

9. fejezet

Új, innovatív eljárások a süllőtenyésztésben

Szerző: Urbányi Béla, Bokor Zoltán, Müller Tamás, Horváth Ákos, Kotrik László és Hegyi Árpád

9.1. A süllősperma mélyhűtése

9.1.1. Bevezetés – a módszer jelentősége és lényege

Az utóbbi években több gazdaságban és kutató intézményben egyidejűleg végeztek sikeres vizsgálatokat a süllő hormonálisan indukált keltetőházi szaporításának kidolgozására. A nőivarú egyedek fejési szinkronizálása jelenleg még nem tökéletes, mivel a fejésre való felkészültségük nem számítható ki pontosan, mint például a ponty esetében, ezért a sikeres fejés folyamatos figyelmet, ellenőrzést igényel. Éppen ezért a hímek jelenlétének minimalizálása és a sperma minél egyszerűbb módon történő biztosítása, koncentrálhatja a figyelmet az ikrások felé, vagyis egyszerűsítheti a keltetőházi munkát. Ezen módszertan kiteljesítését segítik elő és felhasználhatóságát támasztják alá a spermamélyhűtési vizsgálatok, melynek a süllő-kősüllő hibridek létrehozásakor lehet jelentősége.

Egy sikeres, gyakorlatban is alkalmazható mélyhűtési módszer segítségével nemcsak a szaporítás kockázatainak csökkentésére nyílna mód, hanem többek között a haltenyésztésben eddig csak kezdeti szinten, a ponty esetében alkalmazott értékes tenyészegyedek örökítőanyagának hosszú távú tárolására és spermabank kialakítására is, fokozva ezzel a haltenyésztés-

ben eddig még kevésbé jelentős állattenyésztési szelekciós eljárások szerepét és értékét.

9.1.2. Eddigi publikált eredmények

A sügérfélék családjából ismereteink szerint legkorábban Moore [39] foglalkozott az egyik amerikai süllőfaj, a walleye (*Sander vitreus*) spermamélyhűtésével. Vizsgálatai során a walleye szemínális folyadékának összetétele alapján készített hígítót kombinálta dimetilszulfoxid (DMSO), szarvasmarha szérum albumin (BSA) és PRO-FAM[®] szója fehérje védőanyaggal 4 különböző kombinációban. Az egyes kombinációk a következőképpen alakultak:

1. 5% DMSO
2. 7% DMSO, BSA (4 mg/ml), PRO-FAM (7,5 mg/ml) keveréke
3. 5% DMSO, BSA (4 mg/ml), PRO-FAM (7,5 mg/ml) keveréke
4. 7% DMSO, BSA (4 mg/ml)

Mindegyik hígító tartalmazott további 15 g glükózt és 5 g mannitolt 2 literenként. A spermát 1:2 arányban hígította a hígító kombinációkkal, majd a mintákat 0,25 ml-es műszalmába töltve 30 percig hűtötte szárazjégen. A műszalmákat folyékony nitrogénben tárolták. A felolvasztás során a hígító fürdő hőmérséklete 21,1 vagy 32,1 °C volt. A szerző 1985-ben 59 ml ikrát, míg 1986-ban 118 ml ikrát termékenyített 2 ml mélyhűtött, majd felolvasztott spermával. A kísérlet eredménye szerint, a mélyhűtött walleye sperma szignifikánsan kevesebb ikrát termékenyített minden ismétlésben a friss spermához képest. A mélyhűtött sperma termékenyülési százaléka 55,2 és 83,2% (1985), ill. 39,2 és 68,0% (1986) között volt. A friss sperma 1985-ben 94,4%-os termékenyülést eredményezett, míg 1986-ban 83,2 és 96,6% között ingadozott. A legjobb termékenyülési eredmények 1985-ben a 2 és 3-as hígító kombinációval születtek, melyek szignifikánsan eltértek az 1. és 4. hígító eredményeitől. Az 1986-os évi kísérletek során a 2. sperma-hígító kombináció eredményezett szignifikánsan magasabb értéket a másik három sperma-hígító kombinációnál.

Egy újabb kísérlet során 3 különböző DMSO-ra alapozott hígítót vizsgáltak a kutatók szintén walleye fajban [6]. Ezek a következők voltak:

1. 7% DMSO, 4 mg/ml BSA, 7,5 mg/ml PRO-FAM és Rathbun hígító keveréke

2. 3,6 mg/ml NaCl, 10 mg/ml KCl, 0,09 mg MgCl₂, 0,2 mg/ml NaHCO₃ és 10% DMSO keveréke
3. 0,3 M glükóz, 10% DMSO keveréke 3 hígítási arányban (1:5, 1:9, 1:15)

A legjobb eredményt az 1 : 15-ös arányban az 1. hígítóval kevert sperma esetében kapták. Ez az eljárás $46 \pm 3\%$ -os felolvasztás utáni motilitást eredményezett, szemben a 2. és 3. hígító 10 és 5%-os értékeivel. A friss sperma motilitása 75 és 80% között mozgott. Az 1. hígítóval, 1 : 15 arányban kevert sperma mélyhűtést és felolvasztást követően $28,51 \pm 6,84$ és $59,02 \pm 1,06\%$ közötti termékenyítést eredményezett 12 napos szempontos ikrán vizsgálva, míg friss spermánál ez az érték $83,23 \pm 3,16$ és $91,01 \pm 0,63\%$ között alakult.

A másik halfaj, a szintén az amerikai kontinensen honos sárga sügér (*Percal flavescens*) spermájának hosszú távú tárolásával először Ciereszko et al [11] próbálkozott. A kísérlet során a kutatók két hígítót használtak. A DMSO hígító 125 mM szacharózt, 6,5 mM redukált glutationt, 100 mM káliumbikarbonátot (KHCO₃), 8% DMSO-t és 10% tojássárgáját tartalmazott, míg a glicerin-glükóz hígító összetétele a következőképpen alakult: 0,3 M glükóz, 20% glicerin. Mindkét hígító esetében 4×, illetve 8× hígítást alkalmaztak. A spermát 0,5 ml-es adagokban szárazjégen hűtötték -79 °C-on pelletmódszerrel, amelyeket utána az erre szolgáló ampullákban tároltak cseppfolyós nitrogénben 1,5-2 hónapig. A termékenyítést megelőzően 3 vagy 4 mélyhűtött adagot szobahőmérsékletű fiziológiás sóoldatban olvasztottak fel, majd ezt követően a spermaszuspenziót összekeverték egy adag ikrával (1175 ± 267). A termékenyülést 8-10 °C-os vízben 7 nap múlva számolták. Annak ellenére, hogy a 8×hígított DMSO hígítóval magasabb termékenyülési százalékot lehetett megfigyelni, mint a 4×hígításnál ($28,7 \pm 27,2$, ill. $18,3 \pm 13,5\%$), a két érték között statisztikailag kimutatható különbség nem volt. A glükóz-glicerin hígítóval kevert sperma gyakorlatilag minden termékenyítő képességét elvesztette (0,3%), így a DMSO hígító termékenyülési eredménye (23,2%) szignifikánsan jobb értéket eredményezett a másik hígítónál, azonban mindkét hígító eredménye szignifikánsan elmaradt a friss sperma használatával kapott termékenyülési százaléktól, ami 53,4% volt.

Később Glogowski et al. [18] számolt be ismét sikeres sárga sügér spermamélyhűtésről. A kutatás során 4 védőanyagot teszteltek:

1. 15% DMSO
2. DMSO-tojássárgája keverék (15% DMSO és 10% tojássárgája)
3. 15% DMA

4. DMA-tojássárgája keverék (15% DMA és 10% tojássárgája)

Mindegyik hígítóhoz 0,45 M szacharózt keverték. A mélyhűtést az előző kísérletben leírtak szerint végezték, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben 0,05 ml-es adagokban hűtötték a spermát. A felolvasztás 0,5% NaCl oldatban történt 21 °C-on. Megközelítőleg 3×10^6 spermium jutott egy ikraszemre. A friss sperma $61,1 \pm 3,1\%$ termékenyülést eredményezett szempontos embrió stádiumban. Mélyhűtött sperma esetében 42,5-47,2% közötti értéket kaptak, ami a friss sperma 69,6-77,3%-a. Az egyes hígítók között nem volt szignifikáns különbség. Ez az eredmény már jelentős fejlődést mutat (~30%), az előzőekben leírtakhoz képest.

Az Európában is megtalálható fajok közül a sügér (*Perca fluviatilis*) spermamélyhűtésére találhatunk irodalmi forrásokat. Az elsők között saját kutatócsoportunk végzett mélyhűtési kísérleteket sügéren. Horváth és Urbányi [26] leírása szerint a spermát 1:9 arányban hígították, 0,25 ml-es műszalmákat használtak és 5 különböző hígítót teszteltek a vizsgálatok során. A hígítók a következők voltak:

1. 300 mM szacharóz és 30 mM Tris (pH 8,0)
2. 350 mM glükóz és 30 mM Tris (pH 8,0)
3. 350 mM fruktóz és 30 mM Tris (pH 8,0)
4. 200 mM KCl és 30 mM Tris (pH 8,0)
5. Magyary-féle módosított Kurokura-hígító, aminek összetétele 360 mg NaCl, 1000 mg KCl, 22 mg CaCl₂, 8 mg MgCl₂ és 20 mg NaHCO₃ 100 ml vízben feloldva [37])

Ezen kívül a kísérletekben két védőanyagot használtak: DMSO-t, ill. metanol 10%-os végső koncentrációban.

A mélyhűtés folyamata során az előző kísérletben is leírt polisztirol dobozos technikát alkalmazták, azaz 3 cm-rel a folyékony nitrogén felszíne felett fagyasztottak, 3-5 percig. A mélyhűtött szalmákat folyékony nitrogénnel töltött kaniszteres kannákban tárolták 2-3 hétig. A termékenyítés során 350-400 db ikrát termékenyítettek 1 műszalma tartalmával. A felolvasztás 40 °C-os vízfürdőben 5 másodpercig tartott. A megfigyelések szerint a felolvasztást követő motilitás eredményekben nem volt szignifikáns különbség az egyes hígítók és védőanyagok között, azonban a cukor alapú hígítók előnyösebb hatását észlelték a sperma túlélését tekintve, szemben az ionos összetételű hígítókkal. A legmagasabb motilitást a glükóz-DMSO párosítás

eredményezte ($33 \pm 22\%$). A termékenyülési eredményeket tekintve mélyhűtött sperma esetében a legmagasabb érték 63%, míg a friss sperma esetében 61% volt.

A Szent István Egyetem kutatócsoportja tett kísérletet 3 sügérféle, a magyar bucó (*Zingel zingel*), a széles durbincs (*Gymnocephalus baloni*) és a kősüllő (*Sander volgensis*) spermájának mélyhűtésére [33]. Sikeres fagyasztást azonban, csak a magyar bucó esetében sikerült kivitelezni. A sperma hűtéséhez 3 féle hígítót használtak:

1. 350mM fruktóz, 30 mM Tris, pH 8,0;
2. 200 mM KCl, 30 mM Tris;
3. Magyary-féle módosított Kurokura-hígító: 100 ml-re 350 mg NaCl, 1000 mg KCl, 22 mg CaCl₂, 8 mg MgCl₂, 20 mg NaHCO₃.

A hígítókhoz kétféle védőanyagot, DMSO-t és metanolt adagoltak 10%-os végső koncentrációban. A spermát 1:9 arányban hígították a hűtőmédi-
ummal, majd mindezt 0,25 ml-es műszalmákba szívták fel és szintén polisztirol dobozban hűtötték 4 cm-re a nitrogén felszínétől 3 percre. A szalmákat 40 °C-os vízfürdőben 5 másodpercig olvasztották fel. A legmagasabb átlagos felolvasztás utáni eredményeket KCl hígítóval és 10% metanol védőanyag használatával kapták. A metanol használatával hűtött minták motilitása általában magasabb volt, mint DMSO esetében.

9.1.3. Gyakorlati mélyhűtési módszertan

A süllőanyákat 4 mg/ttm-kg hipofízissel oltották 72 órával a fejést megelőzően. Négy hím spermáját és egy nőstény ikráját használták a kísérletben. A hímeket szegfűszeg olaj segítségével altatták, majd a spermát kézi fejéssel egy automata pipetta segítségével gyűjtötték össze, ügyelve arra, hogy az ivartermék vizelettel, illetve székllettel ne szennyeződjön. A spermát 1:1 arányban hígították a következő összetételű hűtőmédi-
ummal: 350 mM glükóz, 30 mM Tris, pH 8,0 (ccHCl-el beállítva), 10%-os végső koncentrációjú metanol. A hígított ivarterméket 0,5 ml-es szalmákba töltötték, majd a hűtést folyékony nitrogén gőzébe végezték egy polisztirol dobozban. Egy, a folyékony nitrogén felszínétől 3 cm magasan úszó polisztirol kereten hűtötték a mintákat 3 percre, ezt követően a folyékony nitrogénbe helyezték azokat. A spermát egy hétig tárolták folyékony nitrogénnel töltött kaniszteres kannában (BIO 20, Statbourne Cryogenics, Washington Tyne Wear, UK). A felolvasztást 40 °C-os vízfürdőben 13 másodpercig végezték. Ezt követően megvizsgálták a minták motilitását.

A nőtényeket óránként ellenőrizték, annak kiderítése érdekében, hogy azok felkészültek-e a fejsre. A lefejt ikrát 3 ismétlésben 10 és 30 g-ra, míg 1 ismétlésben 50 g-os adagokra osztották. Egy adag ikrát egy műszalma tartalmával termékenyítették. Kontrollként frissen fejt spermát használtak. Az ikrát Woynárovich oldatban 90 percig, állandó kevergetés mellett duzzasztották. Ezt követően tannin (0,5 g/l) oldattal vették el a ragadóságot kétszer 20 másodpercig. Az egyes tételeket külön 7 l-es Zuger-üvegekbe öntötték inkubáció céljából. A kelést követően a kelési arányt leszámolták.

9.1.4. Eredmények és alkalmazhatóság

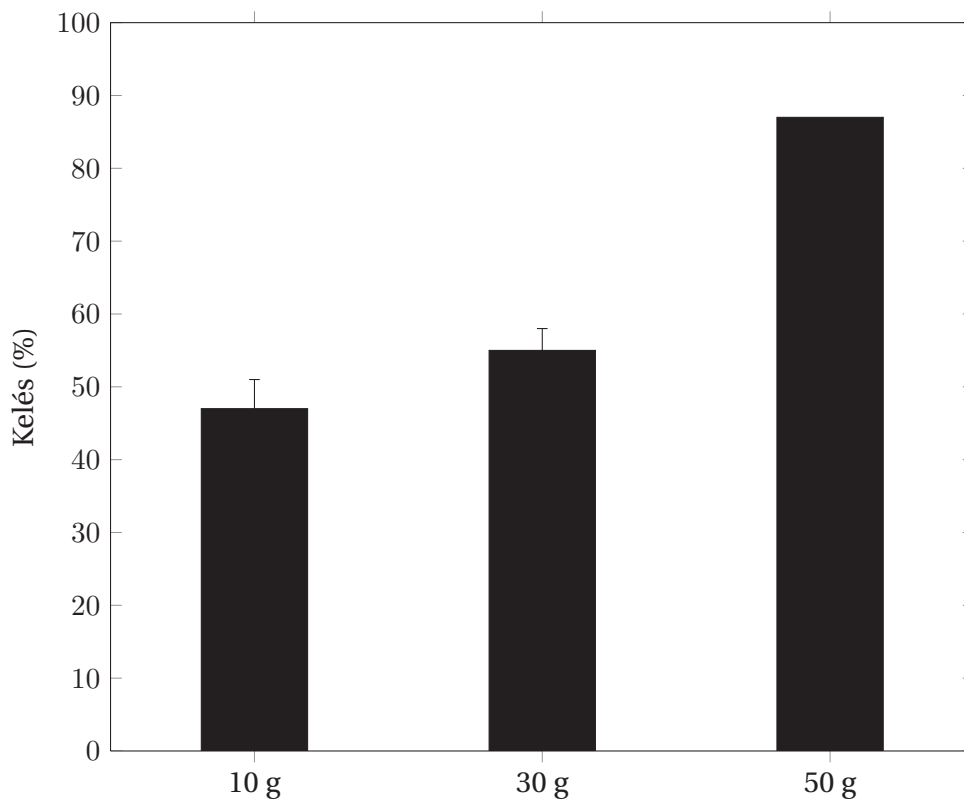
A katéteres spermavétel eredményeként a frissen fejt süllősperma motilitása $63 \pm 10\%$ lett. A spermakoncentráció a kísérletben $1,8571 \pm 0,1538 \times 10^{10}$, míg az 1 g-ban található ikraszemek száma 1367 ± 54 volt, így az egy ikraszemre jutó spermiumok száma a 10 g-os ikratételek esetében $3,396 \times 10^5$, a 30 g-os ikratételek esetében $1,132 \times 10^5$, míg az 50 g-os ikratételek esetében $6,792 \times 10^4$ körül alakult. A felolvasztás utáni motilitás $53 \pm 5\%$ volt, így a frissen fejt és a felolvasztott minták motilitás értékei között szignifikáns különbség nem volt ($P=0,1135$).

Amikor 10 g ikrát termékenyítettek egy műszalmányi mélyhűtött spermával a kikelt lárvák aránya $47 \pm 4\%$ volt, míg 30 g ikrát termékenyítéskor $55 \pm 3\%$. A két eredmény között ugyan nem találtak statisztikailag szignifikáns eltérést, azonban a t-próba eredménye ($P = 0,05701$) nagyon közel áll a szignifikancia-szinthez. Meglepő módon, amikor 50 g ikrát termékenyítettek egy műszalmányi felolvasztott spermával 87%-os kelést tapasztaltak, igaz ebben az esetben ismétlés nem volt (9.1. ábra).

9.1.5. Összegzés

A keltetőházi kísérletek során sikerült megállapítani, hogy az egy db 0,5 ml-es műszalmával termékenyített ikraadagok növelésével javult a kelési százalék. A megfigyelések szerint a különböző ikraadagok eltérő módon viselkedtek a Zuger-üvegben. A 10 g-os ikratételek enyhén összeragadtak egy csomóba, míg a 30 g-os adagok több kisebb csomóba rendeződtek, végül az 50 g-os adagban az ikraszemek szabadon legördültek egymáson. Ez a vizsgálat azt mutatja, hogy a nagyobb adagok alkalmazása jobb kelési eredményeket eredményezhet.

Összességében elmondható, hogy rendelkezünk azon technológiai módszertannal, melynek segítségével a süllő sperma sikeresen mélyhűthető és felhasználható a keltetőházi gyakorlat folyamatában.



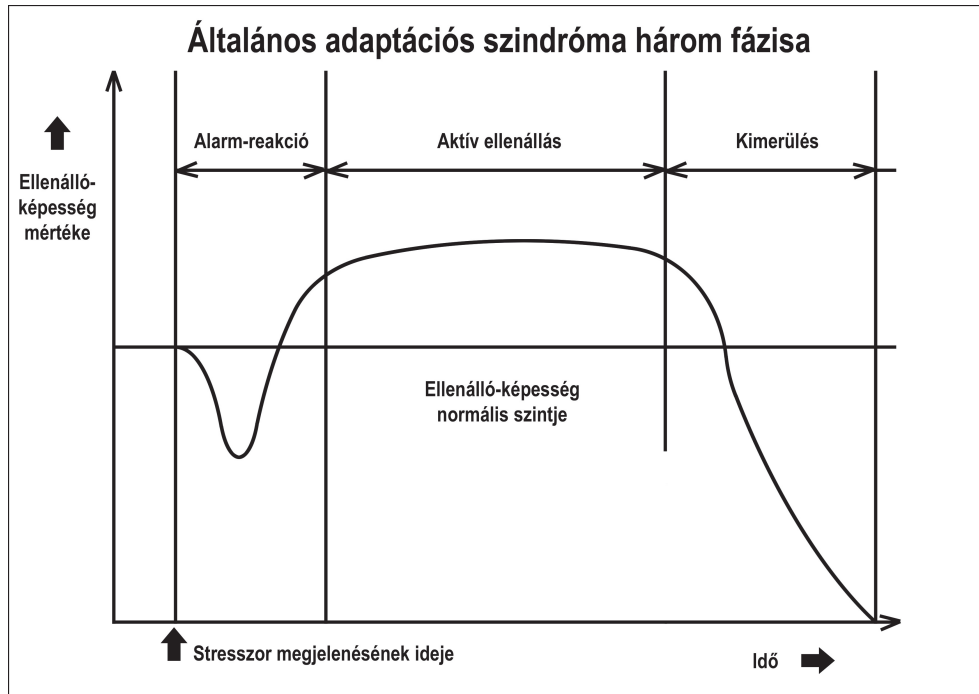
9.1. ábra. Az 1 műszalmával termékenyített különböző ikratételek kelési eredményei (10 g és 30 g esetében N=3, 50 g esetében N = 1. Kontroll: $61 \pm 45\%$)

9.2. Stresszkutatások a süllő fajban

9.2.1. A stressz

Tudományosan meghatározva, stressznek azt az állapotot tekintjük, amely az általános adaptációs szindrómában nyilvánul meg (9.2. ábra). Ez gerinces állatok és az ember esetében többek között magában foglalja a mellékvese ingerületét, a nyirokszervek zsugorodását, a gyomor-bélrendszer fekélyeit, a testsúly csökkenését és a szervezet vegyi összetételének eltolódásait. Mindezek az elváltozások egyetlen szindrómát, egységesen megnyilvánuló tünetcsoportot alkotnak.

A stressztől közvetlenül érintett szövetekben az úgynevezett lokális adap-



9.2. ábra. Általános adaptációs szindróma

tációs szindróma (L.A.S.) alakul ki, így például azon a helyen, ahol baktériumok hatoltak be a szervezetbe. A lokális adaptációs szindróma és az általános adaptációs szindróma között szoros összefüggés. A stressz hatósugarában levő szövetek kémiai úton riasztó jelzéseket küldenek a lokális adaptációs szindróma színhelyéről az idegrendszer elosztó állomásaira és az endokrin mirigyekhez, főként a hipofízishez és a mellékveséhez, hogy ezeknek az adaptációs hormonjai meggátolják a szervezet kopási folyamatát. Ez a fajta ellentevékenység azután visszahat a lokális adaptációs szindróma keletkezési helyére is. Az adaptációs hormonok két csoportba oszthatók: gyulladásgátló hormonok (ACTH, kortizon, kortizol), melyek gátolják a védelmi reakciókat, és gyulladásképző hormonok (STH, aldosteron, DOC), melyek ugyanezt fejlődni segítik. Mindezeknek az anyagoknak hatása módosítható és szabályozható más hormonok által (adrenalin vagy pajzsmirigy-hormonok), idegi reakciókkal, étrenddel, öröklött tulajdonságokkal vagy azzal, hogy a test szövetei „emlékeznek” korábbi stresszekre.

9.2.2. A stresszor

A stresszort úgy jelölhetjük meg, hogy „ez az, ami a stresszt okozza”. Annak alapján, amit az előbbiekben a stressz viszonylagosságáról elhangzott, egyértelművé válik, hogy minden ágens többé-kevésbé stresszor is, abban a mértékben, ahogy stressz, illetőleg nem-fajlagos elváltozások előidézésére képes. A stresszor a környezet egy eleme, ami az élőlények élettanában olyan változást okoz, ami csökkent növekedésben, kisebb termésben és termelésben, élettani alkalmazkodásban és a faj adaptációjában nyilvánul meg.

9.2.3. Stressz kimutatása halakban

A halaknál alkalmazott stressz-kimutatási eljárások elsősorban az egyes szervek elváltozásainak vizsgálatával és a vérben található anyagok mennyiségének meghatározásával történik. Nincs általános definíció a rövid-, és hosszú távú stressz időtartamára. A rövid távú stressz könnyebben behatárolható, hiszen a kutatások a néhány másodperces és perces kitettségtől (pl. hálón tartás), a néhány napos kitettséig (pl. külső parazitás fertőzés) terjednek.

A rövid ideig ható stresszt számos, a vérben jelenlevő különböző anyagcseretermékek és hormonok mennyiségének változásával vizsgálják. A leggyakrabban használt rövid távú stressz jelző a kortizol, de gyakori még a hematokrit érték, a vérplazma glükóz és a klorid koncentráció vizsgálata is. Ezek mellett a vér alakos elemeinek, nemi és növekedési hormonoknak, elektrolitoknak és anyagcsere, elsősorban a lipid anyagcsere termékeknek mennyiségi változásait is vizsgálják. A vér-összetevők mellett a bőr elváltozásait, kopoltyú mozgásának intenzitását és a kopoltyú gázcserefolyamatait, illetve a bél mikroflórájának változását kísérik figyelemmel rövid ideig tartó stresszhatást követően. Ugyancsak a rövid ideig tartó stresszhatások úszás-teljesítmény vizsgálattal is mérhetőek. A módszer lényege az, hogy egy átlátszó áramlási csőbe – állandó sebességű vízáram mellett – helyezik a halakat és a kifáradás idejét regisztrálják. A halak ösztönüknél fogva úsznak a vízáram ellen, majd a kifáradás határán a halak a cső kifolyó oldalán lévő rácshoz sodródnak, ahol az itt elhelyezett elektródparából gyenge áramütést kapnak. Egy mérés akkor befejezett, ha a hal öt másodpercnél tovább tartó elektromos impulzus hatására sem úszik tovább.

A hosszú távú stresszhatásokat rendszerint egyes szervek vagy szervrendszerek változásaival és a szervezet életfolyamatainak zavaraival jellemzik: csökken az egészségi állapot, csökken a növekedés és csökken a betegségekkel szembeni ellenálló képesség, az agy szerkezete megváltozik, károsodik a kopoltyú, zavart szenved a gyomor és bélműködés, a viselkedés megválto-

zik, károsodik a központi idegrendszer és blokkol a hipotalamusz-hipofízis-gonád tengely. Számos vizsgálat során ezeket a változásokat szövettani met-szetek készítésével és kiértékelésével is detektálják. A hosszú távú stressz hematológiai nyomon-követése kiaknázatlan. Elsősorban csak a vér alakos elemeinek elváltozásaival, mennyiségük alakulásával, valamint a vérplazma fruktózamin („glükóz memória”) koncentrációjával mutatják ki a hosszabb távú stressz negatív hatásait.

9.2.4. A süllő stressz-érzékenysége, a stressz érzékenység élettana

A külföldi szakirodalomban csupán néhány kísérletes munkát találunk a süllő halfaj stressz-érzékenységének megismerésére. Kanadai kutatók ki-mutatták, hogy a süllő egyes fogási módszerei szignifikánsan növelik a vér-plazma kortizol, mint stresszhormon koncentrációját. Mindemellett növe-keedett a vérplazma kreatin foszfokináz és a laktát dehidrogenáz aktivitás is és közepes mértékű sejtkárosodás is tapasztalható volt az egyedekben. A megterhelés alatt drasztikusan csökkent a fehér izom energiakészlete (fosz-fokreatin, ATP és glikogén) és egyidejűleg növekedett a fehér izom és a plaz-ma laktát koncentrációja is.

Amerikai kutatócsoport a süllő befogásának vizsgálatát szállítással is össze-kapcsolták. A kísérlet során a vérplazma kortizol koncentrációjában akut emelkedés volt tapasztalható, a vérplazma klorid koncentrációja pedig je-lentősen csökkent. A szállítással egybekötött kísérleti eredmények azt mu-tatták, hogy a fiatal süllők jelentős élettani stresszt kapnak a befogáskor és a szállításkor.

Angol ichtiológusok a süllő stressz-válaszait vizsgálták különböző szál-lítóközegben. A süllő hirtelen brakkvízbe (félsós 230 mOsmol/kg) történő áthelyezésekor szignifikánsan növelte a vérplazma klorid, glükóz és kortizol koncentrációt és növekedett a vér hematokrit értéke (vörösvérsejtek térfo-gataránya a véren belül) is. Néhány nap után viszont az előzőekben felsorolt stressz kimutatására alkalmas paraméterek már stressz-válasz hiányait mutatta. Kimutatták az is, hogy a süllő nem éli túl a hirtelen brakkvízbe he-lyezést, ahol a hiperozmotikus állapot 750 mOsmol/kg felett van.

9.2.5. A süllő érzékenységének megítélése a hazai gyakorlati hal-gazdálkodásban

A süllő a tógazdaságokban tenyésztett halfajok között a legérzékenyebb, hiszen a tógazdasági műveletek (lehalászás, válogatás, szállítás) alatt fellépő törődésekkel szemben rendkívül érzékeny. Igen kényes a víz hőmérsékleté-nek hirtelen változására is. Már néhány fokos különbség is a pusztuláshoz

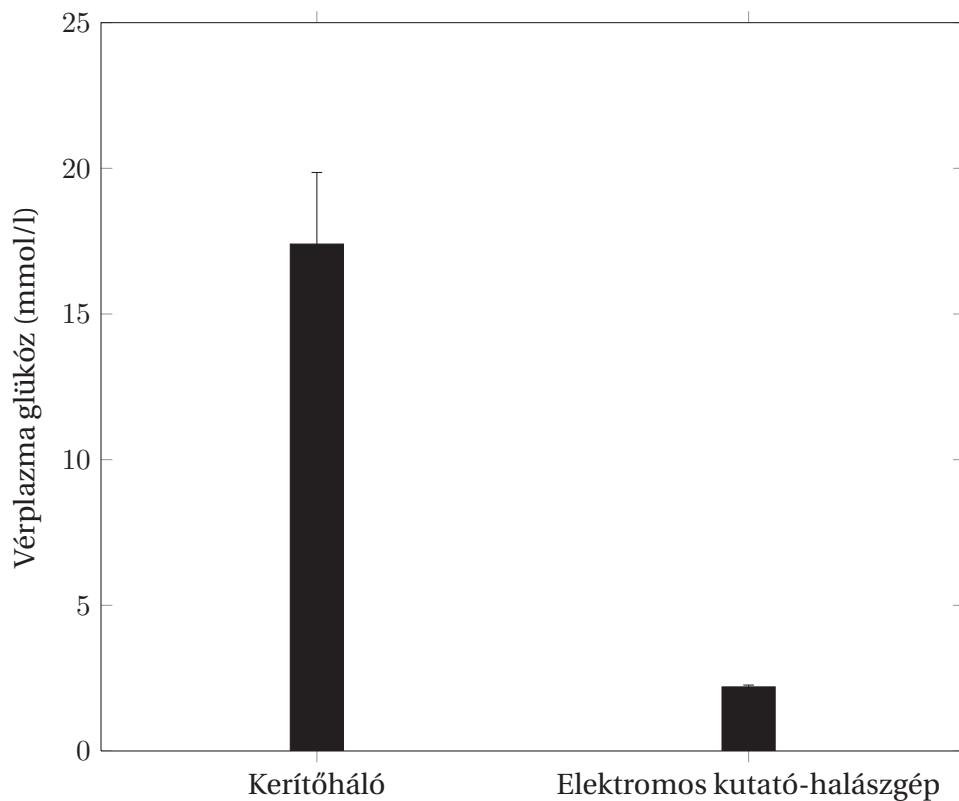
vezethet. A tógazdasági lehalászás alkalmával a tanyából minden esetben a süllő kerül ki elsőként (9.3. ábra). Ennek számos oka van, egyrészt a tanyában, még a levegőztetés ellenére is, jelentősen csökken az oxigén mennyiség és telítettség, másrészt pedig a túlszűfolttság miatt nagy a törődés veszélye. Meg kell még említeni a lehalászás alkalmával összehúzott és felkavart jelentős iszaptömeget is, amely gyorsan megtapad a süllő kopolyúívén, amely a halak fulladásához is vezethet.



9.3. ábra. Süllőhalászat

A süllő kifogásának módja nagymértékben meghatározza a stressz nagyságát. Vizsgálatainkkal kimutattuk, hogy például a kerítőháló és az elektromos kutató-halászgép, mint kifogási módszer között jelentős különbséget találunk a stresszválaszt tekintve (9.4. ábra).

A süllő nem viseli jól a vízen kívüli tartást, így az egyik legnagyobb megterhelést a szállítás körüli munkafolyamatok és maga a szállítás jelentik az egyedeknek. A több év alatt sikeresen előállított, jó minőségű halállomány értékét jelentősen csökkentheti egy rosszul megszervezett szállítási technológia. Egyes halfajokon a szállítás okozta értékcsökkenés eltérően jelentke-



9.4. ábra. Különböző fogási módok okozta stresszválasz a vérplazma-glükóz koncentráción keresztül.

zik. A süllő kemény, hegyes hátúszósugarai és fogazott pikkelyei okozhatják – főleg az idősebb korosztályok esetén – a szállított egyedek egymáson jelentkező sérülését, amely sokszor utat enged a napok múlva jelentkező bakteriális és gombás megbetegedéseknek. A tenyésztésre szánt, nagy testű állatok szállítása komolyan befolyásolja a rövid időn belül elvégzett szaporítás eredményességét. Általánosan jelentkező probléma a hosszú távú nyári 20 °C feletti vízhőmérsékleten történő szállítás. A lelkiismeretes haltermelők ilyenkor inkább nem is forgalmazznak tenyésztésre szánt, vagy természetes vizekbe kihelyezendő állatokat. A süllő szállítása tehát nagy gondosságot és odafigyelést igényel, a szállítás irányszámait a 9.1. táblázat szemlélteti.

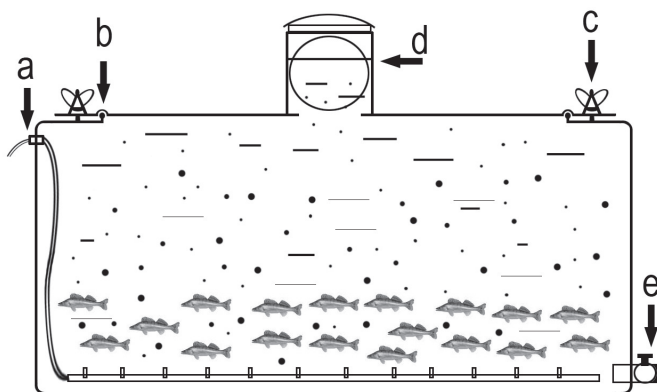
A szállítás irányszámait mellett figyelmet kell fordítani a süllő oxigénigényére, bár egyes vélemények szerint a viszonylag gyakori süllőpusztulást ál-

9.1. táblázat. A halveszállítás irányszámái – 100 liter vízben szállítható hal tömege kg-ban.

Halfaj	Víz hőmérséklet				
	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
Ponty, compó	50	45	40	35	30
Amur	60	50	40	30	20
Pettyes busa	50	50	45	40	40
Fehér busa	20	20	15	10	10
Harcsa	60	50	45	40	40
Süllő, csuka	20	20	15	10	10

talában nem oxigénhiány, mindinkább a stressz, vagyis a megterhelés okozza. Az oxigén mennyiségének határértékeit a 9.3. táblázat mutatja.

Tekintettel a süllő stresszérzékenységre, valamint az oxigénmennyiség iránti igényére a gyakorlatban speciális szállítóberendezéseket hoztak létre. Egyik ilyen berendezés a 9.5. ábrán bemutatott Vollmann-Schipper által kifejlesztett tartály, amely levegőztető berendezéssel és szívárgásmentes, vízhatlan fedéllel van ellátva.



9.5. ábra. Speciális süllőszállító kád. a. levegőztető berendezés b. gumis illesztés c. mozgó fedél d. szorító csavar e. leeresztő szelep

A másik süllőszállítási lehetőség a speciálisan felszerelt, műanyagból készült szállító hordó (9.6. ábra). A szállító eszközt szinte teljesen fel kell töl-

9.2. táblázat. Egyes halfajok oxigénigénye

Halfaj	Megfigyelés	Oxigén-koncentráció
	kedvező	8-11 mg/l
	légzési nehézség	5-8 mg/l
Pisztráng	pusztulás (6,5 °C-on)	1,15 mg/l
	pusztulás (10 °C-on)	2,5 mg/l
	pusztulás (25 °C-on)	3,4 mg/l
Süllő	pusztulás (20 °C-on)	2 mg/l
Sügér	pusztulás (18 °C-on)	1 mg/l
Dévéskereszeg, csuka	pusztulás (18 °C-on)	0,7-0,9 mg/l
Ponty	kedvező	6 mg/l
	pusztulás (20 °C-on)	0,8 mg/l
Ezüstkárász	pusztulás	0,5 mg/l

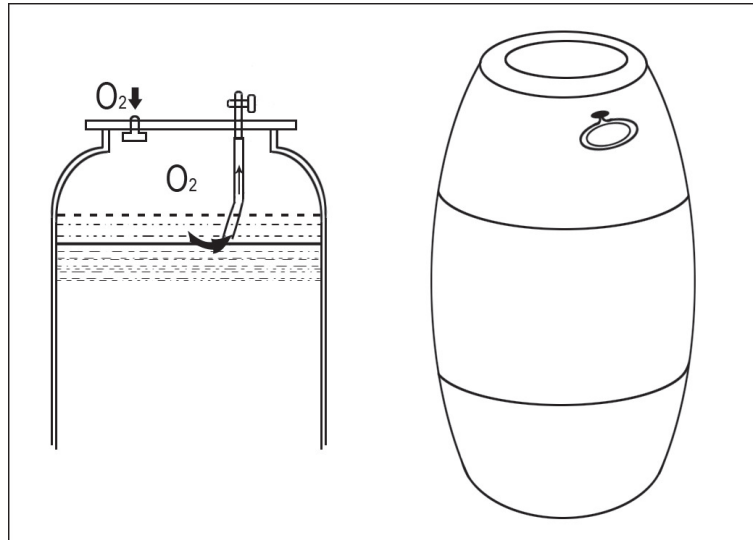
9.3. táblázat. Modellszállítás után kapott eredmények vérplazmából

Paraméter	Kiindulási adatok	Modell szállítás (2 órás)
Kortizol (ng/ml)	52,0 ±19,0	407,0 ±44,4
Glükóz (nmol/ml)	2,40 ±1,26	7,07 ±0,59
Lizozim (µg/ml)	9,55 ±1,50	17,32 ±1,37

teni, hogy a víz mozgásából adódó hullámozás sérülést ne okozzon az egyedeknek, a gázcsere pedig szelepen keresztül valósul meg.

A szállítási stressz nagyságának meghatározására elvégzett szállítási modellezés közben nyert adatok bizonyítják, hogy a szállítás folyamata jelentősen megterheli a süllő szervezetét, komoly stressz reakciót indukálva. A következőkben egy modell szállítási vizsgálat eredményeit mutatjuk be, ahol alacsony egyedszámmal, megfelelő méretű szállítókáddal és ideális oxigénellátottság mellett dolgoztunk. A kétórás szállítást követően mért vérplazmaösszetevők eredményeit a 9.3. táblázatban foglaltuk össze.

A szállítás alatti megterhelés csökkentésére különböző altató/bódító szereket, úgy mint a szegfűszegolaj, etilén-glikol monofenil éter, norcaicum és MS222 használhatunk, amelyekkel akár harmadára is csökkenthető a stressz mértéke. A szállítás során a cél, hogy az állatok egy bizonyos bódultsági állapotba kerüljenek úgy, hogy a mozgáskoordinációjukat ne veszítsék el. Az altató/bódító szerek alkalmazásakor minden esetben figyelembe kell venni



9.6. ábra. Süllőszállító hordó

a szállítóközegben lévő víz térfogatát és a felhasznált altatószer mennyiségét és összetételét. Utóbbi különösképpen igaz a szegfűszegolajra, hiszen az eugenol, mint fő alkotó koncentrációja határozza meg a beoldott mennyiséget.

9.3. A süllő hibridizációja

A világ haltenyésztésében számos fajhibridet tenyésztenek, kihasználva esetleges genotípusos és fenotípusos előnyüket a szülői vonalakhoz képest. A sügérfélék hibridizációjában rejlő lehetőségeket Amerikában már felismerték. A saugeye (*Sander vitreum* × *S. canadense*), illetve a hibrid csíkos sügér (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*) jobb növekedési erélyének és magasabb tűrőképességének köszönhetően általánosan elterjedt az észak-amerikai akvakultúrákban. A süllő és a kőszüllő közötti természetes hibridizációról kevés az adatunk [44], valószínűleg az eltérő ívási idő és ívási etológia miatt. Laboratóriumi körülmények között, ahol az anyahalak felkészülését mesterséges fény- és hőmérséklet-programokkal lehet szabályozni, az ívási idő előtti „mesterséges tavasszal” a két faj reprodukciós ciklusa szinkronba hozható. A két fajt 3 esetben sikerült eddig hibridizálni: 2003-ban [45], 2005-ben [40] és 2008-ban [42]. A szülők eltérő ívási etológiája miatt a kutatók a természetes ívatásban nem bíztak, így hormonkezelés után az ikrás

süllőkből lefejték az ikrát, majd ezt keverték össze tejes kősüllők spermájával. A megtermékenyített ikrákat a kontroll-ikratételekkel azonos körülmények között keltették. A keresztezésnek sem morfológiai, sem fiziológiai akadályai nem voltak, mert a mikropyle megfelelő a másik faj spermiumának bejutásához és a kromoszómaszám is azonos. A termékenyülés a szülőfajokéhoz volt hasonló (60-98%). A hibridet *fehérkövesnek* nevezték el a süllő „*fehér*” és kősüllő „*köves*” népies elnevezésük után (9.7. ábra). Az eddigi megfigyelések alapján a tejes hibrid fertilis, a kősüllővel és a süllővel is életképes utódokat hoz létre. Az ikrások ivarérese – hisztológiai metszeten tanulmányozva – hasonló volt a süllőéhez. Az ivadékokat először élő táplálékon, papucsállatkán, sórákon, tubifexen, árvaszúnyoglárván, majd egy szoktatási periódus után tápon nevelték tovább. Megállapították, hogy a hibridek közül csak az ikrás süllő × tejes kősüllő hibrid jöhet szóba a termesztés számára, mert a fordított hibrid túlságosan kis lárvamérete nehezkesé teszi az ivadékok kezdeti nevelését. A kősüllőnek kisebb az ikramérete és ebből adódóan a kikelő lárvája.



9.7. ábra. A süllő, kősüllő és hibridjük, a fehérköves

9.4. táblázat. Néhány a fehéreköves elkülönítésére alkalmas morfológiai bélyeg

Bélyeg	kőszüllő	fehéreköves	süllő
Pikkelyek száma az oldalvonal mentén	69,6 ±1,9	77,1 ±2,7*	89,1 ±2,3**
Úszósugarak száma az első hátúszóban	12,5 ±0,5	14*	13,5 ±0,6**
Szemátmérő a fejhosszhoz viszonyítva (%)	32,6 ±1,9	28,6 ±2,2*	24,3 ±1,3**
Maxilla hossza a fejhosszhoz viszonyítva (%)	40,6 ±1,1	43,7 ±1,8*	45,2 ±2,5**

Megjegyzés: * $P < 0,01$; ** $P < 0,001$

A legfontosabb eddig [43, 41, 44, 40, 45] feltárt és megfigyelt tulajdonságok alapján a fehéreköves

- lárváját laboratóriumi körülmények között könnyebben és eredményesebben lehet nevelni, mint a süllőt,
- tápra szoktatása nagyobb hatékonyságú, mint a süllőé,
- stabilan tápot evő állományaik növekedése előnevelt méretben (1,8 gramm) elmarad a süllőtől,
- előnevelt méretben a süllők kevésbé mutattak agresszív viselkedést és kisebb mértékben voltak érzékenyek a napi zavarásra, mint a fehérekövesek,
- együttnevelésükkor a süllők „nyugodtsága” átragadt a hibridre,
- az eddigi három oxigénhiány-tűrőképességi vizsgálatban a hibridek két esetben jobban és egy esetben rosszabbul teljesítettek, mint a süllők,
- a hibrid oxigénhiány-tűrőképessége meghaladta a kőszüllőt.

Specziár és munkatársai [54] egynyaras, és Müller és munkatársai [44] ivarérett korban összevetették a fehéreköves morfológiai jegyeit a szülőfajokkal és a hibrid egyedek elkülönítését biztosító határozó bélyegeket írtak le. Tíz számszerű és 38 morfometriai bélyeget vizsgáltak, a legfontosabb elkülönítő bélyegeket a 9.4. táblázat tartalmazza. A fehéreköves tulajdonságainak feltérképezése jelenleg is tart.

