

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 8

Issue 2

Gödöllő
2012



A STRESSZ ÉS A WELFARE KAPCSOLATA AZ AKVAKULTÚRÁBAN

Horváth Zoltán

Pannon Egyetem, Georgikon kar, Keszthely
hgori2@gmail.com

Összefoglalás

A társadalom fejlődésével, és a városiasodással egyre inkább előtérbe kerül a welfare, állatjólét, mint fogalom. Az állatjólét alapvetően az intenzíven tartott állatok esetében vált kérdésessé némely fogyasztói rétegben. Nincs ez máshogy az akvakultúrában sem.

A welfare-t funkcionális, természetesség, és fájdalom mentesség alapján definiálja a szakirodalom. Bármelyik megközelítést vesszük is alapul az akvakultúrában, a stressz mentesség alapvető követelmény a termelés során. Éppen ezért a stressz és a welfare nem választható el egymástól, mivel mindkét fogalom ugyanazon kérdéskörrel kapcsolatos (*Ashley, 2006; Martinez-Porchas et al, 2009; Ellis et al, 2012b*). Ha belegondolunk, azon problémák melyeket az állatjólét megkérdőjelez, mint például a telepítési sűrűség, vízminőségi paraméterek, halválogatás (stb.), valójában stresszorként hatnak a halakra, ha nem megfelelő módon járunk el. Éppen ezek alapján lehetne egy ideális indikátora a stressz a welfare-nek. Ezek alapján egy lehetséges definiálása lehetne az állatjólétnek (welfare) az akvakultúrában, hogy igyekezzünk minimálisra csökkenteni a nevelés során a stressz hatásokat és az egészségesnél semmiképpen sem több stresszornak kitenni az állatokat. A stressz csökkentése érdeke a termelőnek, hiszen az termés kiesést eredményez, továbbá a fogyasztói megítélés is kezelhetőbbé válhat egy olyan marketing mottóval, mely a stressz mentességre reflektál, hiszen az ember is arra törekszik, hogy minél kevésbé legyen stresszes az élete.

Kulcsszavak: állatjólét, welfare, stressz, akvakultúra,

The relationship between stress and welfare in aquaculture

Abstract

With the urbanization and the development of society, welfare, as a concept comes into view day by day. Welfare is questioned mostly when we talk about intensive animal production. It is not different in the aquaculture sector.

The welfare is described by the literature on function-, nature-, and on feeling base. Whichever will be used in aquaculture, the stress relief is essential during the production. This is the reason why stress and welfare can't be separated from each other, since both definitions are linked to each other. *Ashley, (2006), Martinez-Porchas et al, (2009)* and *Ellis et al, (2012b)* refers to the same idea as well. If you think about it, the problems questioned by welfare, for example stocking density, water quality parameters, fish sorting etc., in fact are stressors for the fish. That makes stress a possible indicator of welfare. According to this the possible definition of animal welfare (welfare) in aquaculture could be the following: during the production we should minimize the stress factors and only expose our stock to a healthy amount of stress, which is



necessary for them. The reduction of stress factors is in the interest of the farmer too, since it has a negative effect on production and causes losses by reducing the yield, furthermore consumer perception can become more favorable with a marketing theme, which reflects on stress-free production, because the people are also striving to have a less stressful life.

Keywords: welfare, stress, aquaculture

Bevezető

A társadalom fejlődésével, és a városiasodással egyre inkább előtérbe kerül a welfare, vagy más néven az állatjólét. Az állatjólét alapvetően az intenzíven tartott állatok esetében, vált kérdésessé némely fogyasztói rétegben. Érdekessége a témának, hogy azok a társadalmi körök, akik miatt kialakult az intenzív állattenyésztés, azok kezdték el megkérdőjelezni ennek helyességét, etikáját, hiszen extenzív körülmények között nehéz lenne megtermelni a nagyvárosok számára szükséges állati fehérjét. Úgy gondolom, hogy több esetben inkább etikai kérdés a welfare, mint tényleges probléma, hiszen egyik állattartónak, termelőnek sem célja, hogy az állatai számára nem megfelelő környezetet, rossz higiéniát biztosítson. Ezzel egyet is lehet érteni, hiszen ha nem figyelünk oda az állatainkra, akkor annak termelés kiesés lesz az eredménye, ami a termelőnek igen komoly veszteséget okoz. Az intenzív haltermeléssel együtt megjelent a welfare kérdése az akvakultúrában is.

A témával kapcsolatban *Jeney Zs. és Jeney G. (2011)* ad egy hasonló áttekintést, melyben főként az Európai Unió által elfogadott, halakkal kapcsolatos állatjóléti ajánlásokra térnek ki. Jelen értekezésben a szakirodalmat felhasználva röviden áttekintem az állatjóléti kérdéseket, melyek az ágazatban felmerülhetnek, illetve felvázolom a halak stressz válaszánaak élettani hátterét, illetve néhány más, stresszel kapcsolatos kérdéskörét, mint lehetséges mutatót a welfare mérésére.

