

PANNON EGYETEM

Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely
Állattudományi és Állattenyésztéstani Tanszék

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Állat - és Agrárkörnyezet - tudományi Doktori Iskola
Iskolavezető: Dr. Anda Angéla, DSc.
(Jogelőd: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
Iskolavezető: Dr. Szabó Ferenc DSc.)

Az intenzív sülőtermelés technológiai elemeinek vizsgálata

Témavezető: Dr. Bercsényi Miklós, egyetemi tanár, PhD
Társ témavezető: Dr. Székely Csaba, címzetes egyetemi tanár, PhD

Készítette:
Bódis Márk

Keszthely
2008

Az intenzív süllőtermelés technológiai elemeinek vizsgálata
Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:

Bódis Márk

Készült a Pannon Egyetem Állat - és Agrárkörnyezet - tudományi Doktori Iskola keretében

Témavezető: Dr. Bercsényi Miklós, egyetemi tanár, PhD

Társ témavezető: Dr. Székely Csaba, címzetes egyetemi tanár, PhD (MTA ÁOKI)

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el.
Keszthely, 2008.

Szigorlati Bizottság Elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve:) igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján% - ot ért el.

Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

KIVONAT.....	6
ABSTRACT	8
RÉSUMÉ.....	10
1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK	11
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	13
2.1 A süllő rendszertani besorolása	13
2.2 A süllő leírása, elterjedése, élőhelyei.....	14
2.3 A süllő hasznosítása, jelentősége, termelési és fogási adatok	15
2.4 A süllő táplálkozása.....	16
2.5 A süllő természetesvízi növekedése, egyedfejlődése	17
2.6 A süllő növekedését befolyásoló tényezők	18
2.7 A süllő szaporodása, szaporodásbiológiája.....	20
2.8 A süllő szaporítása, az ikra keltetése, hibridizáció.....	24
2.9 A süllő tógazdasági tenyésztése	31
2.10 Az intenzív nevelés lehetőségei	33
2.10.1 Élő táplálékkal történő nevelés	33
2.10.2 Száraz táppal történő nevelés	34
2.11 A tavi előnevelt süllőivadék tápra szoktatása	36
2.11.1 A telepítési sűrűség hatása	37
2.11.2 A vízhőmérséklet hatása.....	38
2.12 A süllőlárva intenzív nevelése.....	39
2.13 Az intenzív körülmények között nevelt süllő takarmányozása, testösszetétele	42
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	46
3.1 A doktori disszertáció témakörében elvégzett kísérletek felsorolása	46
3.2 A kísérletek részletes bemutatása	46
3.2.1 A keltetési hőmérséklet hatása a kelési idő hosszára és a lárva méretére	46
3.2.1.1 A süllőanyák szaporítása.....	46
3.2.1.2 A kísérlet leírása.....	48
3.2.2 A süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány tűrőképességének vizsgálata.....	49
3.2.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra- szoktatására	50
3.2.4 Különböző napi takarmányadagok vizsgálata – tavi ketreces kísérlet.....	52
3.2.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú tavi halak testösszetételének vizsgálata és a zsírsavprofil összehasonlítása	55
3.3 Az adatok felvétele és értékelése	57
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	59
4.1 A keltetési hőmérséklet hatása a keltetési idő hosszára és a lárva méretére	59
4.1.1 A keltetési idő hossza és a lárva mérete különböző keltetési hőmérsékleten	59
4.1.2 Az eredmények értékelése.....	60
4.2 Süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány-tűrő képességének vizsgálata, összehasonlítása	61
4.2.1 A különböző fajok oxigénhiány tűrő képessége	62
4.2.2 Az eredmények értékelése.....	63

4.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápraszoktatására	64
4.3.1 A kísérleti halak növekedése, kondíciója, megmaradása és a kannibalizmus mértéke	64
4.3.2 Etológiai megfigyelések	67
4.3.3 Az eredmények értékelése	68
4.4 Különböző napi takarmányadagok hatásának vizsgálata – tavi ketreces kísérlet	69
4.4.1 A kísérleti halak növekedése, megmaradása és takarmány-értékesítése	69
4.4.2 Az eredmények értékelése	72
4.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú tavi halak testösszetételének és zsírsavprofiljának vizsgálata	73
4.5.1 Növekedés, takarmányértékesítés, megmaradás	73
4.5.2 A testösszetétel változása	74
4.5.3 A zsírsavprofil összehasonlítása	76
4.5.4 Az eredmények értékelése	77
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	80
6. ÖSSZEFOGLALÁS	85
6.1 A keltetési hőmérséklet hatása a kelési idő hosszára és a lárva méretére	86
6.2 A süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány tűrőképességének vizsgálata	87
6.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápraszoktatására	88
6.4 Különböző napi takarmányadagok vizsgálata – tavi ketreces kísérlet	89
6.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú vad halak testösszetételének és zsírsavprofiljának összehasonlítása	90
7. TÉZISPONTOK	92
8. THESIS POINTS	94
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	96
10. IRODALOMJEGYZÉK	97
11. MELLÉKLET - publikációs lista	112

KIVONAT

A szerző a fogassüllő (*Sander lucioperca*) intenzív körülmények közötti nevelésének lehetőségeit vizsgálta.

A vizsgálatok kiterjedtek a különböző keltetési hőmérsékletek kelési időre és a lárva méretére gyakorolt hatására valamint a süllő, kősüllő és a két faj hibridjének oxigénhiány tűrő képességére. A szerző tavi előnevelt süllőivadékok különböző módszerrel -kizárólag száraz táppal illetve különböző élő táplálék-kiegészítés segítségével - történő tápra-szoktatását vizsgálta. A tápos nevelés lehetőségét, a különböző napi takarmányadagok növekedésre és takarmányértékesítésre vonatkozó hatását tavi ketreces körülmények között vizsgálta. A dolgozat bemutatja a természetes táplálék (élő hal) és a mesterséges takarmány (száraz táp) növekedésre, testösszetételre és a zsírsavprofilra gyakorolt hatását is.

A különböző keltetési hőmérséklet (10 °C, 14 °C, 18 °C) befolyásolta a kelési idő hosszát és a kikelő lárva méretét. A legalacsonyabb hőmérsékleten keltetett lárvák testhossza volt szignifikánsan a legnagyobb.

A fogassüllő ivadékok a legalacsonyabb mért oxigéntartalmat (0,8 - 0,9 mg/l) a legtovább bírták (111 ± 25 perc). Ezek az értékek meghaladták a hibridek és a kősüllők oxigénhiány tűrőképességét.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a növekedést, a megmaradást (tápra szokás hatékonysága), a kannibalizmus arányát és a halak kondícióját figyelembe véve az előnevelt süllőivadék száraz tápra-szoktatására a szúnyoglárvával és a tubifexel történő átmenet javasolható. A teljes kísérleti periódusra számított specifikus növekedési ráta értékei ezeknél a kísérleti csoportoknál voltak a legmagasabbak (4,2 %/nap).

A tápra szoktatott, 3,5 g kezdőtömegű halak tavi ketreces nevelésénél a 2-4 %-os napi takarmányadagok javasolhatók. A legjobb növekedés és takarmányértékesítés – természetes körülmények között – a 23-24 °C-os vízben volt tapasztalható.

A hallal etetett süllők szignifikánsan nagyobb tömeget értek el, mint a táppal etetett fajtársaik. Az intenzív tartás a halak filéjének magasabb zsírtartalmát okozta, továbbá jelentős mennyiségű hasúri zsírt halmoztak fel.

A tavi halak filéjének összes telített zsírsavtartalma (SFA), összes hosszúlánccú telítetlen zsírsavtartalma (PUFA) és n-6-os zsírsavtartalma szignifikánsan a legmagasabb volt.

A zárt tartásban tartott halak filéjében mértem a legnagyobb egyszeresen telítetlen zsírsav (MUFA) mennyiséget. A száraz táppal etetett halak esetében az n-3-as zsírsavak aránya a legmagasabb volt.

A tavi halak filéjében a táppal nevelt halakhoz képest jelentős mennyiségű arachidonsav (ARA, C20:4n-6) volt kimutatható. Az intenzíven nevelt süllők filéjében a mirisztinsav (C14:0), a palmitoleinsav (C16:1n-7), az olajsav (C18:1n-9) és a dokozapentaénsav (DPA, C22:5n-3) mennyisége volt magasabb. A tápos süllők esetében az eikozapentaénsav (EPA; C20:5n-3) és a dokozahexaénsav (DHA; C22:6n-3) mennyisége szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik két csoport halainál.

ABSTRACT

The author has investigated the possibilities of the intensive rearing of pikeperch (*Sander lucioperca*).

Experiments were made to examine the effect of different incubation temperatures on the hatching time and the size of the larvae. The oxygen tolerance of pikeperch, Volga pikeperch and their interspecific hybrid was compared. The author weaned pond nursed juveniles to dry feed, comparing different weaning techniques – transition with live food supplement and without transition. The effect of different daily feed rations on the growth and feed conversion of juvenile pikeperch has investigated under natural conditions, fish stocked into pond cages. The thesis showed the effect of natural food and artificial feed on the growth, body composition and fatty acid profile of the experimental fish.

The different incubation temperatures (10 °C, 14 °C, 18 °C) determined the hatching time and the length of the larvae. The biggest larvae were hatched at the lowest incubation temperature. Regarding the three species (pikeperch, Volga pikeperch and their hybrid), pikeperch juveniles endured the low oxygen content (0,8 - 0,9 mg/L) for the longest period of time (111 ± 25 min).

According to the experimental results, the highest growth (S.G.R=4,2 %), the highest survival and the lowest cannibalism was measured at the groups, where the fish were weaned with bloodworm (*Tubifex tubifex*) and red mosquito larvae (*Chironomus sp.*) as live food supplement.

Pellet feeding pikeperch juveniles, at an initial body weight of 3,5 g, were stocked into lake cages. According to the water temperature - the most favorable daily feed rates (compared to the total biomass) were 2-4 %. The best growth and feed conversion was measured at a water temperature of 23-24 °C, which seemed to be optimal for growing.

Comparing the two experimental groups, kept under intensive rearing conditions, the group fed with live prey fish, reached higher final body weight, than the group fed with dry feed. At the fillet of fish reared intensively, higher fat content was measured, compared to the fat content in the fillet of the fish, reared in ponds. The saturated fatty acid (SFA), the polyunsaturated fatty acid (PUFA) and the total n-3 fatty acid content of the fillet of the wild fish was the significantly highest, compared to the other fish. At the fillet of the pond reared fish, high content of arachidonic acid (ARA, C20:4n-6) was measured. The fillet of the fish

reared intensively had the biggest quantity of miristyc acid (C14:0), palmitoleic acid (C16:1n-7), oleic acid (C18:1n-9) docosapentaneonic acid (DPA, C22:5n-3) and monounsaturated fatty acid (MUFA). The fillet of the fish fed with dry feed contained the highest amount of eicosapentaneonic acid (EPA; C20:5n-3) docosahexaenoic acid (DHA; C22:6n-3) and total n-3 fatty acid content.

RÉSUMÉ

L'auteur s'examinait des possibilités d'élevage intensif du sandre (*Sander lucioperca*).

Des examens s'étendaient sur les effets des différentes températures au cours du temps d'incubation et de l'influence exercée de la mesure de la larve, ainsi que la tolérance d'oxygène du sandre, du Volga sandre et de l'hybride de ces races. L'auteur soumettait les différentes techniques de transition de la juvénile sandre à un examen. L'effet des différentes portions du jour de la nourriture artificielle était examiné en circonstance des cages. L'étude présente des examens sur l'effet de l'aliment naturel et artificiel sur la croissance, la composition du corps et la teneur en acide gras.

En plus basse température (10 °C) d'incubation, des larves étaient plus longues qu'en température élevée (14 °C et 18°C) d'incubation.

La tolérance d'oxygène des juvéniles de sandre était plus grande que celle des autres deux races. Après avoir considéré les résultats, la plus rapide croissance, la plus grande survie et le moins de cannibalisme peuvent être obtenus avec la transition d'utilisation de l'aliment vivant: *Tubifex* et *Chironomus*.

Au cours de l'élevage des juvéniles (3,5 g) avec l'aliment artificiel les 2-4 % (au regard de la biomasse totale) portion de jour est proposée. La croissance et l'utilisation d'aliment étaient la meilleure pendant une température de 23-24 °C.

Les sandres, alimentés par des poissons vivants avaient plus de poids du corps que les sandres alimentés par un fourrage artificiel. L'aliment artificiel déterminait la quantité de gras du filet et la composition du gros abdominal.

Le SFA et l'acide gras arachidonique contenu dans le filet de poisson sauvage était plus grand que celui des poissons élevés intensivement. Les autres poissons avaient la plus grande teneur en acides gras myristique (C14:0), palmitoléique (C16:1n-7), oléique (C18:1n-9) et MUFA. La teneur en acide gras docosapentaénoïque (C22:5n-3) était la plus grande. Dans le filet du sandre, élevé par nourriture artificielle avait la plus grande teneur en acides gras eicosapentaénoïque (EPA; C20:5n-3), docosahexaénoïque (DHA; C22:6n-3) et la teneur totale en acides gras n-3.

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

*„ Ha hallasz valamit, elfelejted.
Ha látsz valamit, arra már emlékezni fogsz.
De ha már csináltad, akkor fogod csak igazán megérteni.”*

/Kínai közmondás/

A süllő (*Sander lucioperca*) a honi haltenyésztés, haltermelés egyik legnagyobb becsben tartott, legértékesebb hala. Kitűnő sporthal; mint csúcsragadozó fontos szerepet játszik természetes vizeink ökológiai egyensúlyának fenntartásában. Ízletes, száraz, fehér húsa miatt, pedig keresett étkezési hal.

A hazánkban elterjedt tógazdasági süllőtenyésztés során a süllőfészkekről lekelletett lárvákat monokultúrában, planktonra előkészített előnevelő tavakban nevelik a 3-5 cm-es kor eléréséig. Ezután a süllőivadékokat polikultúrában tenyésztik tovább. Ebben a termelési szerkezetben, ahol a ponty (*Cyprinus carpio*) a fő hal a süllőre csak kiegészítő szerep jut: elpusztítja a nem kívánatos, a ponty számára táplálék konkurens gyomhalakat. A fő hangsúly a pontyhozamok fokozásában van, az intenzív tápanyag visszapótlás nem kedvez a süllőnek, mivel rendkívül igényes a vízminőségre, megéri a hirtelen hőmérsékletváltozást és érzékeny az oxigénhiányra. A süllő tavi tenyésztése leginkább a termelő tavak fehérhal ellátottságától függ, ezáltal nem tervezhető, bizonytalan módszer.

A süllő tenyésztésének kulcskérdése a télálló, egynyaras hal előállítás. A viszonylag jól kivitelezhető planktonos előnevelés után, a kis süllő áttérése a ragadozó életmódra már sokkal kritikusabb szakasz. A nem elegendő mennyiségben rendelkezésre álló takarmányhal ellátottság miatt gyakori a kannibalizmus kialakulása is, ami az állomány gyors lecsökkenéséhez vezet. A gyenge, rossz kondícióban lévő halak, ha meg is érik a telet, megfelelő tartalékok hiányában nem élik túl azt.

A süllő intenzív, recirkulációs rendszerekben történő tenyésztése egy új módszer. Számos, gazdaságilag fontos halfajt (pisztráng, lazac, afrikai harcsa stb.) nevelnek már száraz táppal intenzív körülmények között. Ezek az iparszerű technológiák, a halak számára megfelelő

mennyiségű, azonos minőségű és tervezhető táplálékellátást tesznek lehetővé. Így a piac számára lehetőség nyílik egész évben, folyamatosan kínálni étkezési méretű halat.

Az utóbbi tíz évben számos kutatás foglalkozott a süllő mesterséges szaporításával, lárva-nevelésével illetve a különböző méretű, táppal nevelt halak takarmányozásával. A technológia tökéletesítéséhez még jó néhány vizsgálat szükséges, azonban a magas piaci kereslet miatt már van 2-3 olyan telep, ahol kimondottan a süllő intenzív nevelésével foglalkoznak.

Magyarországon az elsők között kezdtem el foglalkozni a süllő intenzív tenyésztésével. Doktori munkám során nem az volt a célom, hogy egy konkrét témakört (pl. szaporítás) a lehető legrészletesebben „körüljárjak”, hanem az, hogy a tápos nevelési technológia minél több részletét vizsgáljam, megismerjem, elsajátítsam.

A doktori disszertációmban az alábbi kísérletek szerepelnek:

- különböző hőmérsékleten keltetett ikrák kelési idejét, a kikelő lárva méretét és az egyes embrionális fejlődési stádiumok hosszát mértem
- a süllő, a kősüllő és a két faj hibridjének oxigénhiány tűrő képességét vizsgáltam
- előnevelt halakat tóvízzel táplált átfolyóvízes rendszerben történő tápra szoktatását vizsgáltam különböző tápra szoktatási módszerek segítségével
- előzetesen tápra szoktatott halakat neveltem tavi ketrecekben, ahol a különböző napi takarmányadagok növekedésre és takarmányértékesítésre gyakorolt hatását vizsgáltam, az egyes vízparaméterek (leginkább a víz hőmérsékletének) függvényében
- tápos előéletű, de a kísérlet alatt élő hallal etetett, valamint száraz táppal etetett és tógazdasági (az intenzíven nevelt halakkal azonos ívású) körülmények között felnőtt süllők testösszetételét és zsírsavprofilját vizsgáltam.

A doktori kutatómunkám során a disszertációban szereplő témákon kívül foglalkoztam még a süllő szaporításával, az intenzív lárva-neveléssel és a stressz érzékenység vizsgálatával is. Ezek a kísérletek – a túl nagy terjedelem miatt – részletesen nem, csak a szakirodalmak áttekintésénél szerepelnek.

A fogassüllő tenyésztésének – mind a mesterséges szaporítás, mind a tápos nevelés – új módszerét még nem sok halas szakember sajátította el. Célom az, hogy a kutatásaim során megszerzett tudást a gyakorlatban is hasznosítsam és tudományos eredményeimet nagyüzemi körülmények között, továbbfejlesszem.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A süllő rendszertani besorolása

A fogassüllő (*Sander lucioperca* L.) a Csontoshalak (Teleostei) alosztályába, a Sügéralkatúak (Perciformes) rendjébe, a Sügérfélék (Percidae) családjába tartozó *Sander* alcsalád legnagyobbra növő tagja (1. kép). Az alcsaládba a fogassüllőn kívül két európai faj, a hazánkban is elterjedt kősüllő (*Sander volgensis*) és a Fekete illetve a Kaszpi –tenger brakkvizű folyótorkolataiban élő *Sander marinus*, valamint két észak-amerikai faj, a „sauger” (*Sander canadensis*) és a „walleye” (*Sander vitreus*) tartozik (Craig 2000).



1. kép A fogassüllő (*Sander lucioperca*) (Fotó: Merth János)

2.2 A süllő leírása, elterjedése, élőhelyei

A fogassüllő teste megnyúlt, oldalról lapított. Feje a testhez viszonyítva kicsi. Szája nagy, felső állkapcsa egészen a szem hátsó szélének vonaláig ér. Az állkapcsón és a palatinumon jellegzetes, ún. ebfogak találhatók. A preoperculum hátsó szegélye lekerekített. Két hátúszója jól elkülönül egymástól, legfeljebb tövüknél érintkeznek. Az első hátúszóban XIII-XIV kemény, a másodikban I-III kemény és 19-24 osztott sugár található. Farkúszója bemetszett. A fark alatti úszóban II-III kemény és 1-14 osztott sugár van. Testét apró, fésűs pikkelyek borítják, az oldalvonal pikkelyszáma 80-97. Az oldalvonal fölött 12-16, alatta 16-24 között változik a pikkelysorok száma.

Háta sötét szürkészöld, oldalai ezüstös alapszínűek. A hátvonaltól körülbelül a test közepéig 8-12 sötét sáv húzódik. A has sárgásfehér színű. Hátúszói és a farkúszó fekete foltokkal díszítettek. Páros úszói halványárgás színűek. A fogassüllő színe élőhelyenként változó, szoros összefüggésben van az aljzat színével, és magának a víznek a jellegével is.

Eredeti elterjedési területe Közép - és Kelet-Európa. Óshonos hal a Balti-, a Fekete-, az Azovi-, a Kaszpi-tenger, és az Aral- tó vízgyűjtő területén, valamint Kis-Ázsiában. A tervszerű honosítás eredményeképp kiterjedt állományai vannak Dániában, a Rajna vízrendszerében, Spanyolország, Franciaország és Észak-Afrika vizeiben, valamint Skandináviában (kivéve a legészakabbra fekvő területeket) és a Brit-szigeteken. Megtalálható Észak-Afrikában (Marokkó) is. Ezekon a területeken egységes az állomány, alfajokat nem különböztetünk meg.

A fogassüllő változatos élőhelyeken fordul elő. Jelentős állománya van félsós vizű tengeröblökben, ahonnan egyes megfigyelések szerint a nyílt vizekbe is kivándorol. A tavakban a homokos, köves helyeket kedveli, ahol a víz planktonban gazdag, átlátszósága viszonylag kicsi. Az iszapos vízterületeken nem alakul ki állománya. Rendkívül érzékeny a felkeveredő iszapra, ami a kopoltyúlemezek közé kerülve fulladást okoz ennél a nagyon oxigénigényes fajnál. Folyóvizeinkben jelentősebb süllőállomány a dévérszint – tájon, illetve az alatt található. Az akadós, mélyebb vizű szakaszokat kedveli, ahol a víz sodrása nem túlságosan nagy (**Pintér 1992**).

Az 1-2 hetes süllőlárva tartózkodási helye a makrovegetáció által leárnyékolt sekély víz, később, az aktív táplálkozás megkezdésével egyre mélyebbre húzódnak, majd ragadozásra áttérve a nyílt vizeket népesítik be (**Zarjánova 1960**).

2.3 A süllő hasznosítása, jelentősége, termelési és fogási adatok

A süllő tógazdaságaink legértékesebb ragadozó hala, húsa az egyik legízletesebb halhús. Száraz, tiszta ízű, szálkamentes, zsírszegény (kb. 3,5 %), fehérjetartalma magas, 20 % (Woynárovich 1962). Schaperclaus (1961) szerint 3 fő indoka van annak, hogy a süllőt pontyos vizekben, mint másodlagos halat hasznosítsuk:

1. A nem kívánatos, a fő hal számára táplálék konkurens fehérhalakat pusztítja.
2. A ponty mellett, mint járulékos hal rendkívül piacképes, keresett, jól eladható.
3. A következő évi rablóhal utánpótlás biztosítása.

A fogassüllő az egyik legjobb, a horgászok által leginkább keresett sporthal (Pintér 1992). Fontos szerepe van az eutrofizáció által veszélyeztetett tavak biomanipulációjában is (Van Densen és Grimm 1988, Hilge és Steffens 1996, Wysujack *et al.* 2002).

Egy természetesvízi ökoszisztémában a biotóp és a hal kapcsolata leginkább az adott hal táplálkozásában és növekedésében nyilvánul meg. A csúcsragadozó megléte formálja az ökoszisztémát, de ugyanaz, ugyanakkor vissza is hat rá. A csúcsragadozó - jelen esetben a süllő – hiánya, állománysűrűségének szélsőséges változásai, a kívánatos fehérhal-ragadozó arány (60: 40 %) eltolódása, a tavi élet alapvető megváltozását idézik elő. A táplálkozási és energetikai viszonyok eltolódnak, a csúcsragadozó szerepét más szervezetek veszik át. A tó biológiai stabilitása, arculata károsul, felgyorsul a tavi életközösség „előregedése”. A zooplankton-fogyasztó halpopulációk jelentős mértékű elszaporodása döntően befolyásolja a fitoplankton mennyiségét és fajösszetételét, negatívan hat a rákplankton populációdinamikájára. Befolyásolja a csúcsok időbeni megjelenését és azok magasságát. Ez egyenes arányban áll a különféle algák túlszaporodásával, az eutrofizáció kialakulásával. A tápláléklánc biomanipulációja révén (megfelelő mennyiségű rablóhal betelepítése) sikerülhet visszaszorítani az eutrofizációs folyamatokat (Tátrai 2001).

A 2006. évi tógazdasági haltermelési adatokat figyelembe véve Magyarországon a fogassüllő (étkezési hal, anyahal, kétnyaras és egynyaras ivadék) megtermelt mennyisége 79,525 tonna. A természetes vizekből és víztározókból származó adatok alapján a horgászati és halászati összfogások mennyisége a süllő tekintetében 198,5 tonna, amely a teljes zsákmány 2,6 %-a (Pintér 2007).

2.4 A süllő táplálkozása

Ljunggren (2002) szerint a táplálkozás megkezdése kritikus pont a süllő életében. Vizsgálatai szerint ekkor az ivadékok leginkább a 200-1300 mikrométer nagyságú *Cyclops* és *Bosmina* fajokat fogyasztják. Fontos, hogy a kikelt lárva minél hamarabb megszerezze első táplálékát. Rövid idő alatt meg kell tanulnia megkeresni, megtámadni, elejteni és elfogyasztani zsákmányát. Ezért van nagy jelentősége a megfelelő planktonellátásnak. Ha a lárva éhezik a táplálkozás megkezdésekor, magas víz hőmérséklet hatására anyagcsere folyamatai felgyorsulnak és elpusztul. Alacsonyabb víz hőmérsékleten a halnak van lehetősége arra, hogy tökéletesítse zsákmányszerzési technikáját, megmenekülve ezzel az éhhaláltól.

Kovalev (1976) és **Peterka et al. (2003)** kutatásai szerint az evezőlábú rákok (*Copepoda*) különböző lárvaalakjai képezik a süllőlárva első táplálékát. Az exogén táplálkozás 6,1 mm-es testhosszúságnál kezdődik. Hasonló következtetésre jutott **Pavlov (1988)** is. - a lárvák éntrendjében a kerekesszék (Rotatoria) aránya elenyésző mennyiségben volt jelen, annak ellenére, hogy az általa vizsgált bolgár víztározóban sok *Keratella* és *Polyarthra* faj volt található.

A süllőlárva gyorsan nő, a nagyobb táplálékszervezetekre való áttérés is meglehetősen hamar megy végbe (**Woynárovich 1960a**). A 8-9,3 mm-es halak éntrendjét nagyrészt evezőlábú rákok és egyre nagyobb arányban az ágascsapú rákok lárvaalakjai, míg a 15-20 mm-es halak éntrendjét már döntő többségében *Daphnia* és *Leptodora* fajok képezik (**Kovalev 1976**).

A süllő szempontjából a legkritikusabb időszak a ragadozó életmódra való áttérés, ami **Tölg (1959)** balatoni vizsgálatai alapján 5-6 hetes korban, 25-35 mm-es testhossznál következik be. Ekkor a plankton táplálék már teljesen elfogyott, a megfelelő méretű táplálékszervezetek hiánya miatt a süllő fokozottan hajlamossá válik a kannibalizmusra.

A ragadozó életmódra történő áttéréskor a süllőivadékok fontos táplálékát képezik a különböző rovarlárvák, főleg a vörös szúnyoglárvá - *Chironomus* (**Steffens et al. 1996**) illetve más *Diptera*, *Plecoptera* és *Trichoptera* fajok lárvaalakjai (**Argillier et al. 2003**).

A Balatonban a fogassüllő a 16-30 mm-es méret elérésekor esik át az első táplálékváltáson, amikor is elkezd a *Leptodora kindtii* és *L. benedeni* fogyasztását. Az ivadékok mindössze 0,2-1 %-a tér át a halfogyasztásra az első évben. Az első hal zsákmány rendszerint bodorka ivadék (**Specziár 2005b**).

A ragadozó süllő a mederhez lapulva, lesből támad, áldozatát azonnal vagy rövid üldözés után ejti el. Éjszaka a víz felszínéhez közel is vadászik. Szaglása nem annyira fejlett, a táplálék elejtésében leginkább látása segíti. Főleg kis testmagasságú halakra vadászik, legfontosabb zsákmánya a bodorka (*Rutilus rutilus*), a vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*) és a küsz (*Alburnus alburnus*) (Pénzes és Tölg 1980).

Specziár (2002 a) vizsgálatai alapján a Balatonban a süllő leginkább fenékközeli élő halakat zsákmányol: kősüllőt, vágódurbincsot és dévérkeszeg ivadékot.

Tógazdasági körülmények között, a süllő számára az ázsiai eredetű kínai razbóra (*Pseudorasbora parva*) kezd egyre meghatározóbbá válni: kis testű, szapora, ugyanakkor lassan nő, így állandó táplálékot biztosít. Életmódja is kedvező, a süllőhöz hasonlóan a fenékközeli régiókat kedveli (Horváth *et. al* 1989).

2.5 A süllő természetesvízi növekedése, egyedfejlődése

Az ikrából frissen kikelt lárva hossza 4 mm, a keléstől számított negyedik napon 6-7 mm, ettől kezdve (Kuznyecova 1955) vagy pedig az ötödik naptól számítva aktívan táplálkozik, és 15 napos korára eléri a 10 mm-es testhosszt (Hankó 1928).

Bíró (1979) a balatoni fogassüllő-ivadék egyedi növekedése alapján három csoportot különít el:

- Intenzív növekedésű egyedek, néhány közülük már az első nyáron kiugró testméretekkel rendelkeznek.
- Kezdetben gyors, majd nyár közepétől lassuló növekedést mutató ivadékok, amelyek a táplálék-méretfokozatosság megszakadása miatt (Woynárovich 1959a) nem képesek ragadozásra áttérni, vagy ha mégis, akkor kannibalizmusra hajlamosak (Woynárovich 1960a).
- Életképtelen, lassú növekedésű egyedek, átlagon aluli hossz- és súlynövekedéssel.

Woynárovich (1959a, 1962) a süllő növekedésével kapcsolatban a következő adatokat közli: kielégítő takarmányozás mellett: az egynyaras hal 15-25 cm-t és 30-100 g-ot, a kétnyarasok 30-40 cm-t (200-500 g), a háromnyarasok 37-55 cm-t (500-1500 g) érnek el. Véleménye szerint a növekedés alapvetően függ az életkörülményektől, az iszapos, sekély vízben kevésbé

nő, mint eredeti élőhelyén a mély, kavicsos mederben. Ha balatoni adatokat veszünk - a tó az eliszapolódás hatására kezd kedvezőtlen lenni a süllő számára – egyéves korban 10-60 g-t, kétéves korban 50-150 g-ot, háromévesen 80-500 g-ot, négyéves korban 150-600 g-ot érnek el (**Ribiánszky és Woynárovich 1962**).

Specziár (2002a) balatoni vizsgálatai alapján az ivadék a tó nyíltvízi területein egy hónapos korára átlagosan 25-30 mm-es, kéthónapos korára (július eleje) 40-50 mm-es, míg az év végére 60-100 mm-es testhosszt ér el. A napi hossznövekedés 0,25-1 mm, a napi tömeggyarapodás májustól június végéig 6-14 %, azt követően, pedig már csak 1,4-2 %.

Az első nyár végére a fiatal süllő 50-80 mm-es testhosszúságot ér el Finnországban (**Ruuhijärvi és Hyvärinen 1996**), Belgiumban 100-120 mm-t, 100-130 mm-t (50 grammos testsúly mellett) Magyarországon (**Hilge és Steffens 1996**), 150-180 mm-t Dél-Franciaországban (**Schlumberger és Proteau 1991**).

Oroszország déli területein, kedvező hőmérséklet mellett a süllő az első nyár végére elérheti a 270-300 mm-es testhosszúságot és a 300 grammos testsúlyt. A legkisebb piaci méretű (35-40 cm-es és közel fél kilós) egyedek 3-5 nyarasok (**Craig 2000**).

A süllő, átlagosan 10-12 évig él, testhosszúsága elérheti az 1 métert, a 8-10 kilós példány, az un. kékfarkú, becses halász és horgászszákmány. A magyar horgászrekord 14,5 kg (**Pintér 1992**).

2.6 A süllő növekedését befolyásoló tényezők

A süllő növekedését legjobban befolyásoló tényezők a hőmérséklet, a fény és a táplálék mérete és mennyisége.

Hilge (1990) szerint a süllő melegvízi hal, 26°C körül növekszik a legjobban. A vízhőmérséklet hatással van az egyedsűrűsége, a növekedésre, a különböző korosztályok fejlettségi állapotára, és az éves hozamokra. Viszonylag hűvösebb nyarak után nagyobb az esély rá, hogy az állomány nagy része nem éli túl a telet (**Lappalainen 1991**).

Willemsen (1978) egy erőmű kifolyó vizében 30-31°C-on figyelt meg süllőket. Kísérleteiben 14 grammos halakat vizsgált, a legjobb növekedést 28-30 °C-on figyelte meg. A süllők 32 °C-on abbahagyták a táplálkozást, 35 °C-ig nem tapasztalt elhullást.

Hilge és Steffens (1996) szerint a süllő tavi körülmények között a meleg időjárású régiókban fejlődik jól, az ilyen területek azonban nem jellemzőek a faj elterjedésének teljes területére. A lárvák, és a zsenge ivadékok növekedése erősen függ a hőmérséklettől, gyengén növekednek 16-18 °C-on, a legjobban 26-30 °C-on fejlődnek.

Hilge (1990) 1 év alatt 2 grammos süllőkből 300 grammosakat nevelt, állandó 22-24 °C hőmérsékleten. Szerinte a süllő számára ez a hőmérsékleti tartomány az optimális. Süllőlárvákat is vizsgált, 2 hét után, az íváshoz ideális 14-16 °C hőmérsékleten a növekedés 1/8-a volt a 22 °C-on nevelt egyedek növekedéséhez képest.

A süllőlárva intenzív nevelését célzó kísérleteknél a szerzők (**Ostaszewska et al. 2005, Szkudlarek és Zakęs 2007, Kestemont et al. 2007**) 19-21,2 °C-on tartották a halakat, tavi előnevelt süllőivadék tápra-szoktatására az optimális víz hőmérséklet a 20-22 °C, míg az idősebb korosztályok nevelésére a 20-24 °C a legideálisabb (**Zienert és Heidrich 2005**).

A süllő, egy rövid lárvakori periódust eltekintve a félhomályt kedveli. Erős fény hatására csökken a táplálékfelvétel, nő az elhullás (**Hilge és Steffens 1996**).

A süllő retinájában található *tapetum lucidum* reagál a fényre, és egyfajta erősítőként működik - a halak hajnalban a legaktívabbak, és a zavaros vizet kedvelik (**Ali et al. 1977**).

A fiatal hal számára a 100 lux körüli fényintenzitás ideális. Erősebb megvilágítás hatására (400 lux feletti fényerősség) a halak megvakulhatnak, ami a pusztulásukhoz vezethet, mivel a süllő táplálékfelkutatásában és felvételében nagy szerepe van a látásnak (**Wojnárovich 1960a**).

Természetesvízi süllőállományoknál jobb növekedést mértek eutróf, zavaros (nem átlátszó) tavakban (**Lehtonen et al. 1984**). Hasonló eredményeket kapott **Keskinen és Marjomäki (2003)** is, akik az eutróf tavakban élő állományok gyorsabb növekedésének okát a nagyobb táplálékkészletekben látták. **Ruuhijärvi et al. (1996)** pozitív korrelációt találtak a víz színe és a növekedés között. Azt is kimutatták, hogy zavarosabb, sötétebb vizű tavakban a hozamok magasabbak voltak.

Antalfi (1979) szerint a süllő a planktonszervezetek fogyasztásáról az élő halra, azaz a ragadozó életmódra 4 centiméteres testhosszúság elérésekor tér át. Ettől a mérettől kezdve áll fenn a kannibalizmus kialakulásának veszélye is. A fő okai a fajon belül kialakult, eltérő növekedésből származó méretkülönbségek és a tavakban élő gerinctelenek mennyiségének lecsökkenése (**Steffens et al. 1996**).

Tölg (1962) a balatoni süllő táplálékhiányáról számolt be. A táplálék elégtelenségét a tó partalakítása következtében megváltozott életkörülményekre, az ívóterületek eltűnésére

vezette vissza. Felhívta a figyelmet a táplálékállatok korábban felmerült betelepítési tervének aktualitására is.

Bíró (1979) balatoni vizsgálatai során időnként nagymértékű kannibalizmust figyelt meg a vizsgált különböző méretcsoportú süllők körében, amelynek okát abban látta, hogy a tófenék közelében élő halfajok népessége megritkult, az azonos helyen élő fogassüllő ivadék az idősebb példányok számára a legkönnyebben hozzáférhető táplálékforrás.

Smisek (1962) a keléstől számított 41. napon észlelte a kannibalizmust, aminek egyértelmű oka a gerinctelen táplálékszervezetek hiánya volt.

Hilge (1990) akváriumi körülmények között vizsgálta a jelenséget. A halakat száraz táppal etetve 30 mm-es méret alatt figyelte meg a jelenséget, majd az 5 cm-es méret (1,2 g testsúly) eléréséig nem tapasztalt kannibalizmust.

Zienert és Heidrich (2005) recirkulációs rendszerben tartott süllőlárvánál már 1 cm-es korban figyeltek meg kannibál egyedeket. A legnagyobb mértékű kannibalizmus a 1,5 - 3 cm-es mérettartomány közé volt tehető.

Brown (2001) a fogassüllő sótűrését vizsgálta. A plazma ozmolízisét, a vér hematokrit értékét és a hemoglobin mennyiségét mérte különböző sótartalmak mellett. A halak a 8 és 16 ‰-es sótartalmat még jól tűrték, 16 és 35 ‰-es értéknél azonban elpusztultak.

A süllő számára a legoptimálisabb a 6 ‰-es sótartalom (**Craig 2000**).

Trandafirescu et al. (1979) arra a következtetésre jutottak, hogy magasabb sótartalom mellett a süllőivadék növekedése gyorsabb. A 9 mm-es és 90 mg-os (30 napos) süllőlárva 3-11 ppt sótartalmat tűr el.

2.7 A süllő szaporodása, szaporodásbiológiája

Az ivarszervek szöveti differenciálódása **Zakés és Demska-Zakés (1996)** kutatásai szerint az 5,7 cm testhosszúságnál kezdődik el. Az oogenezist 7,9 cm testhosszúságú halaknál figyelték meg. Hasonló nagyságú hímivarú halaknál a spermiogenezis még nem indul meg.

Természetes körülmények között a fogassüllő évente egyszer ívik, az oocyták fejlődése szinkronizált (**Hokanson 1977**).

Az európai süllőpopulációk ivaréresi ideje és az ivarérett egyedek nagysága változó. A fogassüllő növekedését elsősorban a víz hőmérséklete és a táplálékállatok mennyisége határozza meg (Svärdson és Molin 1973, Lappalainen és Malinen 2002). A gyorsabb növekedés a halak gyorsabb ivaréését is eredményezheti. Ez a déli területekre a leginkább igaz, az északi területekre kevésbé (Nagiec 1977, Lehtonen 1987, Lehtonen és Miina 1988, Raikova-Petrova és Zivkov 1998).

Raikova-Petrova és Zivkov (1998) kétnyaras halak között már talált ivaréretteket. Az általuk Kelet-Európában vizsgált 26 süllőpopuláció adatai alapján a legkisebb ivarérett ikrás süllő 27,8 cm hosszúságú és 230 g súlyú, míg a legkisebb ivarérett tejes hal hossza 21,3 cm, testsúlya, pedig 110 g volt.

Magyarországon az ivarérett tejesek 30 cm, míg az ivarérett ikrások testhossza 40-45 cm. A tejesek 3, az ikrások 4 éves korukban érik el ivarérettségüket (**Pintér 1992**).

A nemek elkülönítése külső, morfológiai jegyek alapján is lehetséges. Az ikrások szemmel láthatóan teltebbek, „beikrásodtak”, hasuk hófehér. A fejük szélesebb, a hátuk magasabb, mint a hímeké. A hímek karcsúbbak, színük az ívási időszakban besötétedik (**Antalfi 1979, Horváth et al. 1984**). A legalább 1,5 kg testsúlyú ikrásokból a halak felkészültségi állapotának megállapítására oocyta minta is vehető - **Schlumpberger et al. (1993)** otoszkópot használtak, amelynek a hegye 2,2 mm átmérőjű volt.

Az érettségi állapotok a következők szerint lehet csoportosítani: I. stádium – a sejtmag közepén helyezkedik el; II. stádium – a sejtmag a sejthártya irányába mozdul el; III. stádium – a sejtmag a sejt szélén helyezkedik el; IV. stádium – a sejtmag nem látható, az olajcsepp kialakult (**Demska-Zakeš és Zakeš 2002**).

A fogassüllő a fitofil halak közé tartozik, párban, ívási szubsztrátok segítségével ívik és őrzi az ikrákat (**Balon et al. 1977**).



2. kép Süllőpár ivás előtt - balra az ikrás, jobbra, a fészek felett a tejes (Fotó: Bódis Márk)

Az ivarérett halak az ivási időben a telelő, veremlő helyekről az ivási helyekre vándorolnak. Édesvízben a nyíltvíz, a folyók alsó szakaszai illetve a folyótorkolatok irányába, míg brakkvízben a folyótorkolatok, az édesvíz irányába (**Lappalainen et al. 2003**).

Az ivarérett példányok édesvízben átlagosan 15-30 km-t is megtesznek az ívóhelyek eléréséig (**Svärdson és Molin 1973, Koed et al. 2000**). Brakkvízi populációk esetén, megfigyeltek olyan egyedeket is, amelyek közel 250 km-t tettek meg (**Lehtonen és Toivonen 1988**).

Az ívóhelyek megkeresése az ivás előtt egy hónappal kezdődik (**Virbickas et al. 1974, Lehtonen és Toivonen 1981, Koed et al. 2000**). Az ívást kiváltó legfontosabb tényező a vízhőmérséklet emelkedése (**Hokanson 1977**) illetve brakkvízi populációk esetében a sótartalom változása (**Wootton 1990**).

Az ivás 10-14 °C-os hőmérsékleten kezdődik, ideje Magyarországon március végére, április elejére esik (**Pintér 1992**).

Az ívóhelyekre először a hímek érkeznek (**Virbickas et al. 1974, Erm 1981**). Íváshoz kemény talajú, bokros, akadós terepet választ a tejes, amit gondosan elkezd tisztogatni. Az ikrás ilyenkor látszólag passzív, pedig a munkálkodó tejes látványa adja meg a végső lökést az ikra éréséhez és az ovulációhoz. Az ivás a hím erőteljes fejrázásával kezdődik. A tejesek feje a nőstény farokúszójánál van, így köröznék a fészek felett. Az ikrákat a fészek egész területén szórják el. Az ivás végeztével a tejes harapva elúzi párját. A fészket a lárvák kikeléséig őrzi a betolakodóktól, ez azonban- főleg kis testű halak esetében-nem mindig

sikerül, ezért van az, hogy gyakran található a süllőfészken bodorkaikra is (**Pénzes és Tölg 1980, Horváth et al. 1984**).

Erm (1981) szerint az idősebb, nagyobb termetű egyedek ívnak legelőször. Megfigyelései szerint az ívás 30-40 percig tart, ebből 20-25 perc a „körözés”, míg 10-15 perc a tényleges ikrarakás és a megtermékenyítés.

Az ívás ideje éjszaka, vagy a kora hajnali órákra tehető (**Schlumberger és Proteau 1996**).

A hőmérséklet hirtelen lehülése (hideg szelek stb.) az ívás abbamaradását is eredményezheti (**Schlumberger és Proteau 1991, Salminen et al. 1992**).

A süllőikra átmérője száraz, termékenyítetlen állapotban 0,7-0,85 mm, míg a termékenyített, duzzadt ikra átmérője 0,8-1,67 mm (**Woynárovich 1959b, Gaygalas és Gyarulaytis 1974, Horváth et al. 1984, Demirkalp 1992, Schlumberger és Proteau 1996**). **Demska-Zakés et al. (2005)** mérései alapján a mesterségesen termékenyített, duzzadt állapotú süllőikra átmérője 1,33 -1,4 mm.

A süllőikra a sügérfélékre jellemzően egy 0,39-0,55 mm átmérőjű olajcseppet tartalmaz (**Tesch 1959**).

Az ikra nagysága, a süllő esetében is meghatározza az ikra és a lárva fejlődését (**Gaygalas és Gyarulaytis 1974; Schlumberger és Proteau 1996**). A legjobb minőségű ikra a 943-2525 grammos, 5 - 7 nyaras anyahalaktól nyerhető (**Gaygalas és Gyarulaytis 1974**).

Živkov és Petrova (1993) három különböző víztározóból származó anyahalak termékenységet (halankénti ikraszám) vizsgálták az ívás előtt. A halak testhosszának, testsúlyának és korának a termékenységre gyakorolt hatását lineáris regresszió analízissel ábrázolták. Méréseik alapján a halankénti ikraszám nőtt (pozitív korrelációt mutatott) a halak testsúlyával és testhosszával, valamint a halak korával is. A szerzők 16 éves, 90 cm testhosszúságú halakat is vizsgáltak.

Demska-Zakés és Zakés (2002) azonban arra a következtetésre jutottak, hogy a kisebb 0,7 - 2 kg-os ikrások sokkal termékenyebbek (a testsúlyhoz viszonyított ikratömeg aránya alapján), mint a 2 kg feletti halak.

Az anyahalankénti ikraszám **Woynárovich (1959b)** szerint 150-200 ezer db/ testsúly kilogramm. A gonadoszomatikus index értéke, kedvező táplálék ellátottságú vizekből származó ikrás halak esetében 22 % is lehet, míg a hímek esetében az ívás előtt a herék súlya a testtömeg 1 %-át teszi ki (**Schlumberger és Proteau 1991, Becer és Ikiz 1999**).

Zakés és Demska-Zakés (2005) mérései alapján a süllősperma koncentrációja $20 \times 10^9/\text{cm}^3$. Ez az érték más sügérfélékhez viszonyítva alacsonyabb (**Brown és Moore 1996, Glogowski et al. 1999, Król 2002**).

Schlumberger és Proteau (1996) szerint a kelési idő 14-15 °C-on 100-110 napfok, de lehet rövidebb, 65-90 napfok is. Ez utóbbi a kisebb, 0,8-1 mm átmérőjű ikrák kelési idejére igaz. A kisebb méretű ikrák esetében a kikelő lárvák életképessége gyengébb. **Woynárovich (1960a, b)** szerint az optimális keltetési hőmérséklet 12-18 °C. A szerző adatai alapján 15 °C-on 3,5 nap, 20 °C –on 2,8 nap kellett az ikra keléséhez. A süllőikra számára az optimális keltetési hőmérséklet **Muntyan (1977)** szerint 11,5-20 °C. **Kokurewicz (1969)** szerint a 12-16 °C-os keltetési hőmérséklet az optimális, míg a 20 °C feletti hőmérséklet gyengébb kelést és kevésbé életképes lárvákat eredményez. **Schlumberger és Proteau (1996)** megfigyelései szerint, ha a keltetés alatt a hőmérséklet 15 és 20 °C között váltakozik, akkor az embrionális fejlődés – ezáltal a kelés is – 25-30 %-al gyorsabban megy végbe, mintha állandó 15 °C-on történne a keltetés.

2.8 A süllő szaporítása, az ikra keltetése, hibridizáció

A süllőfészkek, a múlt század elejétől a süllőtenyésztésben általánosan használt természetes és/vagy mesterséges anyagokból előállított ívási közeg, amely a lárvák kikeléséig használható és az ikrák szállítására is alkalmas (**Bódis és Csapó 2004**).

A süllőfészkek (1600-3600 cm² területű) különféle anyagokból készülhet: fűz, boróka vagy éger gyökere; dróthuzal műszálás hálóval beburkolva stb. (**Horváth et al. 1984**), de készülhet kizárólag mesterséges anyagokból – alumínium kerettel és speciális műanyagból készült „ívási közeggel” (**Bódis és Csapó 2004**) is.

A fészkeket telelőkben vagy ketrecekben helyezik el, de használják természetesvízi ikragyűjtésre és keltetőházakban is (**Horváth et al. 1984, Salminen és Ruuhijärvi 1991**).

A süllőfészkek közül a síkfelületű, keretes (fűzgyökeres vagy kizárólag mesterséges anyagokból készülő) fészkek használata javasolt. Ezek a fészkek tartósabbak, használatuk gazdaságosabb, könnyebben kezelhetők, szállíthatók, mint pl. a borókaágakból készült fészkek. A síkfelületű fészkeken az ikraszám is meghatározható (**Bódis és Csapó 2004**).

Demka-Zakęs és Zakęs (2002) süllőanyák ketrecben történő ívatását vizsgálták két éven keresztül. A kísérlethez 0,71-3,6 kg-os halakat használtak. A ketrecbe helyezés előtt a halakat oocyta minta segítségével az érettségi állapotuk alapján szelektálták. A halak egy részét (kontroll) nem oltották, míg a többi halat egységesen 400 IU/testtömeg kg human chorion

gonadotropinnal kezelték. A kísérlethez 2x2x2 méteres, 10 mm szemátmérőjű ketreceket használtak. Habár a két vizsgálati évben az ívási időszak alatt a hőmérséklet eltért egymástól, az ívások eredményességét nem befolyásolta. Az első évben a hőmérséklet tartósan 10 °C alatt volt, a halak mégis leívtak, ami ellentmond több természetesvízi megfigyelésnek. Az ovulációs idők az érettségi állapotok szerint változtak, a kontroll csoportokhoz képest a hormonnal kezelt halak gyorsabban és szinkronizáltabban ovuláltak – pl. a II. érettségi állapotban lévő halaknál a kontroll csoportoknak átlagosan 5,4 nap, míg a „beoltott” halaknak 3,6 napra volt szükségük. A leghamarabb, a legelőrehaladottabb állapotban lévő ikrások (IV. érettségi stádium) ívtak le, egy nappal a ketrecre helyezésük után. A szerzők rámutattak arra is, hogy a ketreces ívatas, habár eredményes, a halak egészségi állapotára (a több napos zárt tartás) káros hatással van.

Antila et al. (1988) is ketrecren tartott halakat oltottak hCG és/vagy LH-RHa használatával. A hCG estében magasabb dózist, 500-2500 IU/testtömeg kg használtak. Az ívás az oltás után 2,7 - 3,8 nappal zajlott le.

A süllőfészken lévő ikrák keltetésének legelterjedtebb módja a tavi keltetés. A keltetést általában fertőtlenített, gyomhalaktól mentes, a lekelő süllőlárvák számára alkalmas méretű zooplanktonra előkészített tavakban végzik (**Horváth et al, 1984**).



3. kép A süllőfészkek halastavi keltetése (Fotó: Bódis Márk)

Az ikra érzékeny az oxigénre, ezért a hím friss vizet hajt rá. Ezen a megfigyelésen alapszik a permetkamrás ikraérelés technológiájának kidolgozása. Magyar találmány, kitalálói **Woynárovich és Entz (1949/1950)**. Az ikrákat 5-6 m³-es pára kamrában, finom vízpermet éri, amit egy növénytermesztésben használatos készülék biztosít, fél atmoszféranyomással, több permetező fej segítségével. Az ikrák folyamatos oxigénellátása átfolyó víz segítségével költséges, ezzel a módszerrel azonban jóval gazdaságosabb, a felhasznált vízmennyiség 20-40 liter/óra, így a víz temperálása (20 °C) is jobban kivitelezhető. Egy kamrában 120-150 fészket helyeztek el. Az ikrákat minden másnap gondosan megvizsgálták. A permetezést naponta 10-15 percre megszakították, az ikrákat a kelésérettség eléréséhez vízbe merítették. A kelés gyorsítása érdekében az ikrákat 2-4 percig napfényre, illetve 20-27 °C-os vízbe merítették, így 90-95%-uk 10-15 percen belül kikelt. A módszer továbbfejlesztett változatánál (**Woynárovich, 1959b**) az ikrákat 20 °C hőmérsékleten, egy éjszakai szünettel (6 óra) kétóránként 10-20 percig permetezték, a pára kamra méretét is megváltoztatták, így a keltetés még gazdaságosabbá vált.



5. kép Keltetés permetkamrában (Fotó: Bódis Márk)

A permetkamrás keltetés a halastavi keltetésnél jóval hatékonyabb, ugyanakkor magasabb technológiai felkészültséget igénylő módszer, amely a gyakorlatban nem terjedt el. Viszonylag kis területen – a permetkamra méretétől és a fészkek fajtájától függően - több száz,

több ezer fészek is elhelyezhető. A fészkek jól átláthatóak, rendszerezhetőek. Az ikrák oxigénigényét a finom porlasztású vízpermet, a levegőből történő oxigénfelvétel miatt gyorsan kielégíti. Az ikrák hamarabb érik el a kelésérettséget, így a *Saprolegnia* (penészgomba) kártétele nem jelentős (Bódis és Csapó 2005).

A süllő szaporításának új módszere - a más halfajoknál már régóta alkalmazott – a hormonindukcióval történő mesterséges szaporítás, az anyahalak lefejése, az ikra keltetőedényekben történő inkubációja.



5. kép Süllőfejés (Fotó: Bódis Márk)

Zakés és Demska-Zakés (2005) a különböző hormonkezelések hatékonyságát vizsgálták 2,33 - 2,82 kg-os süllőanyákon. A következő kezeléseket alkalmazták:

- oltás 0,7 %-os sóoldattal (kontrollcsoport)
- oltás human chorion gonadotropinnal (hCG) kétszer, azonos adagban - 200 nemzetközi egység (IU)/testtömeg kg
- oltás human chorion gonadotropinnal (hCG) - 200 IU/testtömeg kg, mint előadag és 500 IU/testtömeg kg, mint főadag
- oltás emlős GnRH-t és metaklopropamidot (GnRH analóg) tartalmazó Ovopellel - 0,25 pellet/testtömeg kg, mint előadag és 0,5 pellet/testtömeg kg, mint főadag

- oltás emlős GnRH-t és metaklopropamidot (GnRH analóg) tartalmazó Ovopellel - 0,25 pellet/testtömeg kg, mint előadag és 1 pellet/testtömeg kg, mint főadag.

Az első oltás után a halak vizét 10 °C-ról 12 óra alatt 14,5 °C-ra melegítették fel. A legjobb eredményeket a hCG-s kezeléssel érték el: a kisebb dózissal oltott csoport halainak 83,3 %-a, míg a nagyobb dózissal oltott halak közül az összes ovulált. Az Ovopeles csoport halai nem (kisebb dózis) vagy csak kis mértékben (nagyobb dózis – a halak 50 %-a) reagáltak a hormonális kezelésre. Érdekes eredmény volt, hogy a kontrollcsoport halainak fele – valószínűleg csak a hőmérséklet emelésének hatására – szintén ovulált. A szerzők nem a magyarországi gyakorlatban megszokott termékenyülési vagy kelési százalékot számoltak, hanem a termékenyített ikrák, un. „szempontos” stádiumot elérő százalékos arányát adták meg. Ezek az értékek az Ovopeles csoportnál voltak a szignifikánsan legalacsonyabbak (3,2 %), szemben a többi csoportnál mért 68-72,4 %-al. A hCG-vel kezelt csoportok halai az első oltástól számítva 44-58 óra múlva reagáltak a kezelésre, míg a kontrollcsoport és az Ovopellel kezelt csoport halainál az ovulációs idő 61-93 óra volt. Az Ovopellel kezelt halaknál jelentős elhullást tapasztaltak.

Az intenzív nevelési technológia egyik lényeges pontja az anyahalak szezon előtti szaporítása. **Zakés és Szepekowski (2004)** kísérletükben február elején szaporítottak süllőket. A tógazdasági halakat októbertől decemberig tartották egy szabadtéri, kádas rendszerben. A süllőket élő hallal etették. Ezután egy zárt rendszerbe telepítették a halakat, ahol januártól kezdve fokozatosan melegítették fel a vizet 12 °C-ra illetve a napi megvilágítás hosszát is növelték. A halakat különböző mennyiségben és adagban, hCG-vel kezelték (200 nemzetközi egység/ testtömeg kg egy, két illetve három adagban). Az oltásokat 24 óránként végezték el. Kontrollcsoportként 0,9 %-os sóoldattal oltott halakat használtak fel. A kontrollcsoportban egyik hal sem, míg a hormonnal oltott halak mindegyike ovulált. A különböző adagok nem voltak hatással az ovulációs időre és a termékenyülésre. Az ovulációs idők hossza 53-80 óra volt.

Az intenzív, nagyüzemi termelés alapfeltétele az évente többszöri – évszaktól független – szaporítás, lárva előállítás. A lárvakortól, kizárólag száraz táppal, recirkulációs rendszerben felnevelt fogassüllők szaporítását először **Zakés (2007)** írta le. Két és három éves ikrás halakból két-két csoportot alakított ki, amelyeket 200 illetve 400 nemzetközi egység hCG-vel oltott. A különböző korú halak ikrás egyedeiből kontroll csoportokat is kialakított, itt 0,9 %-os NaCl oldattal „kezelve” a süllőket. A hím egyedeket – szintén két és háromnyaras halakat – 200 nemzetközi egység hCG-vel oltotta be. Azonos korú, azonos körülmények között nevelt halak révén, korosztályonként nem volt jelentős különbség a halak testtömege között – a

kétéves halaknál mindkét korosztály 1 kg, míg a hároméveseknél 2 kg volt a halak testtömege. Az oocyta vizsgálatok során megállapította, hogy a mesterséges körülmények között nevelt tenyészhalak mindegyike azonos érettségi állapotban volt, ami a szinkronizált szaporítás egyik alapfeltétele. Az ovulációs idők (88-101 óra), a lefejt halak száma (93,3-100 %), a GSI értékek (11,3-13,3 %) és a termékenyülési eredmények alakulására sem a hormonadag, sem az életkor nem volt szignifikáns hatással. A kontrollcsoport, tehát a hormonnal nem kezelt halak egyike sem ovulált. A szerző a hormonkezelések után 24 óránként a halak testtömegének változását is mérte -a hímeknél nem változott a testtömeg, míg a kontrollcsoport halainál csökkent. A hormonnal kezelt halaknál 48-96 óra után az ovociták a végső érés stádiumába léptek – a sejtmag a sejthártya perifériáján volt, és kialakult az olajcsepp is -, ekkor a halak tömege a kezdő tömegük 103 %-a felett volt. Ekkor az ovuláció néhány órán belül bekövetkezett.

A keltetőedényben történő keltetés előtt fontos lépés az ikra ragadosságának elvétele, amit **Schlumpberger és Schmidt (1980)** 1-1,5 liter ikra esetében 100 gramm talkumot és 20-25 gramm konyhasót tartalmazó vízben, 45 percig történő mosásával ért el. Zuger üvegenként 0,5-2,5 liter ikrát keltettek, 4-5 liter/perc vízfolyás mellett. A kelés 2-3 nap alatt zajlott le, 38%-os eredménnyel.



6. kép Süllőikra keltetése Zuger üvegekben (Fotó: Bódis Márk)

Demska-Zakęs et al. (2005) a megtermékenyített süllőikra ragadóságának megszüntetését vizsgálták különböző koncentrációjú tannin (csersav) oldatok (500, 1000 és 1500 mg/liter) alkalmazásával. Mindhárom koncentrációjú oldattal három különböző ideig -fél perc, két perc és öt perc – kezelték az ikrákat. Az ikrák termékenyítése utáni lehető legnagyobb mértékű duzzadást is figyelembe véve az alacsony koncentrációjú oldat két percig történő, illetve a legnagyobb koncentráció oldat fél percig történő használatát javasolják. A magas koncentrációjú, hosszú ideig tartó tanninos kezelés negatív hatással volt a lárvák életképességére és a kelés hatékonyságára.

A mesterséges szaporítás módszerével lehetőség nyílik a rokon fajok keresztezésére, hibridek létrehozására. A fogassüllő és magyarországi rokona a kőszüllő a természetben - az eltérő ívási idő és ívóhely miatt – nem szaporodik egymással. **Müller et. al (2004)** azonban mesterséges termékenyítéssel létrehozták a két faj hibridjét, fogassüllő ikrásokat keresztezve tejes kőszüllőkkel. Az új hibridet „fehér köves”-nek nevezték el.

A világ haltenyésztésében a hibridektől a szakemberek „azt várják”, hogy termelési eredményeikben felülmúlják a szülőket.



7. kép A középső két hal a hibrid, a kép bal oldalán fogassüllők, a kép jobb oldalán, pedig kőszüllők láthatók (Fotó: Dr. Müller Tamás)

2.9 A süllő tógazdasági tenyésztése

Tógazdasági körülmények között a süllőfészkekről lekelő süllőlárvákból egynyaras (5-6 hónapos), vagy előnevelt (4-6 hetes) ivadék nevelhető. Az első módszer előnye az egyszerű kivitelezés. Egynyaras ponttyal népesített tavakba helyezik a süllőfészkeket. A jobb megmaradás érdekében az ikrát védetten keltetik (Corchus-féle ivadékláda), így a megmaradás 2-5 %. A második módszer lényege, hogy az előnevelt halakat lehalászásuk után, nagyobb méretű termelő tavakban nevelik tovább. Ez a módszer munkaigényesebb, de tervezhetőbb (H. Tamás *et al.* 1982).

A kikelt süllőlárva megfelelő méretű planktonnal előkészített tóba, vagy előnevelés (4-5 cm-es méret eléréseig) céljából speciális kádakba kerülhet, ahol gyűjtött és osztályozott planktonnal nevelik őket (Schlumpberger és Schmidt 1980).



8. kép Előnevelt süllőivadék (Fotó: Bódis Márk)

Tasnádi (1983) írta le a TEHAG módszerét. Az óriás Zuger üvegekbe, medencébe helyezett lárvák – a vízhőmérséklettől függően – a 6-8. napon kezdik meg az önálló táplálkozást. Az első táplálék tojásturmix és élő kerekeshéreg (*Rotatoria*) keveréke. A táplálkozás megkezdését követő napon a kis süllőket *Rotatoria* planktonra jól előkészített tóba helyezik előnevelésre.

Az előnevelő tó táplálékkészlete 4-6 héten át megfelelő táplálékbőséget nyújt ahhoz, hogy a süllők a 30-40 mm-es testhosszt elérjék.

A süllő előnevelő tó népesítése hektáronként 500.000 - 1,000.000 kikelésre érett ikra, vagy 400.000 - 600.000 néhány napja táplálkozó zsenge ivadék (**H. Tamás et al. 1982**).

Steffens (1960) vizsgálatai alapján, az előnevelés során a fogassüllő-ivadék tápláléka gyakorlatilag a pontyével megegyező.

Jaeger et al. (1984) 30-40 mm-es ivadéket neveltek 4-6 hét alatt úgy, hogy a halakat 8 m³-es ketrecekbe helyezték. Egy ketrecekbe 15000-20000 lárvát telepítettek. A ketreceket úgy süllyesztették le, hogy azok alja a kétszeres Secchi-átlátszóságra volt a felszíntől. Ezzel a módszerrel 40 %-os megmaradást értek el. A planktont fénycsapdával sikerült a ketrecekbe csalni. A szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy az előnevelésnek ebben a fázisában ektoparaziták és baktériumos megbetegedések okozhatnak gondot.

A tógazdasági körülmények között, planktonnal előnevelt halaknál 3-4,5 cm-es korban még ritka a kannibalizmus, ekkor kell lehalászni és egynyaras előállításra szánt tavakba helyezni a halakat. A legalkalmasabbak a könnyen lehalászható, kevesebb halat (500-1000 kg/ha) termő, szeméthalban gazdag tavak. A táplálékkészlet és a visszafogás aránya (10-50 %) összefügg. Átlagban 150-300 előnevelt ivadék után 20-100 egynyaras ivadéket halásznak le hektáronként, a halak átlagsúlya 10-50 g. A 10 cm-es hosszúság a minimális, az ennél kisebb méretű halak nem télállóak.

A kétnyaras süllő nevelésének helye a nyújtó és piacihal nevelő tó. A népesítést a nyáron 3-6 cm hosszú táplálékhalak mennyisége szabja meg. Nagy mennyiségű táplálékhal (20-40 kg apróhal/ha) esetén 50-100 db egynyarast népesíthetünk hektáronként és 40-60 %-os megmaradással számolhatunk. A kétnyaras süllők őszi lehalászási hossza átlagosan 20-25 cm, kedvezőbb táplálékellátottságú tavakban 30-36 cm.

A háromnyaras étkezési süllőt hasonló korú pontyot nevelő tavakban állíthatjuk elő. Ez a korosztály a 3-10 cm nagyságú szeméthalat gyéríti. Ha sok a táplálék 30-100, ha kevés, 5-20 db kétnyaras helyezhető ki hektáronként. A megmaradás 50-80 %. A lehalászott háromnyaras halak hossza átlagosan 30-40 cm, testtömegük 400-800 g. A hozam piaci süllőből 1,5-50 kg/ha lehet (**H. Tamás et al. 1982**).

2.10 Az intenzív nevelés lehetőségei

2.10.1 Élő táplálékkal történő nevelés

Ljunggren (2002) akváriumi kísérletekkel vizsgálta a táplálkozást megkezdő, 6,5 mm-es és idősebb, 7 illetve 11 mm-es süllőlárvák növekedését és táplálkozását. A halakat azonos telepítési sűrűségben tartotta 3 napig, és különböző mennyiségű (10, 30, 100, 300 és 1000 darab/liter), gyűjtött zooplanktonot adott táplálékkul. A táplálkozást megkezdő halak esetében csak a legnagyobb zooplankton sűrűség mellett tapasztalt növekedést. A 7 mm-es (5 nappal idősebb) lárvák esetében már a 100 zooplankton/literes tápláléksűrűség mellett is 10 % volt a specifikus növekedési ráta értéke, míg a legtöbb táplálékszervezetet tartalmazó kezelés esetében a specifikus növekedési ráta értéke 26 % volt. A 11 mm-es lárvák esetében a legerőteljesebb növekedés (30 %) szintén a legnagyobb tápláléksűrűség mellett volt mérhető.

Klein Breteler (1989) *Artemia* naupliusz, majd zooplankton segítségével 5 hét alatt 2,5 cm-es ivadékot nevelt fel. A megmaradás alacsony volt (26%), valamint számottevő volt a kannibál egyedek száma (33%) is.

Molnár (2002) három éven keresztül vizsgálta a süllő tömeggyarapodásának, takarmányértékesítésének, valamint az elhullás és a kannibalizmus mértékét intenzív körülmények között. Kísérleteit tavi előnevelt süllőn végezte. Mindhárom évben egy kéthetes szoktatási periódust követően négy hetes vizsgálati periódus következett. Eleinte élő halat és darált keszeghúst, később kizárólag darált halhúst etetett. A takarmányváltás vagy átmenettel (*Tubifex* etetése mellett), vagy átmenet nélkül történt. Az élettelen táplálék etetése mellett gyengébb növekedést ért el, mint élő hallal, a takarmányértékesítés közel azonos volt.

2.10.2 Száraz táppal történő nevelés

A süllő száraz táppal történő nevelése egy új módszer, ami lehetővé teszi intenzív körülmények közötti előállítását (**Hilge 1990**).

Hilge (1990), lárvenevelés vizsgálata mellett foglalkozott előnevelt süllők tápos nevelésével is. Kereskedelemben kapható, 42-47% nyersfehérjét és 8-14 % nyerszsírt tartalmazó pisztrángtápokat használt. Kísérleteiben egy-egy kontrollcsoporton belül a halak mindig eltérő növekedést mutattak, pár hét múlva a kezdetben homogén csoportokból 2-3 különböző nagyságú csoport keletkezett, amelyek egymástól elkülönültek. Ennek ellenére nem számolt be számottevő veszteségről, kannibalizmust sem figyelt meg. Egy év alatt a süllőivadék átlagsúlya 1,96 g-ról 328,3 g-ra nőtt. Heti gyarapodást számolt, ami 28%-os kezdő értékről 3,4%-ra esett vissza. A takarmányértékesítési adatai magasak voltak, amit a táp süllő számára nem megfelelő minőségével indokolt. Erre utalt az is, hogy a halakon időszakosan un. „tápfáradékonyságot” észlelt. Nemcsak a táp összetételét kifogásolta, hanem a pellet fizikai sajátosságait (keménység) is.



9. kép Süllőnevelés száraz táppal (Fotó: Bódis Márk)

Zakęs és Demska-Zakęs (1996) elsősorban a süllő ivari differenciációjával foglalkoztak, a nevelést azonban intenzív körülmények között végezték. A vizsgálatokat a süllő ivadék 5. és 20. élethete között vizsgálták. Kétféle takarmányozást alkalmaztak. Az első csoportot zooplanktonnal táplálták, itt 93% volt a megmaradás, a másik csoportot pisztrángtáppal etették, itt a megmaradás 69% volt. A 15 hét alatt a zooplanktonos csoportnál 4,26 g tömegnövekedést (S.G.R.=2,09), a tápos csoportnál 14,24 g volt a tömegnövekedés (S.G.R.=3,01).

Zakęs és Karpinski (1999) 50% fehérjetartalmú és 18,5% zsírtartalmú, 1,7 és 2,4 mm-es szemcsenyagúságú táppal etettek süllőket. 60 lux erősségű, 24 órás megvilágítást alkalmaztak. Jóllakott és éheztetett halak oxigén fogyasztását és ammónia kiválasztását vizsgálták, a víz hőmérsékletével kapcsolatban.

Zakęs et al. (2003) különböző napi takarmányadagok 1,2; 1,6; és 2 % az összsúlyhoz viszonyítva) hatását vizsgálta 25,5 g kezdőtömegű halak esetében. A hathetes kísérlet végén a halak súlya csoportonként 47,9 g; 60,3 g és 69,4 g volt. A szignifikánsan legnagyobb specifikus növekedési rátát 2,38 %-ot, a 2 %-os csoportnál mérték. A csoportok takarmányértékesítése között nem volt szignifikáns a különbség, értéke 0,75 g/g volt.

Molnár et al. (2004) is kedvező takarmányértékesítést tapasztalt különböző telepítési sűrűségek mellett. Itt sem voltak a csoportok között szignifikáns különbségek. A kísérlet végére 7-8 g-os halak takarmányértékesítése 0,8 g/g volt.

Zienert és Heidrich (2005) recirkulációs rendszerben vizsgálták és fontos gyakorlati megfigyeléseket tettek a süllő intenzív nevelésével kapcsolatban. A 900 grammos átlagsúlyt a halak 40 grammos koruktól számolva 285 nap alatt érték el, a takarmányértékesítés 0,85 kg/kg volt.

Zakęs és Szczerbowski (1995) tavi előnevelés után 3000 darab, 0,2 g átlagsúlyú süllőivadékot szoktatott tápra és nevelt négy hónapig recirkulációs rendszerben, állandó 22 °C-on. Október közepén a kísérleti halakat egyívású, hagyományos módon – lárvakortól pontyos polikultúrában – nevelt halakkal hasonlították össze. A tápos halak átlaghossza 14,3 cm, átlagsúlyuk 23,96 g volt. A vad halak átlaghossza 10,77 cm, átlagsúlyuk 8,14 g volt.

Az intenzív nevelés során a halak méret szerinti válogatása elengedhetetlen fontosságú. A szelektálás megszünteti az azonos korú halak között a nagyobbra nőtt halak dominanciáját. Méret szerint kicsi (28,5±2,72 g), közepes (38,8±0,02 g), nagy (49,6±1,8) és kevert (közepes+nagy, 39,1±0,46 g) kezdőtömegű csoportok növekedésénél is hasonló, 0,82-0,96 g/g volt a takarmányértékesítés. A nagyobb kezdőtömegű csoportoknál 1-1,1 g/g volt. A halak

növekedését tekintve a szignifikánsan nagyobb S.G.R értékek (1,52 % és 1,3 %) a kicsi és a kevert csoportnál voltak (Zakés *et al.* 2004).

2.11 A tavi előnevelt süllőivadék tápra szoktatása

Az intenzív süllőneveléssel foglalkozó vizsgálatokban leginkább a száraz tápra szoktatott tavi előnevelt halak szolgálnak kísérleti alanyul. Ezek a 3-5 centiméteres halak a ragadozó életmódra való áttérés szakaszában vannak, szerveik teljesen kifejlődtek, könnyebben kezelhetők, tarthatók, mint az érzékeny, fejletlen süllőlárva.



10. kép Előnevelt süllőivadék tápra szoktatása recirkulációs rendszerben (Fotó: Bódis Márk)

Az előnevelt süllőivadékok tápra szoktatásának lehetséges módja, amikor a halaknak naponta 16 órán keresztül folyamatosan (4 percenként) adagolják a tápszemcséket (Zakés 1997c). Ez az átmenet nélkül történő tápra szoktatás. Az átmenettel történő tápra szoktatás a száraz táp,

élő eleséggel – csővájó féreggel (**Molnár et al. 2004**) vagy szúnyoglárvával (**Zienert és Heidrich 2005**) – történő együttes etetését jelenti.

A zárt rendszerben nevelt süllő megmaradását számos tényező befolyásolja. Az átmenet nélkül tápra szoktatott halaknál 31-88 %-os elhullásokat mértek (**Demska-Zakés és Zakés 1996; Zakés 1997b, c; Zakés 1999; Szkudlarek és Zakés 2002; Molnár et al. 2004**).

A tápra szoktatás alatt az előnevelt süllő ivadékok elhullásáért leginkább a következő tényezők felelősek: éhezés, stressz okozta betegségek kialakulása (**Zakés 1997c**) és a kannibalizmus - a kannibál egyedek száma elérheti a 33 %-41 %-ot (**Klein Breteler 1989; Szkudlarek és Zakés 2002; Molnár et al. 2004**) is.

Az előnevelt süllő eredményes tápra szoktatását a következő tényezők határozzák meg: a telepítési sűrűség, a hőmérséklet, a halak mérete és a takarmányozás.

2.11.1 A telepítési sűrűség hatása

Zakés (1997b) egy négy hetes kísérletben 3cm átlagos testhosszú és 0,2 g kezdőtömegű halakból – egy hetes zooplanktonos nevelés után – három különböző telepítési sűrűségű csoportot (0,6 g/L, 1,2 g/L és 1,8 g/L) alakított ki. A kísérlet végére a halak átlagsúlyai (1,81-1,9 g) között nem voltak statisztikailag igazolható különbségek. A viszonylag kis kezdőtömegről induló halak kiugró növekedést (S.G.R. = 7,58-7,78 %) produkáltak. Az elhullás a kannibalizmus okozta veszteségekből, és az un. természetes elhullásból – a legyengült, éhező vagy beteg halak elpusztulásából adódott. A legnagyobb mértékű kannibalizmust a legkisebb telepítési sűrűség mellett tapasztalta, míg a természetes elhullás aránya szignifikánsan a legmagasabb a legnagyobb telepítési sűrűség mellett volt.

A kannibalizmus aránya a legnagyobb telepítési sűrűség mellett volt a legkisebb (7,5 %), igaz az éhezés okozta elhullás is itt volt a legmagasabb (35,28 %).

Szintén a különböző telepítési sűrűségek (0,99, 1,65 és 2,31 g/L) növekedésre és megmaradásra gyakorolt hatását vizsgálta tavi előnevelt, 0,66 g kezdőtömegű süllőknél és kapott hasonló eredményeket **Szkudlarek és Zakés (2002)** is. A kísérlet két hetes tápra szoktatási és négy hetes nevelési szakaszból állt. A halak növekedése átlagosan 0,2 g/nap

(1,29-1,4 mm/nap) volt. A különböző kezdő telepítési sűrűségű csoportok halainak befejező átlagtömegei (8,62-9,43 g) között nem találtak szignifikáns különbségeket.

Molnár *et al.* (2004) is hasonló tapasztalatokat vontak le. A 0,9 g átlagsúlyú halak különböző telepítési sűrűségek (1,25 g/L, 1,66 g/L és 2,08 g/L) mellett 7,42-7,99 g-ra nőttek a hathetes kísérlet alatt. A specifikus növekedési ráta értéke 5,95 és 6,12 % között volt. Ebben a kísérletben az elhullások oka főleg a kannibalizmus volt (41,52-41,7 %), mértéke nem függött a telepítési sűrűségtől.

2.11.2 A vízhőmérséklet hatása

Zakes (1997c) 0,25 g kezdőtömegű halakat négy különböző hőmérsékleten – 18, 20, 22 és 24 °C-on - szoktatott tápra. A száraz táppal etetett halakat zooplanktonnal etetett kontroll csoportokkal hasonlította össze. A legjobb növekedést és a legkedvezőbb megmaradást a 22 °C-on tartott halaknál mérte.

A fent bemutatott kísérlet folytatásaként **Zakes (1999)** két különböző kezdőtömegű csoport (0,25 g és 0,53 g) tápra szoktatásának hatékonyságát és növekedését vizsgálta 22 és 24 °C-on. A kísérleti csoportok eredményeit azonos körülmények között nevelt kontroll csoportok növekedésével és megmaradásával hasonlította össze. Alacsonyabb hőmérsékleten a halak megmaradása kedvezőbb volt. A tápos csoportok halai az első két hétben 22 °C-on jobban nőttek, ezeket a különbségeket a kísérleti periódus harmadik és negyedik hetében már nem tapasztalta. A táppal nevelt csoport halai szignifikánsan jobb növekedést (0,873-1,02 mm/nap, 0,06-0,1 g/nap) mutattak, mint a kontroll csoportok (0,53 mm/nap, 0,02-0,037 g/nap) halai. A nagyobb kezdőtömegű halak gyorsabban és nagyobb hatékonysággal szoktak rá a száraz tápra.

2.12 A süllőlárva intenzív nevelése

A süllőlárva intenzív, száraz táppal történő nevelésére az 1990-es évek elején kezdődtek az első vizsgálatok. A nevelés nehézsége leginkább abban rejlik, hogy az ikrából kikelő süllőlárva fejletlen, létfontosságú szervei (emésztőrendszer, úszóhólyag stb.) életének első szakaszában fejlődnek ki. A különböző élő vagy száraz táplálék étrendi hatásai meghatározóak.

A süllőlárva kikelése után kezdetét veszi egy endogén táplálkozási szakasz, amit a száj kinyílásával, egy endogén-exogén táplálkozási szakasz követ – a szikzacskó még nem fejlődött teljesen vissza, amikor a hal már exogén táplálkozásra is képes (**Mani-Ponset et al. 1994, Ostaszewska 2005**).

Schlumberger és Proteau (1991) süllő lárvát pontyoknál és marénaféléknél használt starter táppal etetett. Habár elfogyasztották a táplálékot, a szerzők szerint nem emésztették meg azt. Egy másik kísérletben a starter táppal megfelelően növekedtek a halak, majd hirtelen számottevő elhullás következett be az emésztőrendszer konvolúciója miatt.

Proteau et al. (1993) sófereg (*Artemia sp.*), zooplankton és háromféle száraz táp etetésével próbálkoztak, de a 65 napos kísérleti periódus végére a megmaradás mindössze 7,9 % volt.

Ruuhijärvi et al. (1991) három különböző kereskedelmi forgalomban lévő tápot használva sem jártak sikerrel. A kizárólag száraz táppal etetett halak a táp típusától függően a 10.-14. napon elpusztultak. A kutatóknak a kísérleti rendszerrel is gondjuk volt. A zooplanktonnal etetett kontrollcsoport halainál a kísérlet 10. napján a halak több mint 90 százalékának volt táplálékkal teli a bélcsatornája, míg a 18. napon csak a halak felének.

A kezdeti sikertelenségek után – habár a süllő intenzív nevelésére vonatkozó kísérletek folytatódtak (leginkább előnevelt korban tápra szoktatott halak szolgáltak alapul), az újabb nevelési kísérletek – már több sikerrel – napjainkban kezdődtek el.

Az intenzív lárvanevelésben a legáltalánosabban használt élő eleség a sórák (*Artemia*) naupliusz. Olyan fajok esetén, amelyeknél az emésztőrendszer a táplálkozás megkezdésekor még fejletlen, kimutatták, hogy az élő eleség etetése elősegíti a különböző emésztőenzimek kiválasztását (**Nolting et al. 1999**). A száraz táp etetése káros hatással lehet az emésztőrendszer kialakulására, a tápra szoktatás idejének megválasztásának kutatásával többen is foglalkoztak.

Ostaszewska et al. (2005) a különböző kísérleti csoportok szerint kétféle kereskedelemben kapható starter táppal, valamint kétféle kísérleti táppal indították a lárvákat. Az egyik kísérleti tápban nem hidrolizált kazein, míg a másikban hidrolizált kazein volt a fehérjeforrás. A kontrollcsoportot kizárólag *Artemia* naupliusszal etették. Az öthetes kísérlet végén a kontrollcsoport és a kereskedelemben kapható tápokkal etetett csoportok halai mutatták a legjobb megmaradást (50,8-54,4 %), míg a kísérleti tápokot kapó halak megmaradása fele akkora volt. Ezek a halak szignifikánsan gyengébben is növekedtek. A szerzők a különböző élő és száraz táplálékkal etetett halak gyomrának és a hozzá kapcsolódó emésztőmirigyek fejlődésében nem találtak különbséget a csoportok között. A kísérlet végére a halak emésztőmirigyei teljesen kifejlődtek.

Kowalska et al. (2006) viszont azt tapasztalták, hogy a süllőlárva fejletlen emésztőrendszere miatt a legjobb növekedést, valamint megmaradást az élő táplálékkal (*Artemia*) és száraz táppal történő együttes etetéssel lehet elérni. A szerzők a hat napos, a táplálkozást megkezdő halakat egy, két illetve három hétig (a kísérlet végéig) etették vegyes (*Artemia* és száraz táp) táplálékkal. Az első két csoport esetében az élő elhagyása után kizárólag száraz táppal etették a halakat.

Hamza et al. (2007) *Artemia* naupliusszal indított süllőlárvákat a keléstől számított 9. a 15. illetve a 21. naptól kezdve etették száraz táppal. A kontrollcsoport halait a kísérlet végéig (36. nap) élő eleséggel etették. A kísérlet végére a legnagyobb átlagtömeggel a kontroll csoport halai rendelkeztek. A tápos csoportoknál a 15. illetve a 21. napon tápra szoktatott csoportoknál mérték a szignifikánsan legjobb növekedést, ugyanakkor jelentős szénnövést (CV=44-55 %) is tapasztaltak. Ezeknél a csoportoknál a 16. naptól kezdve a kannibalizmus jelensége is megfigyelhető volt. A 9. naptól tápra szoktatott halak növekedése jelentősen elmaradt a többi csoport halaitól. Habár a szerzők megmaradást nem közölnek, arra utalást tettek, hogy ez utóbbi csoportnál az elhullás jelentős volt (a kezelés három ismétlését képező kádak közül kettő állománya elpusztult a kísérlet végére).

A hisztológiai vizsgálatok során kimutatták, hogy a táplálkozás megkezdésekor a halak gyomra még nem, a mája és hasnyálmirigye viszont már funkcionált. A gyomor erőteljes enzimátikus tevékenységét figyelték meg a 15. naptól kezdve. A kifejlett halakra jellemző emésztőrendszer kialakulását a 29. napra tették, amikor a pylorus függelékek is megjelentek. A kizárólag élő eleséggel etetett csoportnál erőteljesebb enzimátikus tevékenységet mértek, főleg a tripszin nevű enzim esetében. A szerzők a 15. napon történő tápra szoktatást javasolják, ugyanis a bélcső fejletlensége miatt, az epithelium sejtrétege érzékenyebb, a korábban történő tápra szoktatás káros hatással van az emésztőrendszer kialakulására.

Szintén a halak tápra szoktatásának legideálisabb korát, valamint a különböző összetételű táplálékok hatását vizsgálták **Kestemont et al.(2007)**. Az *Artemia* naupliusszal etetett 11 napos halak tápra szoktatását 4 napig végezték, az élő táplálék folyamatos elhagyásával. A halak három csoportban, különböző időben - a kísérlet kezdetén (12. nap), egy hét élő etetése (19. nap) után illetve két hét elteltével (26. nap) szoktatták, majd nevelték kizárólag száraz táppal. A kontrollcsoport halai folyamatosan élő táplálékot kaptak. A legjobb növekedést és megmaradást (24,8 %) ennél a csoportnál mérték. A kísérlet során a legnagyobb mértékű elhullást – az összes csoport tekintetében – a kísérlet első hetében észlelték. A táppal etetett csoportoknál a 19. napon tápra szoktatott halak növekedése volt a leggyorsabb. A kannibalizmus mértéke (az elhullás 36,7 %-a) is ennél a csoportnál volt a legmagasabb. A kannibalizmust a 22 napon észlelték először. A 12. napon tápra szoktatott halak megmaradási és növekedési mutatói voltak a legalacsonyabbak.

Egy másik kísérletben kétféle élő táplálékkal sórákkal (*Artemia*) illetve C vitaminnal és hosszúláncú, telítetlen zsírsavakkal (HUFA) dúsított *Artemia* naupliusz, valamint - az előző kísérletben leírtak szerint tápra szoktatva - kétféle édesvízi (10 % nyerszsír és 55 illetve 45 % nyersfehérje tartalmú) illetve tengeri (55-56 % nyersfehérje és 15 illetve 8,5 % nyerszsír tartalom) halaknak készült starter táppal 18 napig etették a süllőket. Az élő táplálékot fogyasztó halak növekedése szignifikánsan gyorsabb volt, mint a tápos csoportok halaié. Mind a növekedés, mind a megmaradás (77,4 %) szempontjából a magasabb fehérjetartalmú édesvízi starter táp volt a halak számára a legkedvezőbb. A különbségeket a tengeri fajok számára készült tápok magasabb szén-foszfor arányában keresték. A tápos csoportoknál a kannibál egyedek száma magasabb volt, mint az élő táplálékkal etetett halaknál. A kísérlet végén a süllőivadékok stresszérzékenységét is vizsgálták (30 perc, 3 %-os sótartalmú vízben), amit az élő táplálékkal etetett halak bírtak jobban (52±3.6 illetve 66.7±4.5 %-os megmaradás). Az alacsonyabb zsírtartalmú tengeri starterrel etetett csoportnál a megmaradás mindössze 4,4 %-os volt.

A szerzők szoros összefüggést találtak a csoportokon belül deformált (elsősorban a felső illetve az alsó állkapocs rendellenes fejlődése) halak aránya és a táplálék összetétele (C-vitamin) és a tápra szoktatás ideje között. A magasabb C-vitamin tartalmú száraz tápoknál illetve a dúsított *Artemia* naupliusz etetése mellett több volt a normális fejlődésű hal, míg a kezeletlen *Artemia* az eredmények alapján nem elégíti ki a süllőlárva táplálkozási igényeit.

Szkudlarek és Zakeš (2007) egy fontos technológiai paraméter, a telepítési sűrűség hatását vizsgálták két kísérletben – a keléstől számított 4. és 18. illetve a 19. és a 39. nap között. Az első kísérletben 4 napos (a keléstől számítva), 0,5 mg átlagsúlyú és 5,6 mm testhosszúságú

lárvákat telepítettek 25hal/liter, 50 hal/liter illetve 100 hal/liter sűrűségben. *Artemia*-val és száraz táppal etettek. A kísérlet a 18. napig (a keléstől számítva) tartott. A halak növekedése és a telepítési sűrűség között negatív korrelációt tapasztaltak. Mindhárom csoport halainak 90 %-a rendelkezett normálisan kifejlődött úszóhólyaggal. A halak megmaradása között szignifikáns különbségek voltak, a legjobb megmaradást (74,4 %), a legkisebb telepítési sűrűségű csoportnál mérték. A második kísérlethez 18 napos, $35 \pm 1,5$ mg tömegű és 15,6 mm testhosszúságú halakat használtak. Ezeket 6 hal/liter, 10 hal/liter illetve 15 hal/liter sűrűségben tartották és kizárólag száraz táppal etették. A kísérlet 3 hétig tartott. A növekedés és a megmaradás értékei szignifikánsan itt is az alacsonyabb telepítési sűrűségben tartott halaknál volt a legkedvezőbb illetve a legmagasabb. Ennél a korosztálynál a megmaradás értékei 45,4 és 56,6 % között voltak. A legnagyobb mértékű kannibalizmus okozta elhullást (35,5 %) a, a legnagyobb, a 15 hal/liter kezdő telepítési sűrűségnél mérték.

Zienert és Heidrich (2005) 125000-250000 darab süllőlárva/m³ telepítési sűrűséget javasolnak.

A süllőlárva úszóhólyagjának kialakulása szintén kritikus pont a lárvanevelésben. 19,5 °C-on a keléstől számított 3.-4. napon kezd kialakulni és feltöltődni levegővel. A légső a 11. naptól kezdve elcsökevényesedik, a 15. napig, pedig teljesen elzárul. Az úszóhólyag nélküli halak „ugrálva”, nem vízszintesen úsznak. Növekedésük elmarad a normális halaktól, hiszen a mozgásuk több energiavesztéssel jár. Ezeknél a halaknál más testi deformációk, torzulások is előfordulhatnak (**Demska-Zakés et al. 2003**)

2.13 Az intenzív körülmények között nevelt süllő takarmányozása, testösszetétele

Az intenzív nevelés gazdaságosságát alapvetően meghatározza az adott halfaj takarmányozástani igényeit kielégítő minőségi haltáp. A fogassüllő tekintetében még nem beszélhetünk speciális tápokról – a táp összetételét illető igényeinek meghatározása kutatás tárgyát képezi. Gyakorlati tapasztalatok alapján azonban elmondható, hogy a kereskedelemben kapható tápok közül számos alkalmas a süllő nagyüzemi tenyésztésére.

A szakirodalomban található kutatások nagy része az ivadék korosztály takarmányozási igényeit vizsgálja, a nagyobb (több száz grammos illetve a piaci mérethez közeli) halak számára legalkalmasabb takarmányösszetétel kifejlesztése azonban még várat magára.

Schulz et al. (2006) egy 90 napos kísérletben 1,36 g kezdőtömegű halak növekedését hasonlították össze - 60 % nyersfehérje és 15 % nyerszsírtartalmú, kereskedelemben kapható pisztrángtápot illetve ugyanennek a tápnak további 7 % halolajjal dúsított változatát etetve. Kontrollcsoportként *Chironomus*-al (vörös szúnyoglárvával) etetett halakat használtak. A magasabb, 22 %-os zsírtartalom nem volt szignifikáns hatással a növekedésre és a takarmányértékesítésre (1,02 g/g az alacsonyabb zsírtartalommal etetett csoportnál és 0,93 a magasabb zsírtartalmú táppal etetett csoportnál), a kontrollcsoport halai viszont szignifikánsan gyengébben nőttek, mint a száraz táppal etetett halak. A takarmányértékesítés is magasabb (2,37 g/g) volt. A halak testösszetételének vizsgálata után kimutatták, hogy a magasabb zsírtartalmú táp etetése zsírfelhalmozódást okozott. A szúnyoglárvával etetett csoportok halainak hepato-szomatikus indexe (HSI) 1,1 volt, szemben a tápos halak 1,9-2-es értékeivel.

Egy másik kísérletben szintén **Schulz et al. (2007b)** öt különböző fehérjetartalmú (26, 33, 40, 47, 54, 61 %) és azonos (10 %) zsírtartalmú fehérjetartalmú izoenergetikus kísérleti tápokkal etetett 1,05±0,05 g kezdőtömegű süllőivadékok növekedését, takarmányértékesítését és testösszetételét vizsgálták egy 56 napos kísérletben. A növekedési adatokat felhasználva polinomiális regressziók segítségével megállapították, hogy az 1-6 g tömegű süllőivadék fehérjeigénye 52,9 és 57,7 % között van. Ezek az értékek hasonlóak a kereskedelemben kapható, azonos méretű ivadékhalaknak gyártott starter tápok fehérjetartalmával. A kísérleti csoportok fehérje értékesítése (PER) lineárisan csökkent az etetett tápok növekvő fehérjetartalmával. A kevesebb fehérjetartalmú (26, 33) tápot fogyasztó csoportok halainak testösszetétel vizsgálatakor kimutatták, hogy magasabb zsírtartalommal rendelkeznek, mint a magasabb fehérjetartalmú (54, 61 %) táppal etetett halak.

Szintén a süllő fehérjeigényét is vizsgáló munka alapján, az 51,1 g kezdőtömegű halak számára a 43-50 % nyersfehérje tartalmú táp a kielégítő. A növekvő testmérettel csökken a fehérjeigény is (**Nyina-Wamwiza et al. 2005**).

A fehérjetartalom mellett fontos a tápok zsír és zsírsavtartalma is. A zsírok a hal számára, mint energiaforrás nélkülözhetetlenek, a halhús, elsősorban hosszúláncú telítetlen zsírsavtartalma, pedig humánélelmezési szempontok miatt lényeges.

Zakes et al. (2004) 45 % fehérjetartalom mellett a növekvő zsírtartalom (6, 10 és 14 %) hatását vizsgálták nagyobb méretű, 150-210 grammos halak esetében. A különböző

zsírtartalmú tápok nem voltak szignifikáns hatással a halak növekedésére. Statisztikailag jelentős különbségeket mértek viszont a különböző csoportok átlagos napi súlygyarapodása (g/nap), a kondíciófaktora és a növekedési sebesség (%/nap) tekintetében. A legmagasabb értékeket a 10 %-os zsírtartalmú tápot fogyasztó csoport halainál mérték. A fehérjehasznosítás is ennél a csoportnál volt a legmagasabb. A halak testösszetételét is vizsgálták és kimutatták, hogy a halhús legmagasabb fehérjetartalma a legkevesebb zsírtartalmú táppal etetett csoport halainál volt mérhető, míg a zsírtartalom mindegyik csoport esetében azonos volt (7,7 %). A 10 % zsírtartalmú tápot fogyasztó halaknál volt a legmagasabb a hasúri zsír mennyisége.

Az eltérő zsírsavtartalmú tápok etetésével kapcsolatos kísérletek során kimutatták, hogy a növényi zsírt (lenmagolaj illetve szójaolaj) tartalmazó tápokkal a halolajat (állati zsírt) tartalmazó tápokhoz viszonyítva ugyanolyan növekedést, megmaradást és takarmányértékesítést lehet elérni (**Schulz et al. 2005**). A takarmányértékesítés értékei viszonylag magasak, 3,27-3,52 g/g voltak, amit a szerzők a szalagos etető – süllő számára alkalmatlan - használatával (az “erősebb” halak gyülekeztek az etető alatt, míg a “gyengébb” halak éheztek) magyarázták. A növényi olaj tartalmú táppal etetett halak májszövetének zsírtartalma szignifikánsan magasabb volt, mint a halolajat tartalmazó táppal etetett halaké, ami a növényi eredetű olajok süllő számára nehezebb lebontására utal.

A tápok és a halak teljes testéből, a májszövetéből illetve az izomszövetből kivont zsírsavak mennyisége alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a rövidebb szénláncú prekursorokból a süllő képes hosszú láncú telítetlen zsírsavakat (EPA, DHA) szintetizálni.

Hasonló megállapításokat tett **Jankowska et al. (2003)** is, akik tavi és intenzív körülmények között táppal illetve élő hallal nevelt halak testösszetételét hasonlították össze. A vizsgálatokhoz 46,3-50,7 cm testhosszúságú és 1185,1 g (tavi) illetve 1009,8 g (tenyésztett) átlagtömegű halakat használtak fel. A süllők izomszövege a táphoz viszonyítva 2-4-szer több n-3-as és az n-6-os hosszúláncú telítetlen zsírsavat tartalmazott. A tápos halak izomszövege több egyszeresen és kevesebb többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmazott, mint a tavi halak izomszövege. Az intenzíven nevelt halakhoz viszonyítva a természetes vízből származó halak izomszövegeinek víztartalma magasabb, míg zsírtartalma alacsonyabb volt ($0,96 \pm 0,07$ %). A táppal etetett halak zsírtartalma $2,87 \pm 0,1$ % volt, míg az előzetesen táppal, majd élő hallal etetett halak izomszövegeinek zsírtartalma $1,46 \pm 0,12$ % volt.

A halak növekedés szempontjából lényeges a haltápok fehérjetartalma, amely a tápok legdrágább alkotórésze. Így a gazdaságos termelés szempontjából lényeges, hogy az adott hal a fehérjét a lehető legjobban értékesítse (csak a növekedésre használja fel) és az energiaszükségletét kizárólag más, nemfehérje természetű összetevőkből – zsírokból,

szénhidrátok – fedezze. Kimutatták, hogy a táp fehérjetartalmát a halak akkor hasznosítják a legjobban, ha az megfelelő zsírtartalommal rendelkezik.

Schulz et al. (2007a) kétféle fehérjetartalmú (47 és 54 %) tápot - táponként háromféle zsírtartalommal (9 %, 13 % és 17 %) – etettek. Mindkét fehérjetartalom esetén a magasabb zsírtartalmú „változat” mellett volt a szignifikánsan legjobb növekedés és legkedvezőbb takarmányértékesítés. A 47/17-es és 54/17-es tápok között nem találtak szignifikáns különbséget. Más sügérfélénél (csapó sügér, észak-amerikai fajok) ellentétes eredményeket kaptak, az alacsonyabb zsírtartalom etetése mellett érték el a jobb eredményeket a növekedés és takarmányértékesítés tekintetében. A magasabb zsírtartalmú tápokkal etetett halaknál a halhús zsírtartalma és a hepato-szomatikus index értéke is magasabb volt az alacsonyabb zsírtartalmú táppal etetett halakhoz képest. Ebből a zsírfelhalmozódásból arra következtettek, hogy a magasabb zsírtartalmat a süllő nehezen hasznosítja, ugyanakkor arra is utaltak, hogy a zsírok felhasználását a táp szénhidrát tartalma is befolyásolhatja.

A különböző fehérje (50 illetve 58 %) és zsírtartalmú tápok (17 illetve 15 %) etetésével kapcsolatban **Zienert és Heidrich (2005)** a következő, inkább gyakorlati, mint tudományos eredményeket közölnek. A tápokat növekvő szemcsenagyság mellett 40 g-os mérettől kezdve etették. A nevelés végére az 50/17-es táppal etetett halak átlagtömege 848,8 g, míg az 58/15-ös táppal etetett halak átlagtömege nagyobb, 892,2 g volt. Ez utóbbi csoportnál a takarmányértékesítés (0,91 kg/kg) és a húskihozatal (a bőr nélküli filé a teljes testsúly 44,9 %-a volt) is kedvezőbb volt. Statisztikai próbát nem alkalmaztak

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 A doktori disszertáció témakörében elvégzett kísérletek felsorolása

- A keltetési hőmérséklet hatása a keltetési idő hosszára és a lárva méretére
- Süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány-tűrő képességének vizsgálata, összehasonlítása
- Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra-szoktatására
- Különböző napi takarmányadagok hatásának vizsgálata – tavi ketreces kísérlet
- Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú tavi halak testösszetételének vizsgálata és a zsírsavprofil összehasonlítása

3.2 A kísérletek részletes bemutatása

Kísérleteimet a Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdasági Karának hallaboratóriumában, Keszthelyen illetve a Makkos és Társa Kft. fonyódi telepén végeztem. A kísérleti tápokot a Skretting haltápokot gyártó Hendrix S.p.a (Nutreco csoport) biztosította.

3.2.1 A keltetési hőmérséklet hatása a kelési idő hosszára és a lárva méretére

3.2.1.1 A süllőanyák szaporítása

A szaporításra szánt anyahalak tartására egy recirkulációs halnevelő rendszer szolgált, amelyik hat darab, egyenként 350 liter térfogatú, kör alakú halnevelő kádból, egy 800 literes

ülepítő medencéből és 2 darab 800 literes kavicszűrőből állt (11. kép). A rendszerben a heti vízcseré mértéke a teljes térfogat 20% volt. Az anyahalak védelme és a halak számára nyugodt körülmények biztosítása érdekében a kádakat műanyaghálóval takartam le.

Az anyahalakat a Makkos és Társa Kft. fonyódi telepéről kaptam. A tavi süllőanyákat sósfürdetés után helyeztem az anyatartó rendszerbe, ahol a hőmérséklet fokozatos emelésével értem el a szaporítási (13-15 °C) hőmérsékletet. Az ikrásokat két adagban pontyhipofízissel (2 mg/kg előadag, majd 4 mg/kg főadag) vagy egy adagban hCG-vel (human chorion gonadotropin - 400 IU/testtömeg kg), a tejeseket egyszer, pontyhipofízissel (1-2 mg/kg) oltottam.

A hormonadagokat a hasúszó tövénél jutattam be a hasüregbe. Az ovuláció megkezdésekor a halakat elaltattam, majd az ikrát száraz műanyag edénybe fejtem le. A hímekből - vagy automata pipettával fogtam fel a tejet, vagy közvetlenül az ikrára fejtem azt. Ezután a száraz termékenyítési eljárással termékenyítettem. A spermiumokat állott csapvízzel aktiváltam, majd egy perces kevergetés után a Woynárovich-féle termékenyítő oldattal duzzasztottam az ikrákat. A termékenyítő-oldatot 3-4 alkalommal cseréltem. Az ikraduzzasztás végeztével (kb. 45-50 perc) az összetapadást megelőzendő, az ikrákat csersav oldattal (5 g csersav /10 liter víz) is kezeltem (Müller *et al.* 2006).



11. kép Az anyahalak tartására használt rendszer (Fotó: Bódis Márk)

3.2.1.2 A kísérlet leírása

A kísérlet folyamán azonos anyaktól származó ikratételek különböző keltetési hőmérsékleteken történő kelési idejét illetve a kikelő lárvák méretét határoztam meg.

Az ovuláció megindulásakor az ikrát és a tejet is lefejtem és mesterséges termékenyítést végeztem. Az anyánként külön kezelt ikrákat a 6 tejestől származó, azonos arányban összekevert spermával termékenyítettem meg.

Anyahalanként 30 ikraszem felhasználásával meghatároztam a száraz és a duzzadt ikrák átmérőjét. Az 1 kg ikrában lévő ikraszámot anyánként az 1-1 g ikratételben lévő ikrák számából számoltam. A tömegmérés 0,01 g pontossággal történt..

A megtermékenyített, duzzadt ikraszemekből 50-50 darabot Petri csészékbe, majd a csészéket keltető kamrákba helyeztem (12. kép).



12. kép Keltetőkamra

A keltetés anyahalanként háromszoros ismétlésben, három különböző hőmérsékleten – 10 °C-on, 14 °C-on és 18 °C-on történt. A kikelő lárvákat is ezeken a hőmérsékleteken, tartottam tovább. Az oldott oxigén tartalmát, a keltetőkamrákban levegőztetéssel 100 %-os telítettségűre állítottam be. Az ikrákat naponta egyszer fertőtlenítettem, a víz 50 %-át sterilizált vízzel cseréltem le.

A lárvák hosszát keléskor és az endogén-exogén táplálkozási szakasz megkezdésekor, valamint a kelési időt és az endogén táplálkozási lárvaállapot hosszát is mértem.

A kelés alatt az ikrában zajló embrionális fejlődés, illetve az endogén táplálkozású lárvaszakasz nyomonkövetése mikroszkóp segítségével történt. A kelési időnek a termékenyítéstől az utolsó lárva kikeléséig tartó időt tekintettem. Az endogén lárvaszakasz hosszának mérése, az önálló táplálkozás megkezdésének kezdetéig, a száj kinyílásáig tartott **(Mani-Ponset *et al.* 1994, Ostaszewska 2005)**. A lárvaméreteket meghatározása mikroszkóp segítségével történt – a frissen kikelt és az endogén-exogén táplálkozási szakaszba lépő lárvák teljes testhosszát is mértem.

3.2.2 A süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány tűrőképességének vizsgálata

A vizsgálat során azonos (statisztikai próbával ellenőrzött) átlagsúlyú kősüllő ($4,21 \pm 0,65$ g) és hibrid ($4,18 \pm 0,32$ g), illetve azonos (statisztikai próbával ellenőrzött) átlagsúlyú süllő ($9,08 \pm 0,36$ g) és hibrid ($9,09 \pm 0,34$ g) ivadékok oxigénhiány tűrőképességét hasonlítottam össze. A két faj illetve a hibrid külön-külön történő összehasonlítására az eltérő időben történő szaporodás és a különböző ütemű növekedés miatt volt szükség.

A süllő ivadékok tavi előnevelést követően tápra szoktatott halak voltak, a hibrid ivadékok nevelése lárva kortól laboratóriumi körülmények között történt, míg a kősüllő ivadékok a Balatonból származtak.

A kísérleti halak nevelése és tartása az egyetemi hallaboratórium recirkulációs rendszereiben történt.

A kísérlet előtt 24 órával nem etetett halakat, adataik felvétele után (testtömeg - 0,1g pontossággal, testhossz 0,1 cm pontossággal és a kondíció faktor) vegyes csoportokban (összesen 10 hal - 5 süllő illetve kősüllő és 5 hibrid), három ismétlésben, vízzel telt, henger alakú edényekbe helyeztem. A kősüllő és a hibrid összehasonlításánál az edények 10 cm átmérőjű, 1,5 liter térfogatúak voltak, amelyekbe 1 liter víz lett bémérve. A süllő és a hibrid összehasonlításához (mivel a halak nagyobbak voltak) 20 cm átmérőjű, 5 liter térfogatú, 2,2 liter vizet tartalmazó edények szolgáltak. A kísérletek során a különböző űrtartalmú edényekbe helyezett különböző átlagtömegű halak (kősüllő és hibrid illetve süllő és hibrid) a

„telepítési sűrűség” tekintetében azonosak voltak $41,97 \pm 0,59$ g/liter (első kísérlet) illetve $41,29 \pm 0,52$ g/liter második kísérlet) volt. A kísérletek során a hőmérséklet $20,5$ °C volt.

Az oxigéntartalmat a kísérlet megkezdésétől folyamatosan mértem.

Amikor egy hal az O_2 hiány hatására elvesztette egyensúlyát (oldalra fordult és legalább 5 másodpercig “mozdulatlan” volt), akkor a halat eltávolítottam, majd megmértem az oldott oxigén tartalmat és a kísérleti edénybe való behelyezése óta eltelt időt. Fajonként meghatároztam az első és az utolsó hal egyensúlyvesztése között eltelt időt is (másodperc pontossággal). Amikor egy halat kivettem a kísérleti edényből, akkor a víz 1/10-et részét is eltávolítottam, a légköri diffúzióból eredő relatív oldott oxigén tartalom növekedésének megakadályozása céljából. Az eltávolított halakat tiszta, oxigéndús vízbe helyeztem feléledésükig. A kísérlet folyamán egy hal sem pusztult el.

3.2.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápraszoktatására

Ebben a kísérletben tavi előnevelt halak különböző élő táplálék kiegészítéssel (átmenettel) és átmenet nélkül (kizárólag száraz táppal) történő tápra szoktatását vizsgáltam.

A kísérlet helye egy szabadtéri, átfolyóvízes rendszer volt. A haltartó kádak térfogata 200 liter, a víz mélysége 35 cm volt. A rendszer 12 kádból állt (13. kép). A vízellátást szűrt tóvíz biztosította, az átfolyás kádanként 120 liter/óra volt. A kísérleti rendszer a Makkos és Társa Kft. fonyódi telepén volt felállítva.



13. kép Az előnevelt süllők tápra-szoktatására használt átfolyóvízes rendszer (Fotó: Bódis Márk)

A halak súlyuk és testhosszuk lemérése után - kádanként 100 halat - a kísérleti rendszerbe telepítettem.

A kísérlet során a 4 kezelés hatását (különböző tápra szoktatási módszer) három ismétlésben vizsgáltam. Egy csoport átmenet nélkül (kizárólag száraz táppal), míg a másik három csoport átmenettel (különböző élő táplálék kiegészítéssel: vörös szúnyoglarva – *Chironomus sp.*, csővájó féreg – *Tubifex tubifex*, illetve nagy vízibolha – *Daphnia magna*) segítségével szoktattam tápra.

A kísérlethez használt táp Nutra 2.0 elnevezésű, extrudált – szemcsézett pisztráng ivadéktáp volt (szemcsenagyság 0,7-1,1 mm, nyersfehérje tartalom 54 %, nyerszsír tartalom 18 %, hamu tartalom 10 %, foszfortartalom 1,4 %, emészthető energia 19,5 MJ/kg – gyári adatok).

A halakat kézzel, illetve óraelven működő, szalagos etetők segítségével naponta 12 órán keresztül (9.00-21.00) etettem. Az élő táplálékok mennyiségét, 3 naponta folyamatosan csökkentettem. A szúnyoglarva és a *Tubifex* táphoz viszonyított aránya a következő volt: 75 %:25 % (0.-3. nap), 50 %:50 % (3.-6. nap), 25 %:75 % (6.-9. nap), a 9. naptól a kísérlet végéig a halak csak száraz tápot kaptak. A *Daphnia* -val etetett csoport halai az első 3 napban naponta háromszor *ad libitum*, majd naponta kétszer (3.-6. nap), és egyszer (6.-9. nap) kaptak élő táplálék kiegészítést. Majd a 9. naptól a kísérlet végéig kizárólag száraz tápot kaptak.

A napi takarmányadagot az össztömeg 10 százalékában állapítottam meg.

A halak mérése háromnaponta történt (a táp és az élő táplálék arányának változtatása szerint). A kannibalizmus megfigyelése és a kannibál egyedek eltávolítása folyamatosan történt. A kannibál egyedeket 2 elhullott halnak számoltam (Molnár *et al.* 2004). A kísérlet során napi rendszerességgel a víz hőmérsékletét és a víz oldott oxigéntartalmát, illetve heti rendszerességgel a különböző vízben oldott nitrogénformák (nitrit, nitrát, ammónia) mennyiségét is mértem.

3.2.4 Különböző napi takarmányadagok vizsgálata – tavi ketreces kísérlet

A tavi körülmények között, kísérleti ketrecekben végrehajtott kísérletben a különböző napi takarmányadagok növekedésre, takarmány – értékesítésre és megmaradásra gyakorolt hatását vizsgáltam.

Az Aranyponty Zrt. Rétimajori telepéről kapott, tavi előnevelt halakat laboratóriumi körülmények között szoktattam tápra az egyetemi hallaboratórium recirkulációs rendszerében. A rendszer 9 darab, egyenként 400 literes akváriumból, egy 800 literes ülepítőből, és két darab 800 literes bioszűrő állt (14. kép). A rendszer vízellátó gerincvezetékébe egy 7 watt teljesítményű UV lámpát is beépítettem. Az akváriumok vizét porlasztókövekkel levegőztettem. A kísérletek illetve a nevelés során a teljes vízmennyiség kb. 10%-a képezte a napi vízcserét. A vízcseréhez előzőleg legalább 12 órán keresztül levegőztetett és temperált csapvíz szolgált. Az akváriumokban a vízátfolyás mértéke 3 liter/perc volt.

A kísérleti állományok tápra szoktatása „A különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra-szoktatására” című kísérletben leírtak szerint történt .



14. kép Az „akváriumos” rendszer (Fotó: Bódis Márk)

Fontosnak tartom megjegyezni, hogy ezek a süllőivadékok magyarországi viszonyokhoz képest meglehetősen késői ivásból származtak. Az előnevelt méretű halakat június végén (!) kaptam, így a ketreces kísérletet (csak) augusztus elején indult.

A tápra szoktatott, majd két hétig továbbnevelt kísérleti halakból három csoportot alakítottam ki két ismétlésben. A halak kezdő átlagsúlya $3,5 \pm 0,5$ g volt. A 8 hetes kísérlet során a napi takarmányadagok mennyisége a különböző csoportok esetén az össztömeghez viszonyítva 2 %, 4 % illetve 6 % volt.

A kísérleti halakat 7 db (három kezelés két ismétlésben + tartalék ketrec) ketrecbe helyeztem. A hetedik ketrecben, a „tartalék” halak voltak. Ezek a halak az esetleges elhullás esetén - az azonos telepítési sűrűség fenntartása érdekében - a kísérleti ketrecek állományának az elhullotthoz hasonló tömegű hallal történő kiegészítését szolgálták. A telepítési sűrűség 60 hal/ketrec volt.

A fémvázas, 5 mm szembőségű kísérleti ketrecek teljes űrtartalma 750 liter (150 cm x 100 cm x 50 cm), ebből a vízbe merülő rész „hasznos” térfogata 600 liter volt. A ketrecek, a halastavak vízpótlására és leeresztésére egyaránt használható kőárokban voltak elhelyezve. Itt a süllőknek tiszta, oxigéndús, állandó friss vizet lehetett biztosítani gravitációs úton illetve szivattyú segítségével egyaránt. A ketrecek alsó szélét fém rudak tartották a kőárok feneke fölött 15 cm-rel. A ketrecek közé helyezett fém palló biztosította a jobb hozzáférhetőséget (etetők felhúzása stb.).



15. kép A kísérleti ketcerek elhelyezése (Fotó: Bódis Márk)

A víz hőmérséklete a kísérlet alatt 17 és 25 °C között váltakozott.

A halak etetése automata etetők segítségével naponta 12 órán keresztül (9h-21h) folyamatosan történt. A halak etetésére tengeri halfajok számára készült tápokot használtam. A kísérlet megkezdésétől négy hétig Classic Marine 1st P elnevezésű pelletált (szemcsenagyság 1,7 mm, nyersfehérje tartalom 50 %, nyerszsír tartalom 12 %, hamu tartalom 10,5 %, foszfortartalom 1,5 %, emészthető energia 16,5 MJ/kg – gyári adatok) táppal etettem a halakat. A negyedik héttől – a halak növekedésével - kezdve áttértem Active 1st P elnevezésű extrudált (szemcsenagyság 2,5 mm, nyersfehérje tartalom 47 %, nyerszsír tartalom 18 %, hamu tartalom 9,3 %, foszfortartalom 1,25 %, emészthető energia 18,9 MJ/kg – gyári adatok) táp etetésére, amit a kísérlet befejezéséig használtam.

A kísérleti halak testsúlyának és testhosszának mérése a kísérlet első felében hetente, majd kéthetente történt.

A kísérleti ketcerek naponta egyszer egy speciális kefével tisztítottam le, azért, hogy a fonalas algák ne tudják eltömni a műanyag háló nyílásait.

A ketreces kísérlet során naponta háromszor (reggel, délben, este) a víz hőmérsékletét és oldott oxigéntartalmát, egyszer, pedig a Secchi – átlátszóságot is mértem. Más vízparaméterek mérése (pH, N-formák, keménység) heti három alkalommal történt.

3.2.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú tavi halak testösszetételének vizsgálata és a zsírsavprofil összehasonlítása

A kísérlet első felében intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt – tápos előéletű - süllők növekedését és takarmány-értékesítését hasonlítottam össze. A különböző táplálékokkal történő nevelés után a kísérleti csoportok halainak, valamint azonos korú tavi halak testösszetételét és zsírsavprofilját vizsgáltam.

A Makkos és Társa Kft. fonyódi telepéről kapott, előnevelt halakat az előzetesen bemutatott egyetemi recirkulációs rendszerben, „A különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra-szoktatására” című kísérletben leírtak szerint szoktattam tápra.

A halak nevelését a kísérlet elkezdéséig három hónapon keresztül, kizárólag száraz táp etetésével végeztem. A kísérleti akváriumokba 25 darab ($24,66 \pm 3,85$ g átlagtömegű) süllőt telepítettem. A telepítési sűrűség $1,54$ g/liter volt. Az egyik kezelésben a süllőket továbbra is táppal (Select BE 3rd P elnevezésű pisztráng, a szemcsenagyság 6 mm volt), a másik kezelésben csak élő szélhajtó küsszel (*Alburnus alburnus*) etettem. A kísérleti csoportokat kétszeres ismétlésben alakítottam ki. A táp napi mennyisége az össztömeg 1%-a volt, míg a takarmányhalat *ad libitum* kínáltam fel. Az élő halakat naponta többször pótoltam.

A víz hőmérséklet $18 \pm 1^\circ\text{C}$, az akváriumokban a vízátfolyás $1,5$ liter/perc volt. A nevelés 7 hétig tartott, ezen idő alatt háromszor mértem a halakat.

A kísérlet során napi rendszerességgel a víz hőmérsékletét és a víz oldott oxigéntartalmát, illetve heti rendszerességgel a különböző vízben oldott nitrogénformák (nitrit, nitrát, ammónia) mennyiségét is mértem.

A testösszetétel és a zsírsavtartalom vizsgálatához kísérleti csoportonként 10-10 intenzíven nevelt süllőt, illetve ugyanennyi tavi körülmények között felnőtt, az intenzív körülmények között nevelt halakkal megegyező korú és azonos helyről származó süllőt használtam fel. A táppal nevelt halak átlagtömege $35,96 \pm 5,75$ g, a tápos „előéletű”, de a kísérlet folyamán hallal nevelt süllők átlagtömege $45,05 \pm 10,1$ g, míg a vad halak átlagsúlya $30,75 \pm 6,89$ g volt.

A halakat először 10 ppm-es etilén-glikol monofeniléter oldatban elaltattam. Ezután a süllők fejét, belsősegeit és a pikkelyes bőrt távolítottam el. A carcass, a fej, a pikkelyes bőr, a gonádok, a máj, a hasúri zsír tömegét, illetve az emésztőcsatorna (nyelőcső+gyomor+bél) hosszát egyenként lemértem. Az egyes testrészek tömegét a halak testsúlyához, míg az emésztőcsatornák hosszát, a halak testhosszához viszonyítottam.

Bőr nélküli filén végeztem el a kémiai összetétel vizsgálatát, a Magyar Szabvány (MSZ 6830-4 1981) szerint. A nyersfehérje tartalmat a Kjeldahl módszer szerint (MSZ 6830/4), a nyerszsír tartalmat a Soxhlet módszer szerint (MSZ 6830/9), a szárazanyag tartalmat az MSZ ISO 1442 2000 számú, míg a hamu tartalmat az MSZ ISO 936 2000 számú szabvány szerint határoztam meg. A filéből 3g tömegű mintát vettem a zsírsavanalízishez, melyeket a vizsgálatok megkezdéséig -70 °C-on tároltam. A mintából a lipideket **Folch et al. (1957)** módszere szerint vontam ki. A zsírsavak meghatározása Trace 2000 kapilláris kolonnás gázkromatográffal végeztem. A kromatográf Omegavax 320, 30m x 0.32mm x 0,25µm filmvastagságú kolonnával volt felszerelve. A zsír extrahálása bór-trifluorid-metanol eleggyel (Supleco, Bellefonte, PE. USA; Cat No. 3-3021) történt. A gáz-folyadék megoszlásos kromatogrammból a kvalitatív azonosítás standard retenciós idők alapján történt (standard: PUFA-2 – catalogue No. 4-7015-U; Supleco). A kvantitatív eredményeket a csúcs alatti terület szolgáltatta.

A takarmányok (élő hal és száraz táp) kémiai összetételének és zsírsavprofiljának vizsgálata megegyezett a süllőfilé esetében leírt módszerekkel.

A takarmányok beltartalmi adatait az 1. táblázat, az élő hal és a száraz táp zsírsavprofilját, pedig a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat A kísérletek során használt mesterséges és természetes takarmányok kémiai összetétele

	Szárazanyag tartalom (%)	Ny.fehérje (%)	Ny.zsír (%)	Hamu (%)	Foszfor (%)
Élő hal	23,52	15,8	3,9	3,5	0,66
Select BE 3 rd P	94,04	44,05	24,97	9,68	1,38

2. táblázat A kísérleti táplálékok (élő hal és száraz táp) zsírsavprofilja

Zsírsavak	Élő hal % (az összes zsírsavtartalomhoz mérve)	Pisztrángtáp
C14:0	4,33	5,28
C16:0	16,6	13,3
C18:0	2,33	0,76
C16:1n-7	10,5	6,81
C18:1n-7	2,79	1,91
C18:1n-9	14,4	7,40
C20:1n-9	0,88	3,64
C18:2n-6	6,05	8,29
C18:3n-6	0,33	-
C20:4n-6	5,01	0,61
C22:4n-6	0,35	0,61
C18:3n-3	6,83	1,52
C20:5n-3	7,26	8,27
C22:5n-3	2,18	0,85
C22:6n-3	8,14	8,01
SAT¹	23,3	19,3
MUFA²	28,6	19,8
PUFA³	36,2	28,2
n-3 tartalom ⁴	24,4	18,7
n-6 tartalom ⁵	11,7	9,51
n-6/n-3	0,48	0,51

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-7, C18:1n-9, C20:1n-9); ³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak (⁴n-3: C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3; ⁵n-6: C18:2n-6, C18:3n-6, C20:4n-6, C22:4n-6)

3.3 Az adatok felvétele és értékelése

A halak növekedését a specifikus növekedési rátával jellemeztem:

$$SGR = 100 \times (\ln w_0 - \ln w_f) / t \text{ (%/nap)},$$

ahol w_0 : a kiindulási testtömeg (g), w_f : a befejező testtömeg (g), t : a kísérlet időtartama napokban kifejezve.

A kondíció faktort (K) a következő képlettel számoltam:

$$K = 100 \times w / l^3 ,$$

ahol w a testtömeg (g), l a standard testhossz (cm).

A takarmányhasznosítást (FCR) a következő képlettel számoltam:

$$FCR = F / (w_f - w_o) \text{ (g/g)},$$

ahol F: a kísérlet során elfogyasztott takarmány mennyisége (g), w_f : a halak befejező testtömege (g) w_o a halak kiindulási testtömege (g). A kísérletek során táppazarlást nem mértünk, a feltüntetett takarmányértékesítések bruttó értékek.

A variációs koefficiens (CV%) a következő képlet segítségével számoltam:

$$CV\% = 100 \times SD / w_f,$$

ahol SD a standard szórás, w_f : a halak befejező átlagtömege (g).

A kezelésközösségek összehasonlítását egy vagy kéttényezős varianciaanalízissel, Tukey's vagy LSD tesztek segítségével végeztem el.

Mért vagy százalékos adatok esetén először *arcus sinus* transzformációt alkalmaztam, majd a χ^2 vagy a Kruskal-Wallis próbát használtam.

A kísérletek során a szignifikancia szinteket 5 %-os tévedési valószínűség ($P < 0,05$) mellett határoztam meg.

A statisztikai vizsgálatokhoz az SPSS for Windows 11.0 (Microsoft) programot használtam.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1 A keltetési hőmérséklet hatása a keltetési idő hosszára és a lárva méretére

4.1.1 A keltetési idő hossza és a lárva mérete különböző keltetési hőmérsékleten

Az ikrák átmérője és a kilogrammonkénti ikraszám tekintetében nem volt szignifikáns különbség az ikrások között (3. táblázat).

3. táblázat Az anyahalak tömege, a száraz és nedves ikraszemek átmérője és kilogrammonkénti darabszáma

	<i>Hal 1</i>	<i>Hal 2</i>	<i>Hal 3</i>
A halak tömege (g)	2150	2220	2250
Száraz ikra átmérője (mm)	0,6±0,02 ^a	0,6±0,019 ^a	0,6±0,022 ^a
1 kg száraz ikra darabszáma (millió darab)	1,68	1,7	1,71
Nedves ikra átmérője (mm)	1,18±0,04 ^a	1,2±0,03 ^a	1,19±0,03 ^a
1 kg nedves ikra darabszáma (millió darab)	0,95	0,97	0,98

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

A keltetési hőmérséklet jelentősen befolyásolta a kelési idő és az endogén táplálkozási szakasz hosszát – ami alacsonyabb hőmérsékleten tovább tartott. A különböző hőmérsékleten keltetett lárvák keléskori hossza között szignifikáns különbségeket mértem. A legnagyobb méretű lárva a legalacsonyabb hőmérsékleten (10 °C) keltetett ikratételekből kelt ki. Ezek a méretbeli különbségek az endogén lárvaszakasz végére is megmaradtak (4. táblázat).

4. táblázat A különböző hőmérsékleten mért kelési idők, az endogén lárvszakasz hossza, valamint a frissen kelt illetve az endogén-exogén lárvszakaszt megkezdő lárva teljes testhossza

	<i>Hőmérséklet</i>		
	10 °C	14 °C	18 °C
A kelési idő (a termékenyítéstől számítva, óra)	350-360	200-205	70-72
A frissen kelt lárva teljes testhossza (mm)	5±0,02 ^a	4,22±0,08 ^b	4±0,05 ^c
Az endogén lárvszakasz hossza (a keléstől számítva, óra)	300-310	170-175	60-62
A lárva teljes testhossza az endogén-exogén lárvszakasz megkezdésekor (mm)	6±0,04 ^a	5,11±0,06 ^b	4,87±0,06 ^c

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

4.1.2 Az eredmények értékelése

A keltetési hőmérséklet a lárva méretére, keléskori hosszára és az embrionális fejlődésre gyakorolt hatását több halfaj esetében is kimutatták (**Ojanguren et al. 1999**, **Kucharczyk et al. 1997**).

Szakirodalmi adatokból tudjuk, hogy a süllő esetében az anyahalak mérete befolyásolja az ikra átmérőjét, valamint a kikelő lárva nagyságát és életképességét is (**Gaygalas és Gyarulaytis 1974**; **Schlumberger és Proteau 1996**). A kísérlet során felhasznált anyahalak ikrájának mérete között nem volt szignifikáns különbség. A méretük megegyezett a más szerzők által leírt – meglehetősen széles tartományban mozgó értékekkel (**Woynárovich 1959b**, **Gaygalas és Gyarulaytis 1974**, **Horváth et al. 1984**, **Demirkalp 1992**, **Schlumberger és Proteau 1996**), habár elmaradnak a **Demska-Zakęs et al. (2005)** által leírt, szintén mesterségesen termékenyített, 1,33-1,4 mm átmérőjű, duzzadt állapotú süllőikra méretétől.

A süllőikra inkubációs ideje a hőmérséklettől függően változik, amit a kísérlet eredményei is alátámasztottak. Az ideális keltetési hőmérséklet 12-18 °C, az e fölötti keltetési hőmérséklet

gyengébb kelést és az életképtelen lárvák számának növekedését okozza (Wojnárovich 1960a, b; Kokurewicz 1969; Muntyan 1977). Ezekre a megfigyelésekre adhatnak választ a kísérlet eredményei is – a magasabb keltetési hőmérséklet kisebb méretű és valószínűleg kevésbé életképes lárvákat eredményez.

4.2 Süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány-tűrő képességének vizsgálata, összehasonlítása

Az azonos hőmérsékleten (20,5 °C) elvégzett két kísérlet (süllő és hibrid illetve kősüllő és hibrid oxigénhiány tűrő képességének vizsgálata) eredményei (az oxigénhiány még eltűrt szintje illetve az alacsony oxigénszint eltérésének ideje) és a kísérleti halak adatai (átlagsúly és kondíciófaktor) az 5. táblázatban láthatók.

5. táblázat Az eredmények összefoglalása

Kísérletek	Faj	Hőm. (°C)	Átlagsúly (g)	Kondíció	Idő (min ^{sec})	az O ₂ hiány még eltűrt szintje	
						mg/l	Min-max (mg/l)
Első	<i>S. volgense</i>	20.5	4,21±0,65 ^a	1,56±0,08 ^a	34 ⁰⁹ ± 2 ^{36a}	1,11 ± 0,07 ^a	1 –1.3
	<i>S. lucioperca</i> × <i>S. volgense</i>		4,18±0,32 ^a	1,41±0,07 ^b	58 ³⁷ ± 6 ^{37b}	0,85 ± 0,05 ^b	0.8-0.9
Második	<i>S. lucioperca</i>		9,08±0,36 ^a	1,19±0,06 ^a	111 ⁰⁴ ± 25 ^{14a}	0,85 ± 0,05 ^a	0,8-0,9
	<i>S. lucioperca</i> × <i>S. volgense</i>		9,09±0,34 ^a	1,25±0,03 ^b	79 ⁰⁵ ± 10 ^{50b}	0,86 ± 0,05 ^a	0,8-0,9

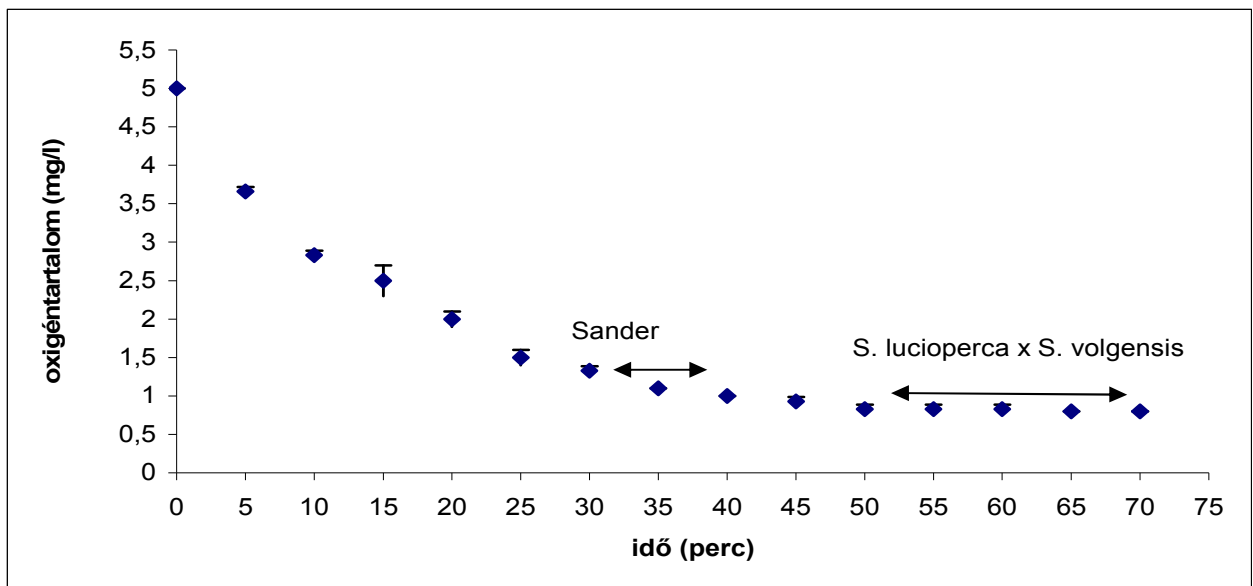
A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

4.2.1 A különböző fajok oxigénhiány tűrő képessége

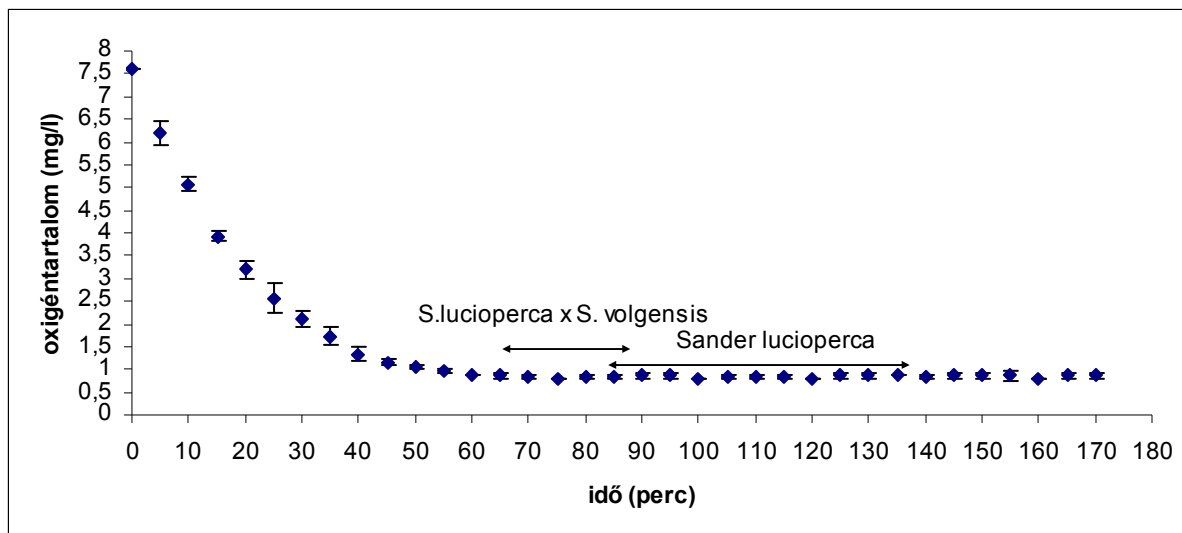
A két kísérlet során a mérőedényekben az oxigéntartalom változásait az idő függvényében valamint a vizsgált fajok oxigénhiány tűrőképességének tartományát és idejét az első és az utolsó hal egyensúlyvesztésének függvényében az 1. és a 2. ábra mutatja.

Az oxigéntartalom mg/literben kifejezett még eltűrt szintje a hibrid esetében alacsonyabb volt, mint a kősüllőnél mért érték. Az alacsony oxigénszintet a hibridek tovább is tűrték.

A fogassüllők oxigéntűrése szignifikánsan nem tért el az azonos méretű hibridek oxigén tűrésétől, azonban ezt az alacsony értéket hosszabb ideig voltak képesek tolerálni.



1. ábra A kísérlet folyamán 20.5°C- on mért oxigén tartalom csökkenés, valamint a kősüllők és hibridek oxigénhiány tűrőképessége az első és az utolsó hal egyensúlyvesztésének függvényében.



2. ábra A kísérlet folyamán 20,5°C- on mért oxigén tartalom csökkenés, valamint a fogassüllők és hibridek oxigénhiány tűrőképessége az első és az utolsó hal egyensúlyvesztésének függvényében.

4.2.2 Az eredmények értékelése

A mérések szerint a hibrid mindkét testtömegben azonos oxigénhiány tűrőképességet mutatott. Oxigénhiány tűrése a süllőéhez állt közelebb, attól mg/l értékben nem különbözött. A süllő azonban az alacsony oxigéntartalmat hosszabb ideig viselte el. Ez az eredmény a süllő intenzív nevelése szempontjából lehet fontos, hiszen egy halfaj alkalmasságát a zárt tartásra az egyes vízparaméterekkel szembeni – jelen esetben az alacsony oldott oxigéntartalom - toleranciája is meghatározza.

A kísérlet disszertáció szempontjából lényeges célja az volt, hogy a süllő oxigénhiány tűrőképességét bemutassam, azonban ki kell térjek arra a tényre, hogy az eredmények nem igazolták ebben a mérettartományban, azt a feltevést, hogy a kősüllő a süllővel ellentétben a szerényebb oxigéntartalmú vizeket is jól tűri (Györe, 1995).

4.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra-szoktatására

4.3.1 A kísérleti halak növekedése, kondíciója, megmaradása és a kannibalizmus mértéke

A tápra szoktatás módja szerint különböző csoportok halainak növekedését, megmaradását, kondícióját és a kannibalizmus mértékét a 6. táblázat foglalja össze.

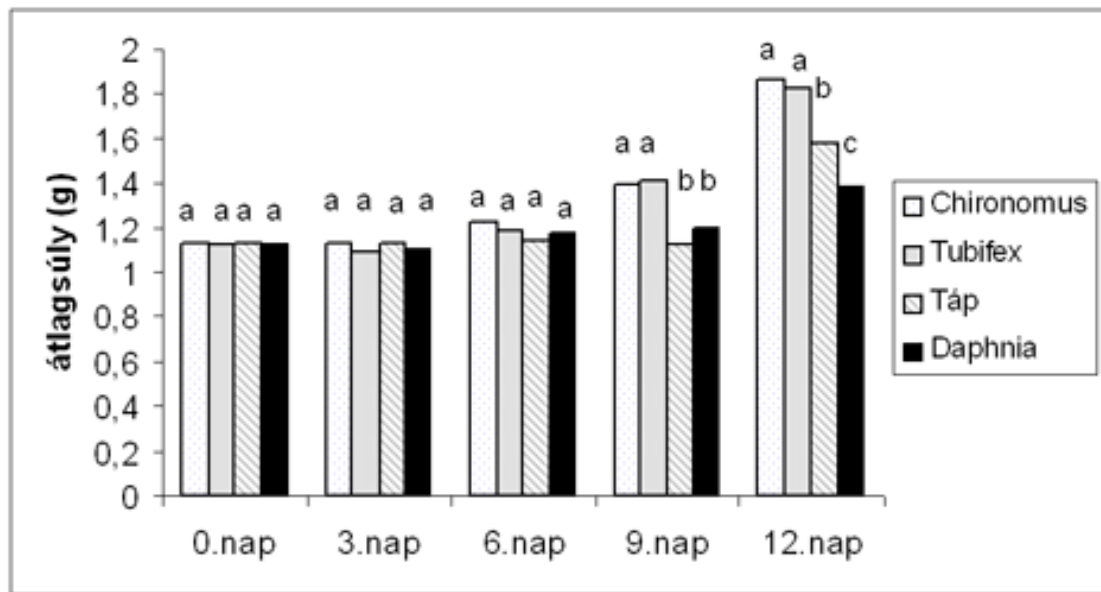
6. táblázat A kísérleti halak kiinduló és befejező átlagsúlyának és átlagos testhosszának alakulása, a halak kondíciója a kísérlet elején és végén, a megmaradás illetve a kannibalizmus mértéke

	<i>Csoportok</i>			
	Chironomus	Tubifex	Táp	Daphnia
Átlagos testsúly a kísérlet elején (g)	1.13±0.27 ^a	1.10±0.26 ^a	1.12±0.28 ^a	1.13±0.27 ^a
Átlagos testsúly a kísérlet végén (g)	1.87±0.82 ^a	1.82±0.7 ^a	1.58±0.52 ^b	1.38±0.52 ^c
Átlagos testhossz a kísérlet elején (cm)	4.46±0.29 ^a	4.45±0.3 ^a	4.46±0.29 ^a	4.46±0.28 ^a
Átlagos testhossz a kísérlet végén (cm)	5.02±0.3 ^a	4.98±0.4 ^a	5.0±0.55 ^a	4.8±0.38 ^b
Megmaradás _{0-12 nap} (%)	86.7±9 ^a	78±4 ^b	41±9 ^d	52±1.4 ^c
Kondíció (K) a kísérlet elején (0. nap)	1.25±0.3 ^a	1.25±0.4 ^a	1.26±0.4 ^a	1.25±0.4 ^a
Kondíció (K) a kísérlet végén (12. nap)	1.48±0.5 ^a	1.46±0.6 ^a	1.36±0.4 ^b	1.3±0.6 ^c
Kannibalizmus (%)	6.66±1.15 ^c	6.33±3.05 ^c	13.67±1.52 ^a	7.5±0.85 ^b

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

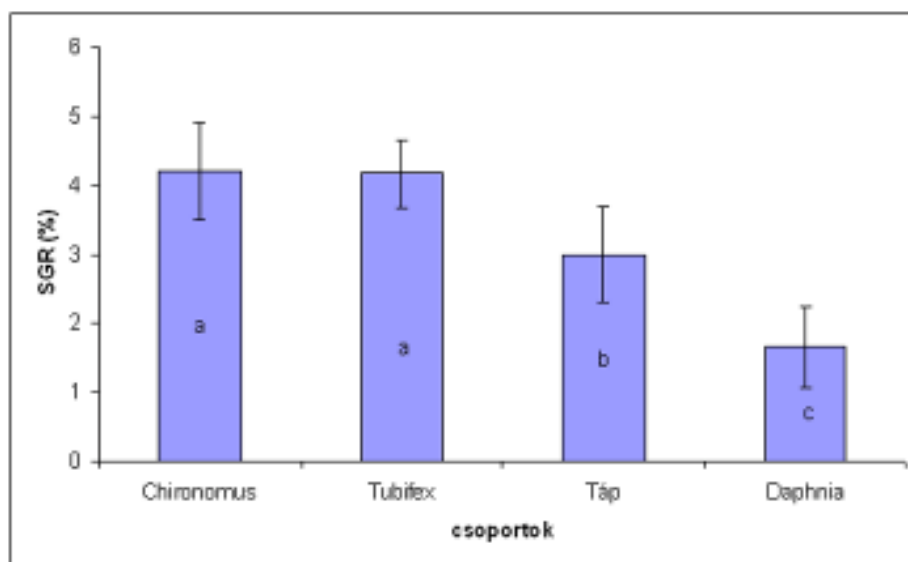
A 9. naptól kezdve a szúnyoglárvával és a tubifexel etetett csoport halainak átlagsúlyai szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a kizárólag száraz táppal illetve a *Daphnia*-val is etetett csoport halainak átlagsúlya. Ezek a különbségek a kísérlet végére is megmaradtak. A

kísérlet során a szúnyoglárva és a tubifex segítségével tápra szoktatott halak átlagsúlyai között nem volt szignifikáns a különbség. A két gyengébben növekvő csoport esetében, a kizárólag táppal etetett csoport halai a kísérlet végére szignifikánsan nagyobb átlagsúlyt értek el, mint a vízibolhás csoport halai (3. ábra).



3. ábra A kísérleti halak növekedése ($P < 0,05$)

A teljes kísérleti periódusra (12 napra) számított specifikus növekedési ráta tekintetében (4. ábra) a szignifikánsan legmagasabb értékeket (4,2 %/nap) a szúnyoglárvával és a tubifexel etetett csoportok halainál mértem.

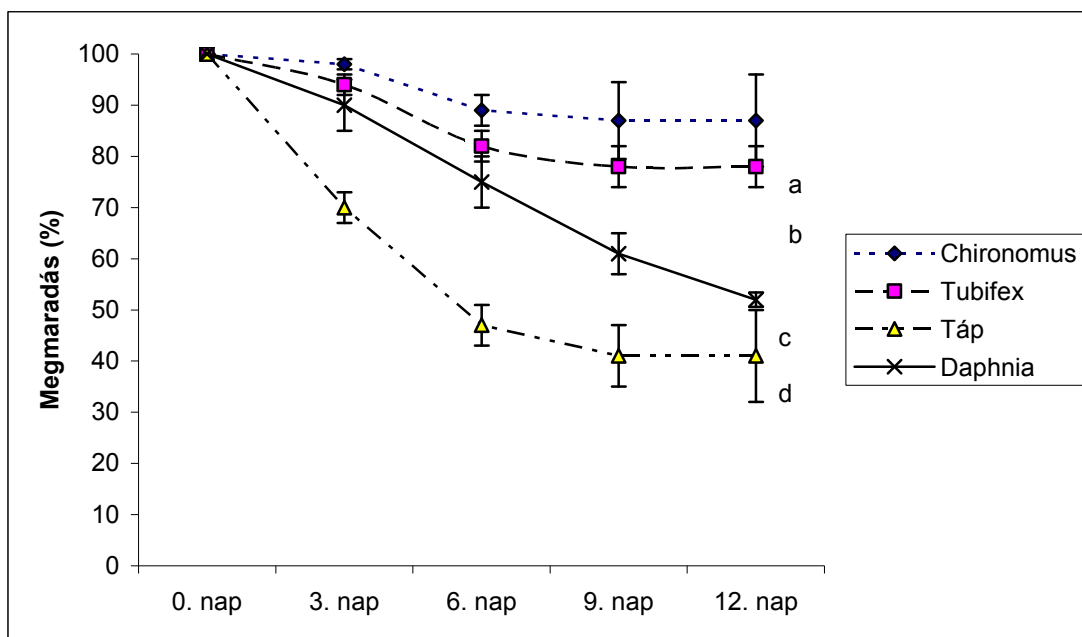


4. ábra A 12 napra számított specifikus növekedési ráta értékei (A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik - $P < 0,05$)

A kísérlet végén a vízibolhával etetett halak átlagos testhosszát statisztikailag igazolhatóan kisebb volt, mint a másik három csoport halainak átlagos testhossza. (6. táblázat).

A tápra szoktatás alatt a „szúnyoglárvás” és a „tubifexes” csoport halainak kondíciója egymástól nem, a másik két csoport halainak kondíciójától viszont szignifikánsan eltért. A kísérlet végére a kondíció faktor tekintetében a legalacsonyabb értéket a vízibolhával etetett csoport halainál mértem (6. táblázat).

A legjobb megmaradás a „szúnyoglárvás” és a „tubifexes” csoportnál volt mérhető – $86,7 \pm 9\%$ illetve $78 \pm 4\%$, míg a „vízibolhás” csoport ($52 \pm 1,4\%$) halai jobb megmaradást értek el a kísérlet végére, mint az átmenet nélkül tápra szoktatott csoport ($41 \pm 9\%$) halai. A „szúnyoglárvás”, „tubifexes” és „tápos” csoportnál a legnagyobb elhullás a harmadik és hetedik nap között volt tapasztalható. A kísérlet utolsó három napjában (a kilencedik és a tizenkettedik nap között) – a vízibolhával etetett csoport kivételével - nem volt számottevő elhullás. A kísérlet végén mind a négy kísérleti csoport halainak megmaradása szignifikánsan eltért egymástól (5. ábra).



5. ábra A kísérleti halak megmaradásának alakulása (A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik - $P < 0,05$)

A szignifikánsan legkevesebb kannibál egyed a „szúnyoglárvás” ($6,7 \pm 1,2$ %) és a „tubifexes” ($6,4 \pm 3,1$ %) csoportnál volt. A legnagyobb mértékű kannibalizmus ($13,67 \pm 1,52$ %) a kizárólag táppal etetett halaknál volt tapasztalható (6. táblázat).

4.3.2 Etológiai megfigyelések

Az átmenettel tápra szoktatott csoportok halai ösztönösen elfogyasztották a felkínált élő táplálékokat. A száraz táp fogyasztásának legelső és legalapvetőbb megnyilvánulása a süllőivadékok önetető alatti gyülekezése volt. Ezt legelőször a hatodik napon figyeltem meg a „tubifexes” csoport halainál. A jobb kondícióban lévő – nagyobb – halak gyorsabban tanulták meg a táp fogyasztását. A „vízibolhás” és az átmenet nélkül tápra szoktatott csoport halai sokkal félénkebbek voltak és leginkább a fenék közelében táplálkoztak. Általánosan elmondható, hogy a nagyobb halak inkább a felszín alatt táplálkoztak, míg a kisebbek a fenék közelében, illetve az áramlással szembe állva a fenéken guruló tápszemcséket kapták el.

4.3.3 Az eredmények értékelése

A tápra szoktatási kísérletben az átmenettel (élő táplálék kiegészítéssel) és átmenet nélkül (csak táppal) történő tápra szoktatási módszerek hatékonyságát vizsgáltam. Az élő táplálékszervezetek kiválasztásánál egyrészt saját tapasztalatok, másrészt az előnevelt és az egynyaras süllőivadék természetesvízi táplálkozásának ismerete volt meghatározó.

Steffens (1960 b) kutatásai alapján, az első nyáron, a *Chironomus* lárvák jelentik a süllőivadék számára a legalapvetőbb táplálékot. Természetes vizekben a nagyobb méretű ágascsapú rákok nagy szerepet játszanak a süllőivadék ragadozó életmódra történő áttérésénél (**van Densen 1985; Frankiewicz 1999; Buijse és Houthuijzen 1992**). A tubifexet saját tapasztalatok alapján választottam.

A megmaradás tekintetében a szúnyoglárvával etetett (86,7 %) és a tubifexel (78 %) etetett csoport halai érték el a legjobb megmaradást. Ezek az értékek kedvezőbbek, mint más szerzők eredményei (**Demska-Zakęs és Zakęs 1996; Zakęs 1997; Zakęs 1999; Molnár et al. 2004**). A kizárólag táppal etetett csoport megmaradása (41 %) megegyezik a szakirodalmi adatokkal, amelyekben az előnevelt halakat szintén átmenet nélkül szoktatták tápra. A vízibolhával etetett csoport halai 52 %-os megmaradást értek el, azonban az elhullások alakulását figyelembe véve, valószínűsíthető, hogy ezek a halak a 12 napos kísérlet alatt még nem tanulták meg a száraz táp evését. Hasonló tapasztalatokról ír **Zakęs (1995)** is, aki *ad libitum* zooplanktonnal etetett süllőknél lassabb növekedést mért, mint a tápot evő halaknál. A természetben az egynyaras süllőknél a lassan növekvő egyedek planktonnal (és/vagy rovarlárvákkal) táplálkoznak, a gyorsabb növekedésű halak pedig "halevők" (**van Densen 1982**).

A tápra szoktatási kísérlet során legjobban a „szúnyoglárvás” és a „tubifexes” csoport halai nőttek, ezeket követték a „tápos”, majd a „daphniás” csoport halai. A két legjobb növekedést produkáló csoportnál a 12 napra számolt specifikus növekedési ráta értéke 4,2 % volt. Jelen esetben ezek "bruttó" értékek, a halak valós növekedése és az elhullások határozzák meg. A specifikus növekedési rátát az elhullások mértéke úgy befolyásolja, hogy legelőször a kisebb, gyengébb halak pusztulnak el, így a csoportok átlagsúlya nagyobb lesz.

A tápra szoktatás egyik sarkalatos pontja a kannibalizmus kialakulása. Ebben a kísérletben – az élő táplálékot is kapó csoportoknál – az elhullás oka főleg az éhezés volt, a kannibalizmus okozta veszteségek nem voltak jelentősek. Ennek oka valószínűleg az, hogy a szúnyoglárvával és a tubifexel is etetett halak esetében mindig volt valamilyen táplálék –

eleinte az élő táplálék kiegészítés, majd a pisztángtáp – amit a halak fogyaszthattak. A legtöbb kannibál egyed az átmenet nélkül tápra szoktatott csoportnál volt (13,6 %).

4.4 Különböző napi takarmányadagok hatásának vizsgálata – tavi ketreces kísérlet

4.4.1 A kísérleti halak növekedése, megmaradása és takarmány-értékesítése

A három csoport növekedésében már az első héttől kezdve szignifikáns különbségek mutatkoztak. A 2 % napi takarmányadagot fogyasztó csoport halai az egész kísérleti periódus alatt szignifikánsan gyengébben nőttek, mint a másik két csoport halai. A 4 % és a 6 % napi takarmányadagot fogyasztó csoport átlagsúlyai között a negyedik héttől kezdve már nem volt szignifikáns a különbség (6. ábra).

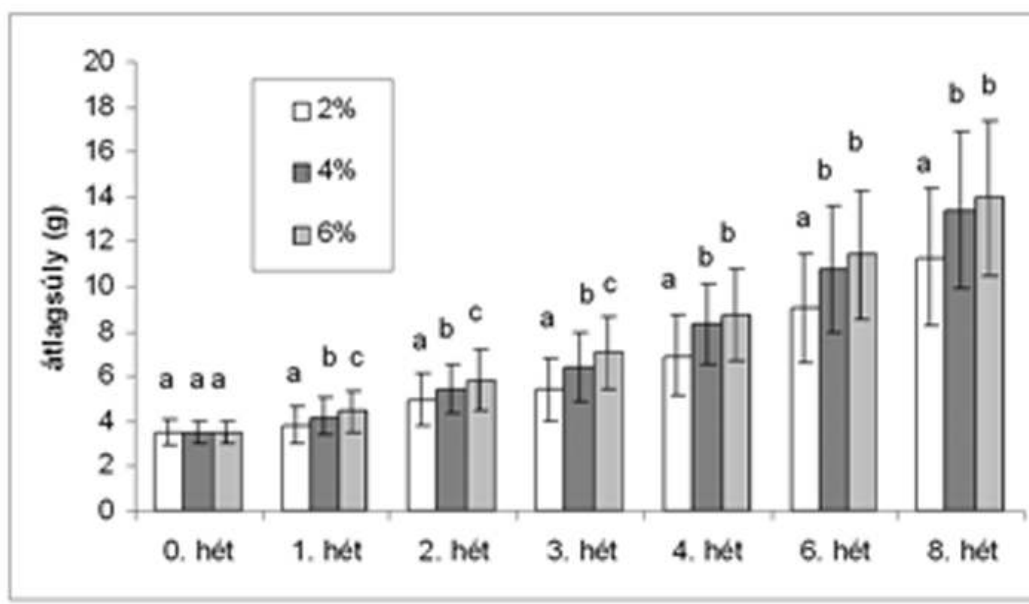
Az első héten, mindhárom csoport specifikus növekedési rátája szignifikánsan eltért egymástól. A második héttől kezdve a 4 és a 6 %-ot kapó csoport halai azonos ütemben nőttek, szignifikánsan jobban, mint a legkevesebb napi tápadagot kapó csoport halai.

A specifikus növekedési ráta értékei a 6. héttől kezdve nem tértek el jelentősen egymástól (7. ábra).

A szignifikánsan legalacsonyabb takarmányértékesítési értéket, a legkevesebb tápmennyiséget kapó csoportnál mértem. A 4 és 6 %-os csoportok takarmányértékesítési értékei között az első hét kivételével szignifikáns különbségek voltak mérhetőek (8. ábra).

A csoportok halainak kondíciója között sem a kísérlet elején, sem a kísérlet legvégén nem voltak szignifikáns különbségek.

A kísérlet 8 hete alatt a megmaradás 95 % (a 2 % és 4 % napi takarmányadagot kapó csoportok esetében) illetve 96 %-os (a 6 % napi takarmányadagot kapó csoport esetében) volt. A különböző kezelések statisztikailag igazolhatóan nem befolyásolták a megmaradást (7. táblázat).

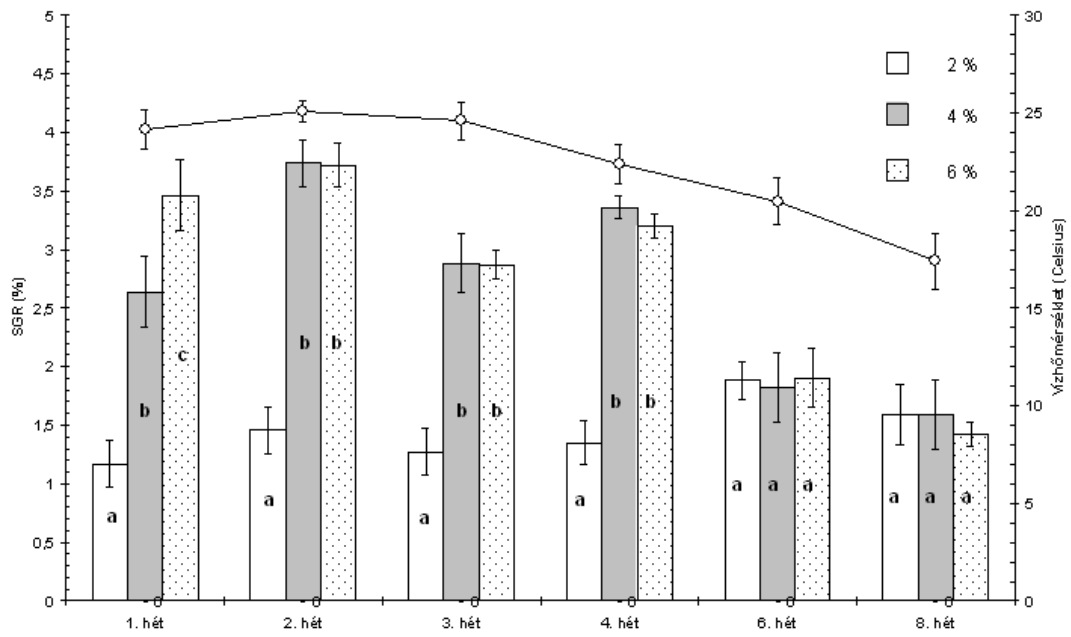


6. ábra A ketreces kísérlet halainak növekedése (A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik - $P < 0,05$)

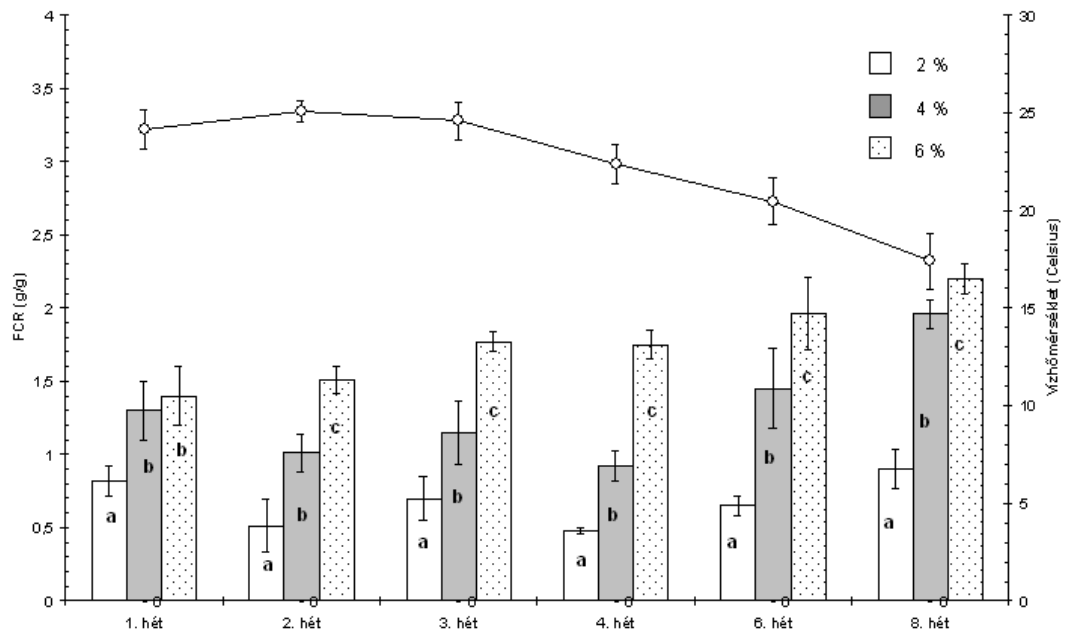
7. táblázat A kísérleti halak kiindulási és befejező kondíció faktora, megmaradása valamint a teljes kísérleti periódusra vonatkoztatott takarmányértékesítés

	2 %	4 %	6 %
Kondíció faktor a kísérlet elején (K_i)	$1,46 \pm 0,12^a$	$1,46 \pm 0,15^a$	$1,45 \pm 0,1^a$
Kondíció faktor a kísérlet végén (K_v)	$1,22 \pm 0,11^a$	$1,24 \pm 0,13^a$	$1,24 \pm 0,11^a$
Megmaradás (%)	$95 \pm 4,71^a$	$95 \pm 2,35^a$	$96,66 \pm 2,35^a$
FCR (g/g)	$0,77 \pm 0,017^a$	$1,4 \pm 0,025^b$	$2,12 \pm 0,1^c$

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)



7. ábra A kísérleti halak specifikus növekedési rátájának alakulása (A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik - $P < 0,05$)



8. ábra A kísérleti csoportok takarmányértékesítésének változása (A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik - $P < 0,05$)

4.4.2 Az eredmények értékelése

A kísérleti eredmények alapján a legjobb növekedést (3,5-4 %-os specifikus növekedési ráta) 23-25 °C vízhőmérséklet mellett mértem. A süllőivadék esetében a növekedés hőmérséklet iránti érzékenységet az is mutatja, hogy már az első héten (melegebb vízben) szignifikáns különbségek voltak a csoportok között a növekedés tekintetében.

A kísérleti halak magyarországi viszonyokhoz képest meglehetősen késői ívásból származtak, a kísérletet augusztus közepén kezdtük, emiatt a „meleg” napok száma kevesebb volt. Ennek ellenére a kísérlet végére a halak kondíciójuk alapján alkalmasnak tűntek az átteleléshez.

A kísérleti célkitűzés az volt, hogy tavi körülmények – változó vízhőmérséklet - között vizsgáljam a tápra szoktatott süllőivadék növekedését és takarmányértékesítését. A cél az volt, hogy alapadatokat szolgáltatassak ahhoz, hogy adott hőmérsékleten milyen mértékű takarmányozás a legoptimálisabb.

Az eredmények alapján a 2-4 %-os tápadagok javasolhatók. A kísérleti csoportok közül a legnagyobbra az összsúlyhoz viszonyítva 6 % napi tápadagot fogyasztó csoport halai nőttek. Ez a különbség azonban nem volt szignifikáns a 4 % napi takarmányadagot fogyasztó csoport halaihoz képest, viszont ez utóbbi csoportnál a takarmányértékesítés kedvezőbb volt. A 6 %-os csoport halai valószínűleg azért nőttek nagyobbra, mert a 23°C-nál melegebb vízben ezek a méretű halak 4 %-nál több tápot is elfogyasztanak.

Nem határoztam meg a táppazarlás mértékét, és a takarmányértékesítés számolásakor „bruttó tápmennyiséggel számoltam. Az eredmények azt mutatták, hogy melegebb vízben (21-23 °C) a 4 % -os napi takarmányadag az optimális. Ennél a csoportnál a takarmányértékesítés 0,9-1,1 g/g volt. A 6 %-ot kapó csoportnál mért magasabb értékek arra engednek következtetni, hogy a hőmérséklettől függetlenül itt mindig volt táppazarlás. A 2 %-os csoport halai szignifikánsan gyengébben nőttek, a takarmányértékesítés értékei alacsonyabbak voltak. Hidegebb (20 °C alatti vízben) a kísérleti csoportok növekedésében nem, a takarmányértékesítés értékeiben viszont jelentős különbségek (táppazarlás) voltak mérhetőek. Ezen a vízhőmérsékleten a 2 %-os napi takarmányadag javasolható

Észak-Amerikában, walleye ketreces nevelésénél már tápot fogyasztó halakat, illetve tápot még nem fogyasztó előnevelt halak termelési mutatóit hasonlították össze. A már tápra szoktatott halak esetében 85,6 %-os volt a megmaradás, az előnevelt halaknak csak a 6,5-23 % - a szokott rá a tápra. A nevelés során betegségek is sújtották az állományt (**Harder és Summerfelt, 1996**).

Az amerikai kísérletek szerint a táppal történő ketreces nevelés alapja az, hogy egészséges, jó kondícióban lévő halakat telepítsünk a ketrecekbe. Jelen kísérletben szintén előzetesen tápra szoktatott, 3,5 g kezdőtömegű halakkal (a walleye esetében 2,7 g volt a halak kezdő átlagsúlya) végeztem a kísérletet. Fertőzéseket, betegségeket nem tapasztaltam. A megmaradás 95 %-os volt.

A süllő ketreces, tápos nevelésének többféle útja és célja is javasolható:

1. A halak ketreces kultúrában (megfelelő vízátfolyás és oxigénellátás mellett) tovább nevelhetők őszig – úgynevezett nagyméretű egynyaras előállítására használhatók fel.

2. A tógazdaság helyi és szezonális viszonyihoz igazodva, ha megfelelő méretű és mennyiségű fehérhal áll rendelkezésre a halakat kihelyezhetjük, mivel az előzetesen tápot fogyasztó süllő ragadozó ösztönét nem veszi el (Bódis 2004, Rennert *et al.*, 2005).

4.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú tavi halak testösszetételének és zsírsavprofiljának vizsgálata

4.5.1 Növekedés, takarmányértékesítés, megmaradás

A hallal etetett csoport halai szignifikánsan nagyobb testtömeget és testhosszt értek el a kísérlet végére, ugyanakkor a kondíció faktorok között nem volt szignifikáns a különbség.

A száraz táppal etetett süllők takarmányértékesítése jóval kedvezőbb (1,21 g/g) volt, mint az élő halat fogyasztó csoport halainál mért 3,34 g/g-os érték.

Mindkét kísérleti csoportban a halak megmaradása 100 % volt (8. táblázat).

8. táblázat Az élő hallal illetve száraz táppal etetett halak növekedési, takarmányértékesítési és megmaradási adatai

	„Halas” csoport	„Tápos csoport”
Induló tömeg (g)	24,6±0,01 ^a	24,6±0,1 ^a
Befejező tömeg (g)	43,4±0,65 ^a	36,04±1,2 ^b
Induló testhossz (cm)	12,28±0,03 ^a	12,2±0,1 ^a
Befejező testhossz (cm)	14,5±0,5 ^a	14±0,27 ^{ab}
Induló kondíció faktor	1,32±0,1 ^a	1,33±0,2 ^a
Befejező kondíció faktor	1,33±0,2 ^a	1,31±0,2 ^a
Takarmányértékesítés (g/g)	3,34±0,04 ^a	1,21±0,03 ^b
Megmaradás (%)	100 ^a	100 ^a

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

4.5.2 A testösszetétel változása

Az egynyaras, természetes körülmények között felnőtt süllők és a velük azonos korú, zárt körülmények között táppal illetve élő hallal etetett halak testrészeinek arányát a 9. táblázat, míg a halak filéjének kémiai összetételét a 10. táblázat mutatja.

A táppal etetett halaknál a máj, a gonádok és a hasúri zsír tömege szignifikánsan nagyobb volt, mint a tápos előéletű, de a kísérlet alatt élő hallal etetett süllők azonos szerveinek tömege. A tavi halaknál hasúri zsír nem volt kimutatható (9. táblázat).

Szignifikáns különbségek voltak a vizsgált tógazdasági és intenzív körülmények között nevelt halak emésztőcsatornájának a hossza között. A száraz táppal etetett halak emésztőcsatornájának hossza a testhossz 77,79 %-a volt, míg a tavi halak emésztőcsatornájának hossza a testhossz 55,14 %-a volt (9. táblázat).

9. táblázat A tavi és az intenzív körülmények között nevelt halak egyes testrészeinek testtömeghez viszonyított aránya és az emésztőcsatorna hosszának testhosszhoz viszonyított aránya

Az egyes testrészek aránya (%)	<i>Tavi halak</i>	<i>Kísérleti csoportok</i>	
		„Halas” csoport	„Tápos” csoport
Fej	29,04±1,45 ^a	22,61±1,36 ^b	22,13±1,6 ^b
Úszók	1,94±0,39 ^a	1,57±0,2 ^a	2,02±0,23 ^a
Bőr	11,02±1,5 ^a	12,67±0,23 ^a	10,74±1,5 ^a
Gonádok	2,02±0,32 ^a	3,79±0,62 ^b	4,67±0,6 ^c
Máj	0,51±0,03 ^a	0,7±0,02 ^b	1,2±0,37 ^c
Hasúri zsír	-	4,8±1,2 ^a	5,45±1,07 ^b
Carcass	50,76±2,78 ^a	50,16±2,28 ^a	49,73±2,1 ^a
Egyéb	4,46±1,23 ^a	3,66±1 ^a	4,02±1,27 ^a
Emésztőcsatorna	55,14±5,1 ^a	65,26±7,3 ^b	77,79±2,45 ^c

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

10. táblázat A tógazdaságból származó halak és a száraz táppal illetve élő hallal etetett süllők filéjének kémiai összetétele

	<i>Tavi halak</i>	<i>Kísérleti csoportok</i>	
		„Halas” csoport	„Tápos” csoport
Száranyag (%)	22,03±0,6 ^a	25,37±0,7 ^b	25,19±0,6 ^b
Nyers fehérje (%)	16,7±2,25 ^a	19,94±0,4 ^b	19,97±0,3 ^b
Nyers zsír (%)	0,9±0,12 ^a	2,2±0,23 ^b	2,45±0,33 ^c
Foszfor (%)	2,47±0,37 ^a	1,86±0,14 ^b	1,83±0,03 ^b
Nyers hamu (%)	14,13±1,5 ^a	10,43±0,83 ^b	10,24±0,5 ^b

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

A kísérleti csoportok halainál a filé zsírtartalma magasabb – csaknem duplája - volt a tavi halak filéjének zsírtartalmánál. A két kísérleti csoport tekintetében a száraz táppal etetett halak filéjének zsírtartalma statisztikailag igazolhatóan magasabb volt.

A tógazdasági körülmények között felnőtt halak filéjének szárazanyag, nyersfehérje, foszfor és nyers hamu tartalma szignifikánsan a legalacsonyabb volt. A két, zárt tartásból származó

kísérleti csoport között nem voltak statisztikailag kimutató különbségek a felsorolt paraméterek tekintetében (10. táblázat).

4.5.3 A zsírsavprofil összehasonlítása

A kizárólag tápon nevelt, az előnevelt kortól száraz táppal, majd a kísérlet során élő hallal nevelt és a tógazdasági körülmények között felnőtt süllők filéjének zsírsavösszetételét a 11. táblázat tartalmazza.

A tavi halak filéjének összes telített zsírsavtartalma (SFA) szignifikánsan magasabb volt, mint a zárt körülmények között tartott halaknál mért értékek. Az intenzíven nevelt süllők filéjében a mirisztinsav (C14:0), a palmitoleinsav (C16:1n-7), az olajsav (C18:1n-9) és az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) összes mennyisége volt több. A különböző kezelések nem befolyásolták a linolsav (C18:2n-6) és az γ -linolénsav (C18:3n-6) mennyiségét. A legnagyobb mennyiségben a tógazdaságból származó halak filéjében volt kimutatható az arachidonsav (C20:4n-6) és itt volt a legmagasabb az n-6-os zsírsavak mennyisége.

A zárt körülmények között tartott halak filéjében volt a legmagasabb a dokozapentaénsav (C22:5n-3) mennyisége. A tápos süllők esetében az eikozapentaénsav (EPA, C20:5n-3) és a dokozahexaénsav (DHA, C22:6n-3) mennyisége szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik két csoport halainál. A száraz táppal etetett halak esetében az n-3-as zsírsavak aránya is a legmagasabb volt.

11. táblázat A filék zsírsavprofilja

	Tavi halak	Kísérleti csoportok	
		“Tápos” csoport	“Halas” csoport
Zsírsavak	Az egyes zsírsavak aránya tömegszázalékban		
C14:0	1,62±0,16 ^c	4,43±0,14 ^a	3,36±0,09 ^b
C16:0	19,4 ±0,42 ^a	17,29±0,43 ^b	16,98±0,20 ^b
C18:0	5,90±0,12 ^a	2,66±0,07 ^c	3,28±0,09 ^b
<i>SFA</i> ¹	27,02±0,50 ^a	24,39±0,51 ^b	23,62±0,24 ^b
C16:1n-7	3,68±0,32 ^b	6,29±0,68 ^a	6,38±0,62 ^a
C18:1n-7	2,88±0,10 ^a	2,01±0,04 ^c	2,45±0,04 ^b
C18:1n-9	12,75±0,61 ^b	14,89±0,28 ^a	16,26±0,49 ^a
C20:1n-9	0,92±0,15 ^b	6,08±0,95 ^a	2,80±0,60 ^b
<i>MUFA</i> ²	20,23±0,95 ^b	29,26±1,03 ^a	27,89±1,33 ^a
C18:2n-6	3,96±0,52	4,21±0,18	4,19±0,13
C18:3n-6	1,10±0,33	0,81±0,28	1,07±0,29
C20:4n-6	9,86±0,33 ^a	1,13±0,10 ^c	3,78±0,35 ^b
C22:4n-6	1,04±0,23 ^a	0,42±0,15 ^b	1,38±0,13 ^a
<i>összes n-6</i>	15,97±0,36 ^a	6,58±0,40 ^c	10,43±0,50 ^b
C18:3n-3	1,66±0,20 ^b	1,21±0,04 ^c	2,07±0,05 ^a
C20:5n-3	5,60±0,34 ^b	7,38±0,20 ^a	5,27±0,13 ^b
C22:5n-3	2,13±0,21 ^a	1,19±0,08 ^b	1,50±0,12 ^b
C22:6n-3	14,63±1,35 ^b	18,45±0,55 ^a	15,38±0,54 ^b
<i>összes n-3</i>	24 ±2,38 ^b	28,23±1,31 ^a	24,22±1,00 ^b
<i>PUFA</i> ³	39,98±1,49 ^a	34,81±0,40 ^b	34,65±0,36 ^b
<i>n-6 és n-3 aránya</i>	0,68±0,04 ^a	0,24±0,02 ^c	0,44±0,03 ^b

¹SAT = telített zsírsavak (C14:0, C16:0, C18:0); ²MUFA = egyszeresen telítetlen zsírsavak (C16:1 n-7, C18:1n-7, C18:1n-9, C20:1n-9); ³PUFA = többszörösen telítetlen zsírsavak (⁴n-3: C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3; ⁵n-6: C18:2n-6, C18:3n-6, C20:4n-6, C22:4n-6)
A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik (P<0,05)

4.5.4 Az eredmények értékelése

A kísérleti periódus alatt a takarmányhállal etetett süllők nagyobb testtömeget és testhosszt értek el, mint a kizárólag száraz táppal etetett csoport halai. Az élő küszszel etetett csoport halait *ad libitum*, míg a táp esetében az össztömeghez viszonyítva 1 % napi tápadaggal etettem. A kísérlet alatt a vízhőmérséklet az intenzív nevelés optimális értéke alatt volt. A

gyengébb növekedés oka lehetett még az, hogy a pisztráng számára készült táp nem elégítette ki a süllő tápanyagigényét. A száraz táppal etetett csoport esetében azonban a takarmányértékesítés jóval kedvezőbb, csaknem harmada volt az élő hallal etetett csoport halainál mért értékekkel. A takarmányértékesítés kiszámításánál az élő hal alacsony (23 %) és a száraz táp magas (94 %) szárazanyag tartalmát nem vettem figyelembe.

A ragadozó halak – jelen esetben a sügérfélék – húsa zsírszegény, amit a méréseink is alátámasztottak.

A kísérlet során zárt körülmények között tartott halak filéjének magasabb volt a zsírtartalma, mint a tógazdasági halaknak, illetve hasúri zsírt is felhalmoztak. **Jankowska et al. (2003)** is hasonló eredményeket kapott intenzíven tartott és természetes vízből származó halak filéjének kémiai összehasonlításánál. A pisztrángtáp zsírtartalma meghaladta a süllő energiaigényét. A táplálék növekvő zsírtartalma az emlősökkel ellentétben a halak szervezetében kisebb mértékben befolyásolja a zsírsavak szintézisét (**Henderson és Sargent 1985**).

A testösszetétel vizsgálatánál a halak májának mérete (tömege) között is szignifikáns különbségek voltak tapasztalhatók.

A táplálékkal felvett és a szervezet által előállított zsírsavak együttesen határozzák meg a hal zsírsavprofilját. A zsírsavsintézis elsődleges helye a máj. Itt megy végbe a felvett zsírsavak átalakulása (elongáció, deszaturáció) valamint a *de novo* szintézis. A májban elsősorban a telített zsírsavak szintézise zajlik (**Henderson és Sargent 1985**).

A halhús magasabb hosszúlancú, többszörösen telítetlen zsírsavtartalma (PUFA) elsősorban az elfogyasztott táplálék zsírsavprofiljától függ (**Kanazawa 1985**). A vizsgált süllőfilék több n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaztak, mint n-6-os ami jellemző volt az élő táplálékhal és a pisztrángtáp zsírsavprofiljára is.

A táppal történő etetés hatására a filé több mirisztinsavat és kevesebb sztearinsavat tartalmazott, amit süllő esetében **Jankowska et al. (2003)** is tapasztalt. Kísérletükben a pisztrángtáppal etetett csoportnál a filé több egyszeresen telítetlen zsírsavat és kevesebb többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmazott, mint a tavi halak filéje. Ellenben a telített zsírsavak mennyiségében nem találtak statisztikailag igazolható különbségeket a zárt körülmények között tartott és a tavi halak filéjének zsírsavtartalma között.

A tápos halak filéjének alacsonyabb arachidonsav (C20:4n-6) és dokozatetraénsav (C22:4n-6) tartalmának oka azon enzimek korlátozott mennyisége, amelyek az n-3-as és n-6-os zsírsavak elongációjáért és deszaturációjáért felelősek (**Bezard et al. 1994**). A nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló, a táplálékkal felvett n-3-as hosszúlancú telítetlen zsírsavak okozhatják az arachidonsav (C20:4n-6) csekélyebb mennyiségét a filében, mivel gátolják a linolénsavból

történő bioszintézisét (**Bezard et al. 1994**). Az arachidonsav hiánya (mint eikozén prekursor) befolyásolhatja - a halak immunválaszáért és szaporodásáért is felelős - prosztaglandinok, trombociták és leukociták szintézisét (**Needleman et al. 1986**).

A táplálék fajtájától függetlenül elmondható, hogy a süllő filében, a legnagyobb mennyiségben megtalálható n-3-as zsírsav a dokozahexaénsav (DHA) volt, csakúgy, mint más halak – mint például a coho lazac (*Oncorhynchus kisutch*; **Nettleton és Elmhurst 2000**), a szivárványos pisztráng (*Salmo gairdneri*; **Nettleton és Elmhurst 2000**) vagy a csuka (*Esox lucius*; **Schwalme 1992; Kucska et al. 2006**) – esetében.

Annak ellenére, hogy az élő kűszben, és a pisztrángtápban is közel azonos volt az eikozapentaénsav (EPA) és a dokozahexaénsav (DHA) mennyisége, a halak filéjében a dokozahexaénsav tartalom közel háromszorosa volt az eikozapentaénsav mennyiségének. Ez az eikozapentaénsav dokozahexaénsavvá történő elongációját és deszaturációját feltételezi a süllő májában. Erről más szerzők is beszámoltak: a csapó sügér esetében **Xu et al. (2001)**, a süllő esetében **Jankowska et al. (2003)**, a csuka esetében, pedig **Kucska et al. (2006)**.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A fogassüllő az egyik legértékesebb halunk, minden korosztálya magas áron értékesíthető. A piaci kereslet a süllő iránt jóval nagyobb, mint a kínálat.

Az étkezési méretű, feldolgozásra szánt süllő jelentős része Európa különböző természetes vizeiből származik, ezek a források azonban kiapadóban vannak. A süllő tenyésztése leginkább tógazdasági körülmények között történik. A polikultúrás termelési rendszer a süllő előállítását szempontjából tervezhetetlen, véletlenszerű eredményeket produkál, a piac folyamatos ellátására alkalmatlan.

Más, ipari méretekben tenyésztett halakhoz hasonlóan a süllő esetében is csak az intenzív, száraz tápra alapozott -így tervezhető és folyamatos termelést biztosító - tenyésztéstechnológiák jelenthetik a jövőt.

Az előzetes vizsgálataim, a disszertációt képező kísérletek és a szakirodalmi adatok alapján kijelenthető, hogy a fogassüllő piaci méretig száraz táppal történő nevelése megoldható.

A doktori munkám, vizsgálataim alatt felgyülemlett gyakorlati tapasztalataimat és a kísérleti eredményekből eredő következtetéseimet, kutatási és szakmai javaslataimat az alábbiakban foglalom össze.

Különböző hőmérsékleten keltetve a frissen kelt süllőlárva testhossza alacsonyabb hőmérsékleten keltetve nagyobb volt.

A kikelő lárva mérete a továbbnevelés szempontjából lehet érdekes. Más halfajokkal (elsősorban lazacfélék) végzett hasonló kísérletek azt mutatják, hogy a nagyobb méretű lárva életképesebb, szájmérete is nagyobb. Az alacsonyabb keltetési és tartási hőmérséklet leginkább hazai keltetőházakra jellemző. Itt általában 12-14 °C-on keltetnek és a kelés után azonnal, esetleg néhány nap után a táplálkozást már megkezdő lárvákat előnevelő tavakba helyezik. A hosszabb idejű keltetés (10 °C) az ikrák parazitás (penészgomba) fertőződésének kockázatát növeli. A magasabb tartási és keltetési hőmérséklet az intenzív rendszerekre jellemző (a lárva nevelésének ideális hőmérséklete a 18-20 °C), azonban az eredmények alapján javasolható az alacsonyabb hőmérsékleten történő keltetés.

A keltetési hőmérséklet további hatásainak vizsgálatához javasolható a süllő esetében is a kelési százalék és a megmaradás meghatározása, valamint a lárvák szövettani vizsgálata, az egyes szervek fejlődési ütemének meghatározása.

Az oxigénhiány túrése és a kritikus oldott oxigéntartalom meghatározása egy intenzív nevelési technológia esetén különösen fontos. A kísérleti eredmények alapján a kősüllőhöz és a fajhibridhez viszonyítva a süllőivadékok bírták a leghosszabb ideig a legalacsonyabb mért oldott oxigéntartalmat. A mért értékek gyakorlati jelentőséggel bírhatnak recirkulációs rendszerek számára, amelyekben egy esetleges műszaki hiba (rendszer leállás) esetén jó azt tudni, hogy a halak meddig bírják vízátfolyás és oxigénellátás nélkül. A különböző fajok összehasonlításánál a telepítési sűrűségek azonosak (kb. 40 g/liter) voltak. Ezt az értéket, ha – az intenzív tenyésztési gyakorlatban szokásos – kg/m³ mértékegységben adom meg, akkor elmondható, hogy a mért értékek 40 kg/m³ telepítési sűrűség mellett használhatók.

Az előnevelt süllőivadékok tápra szoktatása tógazdasági körülmények között történt. A 4-5 centiméteres halakat kifogásuk után azonnal a szűrt tóvízzel táplált rendszerbe telepítettem. Eddigi tapasztalataim alapján a halak nehezen tűrik a szállítási és a zárt rendszerbe telepítés miatt kialakuló adaptálódási stresszt. Ebben a kísérletben ezeket a hatásokat kiküszöböltem.

Az előnevelt süllők esetében nagyon fontos a jó kondíció és az, hogy az állomány azonos méretű legyen. Ezek a kritériumok határozzák meg az intenzív rendszerbe történő telepítésük, a tápra szoktatás sikerességét: a megmaradást, a tápra szokott halak számát, a szoktatás idejét, a kannibalizmus mértékét stb. is.

A táp fogyasztását a halak nagy része a kilencedik napra már megtanulta, a „daphniás” csoport kivételével jelentősen lecsökkent az elhullások száma. Ettől kezdve – az élő táplálék kiegészítés folyamatos elhagyása miatt - az összes csoport halai már csak száraz tápot kaptak. A halak tápfogyasztásának első jele az volt, hogy a halak az etető alatt gyülekeztek, később a halak táplálkozása szemmel látható volt.

A vízibolhával etetett csoport esetében elmondható, hogy a zooplankton az *ad libitum* etetés ellenére sem tudta kielégíteni a süllő igényeit: a halak rossz kondícióban voltak, gyenge volt a megmaradás. A kísérlet végére sem állt meg az elhullás, ami arra enged következtetni, hogy a 12 napos kísérleti periódus – a többi három kísérleti csoporttal ellentétben – nem volt elég a csoport halainak tápra szoktatásához.

Az eredmények alapján javasolható az előnevelt süllő átmenettel – *Chironomus*-al vagy Tubifexel - történő tápra szoktatása. Így jobb növekedés, kedvezőbb megmaradás és hatékonyabb (gyorsabb) tápra szoktatás érhető el.

Amióta süllővel foglalkozom, az előnevelt halakat mindig élő táplálék segítségével szoktattam tápra. A módszert sikerült nagyüzemi körülmények között, több tízezres nagyságrendben is kipróbálnom. A módszer nem könnyű, sok kézimunkát (etetés, tisztítás) és odafigyelést igényel. Nagy mennyiségű hal esetén nagyon fontos az adagok lehető

legpontosabb megadása. Ez a kísérlet a technológiát keveseb hal felhasználásával igyekszik bemutatni.

Az előnevelt süllő recirkulációs rendszerbe történő telepítése eléggé kockázatosnak hangzik, hiszen a tavi halakkal betegségek hurcolhatók be egy zárt rendszerbe. A halak fertőzöttsége függ a halak kondíciójától is, „jó minőségű” halak esetén az állomány egészséges – eddigi tapasztalataim alapján a gondosan lekezelt halak rendszeres parazitológiai vizsgálat mellett - semmilyen kórokozót sem hurcolnak be a recirkulációs rendszerbe. A halakat, a rendszerbe telepítésük előtt javasolt formalinos és sós, illetve más, kereskedelemben kapható, külső paraziták elleni készítményekkel történő fürdetésnek alávetni.

Az előnevelt süllők tápra szoktatása jelenleg a tápos süllőnevelés kezdeti lépése, ha a gyakorlatot illetve a süllős kutatások nagy részét vesszük. Az előnevelt hal fejlettebb, nagyobb és nem olyan kényes, mint a süllőlárva, amelynek nevelése sokkal nehezebben kivitelezhető, speciális rendszert és tudást igényel.

Az előnevelt süllő tápra szoktatásának és piaci méretig történő továbbnevelésének legfőbb hátránya, hogy csak évente egyszer juthatunk tenyészsanyaghoz.

Az intenzív, recirkulációs rendszerek számára mindenképpen a lárva nevelése javasolható. A saját anyaállomány évente többszöri szaporítása teszi lehetővé több nemzedék egy időben történő együttes nevelését, ami a folyamatos termelés alapfeltétele.

Az előnevelt halak tápra szoktatása olyan gazdaságok számára ideális, akik a tápos halakat tógazdasági (ketreces vagy kistavi) körülmények között szándékoznak továbbnevelni.

A ketreces kísérletben a különböző napi takarmányadagok (2, 4 és 6 %) hatását vizsgáltam, az eredmények alapján a legjobb növekedést (3,5-4 %-os specifikus növekedési ráta) 23-25 °C vízhőmérséklet mellett mértem. Recirkulációs rendszerből származó tapasztalataim alapján is elmondható, hogy ez a hőmérsékleti tartomány optimális az intenzív süllőneveléshez.

A kísérlet alatt a mért legalacsonyabb átlaghőmérsékleten, 17 °C-on, mindhárom csoportnál megegyezett (1,5 % volt) a specifikus növekedési ráta értéke. A ketreces süllőnevelés befejezése, a halak lassú növekedése miatt indokolt, amikor tartósan 17-18 °C körül van a víz hőmérséklete.

Az eredmények alapján a 2-4 %-os tápadagok javasolhatók, a vízhőmérséklettől függően. Melegebb, 23 °C feletti hőmérsékleten, 3-7 grammos halak esetében indokolt lehet a nagyobb 4-6 %-os tápadagok etetése is. A kísérleti csoportok közül a legnagyobbra az összsúlyhoz viszonyítva 6 % napi tápadagot fogyasztó csoport halai nőttek, amelyek a kísérlet legelején szignifikánsan a leggyorsabb növekedést mutatták. Valószínűleg azért, mert a melegebb vízben ez a tápadag volt az optimális.

Valószínűsíthető, hogy melegebb vízben (21-23 °C) a 4 % -os adag a megfelelő. Ennél a csoportnál a takarmányértékesítés 0,9-1,1 g/g volt. A 6 %-ot kapó csoportnál mért magasabb értékek arra engednek következtetni, hogy a hőmérséklettől függetlenül itt mindig volt táppazarlás. A 2 %-os csoport halai szignifikánsan gyengébben nőttek, a takarmányértékesítés értékei alacsonyabbak voltak. Ez a tápadag hidegebb vízben (20 °C alatt) elegendőnek tűnik, míg az ennél melegebb vízben ez az adag kevés.

A ketreces nevelés során fontos a napi tápadagok (ne legyen táppazarlás) lehető legpontosabb meghatározása, ami vízhőmérséklettől, a halak méretétől és mennyiségétől függ. A kísérlet eredményei ehhez szolgálhatnak támpontul.

A ketrecek elhelyezésénél fontos, hogy lehetőleg árnyékos helyen, mélyebb (legalább 80-100 cm) vízre telepítsük. Fontos, a friss, oxigéndús vízpótlás - akár gravitációs úton, akár szivattyúval – biztosítása. A nevelés folyamán fontos a napi rutin (ketrecek tisztítása, etetők felhúzása, halak egészségügyi vizsgálata) pontos végrehajtása, ami nem elsősorban sok időt és energiát jelent, hanem lelkiismeretességet és fegyelmet. A kísérlet alatt a halakon parazitás fertőzést nem tapasztaltam.

A kísérlethez késői ívásból származó halakat használtam, így a kísérlethez csak 8 hét állt rendelkezésemre (ebből „csak” 4 hét volt az, amikor a vízhőmérséklet optimális volt). Azonban a kísérlet eredményei - a növekedés üteme, a kedvező takarmányértékesítési értékek és a megmaradás - arra engednek következtetni, hogy a sülőivadék tavi ketreces körülmények között is eredményesen nevelhető száraz táppal. A nevelés sikerességét meghatározza, az ún. „meleg napok” száma.

A cél, elsősorban a télálló egynyaras méretű hal előállítás, amelyek táppal továbbnevelhetők, vagy megfelelő méretű, és mennyiségű takarmányhállal ellátott termelő tavakra kihelyezhetők. Az előzetesen tápot fogyasztó halak ragadozó ösztönüket nem vesztik el. Ezt bizonyította az a kísérletem is, ahol az előzetesen tápra szoktatott halakat a kísérleti periódus alatt élő hallal etettem.

A kísérleti csoportok halainak takarmányértékesítését nem a szárazanyag tartalom tekintetében határoztam meg, ebben az esetben az élő hallal etetett csoport halainak a takarmányértékesítése lett volna kedvezőbb. Az indokom az volt, hogy a gyakorlat számára az a fontos, hogy egy kilogramm táp vagy élő hal etetésével mennyi a súlygyarapodás – illetve a különböző táplálékok „mennyibe kerülnek”. A termelők számára mellékes, hogy a tápnak 94%, az élő kűsznek, pedig 24 % volt a szárazanyag tartalma.

A tavi halak és a zárt körülmények között élő hallal illetve száraz táppal etetett halak filéjének összehasonlítása kimutatta, hogy a száraz táppal történő etetés a halak húsminőségében

semmilyen minőségi romlást nem okoz, sőt a humánélelmezés szempontjából lényeges zsírsavakat a tápos halak filéje szignifikánsan a legnagyobb mennyiségben tartalmazta.

A magas, 20 % feletti zsírtartalommal rendelkező pisztrángtáp hatására a halak filéjének zsírtartalma közel kétszerese volt a tógazdaságból származó halakénak. A magasabb zsírtartalom a halak májára lehet káros hatással (felfokozott működés a nagyobb mennyiségben felvett zsírok lebontása miatt, szövettani károsodás, „elzsírosodás”), habár erre utaló jeleket (a máj megnagyobbodásán kívül) nem találtam.

Kimondottan a süllő számára kifejlesztett tápok nem léteznek, és a közeljövőben – amíg a süllő termelése nem éri el a több száz tonnát – nem is várható ilyen speciális tápok gyártása. A süllő takarmányozásával foglalkozó kutatások támpontot adnak a különböző korosztályú halak takarmányozásához, habár a halfaj egyéb takarmányozási igényeinek – mikroelem, vitamin, aminosav tartalom – vizsgálata még várat magára. A süllő piaci méretig történő felneveléséhez alkalmas tápok megtalálhatók a különböző gyártók kínálatában.

Gyakorlati tapasztalataim alapján az ivadék halak számára az 50-55 % fehérje és 15-20 % zsírtartalmú tápok javasolhatók, míg a nagyobb korosztályok számára a 45 % fehérjetartalmú és 12-18 % zsírtartalmú tápok az ideálisak.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A süllő (*Sander lucioperca*) a honi haltenyésztés, haltermelés egyik legnagyobb becsben tartott, legértékesebb hala. Kitűnő sporthal; mint csúcsragadozó fontos szerepet játszik természetes vizeink ökológiai egyensúlyának fenntartásában. Ízletes, száraz, fehér húsa miatt, pedig keresett étkezési hal.

A hazánkban elterjedt tógazdasági termelési technológiában a süllő, a ponty mellett, mint járulékos hal szerepel. Tenyésztése leginkább a termelő tavak fehérhal ellátottságától függ, ezért ez a fajta nevelés nem tervezhető, a termelési eredmények bizonytalanok.

A süllő tenyésztésének kulcskérdése a télálló, egynyaras hal előállítás. A viszonylag jól kivitelezhető planktonos előnevelés után, a süllőivadék áttérése a ragadozó életmódra már sokkal kritikusabb szakasz. A nem elegendő mennyiségben és nem megfelelő méretben rendelkezésre álló takarmányhal ellátottság miatt gyakori a kannibalizmus kialakulása, ami az állomány lecsökkenését eredményezi. A táplálékhiány miatt a gyenge, rossz kondícióban lévő halak, ha meg is érik a telet, megfelelő tartalékok hiányában nem élik túl azt.

A süllő intenzív, recirkulációs rendszerekben történő tenyésztése egy új módszer, amely lehetővé teszi a halfaj iparszerű, egész évben folyamatos, tervezhető tenyésztését.

Doktori munkám során az volt a céлом, hogy a tápos nevelési technológia minél több részletét vizsgáljam, elsajátítsam. A kutatásaim során foglalkoztam a süllő mesterséges szaporításával, a lárva intenzív nevelésével, az előnevelt halak tápra szoktatásával, a tápos halak nevelésével, tartási körülményeik optimális kialakításával, takarmányozásával és stressz érzékenységgel is.

A doktori disszertációmban szereplő kísérletek során

- különböző hőmérsékleten keltetett ikrák kelési idejét, a kikelő lárvák méretét és az egyes embrionális fejlődési stádiumok hosszát mértem,
- a süllő, a kősüllő és a két faj hibridjének oxigénhiány tűrőképességét vizsgáltam,
- előnevelt halak tóvízzel táplált átfolyóvízes rendszerben történő tápra szoktatását vizsgáltam különböző tápra szoktatási módszerek – különböző élő táplálék-kiegészítés - segítségével,
- előzetesen tápra szoktatott halakat neveltem tavi ketrecekben, ahol a különböző napi takarmányadagok növekedésre és takarmány-értékesítésre gyakorolt hatását

vizsgáltam, az egyes vízparaméterek (leginkább a víz hőmérsékletének) függvényében,

- tápos előéletű, de a kísérlet alatt élő hallal etetett, száraz táppal etetett és tógazdaságból származó (az intenzíven nevelt halakkal azonos korú) süllők testösszetételét és zsírsavprofilját vizsgáltam.

6.1 A keltetési hőmérséklet hatása a kelési idő hosszára és a lárva méretére

Mesterséges körülmények között, hormonindukcióval három, közel azonos súlyú süllőanyát szaporítottam le. A három anyahaltól nyert ikrák átmérője és a kilogrammonkénti ikraszám - száraz (termékenyítetlen) és duzzadt (termékenyített) állapotban – között statisztikailag igazolható különbségeket nem találtam.

Az azonos számú ikratételek keltetése és a kikelő lárvák tartása anyahalanként háromszoros ismétlésben, három különböző hőmérsékleten – 10 °C-on, 14 °C-on és 18 °C-on történt.

A kelés alatt az ikrában zajló embrionális fejlődés illetve az endogén táplálkozású lárvaszakasz nyomon követése mikroszkóp segítségével történt. A kelési időnek a termékenyítéstől az utolsó lárva kikeléséig tartó időt tekintettem. Az endogén táplálkozási szakasz hosszának mérése, az önálló táplálkozás megkezdésének kezdetéig, a száj kinyílásáig tartott. A lárvaméreteket meghatározása mikroszkóp segítségével történt – a frissen kikelő lárvák és az endogén-exogén szakaszba lépő lárvák teljes testhosszát mértem.

A keltetési hőmérséklet jelentősen befolyásolta a kelési idő és az endogén lárvaszakasz hosszát. A kelési idő 18 °C-on 70-72 óra, 14 °C-on 200-205 óra volt, míg a legalacsonyabb hőmérsékleten tartott a legtovább (350-360 óra). A különböző hőmérsékleten keltetett lárvák keléskori hossza között szignifikáns különbségeket mértem. A legnagyobb méretű lárva ($5\pm 0,02$ mm) a legalacsonyabb hőmérsékleten (10 °C) keltetett ikratételekből kelt ki. Ezzel szemben a legmagasabb hőmérsékleten keltetett lárvák átlagos testhossza $4\pm 0,05$ mm volt. Ezek a méretbeli különbségek, az endogén lárvaszakasz végére is megmaradtak. Az 5 mm keléskori teljes testhosszal rendelkező, 10 °C-on tartott lárvák $6\pm 0,04$ mm, míg a legmagasabb hőmérsékleten tartott lárvák $4,87\pm 0,06$ mm-es teljes testhosszt értek el. Az exogén táplálkozás elkezdése (a száj kinyílása) a keléstől számítva 60-62 óra (18 °C), 170-175 óra (14 °C) illetve 300-310 óra (10 °C) múlva következett be.

6.2 A süllő, kősüllő és a két faj hibridje oxigénhiány tűrőképességének vizsgálata

A vizsgálat során azonos (statisztikai próbával ellenőrzött) átlagsúlyú kősüllő ($4,21 \pm 0,65$ g) és hibrid ($4,18 \pm 0,32$ g), illetve azonos (statisztikai próbával ellenőrzött) átlagsúlyú süllő ($9,08 \pm 0,36$ g) és hibrid ($9,09 \pm 0,34$ g) ivadékok oxigénhiány tűrőképességét hasonlítottam össze.

A két faj illetve a hibrid külön-külön történő összehasonlítására az eltérő időben történő szaporodás és a különböző ütemű növekedés miatt volt szükség.

A kísérleti halakat testtömegük és testhosszuk lemérése után vegyes csoportokban (összesen 10 hal - 5 süllő illetve kősüllő és 5 hibrid), három ismétlésben, henger alakú edényekbe helyeztem. A kísérletek során különböző úrtartalmú edényekben lévő különböző átlagtömegű halak (kősüllő és hibrid illetve süllő és hibrid) a „telepítési sűrűség” tekintetében azonosak voltak. A kísérletek során a hőmérséklet $20,5$ °C volt.

Amikor egy hal az O_2 hiány hatására elvesztette egyensúlyát (oldalra fordult és legalább 5 másodpercig „mozdulatlan” volt), akkor a halat eltávolítottam, majd megmértem az oldott oxigén tartalmát és a kísérleti edénybe való behelyezése óta eltelt időt. Fajonként meghatároztam az első és az utolsó hal egyensúlyvesztése között eltelt időt is (másodperc pontossággal). Amikor egy halat kivettem a kísérleti edényből, akkor a víz 1/10-et részét is eltávolítottam, a légköri diffúzióból eredő relatív oldott oxigén tartalom növekedésének megakadályozása céljából.

Az oxigéntartalom mg/literben kifejezett még eltűrt szintje a kősüllő esetében volt a legkisebb, $1,1-1,3$ mg/liter, amit a halak átlagosan 34 percig bírtak. A hibridek mindkét kísérletben (mérettől függetlenül) a $0,8-0,9$ mg/liter oxigéntartalmat még eltűrték, átlagosan – a kisebb halak az első kísérletben – 58 percig, míg a másik kísérletben a nagyobb átlagtömegű halak 79 percig.

A fogassüllők oxigénhiány tűrése szignifikánsan nem tért el az azonos méretű hibridek oxigénhiány tűrőképességétől ($0,8-0,9$ mg/liter), azonban ezt az alacsony értéket hosszabb ideig voltak képesek tolerálni (111 perc).

Ez az eredmény a süllő intenzív nevelése szempontjából lehet fontos, hiszen egy halfaj alkalmazását a zárt tartásra az egyes vízparaméterekkel szembeni – jelen esetben az oldott oxigéntartalom - toleranciája is meghatározza.

6.3 Különböző élő táplálékok hatásának vizsgálata tavi előnevelt süllőivadékok tápra-szoktatására

Egy kéthetes kísérletben azonos tömegű és testhosszúságú tavi előnevelt halak különböző élő táplálék-kiegészítéssel történő tápra-szoktatását vizsgáltam. Az élő táplálékszerkezetek kiválasztásánál saját tapasztalatok, illetve az előnevelt és egynyaras süllőivadék természetesvízi táplálkozásának ismerete volt meghatározó.

A kísérlet során egy csoportnál az átmenet nélküli (kizárólag száraz táppal), míg a másik három csoportnál az átmenettel (különböző élő táplálék kiegészítéssel: vörös szúnyoglárva – *Chironomus sp.*, csövájó féreg – *Tubifex tubifex* és nagy vízibolha – *Daphnia magna*) történő tápra-szoktatás hatékonyságát vizsgáltam.

A halak mérése (testsúly, testhossz) háromnaponta történt (a táp és az élő táplálék arányának változása – az élő táplálék folyamatos elhagyásának üteme- szerint). A kannibalizmus megfigyelése és a kannibál egyedek eltávolítása folyamatosan történt. A kannibál egyedeket két elhullott halnak számoltam.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a növekedést, a megmaradást (tápra szokás hatékonysága) és a halak kondícióját figyelembe véve az előnevelt süllőivadék száraz tápra-szoktatására a szúnyoglárvával és a tubifexel történő átmenet javasolható. A 12 napra számított specifikus növekedési ráta értékei ezeknél a kísérleti csoportoknál voltak a legmagasabbak (4,2 %/nap).

A legjobb megmaradás a „szúnyoglárvás” és a „tubifexes” csoportnál volt mérhető – 86,7±9 % illetve 78±4 %. A „vízibolhás” csoport (52±1,4 %) halai jobb megmaradást értek el a kísérlet végére, mint az átmenet nélkül tápra szoktatott csoport (41±9 %) halai.

Az elhullás oka főleg az éhezés volt, a kannibalizmus okozta veszteségek nem voltak számottevők. A szignifikánsan legkevesebb kannibál egyed a „szúnyoglárvás” (6,7±1,2 %) és a „tubifexes” (6,4±3,1 %) csoportnál volt. A legnagyobb mértékű kannibalizmus a kizárólag száraz táppal etetett csoportnál (13,67±1.52 %) volt tapasztalható.

6.4 Különböző napi takarmányadagok vizsgálata – tavi ketreces kísérlet

A tavi körülmények között, kísérleti ketrecekben végrehajtott kísérletben a különböző napi takarmányadagok növekedésre, takarmány – értékesítésre és megmaradásra gyakorolt hatását vizsgáltam.

A laboratóriumi körülmények között tápra szoktatott, majd két hétig továbbnevelt kísérleti halakból három, azonos kezdősúlyú és átlagos testhosszúságú halakból álló csoportot alakítottam ki két ismétlésben. A kísérleti halakat tógazdasági körülmények között, ketrecekben tartottam. A 8 hetes kísérlet során a napi takarmányadagok mennyisége a különböző csoportok esetén az össztömeghez viszonyítva 2 %, 4 % illetve 6 % volt. A halak növekedését és takarmányértékesítését – a természetes körülmények miatt – a változó vízhőmérséklet figyelembe vételével értékeltem.

A kísérleti eredmények alapján a legjobb növekedést (3,5-4 %-os specifikus növekedési ráta) 23-25 °C vízhőmérséklet mellett mértem. A süllőivadék esetében a növekedés hőmérséklet iránti érzékenységet az is mutatta, hogy már az első héten (melegebb vízben) szignifikáns különbségek voltak a csoportok között a növekedés tekintetében.

A 2 % napi takarmányadagot fogyasztó csoport halai az egész kísérleti periódus alatt szignifikánsan gyengébben nőttek, mint a másik két csoport halai. A kísérlet alatt a mért legalacsonyabb átlaghőmérsékleten, 17 °C -on, mindhárom csoportnál ugyanannyi, 1,5 % volt a specifikus növekedési ráta értéke.

A teljes kísérleti periódusra számított, szignifikánsan legalacsonyabb takarmányértékesítési értéket (0,77 g/g), a legkevesebb napi tápmennyiséget kapó csoportnál mértem. A 4 és 6 %-os csoportok takarmányértékesítési értékei között az első hét kivételével szignifikáns különbségek voltak. Az előbbi csoportnál a takarmányértékesítés 0,9-1,1 g/g volt. A 6 %-ot kapó csoportnál mért magasabb értékek arra engednek következtetni, hogy a hőmérséklettől függetlenül itt mindig volt táppazarlás.

A kísérlet 8 hete alatt a megmaradás 95 % (a 2 % és 4 % napi takarmányadagot kapó csoportok esetében) illetve 96 %-os (a 6 % napi takarmányadagot kapó csoport esetében) volt. A süllő ketreces, tápos nevelésének többféle útja és célja is javasolható:

1. A halak ketreces kultúrában (megfelelő vízátfolyás és oxigénellátás mellett) tovább nevelhetők őszig – úgynevezett nagyméretű egynyaras előállítására használhatók fel.

2. A tógazdaság helyi és szezonális viszonyihoz igazodva, ha megfelelő méretű, és mennyiségű fehérhal áll rendelkezésre a halakat kihelyezhetjük, mivel az előzetesen tápot fogyasztó süllő ragadozó ösztönét nem veszti el.

6.5 Intenzív körülmények között élő hallal illetve száraz táppal nevelt süllők valamint azonos korú vad halak testösszetételének vizsgálata és a zsírsavprofil összehasonlítása

Az előnevelt korban tápra szoktatott és laboratóriumi körülmények között továbbnevelt halakból két kísérleti csoportot alakítottunk ki. Az egyik kezelésben a süllőket továbbra is pizstrángtháppal, a másik kezelésben csak élő szélhajtó küsszel etettük. A táp napi mennyisége az össztömeg 1%-a volt, míg a takarmányhalat *ad libitum* kínáltuk fel. A nevelés 7 hétig tartott, a kísérlet végén a halak növekedését és takarmányértékesítését mértem.

A testösszetétel és zsírsavprofil összehasonlításához kezelésenként 10-10 intenzíven nevelt süllőt, illetve ugyanennyi vad, természetes körülmények között felnőtt, az intenzív körülmények között nevelt halakkal megegyező korú és azonos helyről származó süllőt használtunk fel.

A hallal etetett csoport halai szignifikánsan nagyobb testtömeget és testhosszt értek el a kísérlet végére, ugyanakkor a kondíció faktorok között nem volt szignifikáns a különbség.

A száraz táppal etetett süllők takarmányértékesítése jóval kedvezőbb (1,21 g/g) volt, mint az élő halat fogyasztó csoport halainál mért 3,34 g/g-os érték.

A táppal etetett halaknál a máj, a gonádok és a hasúri zsír tömege szignifikánsan nagyobb volt, mint a tápos előéletű, de a kísérlet alatt élő hallal etetett süllők azonos szerveinek tömege. A természetes körülmények között felnőtt halaknál hasúri zsír nem volt kimutatható

A két kísérleti csoportot összehasonlítva elmondható, hogy a száraz táppal etetett halak filéjének zsírtartalma magasabb volt.

A tavi halak filéjének szárazanyag, nyersfehérje, foszfor és nyers hamu tartalma szignifikánsan a legalacsonyabb volt, a két, zárt tartásból származó kísérleti csoport között nem voltak statisztikailag kimutatható különbségek a felsorolt paraméterek tekintetében

A tavi halak filéjének összes telített zsírsavtartalma (SFA) szignifikánsan magasabb volt, mint a zárt körülmények között tartott halaknál mért értékek. Az intenzíven nevelt süllők filéjében a mirisztinsav (C14:0), a palmitoleinsav (C16:1n-7), az olajsav (C18:1n-9) és az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) összes mennyisége volt több. A különböző kezelések nem befolyásolták a linolsav (C18:2n-6) és az γ -linolénsav (C18:3n-6) mennyiségét. A legnagyobb mennyiségben a vad halak filéjében volt kimutatható az arachidonsav (C20:4n-6) és itt volt a legmagasabb az n-6-os zsírsavak mennyisége.

A zárt körülmények között tartott halak filéjében volt a legmagasabb a dokozapentaénsav (C22:5n-3) mennyisége. A tápos süllők esetében az eikozapentaénsav (EPA; C20:5n-3) és a dokozahexaénsav (DHA; C22:6n-3) mennyisége szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik két csoport halainál. A száraz táppal etetett halak esetében az n-3-as zsírsavak aránya is a legmagasabb volt. A dokozahexaénsav tartalom közel háromszorosa volt az eikozapentaénsav mennyiségének. Ez az eikozapentaénsav dokozahexaénsavvá történő elongációját és deszaturációját feltételezi a süllő májában.

A halhús magasabb hosszúlancú, többszörösen telítetlen zsírsavtartalma (PUFA) elsősorban az elfogyasztott táplálék zsírsavprofiljától függ, a vizsgált süllőfilék több n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmaztak, mint n-6-os ami jellemző volt az élő táplálékhal és a pizstrángtáp zsírsavprofiljára is.

7. TÉZISPONTOK

1. Meghatároztam a különböző hőmérsékleten (10 °C, 14 °C és 18 °C) keltetett süllőikrák kelési idejét és a kikelő lárvák méretét. A keltetési hőmérséklet szignifikáns hatással volt a kikelő lárva méretére. A legalacsonyabb hőmérsékleten keltetve az azonos anyáktól származó ikratételekből 5 mm, míg a legmagasabb hőmérsékleten keltetett ikrákból 4 mm teljes testhosszúságú süllőlárvák keltek ki.
2. Megvizsgáltam a süllő, kősüllő és a két faj hibridjének oxigénhiány tűrőképességét. Megállapítottam, hogy közülük a fogassüllő ivadékok a mért legalacsonyabb oxigéntartalmat (0,8-0,9 mg/L) a leghosszabb ideig (111 ± 25 percig) tolerálták.
3. Meghatároztam előnevelt süllőivadékok tápra szoktatásának hatékonyságát különböző táplálékalkotók és rezsimek mellett. Megállapítottam, hogy az élő táplálékokkal történő táplálék-kiegészítés szignifikánsan magasabb megmaradást (78-87 %) és gyorsabb növekedést (S.G.R=4,2 %) eredményezett.
4. Megállapítottam, hogy a süllőivadék tápra szoktatása és tápos nevelése tógazdasági körülmények – átfolyóvízzel illetve ketreces tartásban – között is lehetséges.
5. Meghatároztam tavi ketrechen tartott (3-15 grammos) süllők növekedését, megmaradását és takarmányértékesítését 2, 4 és 6 % napi takarmányadag mellett. Meghatároztam, hogy az optimális napi adag 20 °C

víz hőmérséklet felett 3-4 %, míg a 20 °C-nál hidegebb vízben a 2 %-os napi adagok javasolhatók.

6. Összehasonlítottam a száraz tápon és természetes táplálékon (élő hal) nevelt, azonos előéletű süllők növekedését és takarmányértékesítését. Megállapítottam, hogy a táppal etetett halak takarmányértékesítése (1,3 g/g) kedvezőbb volt az élő hallal etetett csoport esetében mért 3,5 g/g-os értéknél.

7. Megvizsgáltam kizárólag táppal etetett, kezdetben táppal majd élő hallal etetett és egész életében hallal táplált süllők testösszetételét és zsírsavprofilját. Megállapítottam, hogy táppal etetett halak filéje nagyobb mennyiségben tartalmazott a humánélelmezés szempontjából fontos zsírsavakat.

8. THESIS POINTS

1. I concluded the hatching time and the size of the newly hatched larvae, incubated at different temperatures – at 10 °C, at 14 °C and at 18 °C. The incubation temperature had a significant effect on the size of the newly hatched larvae. At the lowest temperature, the total length of the newly hatched larvae was 5 mm and at the highest incubation temperature, it was 4 mm.
2. I compared the oxygen tolerance of pikeperch, Volga pikeperch and their hybrids. Pikeperch tolerated the lowest (0,8-0,9 mg/L) oxygen content for the longest period of time (111 ± 25 min).
3. I concluded the efficiency of the weaning of pond nursed pikeperch with different methods – with transition and without transition. With the use of some live food supplements, significantly higher survival (78-87 %) and faster growth (S.G.R=4,2 %) could be attained.
4. I concluded that the weaning of pikeperch and the intensive rearing with dry feed is possible at natural conditions – with flow through water and at pond cage culture.
5. I concluded the growth, mortality and feed conversion of pikeperch kept at pond cages and fed with 2, 4 or 6 % daily feed intake of dry feed. The optimal daily feed ratios were determined with the correlation of the water temperature. It was 3-4 % at a water temperature higher, than 20 °C and at a lower water temperature it was 2 %, compared to the total biomass.

6. I concluded the growth and feed conversion of pikeperch reared on dry feed and natural food (live prey fish). At fish, fed with dry feed – due to the higher dry matter content – the feed conversion rate was lower (1,3 g/g), than the feed conversion of 3,5 g/g of the fish, fed live fish..

7. I concluded and compared the body composition and fatty acid profile of pikeperch, fed by dry feed, by live prey fish and fish originated from pond culture. It was found, that the fillet of fish, reared at closed conditions, contained the highest quantity of fatty acids with high importance for human consumption.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek Dr. Bercsényi Miklósnak, aki szakmai észrevételeivel segítette a dolgozat megírását.

Külön köszönetet szeretnék mondani a kísérleteknél nyújtott segítségért a keszthelyi halas csoport munkatársainak: Kucska Baláznak, Dr. Müller Tamásnak, Merth Jánosnak és Györe Sándornak. A takarmányozástani tanszék munkatársainak: Dr. Husvéth Ferencnek, Dr. Pál Lászlónak, Dr. Bartos Ádámnak, Dr. Wágner Lászlónak, Magyar Lászlónak, Varga Juditnak és Végh Lászlónénak a zsírsavas mérésekhez nyújtott segítségét.

Köszönetet szeretnék mondani a kísérleti halakért és az egyes kísérletek helyének biztosításáért a Makkos és Társa Kft. – Makkosné Dr. Takács Szilviának, Makkos Gábornak és Sutina Lajosnak. A kísérleti halak biztosításáért az Aranyponty Zrt.-nek is köszönettel tartozom, különös tekintettel Lévai Ferencnek és Lévai Péternek.

Külön köszönettel tartozom a Skretting tápok gyártó Hendrix cégnek, a kísérletekhez szükséges haltápok biztosításáért.

10. IRODALOMJEGYZÉK

1. Ali, M. A., Ryder, R. A., Anctil, M. (1977) Photoreceptors and visual pigments as related to behavioral responses and preferred habits of perches (*Perca spp*) and pikeperch (*Stizostedion spp.*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **34**, 1475-1480.
2. Antalfi, A. (1979) Propagation and rearing of pike-perch in pond culture. *EIFAC Technical paper* **35** (1), 120-125.
3. Antila, E., Stenbäck, H., Teräväinen, T. (1988) Artificially improved breeding of captive pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) females achieved using a gonadotropin-releasing hormone analogue. *Finnish Fisheries Research* **7**, 75-83.
4. Argillier, C., Barral, M., Irz, P. (2003) Growth and diet of the pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in two French reservoirs. *Archives of Polish Fisheries* **11**, 99-114.
5. Balon, E. K., Momot, W. T., Regier, H. A. (1977) Reproductive guilds of percids: results of the paleogeographical history and ecological succession. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **34**, 1910–1921.
6. Becer, Z. A., İkiz, R. (1999) Reproductive characteristics of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L., (1758)) in Egüirdir Lake. *Turkish Journal of Zoology* **23**, 919–926.
7. Bezdard, J., Blond, J. P., Bernard, A., Clouet, P. (1994) The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. *Reprod. Nutr. Dev.* **34**, 539-568.
8. Bíró, P. (1979) A fogassüllő táplálékának, növekedésének és produkciójának vizsgálata a Balatonban. *Haltenyésztési Kutató Intézet-A halhústermelés fejlesztése* **7**, 110-111.
9. Bódis, M., Csapó, I. (2004) Süllőkeltetés a gyakorlatban I. – Különböző típusú süllőfészkek összehasonlítása és egy új ikraszámlálási módszer bemutatása. *Halászat* **97** (4), 132-133.

- 10. Bódis, M., Csapó, I. (2005)** Süllőkeltetés a gyakorlatban II. - Süllőkeltetési módszerek összehasonlítása, permetkamra építésének és üzemeltetésének legfontosabb szempontjai. *Halászat* **98** (1), 2-5.
- 11. Brown, G. G., Moore, A. A. (1996)** Comparative storage and fertility studies of walleye semen – In: *Walleye culture manual* (Ed.) R.C. Summerfelt, NCRAC, Culture Series 101, Iowa State University, Ames, USA, 45-49.
- 12. Brown, J. A. (2001):** Physiological effects of saline waters on zander. *Journal of Fish Biology* **59**, 1544-1555.
- 13. Buijse, A. D., Houthuijzen, R. P. (1992)** Piscivory, growth and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **49**, 894-902.
- 14. Craig, J. F. (2000)** Percid Fishes - Systematics, Ecology and Exploitation, Blackwell Science, 191.
- 15. Demirkalp, F. Y. (1992)** The reproduction biology of *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, *Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1758, in Bafra Balik Lakes. *Turkish Journal of Zoology* **16**, 311–322.
- 16. Demska-Zakęs, K., Zakęs, Z. (2002)** Controlled spawning of pikeperch *Stizostedion lucioperca* (L.), in lake cages. *Czech Journal of Animal Sciences* **47**, 230–238.
- 17. Demska-Zakęs, K., Kowalska, A., Zakęs, Z. (2003)** The development of the swim bladder of pikeperch *Sanderlucioperca* (L.) reared in intensive culture. *Archives of Polish Fisheries* **11**, 45-55.
- 18. Demska-Zakęs, K., Zakęs, Z., Roszuk, J. (2005)** The use of tannic acid to remove adhesiveness from pikeperch, *Sander lucioperca*, eggs. *Aquaculture Research* **36**, 1458-1468.
- 19. Erm, V. (1981)** Koha. Tallinn: *Valgus*, 128.

- 20. Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H. (1957)** A simple method of the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry* **226**, 497-509.
- 21. Frankiewicz, P., Dabrowski, K., Martyniak, A., Zalewski, M. (1999)** Cannibalism as a regulatory force of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), population dynamics in the lowland Sulejow reservoir (Central Poland). *Hydrobiologia* **409**, 47–55.
- 22. Gaygalas, K. S., Gyarulaytis, A. B. (1974)** The ecology of the pike-perch (*Lucioperca lucioperca*) in the Kurshyu Mares basin, the state of its stocks and fishery regulation measures. *Journal of Ichthyology* **14**, 514–525.
- 23. Glogowski, J., Ciereszko, A., Dabrowski, K. (1999)** Cryopreservation of muskellunge and yellow perch semen. *North American Journal of Aquaculture* **61**, 258-282.
- 24. Györe, K. (1995)** Magyarország Természetesvizi halai. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, 294.
- 25. Hamza, N., Mhetli, M., Kestemont, P. (2007)** Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry* **33**, 121–133.
- 26. Hankó, B. (1928)** Biológiai megfigyelések a fogassüllő (*Lucioperca sandra* C.V.) ivadékán. *Archives Balatonicum* **2**, 84-91.
- 27. Harder, T., Summerfelt, R. C. (1996)** Training walleye to formulated feed in cages. In: Summerfelt RC (ed). Walleye culture manual. NCRAC Culture Series #101, NCRAC Publications Office, Iowa State University, Ames, 267-271.
- 28. Henderson, R. J., Sargent, J. R. (1985)** Fatty acid metabolism in fish. In: *Nutrition and Feeding in Fish.*, Eds.: Covey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G., Academic Press, 349-363.

- 29. Hilge, V. (1990)** Beobachtungen zur Aufzucht von Zandern (*Stizostedion lucioperca*) im labor. *Archiv für Fischereiwissenschaft* **40**, 167-173.
- 30. Hilge, V., Steffens, W. (1996)** Aquaculture of fry and fingerling of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*)- a short review. *Journal of Applied Ichthyology* **12**, 167-170.
- 31. Hokanson, K. E. F. (1977)** Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **34**, 1524–1550.
- 32. Horváth, L., Tamás, G., Tölg, I. (1984)** Special Methods in Pondfish Husbandry (ed. by J.E. Halver). Seattle, WA, USA, 147.
- 33. Horváth, L., Békés, F., Wolschein, F., Tamás, G. (1989)** A süllőtermelés új lehetőségei a tógazdaságokban. *Halászat* **82** (2), 43-45.
- 34. H. Tamás, G., Horváth, L., Tölg, I. (1982)** Tógazdasági tenyésztanyag-termelés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 201-227.
- 35. Jankowska, B., Zakęś, Z., Żmijewski, T., Szczepkowski, M. (2003)** A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *European Food Research and Technology* **217**, 401–405.
- 36. Jaeger, T., Nellen, W., Soll, H. (1984)** Beleuchtete Netzgehegeanlagen zur Aufzucht von Fischbrut bis zur Setzlinggröße. Eine Bauanleitung und Aufzuchtbeschreibung. Berliner Institut Meeresknd. Christian-Albrechts-Univ. Kiel, **126**, 72.
- 37. Kanazawa, A. (1985)** Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: *Nutrition and Feeding in Fish.*, Eds.: Covey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G., Academic Press, 281-298.
- 38. Keskinen, T., Marjomäki, T. J. (2003)** Growth of pikeperch in relation to lake characteristics: total phosphorous, water color, lake area and depth. *Journal of Fish Biology* **63**, 1274-1282.

- 39. Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J., Toko, I. I. (2007)** Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture* **264**, 197–204.
- 40. Klein Breteler, J. G. P. (1989)** Intensive culture of pike-perch fry with live food. In: *Aquaculture - a biotechnology in progress* Vol. 1. N. De Pauw *et al.* (Editors) European Aquaculture Society, Bredene, **1220**, 203-207.
- 41. Koed, A., Mejlhede, P., Balleby, K., Aarestrup, K. (2000)** Annual movement and migration of adult pikeperch in a lowland river. *Journal of Fish Biology* **57**, 1266–1279.
- 42. Kokurewicz, B. (1969)** The influence of temperature on the embryonic development of the perches: *Perca fluviatilis* (L.) and *Lucioperca lucioperca* (L.). *Zoologica Poloniae* **19**, 47–67.
- 43. Kovalev, P. M. (1976)**: Larval development of the pike-perch *Lucioperca lucioperca* under natural conditions. *Journal of Ichthyology* **16**, 606-616.
- 44. Kowalska, A., Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K. (2006)** The impact of feeding on the results of rearing larval pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) with regard to the development of the digestive tract. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries*, **9** (2). (<http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-05.html>)
- 45. Król, J. (2002)** Anatomical, histological, and biochemical changes in the reproductive systems of perch (*Perca fluviatilis* L.) during spawning and in the post-spawning period. *PhD thesis*, UWM Olsztyn, 85.
- 46. Kucharczyk, D., Luczynski, M., Kujawa, R., Czerkies, P. (1997)** Effect of temperature on embryonic and larval development of bream (*Abramis brama* L.). *Aquatic Sciences* **59**, 214-224.
- 47. Kucska, B., Pál, L., Müller, T., Bódis, M., Bartos, Á., Wágner, L., Husvéth, F., Bercsényi, M. (2006)** Changing of fat content and fatty acid profile of reared pike (*Esox lucius*, L.) fed two different diets. *Aquaculture Research* **37**, 96-101.

- 48. Kuznyecova, I. I. (1955)** Ekologo- fiziologicseszkie nabljugenyijá nád malogyju szudáká v rübovodnom hozjájsztve deltü *Volgi. Vopr. Ihtiol.* **4**, 159-172.
- 49. Lappalainen, J. (1991)** Effects of environmental factors especially temperature on the population dinanics of pikeperch juveniles, *Academic dissertation in Fisheries science*, 8-12.
- 50. Lappalainen, J., Malinen, T. (2002):** Effects of area and location on pikeperch yields in Finnish lakes. In: Cowx, I., ed. *Management and ecology of lake and river fisheries*. Oxford: Blackwell Science Ltd, 34–45.
- 51. Lappalainen, J., Dörner, H., Wysujack, K. (2003)** Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) - a review. *Ecology of Freshwater Fish* **12** (2), 95–106.
- 52. Lehtonen, H., Toivonen, J. (1981)** Fresh-water fishes. In: Voipio, A., ed. *The Baltic Sea*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publications Co., 333–341.
- 53. Lehtonen, H., Miina, T., Frisk, T. (1984)** Natural occurrence of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) and success of introductions in relation to water quality and lake area in Finland. *Aqua Fennica* **14**, 189-196.
- 54. Lehtonen, H. (1987)** Selection of minimum size limit for pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) in the coastal waters of Finland. In: *Proceedings of the Fifth Congress of European Ichthyologists*, Stockholm, 351–355.
- 55. Lehtonen, H., Toivonen, J. (1988)** Migration of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in different coastal waters in the Baltic Sea. *Finnish Fisheries Research* **7**, 24–30.
- 56. Lehtonen, H., Miina, T. (1988)** Minimum size of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) for exploitation in Lake Lohjanjärvi, Southern Finland. *Aqua Fennica* **18**, 157–164.
- 57. Ljunggren, L. (2002)** Growth response of pikeperch larvae in relation to body size and zooplankton abundance. *Journal of Fish Biology* **60**, 405-414.

- 58. Mani-Ponset, L., Diaz, J. P., Schlumberger, O., Connes, R. (1994)** Development of yolk complex, liver and anterior intestine in pikeperch larvae, *Stizostedion lucioperca* (Percidae), according to the first diet during rearing. *Aquatic Living Resources* **7**, 191–202.
- 59. Molnár, T. (2002)** A süllő (*Stizostedion lucioperca*) mesterséges környezetben történő tartásának, népesítésének és takarmányozási problémáinak vizsgálata, Doktori (PhD) értekezés, Kaposvár, 96-99.
- 60. Molnár, T., Hancz, C., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn P. (2004)** The effect of initial stocking density on the growth and survival of the pike-perch fingerling reared under intensive conditions. *Aquaculture International* **12**, 181-189.
- 61. Molnár, T., Szabó, A., Szabó, G., Szabó, C., Hancz, C. (2006)** Effect of dietary fat content and fat type on the growth and body composition of intensively reared pikeperch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition* **12**, 173–182.
- 62. Müller, T., Taller, J., Nyitrai, G., Kucska, B., Cernák, I., Bercsényi, M. (2004)** Hybrid of pikeperch, *Sander lucioperca* L. and Volga pikeperch, *S. volgense* (Gmelin). *Aquaculture Research* **35**, 915-916.
- 63. Müller, T., Bódis, M., Nyitrai, G. (2006).** Megfigyelések a süllő mesterséges szaporításáról. *Halászat* **99** (1), 20-22.
- 64. Muntyan, S. P. (1977)** Effect of constant incubation temperatures on hatching and the morphological characteristics of pike perch embryos. In: Karzinkin G. S., ed. Metabolism and biochemistry of fishes. New Delhi: Indian National Scientific Documentation Centre, 214–221.
- 65. Nagiec, M. (1977):** Pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in its natural habitats in Poland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **34**, 1581–1585.
- 66. Needleman, P., Turk, J., Jakschik, B. A., Morrison, A. R. Lefkowitz, J. B. (1986)** Arachidonic acid metabolism. *Ann. Rev. Biochem.* **55**, 69-102.

- 67. Nettleton, J., A., Elmhurst I., L. (2000)** Fatty Acids in Cultivated and Wild Fish. Presented paper, International Institute of Fisheries, Economics and Trade (IIFET), IIFET 2000 Conference: Microbehavior and Macroresults. Oregon State University, Corvallis, OR, July 10-14, 2000 (<http://oregonstate.edu/dept/IIFET/2000/papers/nettleton2.pdf>)
- 68. Nolting, M., Uebershär, B., Rosenthal, H. (1999)** Trypsin activity and physiological aspects in larval rearing of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using live prey and compound diets. *Journal of Applied Ichthyology* **15**, 138–142.
- 69. Nyina-Wamwiza, L., Xu, X. L., Blanchard, G., Kestemont, P. (2005)** Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch, *Sander lucioperca* fingerlings. *Aquaculture Research* **36**, 486–492.
- 70. Ojanguren, A., Reyes-Gavilán, F.G., Muñoz, R. (1999)** Effects of Temperature on Growth and Efficiency of Yolk Utilization in Eggs and Pre-feeding Larval Stages of Atlantic Salmon. *Aquaculture International* **7**, 81-87.
- 71. Ostaszewska, T., Dabrowski, K., Czuminiska, K., Olech, W., Olejniczak, M., (2005)** Rearing of pike-perch larvae using formulated diets -first success with starter feeds. *Aquaculture Research* **36** (12), 1167–1176.
- 72. Pavlov, D. S., Mikheev, V. N., Vasilyev, M. V., Pekhlivanov, L. Z. (1988)** Diet, distribution and migration of fish fry from the reservoir „Aleksandr Stambolyiski”, Bulgaria, Nauka, Moscow, 119.
- 73. Peterka, J., Matěna, J., Lipka, J. (2003)** The diet and growth of larval and juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)): A comparative study of fishponds and a reservoir. *Aquaculture International* **11**, 337-348.
- 74. Péntes, B., Tölg, I. (1980):** A halak ösztönei és szokásai. Natura, Budapest, 80-91.
- 75. Pintér, K. (1992):** Magyarország halai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 171-174.
- 76. