Caselle, J. D. Standish, D. M. Schroeder, M. S. Love, J. A. Rosales-Casian, and O. Sosa-Nishizaki. (2007). Size-selective harvesting alters life histories of a temperate sex-changing fish. *Ecological Applications* 17: 2268–2280.
- Hancz CS., Bercsényi M., Magyari I., Molnár T. (1999): Stressztűrő képességre történő szelekció lehetőségei a pontynál, *Halászatfejlesztés*, 22: 100-105.
- HONIKEL K.O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49: 447-457.
- Huddart, D. (2019). Recreational fishing. Pages 395–429 in D. Huddart and T. Stott, editors. *Outdoor recreation: environmental impacts and management*. Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland.
- Korhonen R.W., Lanier T.C., Giesbrecht F. (1990): An evaluation of simple methods for following rigor development in fish. *J. Food Sci.* 55: 30-46.
- Lefèvre, F., Bugeon, J., Aupérin, B., Aubin, J. (2008): Rearing oxygen level and slaughter stress effects on rainbow trout flesh quality, *Aquaculture* 284: 81–89.
- Lewin, W. C., R. Arlinghaus, and T. Mehner. (2006). Documented and potential biological impacts of recreational fishing: insights for management and conservation. *Reviews in Fisheries Science* 14: 305–367.
- Lowe, T., Ryder, J.M., Carrager, J.F., Wells, R.M.G. (1993): Flesh quality in snapper, *Pagrus auratus*, affected by capture stress. *Journal of Food Science* 58: 770–773.
- Marx, H., Brunner, B., Weinzierl, W., Hoffman, R., Stolle, A. (1997): Methods of stunning freshwater fish: impact on meat quality and aspects of animal welfare, *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 204: 282–286.
- Meka, J. M., McCormick, S. D. (2005): Physiological response of wild rainbow trout to angling: impact of angling duration, fish size, body condition, and temperature. *Fisheries Research*, 72(2-3), 311-322.

- Meka, J.M. (2004): The influence of hook type, angler experience, and fish size on injury rates and the duration of capture in an Alaskan catch-and-release rainbow trout fishery. *North American Journal of Fisheries Management* 24:1309-1321.
- Morkore T., Tahirovic V., Einen O. (2008): Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 277: 231-238.
- Muoneke, M.I., Childress W.M. (1994): Hooking mortality: a review for recreational fisheries. *Reviews in Fisheries Science* 2:123-156.
- Nathanailides C., Panopoulos S., Kakali F., Karipoglou C., Lenas D. (2011): Antemortem and postmortem biochemistry, drip loss and lipid oxidation of European sea bass muscle tissue. *Procedia Food Science*. 1: 1099-1104.
- Nicholas C. W., Elan J. P., Drew T. N., Lyall B., Andrew P. N., Alena L. P., Kevin L. S., Paul F., Ken F., Russell D. V., Philip A. H., Brice X. S., John R. H. (2021): Post-release survival and prolonged sublethal effects of capture and barotrauma on deep-dwelling rockfishes (genus *Sebastes*): implications for fish management and conservation. *ICES Journal of Marine Science*. 78: 3230–3244.
- Oka, H., Ohno, K., Ninomiya, J. (1990): Changes in texture during cold storage of cultured yellowtail meat prepared by different killing methods. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56: 1673–1678.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G. (1985): Factors influencing blood cortisol levels of brown trout under intensive culture conditions. In: Lofts, B., Holms, W.N. (eds.), *Current Trends in Endocrinology*. Hong Kong University, 1239–1242.
- Pickering, A.D., Pottinger, T.G., Christie, P. (1982): Recovery of the brown trout, *Salmo trutta* L., from acute handling stress: a time-course study. *Journal of Fish Biology* 20: 229–244.
- Pintér, K. (2002): Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002: 119-126.
- Poli, B.M., Parisi, G., Scappini, F., Zampacavallo, G. (2005): Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management, *Aquaculture International*, 13: 29–49
- Pope, K.L., Wilde, G.R., Knabe, D.W. (2007): Effect of catch-and-release angling on growth and survival on Rainbow trout. *Fisheries Management and Ecology* 14:115-121.
- Radford, Z., K. Hyder, L. Zarauz, E. Mugerza, K. Ferter, R. Prellezo, H. V. Strehlow, B. Townhill, W. C. Lewin, and M. S. Weltersbach. (2018). The impact of marine

recreational fishing on key fish stocks in European waters. PLoS (Public Library of Science) ONE 13(9):e0201666.

- Robb, D.H.F., Warriss, P.D. (1997): How killing methods affect salmonid quality. *Fish Farmer*, Nov/Dec: 48–49.
- Rummer, J. L., Bennett, W. A. (2005): Physiological effects of swimbladder overexpansion and catastrophic decompression on Red Snapper. *Transactions of the American Fisheries Society*, 134: 1457–1470.
- Ryer, C. H. (2002): Trawl stress and escapee vulnerability to predation in juvenile walleye pollock: is there an unobserved bycatch of behaviorally impaired escapees? *Marine Ecology Progress Series*, 232: 269–279.
- Ryer, C. H., Ottmar, M. L., Sturm, E. A. (2004): Behavioral impairment after escape from trawls may not be limited to fragile fish species. *Fisheries Research*, 66: 261–269.
- Satoshi A., Tetsuya T., Takashi Y., Kei'ichiro I. (2013): Stress hormone responses in ayu *Plecoglossus altivelis* in reaction to different catching methods: comparisons between electrofishing and cast netting. *Fisheries Science* 79, 157–162.
- Schroeder, D. M., Love, M. S. (2002): Recreational fishing and marine fish populations in California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report*, 43: 182–190.
- Skjervold, P.O., Faera, P.O., Ostby, P.B., Einen O. (2001): Live chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 192:265-280.
- Specziár A. (1999): Öt pontyféle tápláléka és táplálkozási stratégiája a Balaton főbb élőhelyein. *Halászat* 92(3): 124-132.
- Takahashi K., Inoue N., Shinano H. (1993): Effect of storage temperature on freeze denaturation of carp myofibrils with KCl or NaCl. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 519-527.
- takeUchi, t. & watanaBe, t. (1977): Requirement of carp for essential fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 43, 541–551.
- Tapani H., Tiina L., Rauno K., Jouko P., Marja K., Petri S. (1995): Effects of catching method on different quality parameters of Baltic herring (*Clupea harengus L.*). *Fisheries Research* 23: 3-4.
- The jamovi project (2023). jamovi. (Version 2.4) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>

- Tobiassen, T., Sorensen, N.K. (1999): Influence of killing methods on time of death of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) as measured by behavioural indices of sensibility and reflexes. In: Proceedings of the “Aquaculture Europe 1999”, EAS Special Publication. 27: 244.
- Tsalafouta, A., Papandroulakis, N., Gorissen, M., Katharios, P., Flik, G., Pavlidis, M. (2014): Ontogenesis of the HPI axis and molecular regulation of the cortisol stress response during early development in *Dicentrarchus labrax*. Scientific Reports, 4, 5525. <https://doi.org/10.1038/srep05525>.
- Van Der Vis, H., Oehlenschläger, J., Kuhlmann, H., Munkner, W., Robb, D.H.F., Schelvis-smit, A.A.M. (2001): Effect of the commercial and experimental slaughter of eels (*Anguilla anguilla* L.) on Quality and Welfare. In: Kestin, S.C. and Warriss, P.D. (eds.), *Farmed Fish Quality*. Fishing News Books, Oxford, 234–248.
- Varga D, Szabó A, Hancz C, Jeney Z, Ardó L, Molnár M, Molnár T (2014): Impact of handling and premortal stress on the quality of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *ISRAELI JOURNAL OF AQUACULTURE BAMA DGEH Paper IJA_66.2013.963*. 7 p
- Varga D. (2013): A természeti környezet és a tartási körülmények hatása ponty (*cyprinus carpio* l.) jólétére és termékminőségére.
- Varga, D., Müller, T., Specziár, A., Fébel, H., Hancz, Cs., Bázár, Gy., Urbányi, B., Szabó, A. (2013): Note on the special fillet fatty acid composition of the dwarf carp (*Cyprinus carpio carpio*) living in thermal Lake Hévíz, Hungary. *Acta Biologica Hungarica*. 64(1): 38-48.
- Wasser, S. K., Hunt, K. E., Brown, J. L., Cooper, K., Crockett, C. M., Bechert, U., Monfort, S. L. (2000): A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *General and Comparative Endocrinology*, 120, 260–275. <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7557>.
- Wiesinger M. (1988): *Halak*. Móra Könyvkiadó, Budapest, 1988: 22.
- Wilkinson R.J., Paton N., Porter M.R.J. (2008): The effects of pre-harvest stress and harvest method on the stress response, rigor onset, muscle pH and drip loss in barramundi (*Lates calcarifer*), *Aquaculture* 282: 26–32.
- Web 1.: <https://www.fulorrgegekozpont.hu/hirek/barotrauma-hogyan-kezelhető> (letöltve: 2023.10.27.)

- Web 2.: <https://osimagnesium.hu/cikkek/kortizol-szint-csokkentese-termeszetesen-akar-gyogynovenyekkel-is/> (letöltve: 2023.10.27.)

Kép források:

1. kép: <https://nagybajomfigyelo.wordpress.com/2020/06/08/horgaszverseny-2/> (letöltve: 2023.10.29.)

2. kép: <https://24.hu/belfold/2020/12/25/halaszat-tatai-oreg-to-karacsony-halfogyasztas/> (letöltve: 2023.10.29.)

8. Táblázatok, ábrák jegyzéke:

Táblázatok jegyzéke:

- **1. táblázat** A mért változók és értékeik (17. oldal)
- **2. táblázat** A mért változók közti korreláció (19. oldal)

Ábrák jegyzéke:

- **1. ábra** Zsúfolt tópart, egy horgászverseny alkalmával (3. oldal)
- **2. ábra** A halászat során a hálóban bekövetkező túlszűfolttság (3. oldal)
- **3. ábra** Csepegési veszteség mérése ponty filében (13. oldal)
- **4. ábra** A kifogott halak súlya és fárasztási ideje (15. oldal)
- **5. ábra** A fárasztás hossza és az élősúly összefüggése (16. oldal)
- **6. ábra** A vér laktát koncentráció és a pH45 összefüggése (18. oldal)
- **7. ábra** Az élősúly és a főzési veszteség összefüggése (19. oldal)

9. Nyilatkozatok

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: LOVASI GELLÉRT ZOLTÁN
A Hallgató Neptun kódja: DR T 13 P
A dolgozat címe: HORGÁSZAT OKOZTA STRESSZ VIZSGÁLATA EGYES HALTARTÓKON
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: AKVAKULTÚRA ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET
A konzulens tanszékének neve: ALKALMAZOTT HALBIOLÓGIAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az Irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan 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 repozitóri 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 repozitóri rendszerében.

Kelt: 2023. év 11. hó 04. nap

Lovasi Gellért Zoltán
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat


NYILATKOZAT

Lovasi Gellért Zoltán (név) (hallgató Neptun azonosítója: DE1137)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: KESZTVELEZ év 2023. hó 2. nap


belső konzulens
DR. BELICZKY GÁBOR PÉTER

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
² A megfelelő aláhúzendő.
³ A megfelelő aláhúzendő.