Az akvakultúra és az állatjólét

A welfare, mint kifejezés az állatvédelem területéről származik (*Györkös, 2006*), és egy igen összetett és vitatott téma. Az első és legfontosabb kérdés, hogy hogyan definiáljuk. Az állatjólét megközelíthető úgy, hogy az állat adaptálódik a környezetéhez, jó egészségnek örvend, és mint biológiai rendszer összességében megfelelően működik. Ez a funkcionális alapon képzett meghatározás. A másik lehetséges megközelítés a természetességre vezethető vissza, ami szerint az állat jóléte akkor kielégítő, ha képes arra, hogy kifejezze azokat a viselkedési mintázatokat, melyek az eredeti környezetében jellemzik, aminek köszönhetően egy természeteshez közeli életet élhet. Végül a harmadik lehetséges magyarázat pedig az érzékelésre, érzelmekre alapozott állatjólét, ami szerint a cél, hogy az állatot ne érje fájdalom, ne kelljen félelemben élnie, és lehetősége legyen pozitív tapasztalatszerzésre is, mint például a szociális kapcsolatokban rejlő öröm. Valójában, hogy melyik a jobb megközelítés az akvakultúra esetében még nem tisztázott, és továbbra is vitatott kérdés (*Huntingford, 2009*).

Az állattenyésztésben mára valójában az állatjólét az állat mentális és fizikai állapotát fejezi ki, az adott technológiai környezetben. Tehát az állat belső, és külső környezetét kölcsönhatásaiban kezeli, és az állat állapotát vizsgálja az adott környezeti viszonyok között. Az állatjólét mérhető, becsülhető, mivel nem az embernek az állattal kapcsolatos megítélésére vonatkozik, hanem az állatélettani, viselkedési, egészségi, és termelési jellemzőire. Miután meghatároztuk, hogy az állat



állapota az adott technológiában milyen (kedvező, elfogadható, kedvezőtlen), továbbra is kérdéses a társadalmi, és fogyasztói megítélése. Egymástól két eltérő szempont létezik az állat jólétének a mérése, és etikai megítélése (Györkös, 2006).

Az egyik megközelítést 1996-ban az Egyesült Királyságban az FAWC (Farmed Animal Welfare Council) határozta meg. Öt alapvető jogot fogalmaztak meg, aminek teljesülnie kell a fogságban tartott állatok esetében. Ezen jogokat az óta az állatjólét alaptételeiként alkalmazzák a gyakorlatban a törvényhozók. Az öt alapvető jog a következő (FAWC, 1996):

1. Takarmányhoz és ivóvízhez való jog
2. Komfortérzet biztosítása
3. Fájdalomtól, sérülésektől, betegségektől mentes tartás
4. Természetes viselkedési mintázatok kimutatásához való jog
5. Szorongás, és félelem nélküli élethez való jog

Jelenleg az akvakultúrában nincsenek felállítva erre vonatkozó határozott irányelvek. Éppen ezért merülnek fel a következő kérdések jogosan: hogy tudjuk teljesíteni az öt alapvető jog követelményeit a haltermelésben? Egyáltalán a nem tökéletesen biztosított állatjólét zavarja az állat szervezetének normális funkcióját? Ha igen, akkor az kapcsolatban van az állat természetes viselkedésével? Számba véve a több mint 240 tenyésztett vízi élőlényt, mi is vajon a normális viselkedésük? Vajon mindig feltétlen cél, hogy a természetes viselkedésüket ki tudják mutatni? (Shrama, 2008) Ezen kérdések megválaszolása tovább várta magára, hiszen az ágazatban az intenzifikáció az utóbbi 10-20 évben kezdett elterjedni, ami annak köszönhető, hogy a tengeri halfogások elkezdtek stagnálni, csökkenni.

Az imént említett kérdések megválaszolásának bonyolultságára hoznék egy példát. A takarmányhoz való jog alapján a halaknak sosem szabadna éhezniük, ennek ellenére a gyakorlatban az üzemi, intenzív telepeken feldolgozás előtt több napon keresztül átfolyó friss vízben éheztetik a halakat, hogy a mellékizüket eltávolítsák. E mellett a legtöbb tenyésztett halfaj egész nap táplálkozik természetes környezetében, míg az üzemi körülmények között naponta 2-3 alkalommal jutnak takarmányhoz. Kérdés, hogy akkor ezek az alkalmazott gyakorlati elemek nem elfogadhatóak-e? Ilyen és ehhez hasonló speciális tényező nehezíti az állatjólét pontos meghatározását az akvakultúrában.

A welfare mérhetőségében alapvető kérdés, hogy a halak képesek-e a fájdalom érzékelésére. Talán a kérdés helyesebb, ha úgy tesszük fel, hogy a halak a fizikai sérülést fájdalomként élik-e meg, azaz tudatában vannak-e a kellemetlen ingernek, vagy úgy élik-e meg, mint bármely más egyszerű ingert (Huntingford *et al*, 2006)? Ezt több szempontból közelítették meg. Az egyik megközelítés J.D. Rose-nak köszönhető. Írásában a rendelkezésre álló szakirodalom alapján a halak agyi anatómiai tulajdonságait figyelembe véve azt a következtetést vont le, hogy a halak nem képesek a fájdalom érzékelésére, hiszen a fájdalom érzete az emberi agyban az agykéregben alakul ki, ami a telencephalon része. Ez a halakban nagyon fejletlen, és mivel a halaknak nincs meg a megfelelő anatómiai szerv a feladat ellátására, ezért nem érezhetnek fájdalmat. Igaz, hogy rengeteg érző idegvégződéssel rendelkeznek, a fizikai sérülés érzékelésére, de ez csak egy nociceptív reakció (Rose, 2002). (Nociceptív inger: minden olyan inger, amely olyan erős, hogy a szöveteket károsítja vagy fennáll a szövetkárosodás veszélye.)



1 kép: Különböző tartástechnológiai rendszerek a haltermelésben

(A) - Tógazdaság látképe - legtermészetszerűbb tartásmód

(átlagos telepítési sűrűség: $0,1 \text{ kg/m}^3$)

Forrás: <http://umvp.eu/?q=node/37690> (2012.04.10.)

(B) - Ketreces halnevelő rendszer

(átlagos telepítési sűrűség: $20\text{-}50 \text{ kg/m}^3$)

Forrás: <http://www.halinnofish.hu/haltelep2.html> (2012.07.18.)

(C) - kép: Átfolyóvizes rendszer

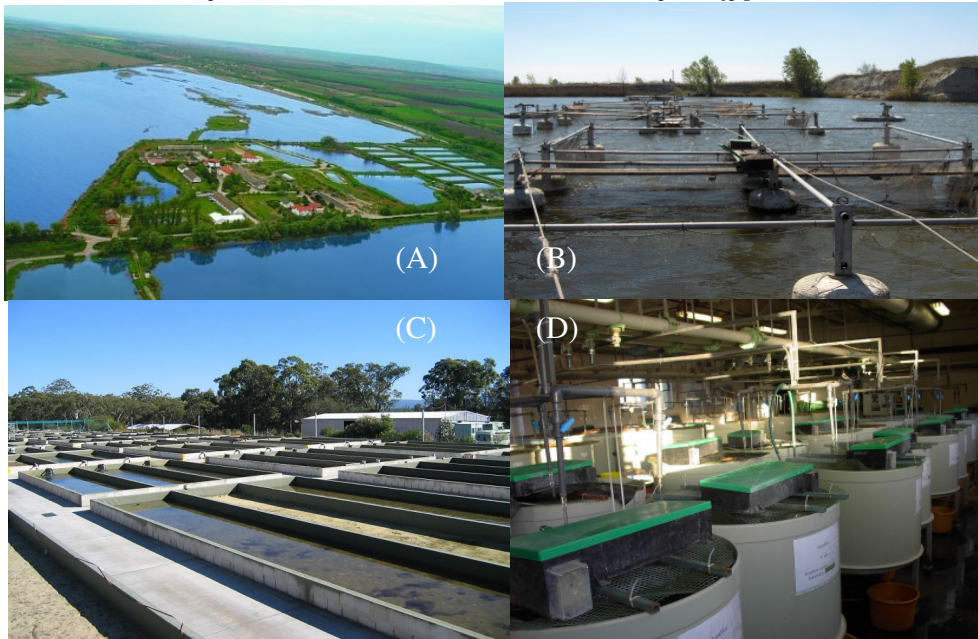
(átlagos telepítési sűrűség: $20\text{-}30 \text{ kg/m}^3$)

Forrás: http://www.aquabait.com.au/case_study_in_aquaculture.phtml (2012.04.10.)

(D) - kép: Recirkulációs rendszer

(átlagos telepítési sűrűség: $80\text{-}200 \text{ kg/m}^3$)

Forrás: http://www.haki.hu/dokumentumok/dir3/651_4_Kep_032.jpg (2012.04.10.)



Pic. 1: Different rearing technologies in aquaculture

Pic. (A): Pond farm – the most natural production method (average stocking density is $0,1 \text{ kg/m}^3$)

Source: <http://umvp.eu/?q=node/37690> (2012.04.10.)

Pic. (B): Cage farming (average stocking density: $20\text{-}50 \text{ kg/m}^3$)

Source: <http://www.halinnofish.hu/haltelep2.html> (2012.07.18.)

Pic. (C): Flowthrough system (average stocking density $20\text{-}30 \text{ kg/m}^3$)

Source: http://www.aquabait.com.au/case_study_in_aquaculture.phtml (2012.04.10.)

Pic. (D): Recirculating aquaculture systems (average stocking density: $80\text{-}200 \text{ kg/m}^3$)

Source: http://www.haki.hu/dokumentumok/dir3/651_4_Kep_032.jpg (2012.04.10.)

Ezt az álláspontot több kutató is vitatta, hiszen több funkciót, amit az emlősökben az agykéreg lát el, alacsonyabb rendű gerinceseknél más agyrészek bonyolítanak. Ez nem egyértelmű bizonyíték, hiszen ezek a funkciók nem egyenrangúak egymással két különböző fejlettségű élőlényen. A legjobb ellenvéleményként felhozható az, hogy több kutatási projektben bebizonyították, hogy a halak emlékeznek a kellemetlen élményekre. Például kimutatták, hogy a szívárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) búvóhely után kutat hirtelen megvilágítás esetén, miután a fájdalmat lámpafénnyel párosították vele a kísérlet alatt. Tehát ezek után levonható az a

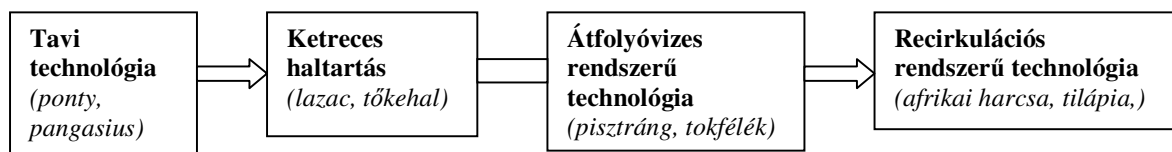


következtetés, hogy a halak rendelkeznek a megfelelő érzékszervvel, tanulási képességgel, és viselkedési tulajdonságokkal, hogy képesek legyenek feldolgozni olyan komplex ingereket, ami lehetővé teszi számukra, hogy megtapasztalják azt a bizonyos mértékben kedvezőtlen állapotot, amit mi fájdalomnak hívunk (Huntingford *et al.*, 2006).

Az akvakultúrában hol is lehet hiányos az állatjólét? Ehhez ismernünk kell a halak néhány biológiai sajátosságát (Ashley, 2006):

- A halak poikilotherm állatok, tehát nincs állandó testhőmérsékletük. Egy adott környezeti hőmérsékleti tartományon belül könnyedén alkalmazkodnak az adott körülményekhez az anyagcseréjükkel.
- A légzésük a kopoltyúkon és részben a bőrükön keresztül történik. Mivel a vízben az oxigén oldhatósága limitált, ezért igen érzékenyek a hirtelen O₂ koncentrációváltozásra, ami heves vészreakciókat indíthat el a halak esetében.
- A bőrük az első védelmi vonaluk, és azon található nyálkaréteg igen fontos. Ezért a halak nagyon érzékenyek bármely olyan bánásmódra, ami ezt felsértheti (méretre válogatás, szállítás).
- A kritikus vízminőség és takarmányminőség krónikus stresszor lehet, ami blokkolhatja az immunreakciót, zavarhatja a szaporodást és a növekedést.

A haltermelés alapvetően 4 különböző technológiai környezetben történik:



A tavi technológiát (1/A. kép) terheli a legkevesebb állatjóléti kérdés, míg a recirkulációs rendszerű technológiát (1/D. kép) a legtöbb. A kettő között állnak a ketreces (1/B. kép), és az átfolyóvizes rendszerű technológiák (1/C. kép), melyek esetében talán az átfolyó vizes technológia az, amelyik állatjóléti szempontból megkérdőjelezhetőbb. Az állatjóléti kérdések mindegyik esetben a telepítési sűrűség megválasztásakor, az állatok kezelésekor, és szállításkor lépnek fel. További problémák merülhetnek fel nem megfelelő tartási körülmények esetén (vízminőségi problémák), de normális körülmények között ez egyik termelőnek sem célja.

Az állatjólét lehetséges indikátorait újabban több kutató vizsgálja, főként a rendelkezésre álló szakirodalmon keresztül. Segner *et al.* (2012) magát a halak egészségét tekintik lehetséges indikátornak, míg Martins *et al.* (2012) a halak viselkedését. Ellis *et al.* (2012a) a termelés során kialakuló elhulláson keresztül látja a welfare megítélésének lehetőségét, mivel úgy gondolja, hogy egy telep állatjóléti bírálata inkább az előre látható, és megelőzhető elhullások alapján lenne megfelelő.

Ellis *et al.* (2012b) több oldalon keresztül taglalja a kortizol, mint az egyik stressz hormon kapcsolatát a welfare-el. Úgy gondolják, hogy a jövőben a megfelelő állatjólét megismerését a vér kortizol szintek mérésén keresztül lehetne objektívvá tenni.

Halakra vonatkozó állatjólét az Európai Unióban

Ezzel a témával az Unión belül az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal (EFSA) foglalkozik. Az Európai Tanács kérésére végzi a tenyésztett halak jólétét meghatározó tényezők



feltárását, illetve biztosítja a tudományos alapokat az európai szakpolitikához és szabályozáshoz. Ezt a munkát az Állategészségi és jóléti panel (AHAW) keretein belül végzi. Az EFSA véleményt formált 2008-ban 5 termelésben tartott halfaj (atlanti lazac, pisztrángfélék (*Salmonidae*), európai angolna (*Anguilla anguilla*), európai tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax*), tengeri keszeg (*Pagrus pagrus*) és ponty (*Cyprinus carpio*)) tenyésztési és termelés technológiai elemeinek welfare aspektusairól, majd 2009-ben 7 termelésben tartott halfaj (kék úszójú tonhal (*Thunnus thynnus*), ponty, európai angolna, atlanti lazac (*Salmo salar*), szivárványos pisztráng, európai lepényhal (*Pleuronectes platessa*), európai tengeri sügér és tengeri keszeg) kábításával és leölésével kapcsolatos állatjóléti szempontokról. Ezekben az elemzésekben, meghatározták a lehetséges haljóléti kockázatokat a különböző tenyésztési, termelési rendszerekben (Jeney Zs. és Jeney G., 2011).

A stressz és annak élettani háttere az akvakultúrában

A továbbiakban a stressz kérdéskörét tárgyalom, hiszen szoros kapcsolatban áll a welfare-rel, mivel bármely, a funkcionális alapon megközelített állatjóléttel kapcsolatos probléma stresszorként hat az állatra.

A stressz, mint kifejezés egy magyar orvos kutatótól származik, Selye Jánostól (1907-1982), aki egész életét e jelenség kutatására tette fel. A stressz első definícióját 1936-ban állította fel Selye, ami a következőképpen szól: „a szervezet ingerekre adott nem specifikus válasza”. (AIS, 2011). Ez a definíció azóta kibővült és pontosabbá vált, és ha összevonjuk az összes olvasott definíciót a következőképpen írható le: A stressz a szervezet specifikus válasza a környezet tartós és/vagy átmeneti nem specifikus ingereire, amik a szervezet homeosztázisának megváltoztatására irányulnak, melyek hatására az gyengül, kopik, elöregszik. Tehát a stressz nem betegség, hanem a szervezet reakciója az őt ért külső, egyensúlyát megváltoztató behatások elleni védekezőképesség biztosítására. Selye a szervezet válaszát a stresszorra általános adaptációs szindrómának nevezte el. Ez három fázisból áll: alarm reakció, ellenállás szakasza és kimerülés szakasza. Az alarm reakciót az adenokrotikotrop hormon (*a továbbiakban ACTH*) hormon fokozott szekréciója jellemzi a adenohipofízisben, aminek hatására a mellékvesekéregben a kortizol szekréció indul meg. Az ellenállás szakaszában mindkét hormon tartósan magas koncentrációja a jellemző. A kimerülés szakaszában a hipofízis, mellékvesekéreg nyirok- és vérképzőrendszer regressziója, és az energiatartalékok kimerülése miatt az állat elhullásával kell számolni. (Husvéth, 2000).

Az akvakultúrában a stressznek több forrása is lehet. Beszélhetünk akut stresszről, melyek rövid ideig tartanak, ilyen a vakcinázás, válogatás, halak mérése, szállítás stb., de lehet krónikus is, ami egy folyamatos stresszornak a hatására alakul ki. Ilyen típusú stresszről beszélünk, ha nem az adott faj igényeinek megfelelően választjuk meg telepítési sűrűséget, fényt, vízminőséget, takarmányt, stb. (Ashley, 2006).

A halakban is, mint ahogy más gerincesekben is a vegetatív, neuroendokrin és viselkedésbeli stressz reakciót a központi idegrendszer irányítja. Az agy nem csak hogy a kiindulási pontja, de célpontja is a stressz válasznak. Sajnálatos módon a halak központi idegrendszere által adott stressz reakciókról igen keveset tudunk, és a szakirodalom is inkább az emlősökre reflektál ebben a témában. Az endokrin stressz válaszról a valódi csontos halak esetében valamennyivel több információ áll rendelkezésre. (Johnson, 2005) Stressz hatására a halak először észlelik a tényleges vagy vélt veszélyt, mely a központi idegrendszerben tudatosul. Az első és leggyorsabb válaszreakció akut stresszor esetén a viselkedésbeli reakció, ami a hatás



észlelésétől kezdődően pár másodpercen belül létrejön, ami érthető és várható is, hiszen nem csak a hal, de más élőlény esetében is természetes viselkedés, hogy elkerüli a fenyegető ingert. Ennek ellenére, ha egy halat stressz hatás után ismét stresszornak teszünk ki rövidebb reakcióidővel alakul ki a menekülés, mint az első alkalommal. Ez valószínűleg a stressz hormonok hatásának köszönhető (Stickney, 2000)

1. ábra: A halak neuroendokrin stressz válasza:

Forrás: (Wendelaar Bonga, 1997)

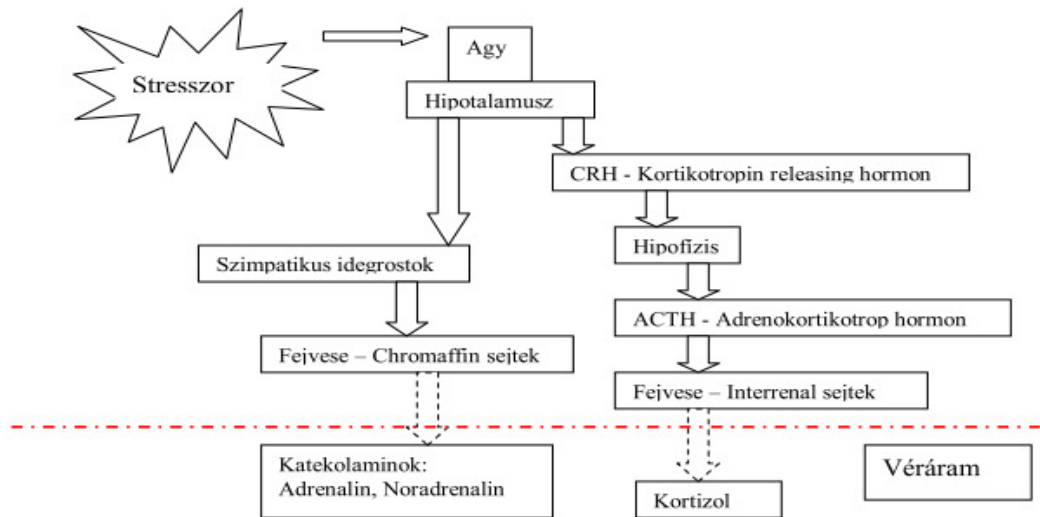


Fig 1.: The neuroendocrine stress response of fishes

Forrás: (Wendelaar Bonga, 1997)

Csontos halak endokrin stressz válasza (lásd 1. ábra), mint ahogy más gerinceseknél is a szimpatikus idegrendszer azonnali aktivizálódásával jár együtt, amely hatására gyors adrenalin és a noradrenalin szekréció indul meg a chromaffin sejtekből (mellékvesevelővel homológ szövet), amik a fejvesében (pronephrus) találhatóak. Ez a Hipotalamusz - Szimpatikus idegrendszer - Chromaffin sejt tengely (a továbbiakban HSC tengely) (Stickney, 2000). A stresszor által kiváltott fokozott szimpatikus túlsúly és a véráramban felhalmozott katekolaminok hatására optimalizálódnak a légző és kardiovaszkuláris funkciók, és mobilizálódnak az egyed energiatartalékai, hogy a megnövekedett igénybevételnek ellen tudjon állni (Johnson, 2005). A stresszor hatására Hipotalamusz – Hipofízis – Interrenal sejt tengelyen (a továbbiakban HHI tengely) kortikotropin releasing hormon (a továbbiakban CRH) szekréció indul meg a hipotalamuszban, az agyban. A CRH stimulálja a hipofízis elülső lebenyét, az adenohipofízist, ahol ennek hatására ACTH kerül a vérbe. Az eljut a fejvesébe, ahol a mellékvese kéreggel homológ interrenal szövetben kortikoszteroidokat, főként kortizol szintézisét, és véráramba bocsátását indítja meg. A kortizol kiválasztás szabályozása úgy valósul meg, hogy a HHI tengely összes többi más hormon kibocsátására negatív feedback hatással van (Stickney, 2000).

Tehát két fő termelőző hormon csoport felelős az adaptációs szindróma kialakulásáért: a katekolaminok, melyek a HHC tengely végtermékei (adrenalin, noradrenalin), illetve a kortikoszteroidok, a HPI tengely végtermékei (főként kortizol). Az adrenalin, noradrenalin



hatására javul az oxigén felvétel, nő a kopolytún átfolyó vér mennyisége, a szívverés frekvenciája, a vérkeringési perctérfogat, a vérplazma glükóz és szabad zsírsav koncentrációja. A kortizol hatására javul a hydromineralis egyensúly, nő a vérplazma szabad zsírsav tartalma, és serkenti a glikogénraktározást a májban.

A stressz hormonoknak maladaptív hatásai is vannak. Akut stressz esetében a katekolaminok hatására kimerültség, kiürült glikogén raktárak, szívmegeállás, rosszul működő ozmoreguláció alakulhat ki. Míg krónikus stresszor esetében a kortizol a hatására fokozódhat az izom fehérjék bontása, csökkenhet a betegségekkel szembeni ellenállóság, gátolhatja a növekedést, és szaporodást. (Wendelaar Bonga, 2008) Egy stresszor lehet valódi veszély az állat homeosztázisára (hirtelen vízminőség változás), de lehet, hogy csak a hal érzékeli úgy, hogy veszélynek van kitéve (pl.: emberi jelenlét a kádak között). Bármelyikről van is szó, ahhoz hogy az általános adaptációs szindróma tünetei kialakuljonak a halban, szükség van egy negatív érzetre, mint például félelemre, vagy fájdalomra, vagy rossz közérzetre. (Stickney, 2000)

A különböző stresszorokra adott stressz válaszokat három csoportba osztották: elsődleges, másodlagos, és harmadlagos. Az elsődleges stressz válasz a neuroendokrin reakció, mely során aktiválódik a HSC és HPI tengely és megkezdődik a katekolaminok, és a kortikoszteroidok szekréciója. A másodlagos reakció során megváltozik a vér glükóz és laktát tartalma, ion koncentrációja, ozmolalitása, és hematológiai jellemzői (vérkeringésben résztvevő erythrocyták, leukocyták, különböző leukocyták aránya, hemoglobin) vagyis az élettani funkciókkal kapcsolatos tulajdonságok egy része, mint például a metabolizmus, és a hydromineralis egyensúly. A harmadlagos válaszreakció pedig kihat az állat teljes teljesítményére, mint például a testtömeggyarapodásra, betegségekkel szembeni ellenálló képességére, viselkedésére és egyáltalán a túlélési esélyeire. A viselkedésbeli stressz válaszok másodperceken belül kialakulnak a stressz hatására, míg az elsődleges, és másodlagos reakciók manifesztálódása percek vagy akár órák múlva történik, következik be (2. ábra). Az állat teljes teljesítmény karakterisztikájának megváltozása hosszabb időbe telik, de ezen változások bekövetkezésének időtartama változó, függően attól, hogy milyen teljesítményről beszélünk. (Stickney, 2000)

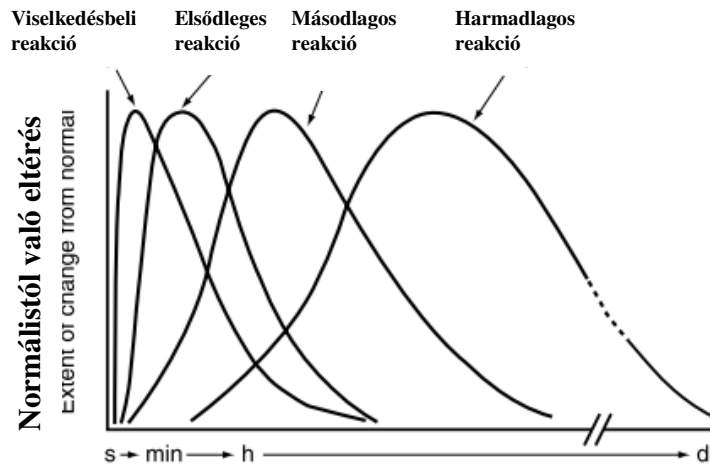
A stresszorra adott harmadlagos válasz reakció, mint már említettem a halak teljesítményének csökkenését jelenti. Direkt következményei négy területen vannak az akvakultúrában: metabolizmus, immunteljesítmény, szaporodás, viselkedés. (Stickney, 2000)

- Ahhoz, hogy sikeresek lehessünk az akvakultúrában az egyik legfontosabb tényező az, hogy az optimális növekedést, és takarmányhasznosítást érjünk el a termelt halfajnál. A stressz vélt hatása a metabolizmusra azon az elven alapul, hogy a válaszreakció energiát igényel, amit a hal a teljes energia készletéből fedez, és így a többi életfolyamathoz (pl.: növekedés) kevesebb marad.
- Az immunteljesítményre kifejtett hatása az eddigi kutatások alapján az endokrin reakcióknak, főként a kortizol maladaptív hatásának köszönhető. Ebben a témában további kutatásra van még szükség a halak esetében, de tény hogy stressz hatására nő a fogékonyságuk a betegségekre.
- A szaporodás gátlása a nemi szteroidok elnyomásával történik meg.
- A különböző viselkedési formák, mint például a táplálkozás, menekülés, agresszív viselkedés igen nagy szerepet játszanak a termelésben. Ezekre is igen nagy hatással van a stressz, hiszen csak gondoljunk bele, hogy a takarmány felvétel csökkenése, vagy visszautasítása is könnyen kialakulhat, illetve a szociális stressz könnyen szül agressziót (Johnson, 2005). Bár kétségtelen, hogy a menekülési reakció, mint viselkedés lehet adaptív hatású, mivel a túlélési

esélyeket növeli. Bár a recirkulációs rendszerekben tartott állatok menekülés során könnyen a kád falának ütközhetnek, aminek köszönhetően igen komoly sérülések érhetik őket.

2. ábra: A válaszreakciók időbeli eltérése

Forrás: (Stickney, 2000)



A stresszor észlelésétől eltelt idő

Fig. 2: Timing of the different stress responses

Forrás: (Stickney, 2000)

A stressz kimutatására több mérési lehetőség is adódik a halak esetében. Ezek jó része vér- vagy vérplazmamérési vizsgálatok. Lehet mérni a stressz hormonok koncentrációját (katekolaminok, kortizol), az oxigén felvétel és szállítás mértékét (hematokrit érték, hemoglobin mennyisége a vérben), különböző metabolikus indikátort (glükóz, laktát, szabad zsírsav mennyiség a vérben), a vérplazmaion koncentrációját, és ozmolalitását. Továbbá lehetőség van a vízben a halak által kibocsájtott kortizol koncentrációjának mérésére is, melynek előnye a többivel szemben, hogy nem kell a halhoz hozzányúlni és további stressz ingernek kitenni - ami rontja a mérés pontosságát - ahhoz, hogy megkapjuk az eredményeket. Probléma vele, hogy egy indirekt indikátor és nehéz mérni, hiszen nagyon alacsony koncentrációt kell mérnünk. (Stickney, 2000)

Egy másik lehetséges stressz állapot mérésének lehetőségére Robinette és Noga (2001) szerzőpáros bukkant, akiknek sikerült a pettyes harcsa (*Ictalurus punctatus*) bőréből kimutatni egy széles spektrumú antimikrobiális polipeptidet, amit ők hiszton szerű fehérjének (*HPL-1* – *Histon Like Protein*) neveztek el. Megfigyelésükre építve végrehajtottak egy kísérletet, mely során a stresszor a halak túltelepítése, és magas ammónia koncentráció volt. A kontroll csoport halai bőrben változatlan koncentrációban mérték a HPL-1 mennyiségét, míg a kezelt csoportokban a 4 hetes vizsgálat alatt folyamatosan csökkent a HPL-1 koncentráció.



Magyarországi lényegesebb stressz vizsgálatok az akvakultúrában

Stresszel kapcsolatban több vizsgálat is történt Magyarországon a halak esetében az utóbbi 10 évben, míg welfare-el kapcsolatban igen kevés. Ezek közül néhányat említenék meg a következőekben:

1996-ban végeztek vizsgálatot szivárványos pisztráanggal. A kísérlet során arra voltak kíváncsiak, hogy a tápba kevert glükán csökkenti-e a szállítási stresszt. A vizsgálat egy négy hetes etetési periódusból állt, majd azt követően egy 2 órás szállítási stressznek tették ki a halakat. A kísérlet kimutatta, hogy a szállítás előtti alacsonyabb glükán kiegészítés (0.1 %) csökkenti a stressz káros hatásait. (Jeney G. et al, 1997).

2008-ban végzett vizsgálatban egy hosszú távú (négy hetes) kísérletben azt vizsgálták, hogy az akváiumi tartás, a hetenkénti egyszeri szákolás valamint a vérvétel okoz-e elváltozást a vérplazma glükóz és a szérum/plazma fruktóz-amin szintekben. A kísérletben megállapították, hogy a kezelések között nem volt statisztikailag kimutatható különbség, ami azt jelenti, hogy egy hosszú távú kísérletben nem kell számolni a stressz lényegesebb torzító hatásával (Hegyi et al. 2008).

2000-ben a Kaposvári Egyetemen végeztek stresszel kapcsolatban vizsgálatot. Ebben a kísérletben stresszhatást szintén a szállítással váltottak ki, amit egyedi jelölés követett. A vizsgálatban két különböző genotípusú ponty állományt (dunai vadponty, tógazdasági tükörponty) hasonlítottak össze. A stressz hatást vérplazma glükóz, és kortizol koncentrációnak mérésével mutatták ki. A vizsgálat eredményeképpen kimutatták, hogy a tógazdasági tükörponty mind a két mért paraméter esetében szignifikánsabban alacsonyabb értékeket mutatott, ami a jobb stressz tűrésre utal (Hancz. et al. 2000).

2010-ben végzett vizsgálat során szállítási stressz hatását csökkentették le szegfűszeg olaj vízbe keverésével. A kísérlet végére a vérplazma glükóz, és kortizol koncentrációjában szignifikáns különbség volt a kontroll, illetve a szegfűszeg olajjal kezelt csoportok között (Hegyi et al, 2010).

Összegzés

Egyértelműen megállapítható, hogy a welfare egy igen összetett probléma, ami az akvakultúrában talán még több buktatót is hordoz magában fogyasztói megítélés szempontjából, abból adódóan, hogy teljesen más közegben zajlik a termelés, mint a szárazföldi állati termék előállításban. Ahhoz, hogy a fogyasztók meg tudják ítélni, hogy a termelés a halak esetében állatjóléti szempontból megfelelő, azt számszerűsíteniük kell, és egyértelmű adatokkal kell rendelkezniük a tartott állatok különböző élettani állapotáról. A számszerűsítésre egy igen jó eszköz lehet a stressz, mivel annak mérésére már kidolgozott technológiák állnak rendelkezésre.

Irodalomjegyzék

- AIS - American institute of stress (2011): (<http://www.stress.org/topic-definition-stress.htm>)
2011.február 13.
- Ashley P. J. (2006): Fish welfare: Current issues in aquaculture - Applied Animal Behaviour Science 104 (2007) 199–235
- Robinette D. W., Noga E. J. (2001): Histone-like protein: a novel method for measuring stress in fish Vol. Diseases of aquagtic organisms vol 44: 97–107,



- Ellis T., Berrill I., Lines, J., Turnbull J. F., Knowles T. B. (2012a): Mortality and fish welfare *Fish Physiol Biochem* (2012) 38:189–199
- Ellis T., Yildiz H. Y., Lo´pez-Olmeda J., Spedicato M. T., Tort L., Øverli Ø., Martins C. I. M., (2012b): Cortisol and finfish welfare *Fish Physiol Biochem* (2012) 38:163–188
- FAWC (*Farmed Animal Welfare Council*), (1996): Report on the Welfare of Farmed Fish. Surbiton, Surrey.
- Györkös I. (2006): Az állatjóléti vizsgálatok lehetőségei: Animal welfare, ethology and housing systems Volume 2 Issue 1 Gödöllő
- Hancz Cs., Bercsényi M., Magyary I. Molnár T., Knoch L., Müller T., Horn P., (2000): Comparison of stress response of two different carp (*Cyprinus carpio*, L.) genotypes. *Acta Agraria Kaposvariensis* vol 4. no. 1, page 35-40
- Hegy Á., Béres T., Kovács R., Kotrik L., Urbányi B. (2008): Laboratóriumi vizsgálatok során fellépő stressz értékelése a halakban *Animal welfare, ethology and housing systems* Volume 4, Issue 1 Gödöllő 2008 page 70-84
- Hegy Á., Urbányi B., Kovács M., Lefler K. K., Gál J., Hoitsy Gy., Horváth Á., (2010): Investigation of potential stress parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Acta Biologica Hungarica* 61 (1), pp. 24–32 (2010)
- Huntingford F. A., Kadri S. (2009): Taking account of fish welfare: lessons from aquaculture - *Journal of Fish Biology* (2009) 75, 2862–2867
- Huntingford F. A., Adams C., Braithwaite V. A., Kadri S., Pottinger T. G., Sandoe P., Turnbull J. F. (2006): REVIEW PAPER Current issues in fish welfare - *Journal of Fish Biology* (2006) 68, 332–372
- Husvéth F. (2000): A gazdasági állatok élettana az anatómia alapjaival, Második kiadás – Mezőgazdasági kiadó, Budapest 104 old.
- Jeney G., Galeotti M., Volpatti D., Jeney Zs, Anderson D. P. (1997): Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan *Aquaculture* 154 1997) 1-15
- Jeney Zs., Jeney G. (2011): Haljólét - Út a jobb minőségű halhúshoz, vagy újabb eszköz a haltermelés korlátozásához? Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal (EFSA) haljóléttel kapcsolatos tevékenysége XXXV. Halászati Tudományos Nap Szarvas, 2011. május 25-26.
- Johnson I. J., Winberg S., Sloman A. K. (2005): Social interactions, *FISH PHYSIOLOGY - Behaviour and physiology of fish* volume 24
- Martins C.I. M., Galhardo L., Noble C., Damsgard B., Spedicato M. T., Zupa W., Beauchaud m., Kulczykowska. E., Massabuau J. C., Carter T., Planellas S. R., Kristiansen T. (2012): Behavioural indicators of welfare in farmed fish - *Fish Physiol Biochem* (2012) 38:17–41
- Martinez-Porchas M., Martinez-Cordova L. R., Ramos-Enriquez R. (2009): Cortisol and Glucose: Reliable indicators of fish stress? - *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4(2): 158-178
- Rose J. D. (2002): The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain. *Reviews in Fisheries Science* 10:1-38.
- Segner H., Sundh H., Buchmann K., Douxfils J., Sundell K. S., Mathieu C., Ruane N., Jutfelt f., Toften H., Vaughan L., (2012): Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its utility as welfare indicator *Fish Physiol Biochem* (2012) 38:85–105
- Stickney R. R. (2000): *Encyclopedia of aquaculture* – Wiley interscience publication by Jon Wiley and Sons, INC., New York, Page 892-897
- Wendelaar Bonga S. E. (1997): The stress Response in Fish - *Physiological Reviews* Vol. 77, 591-625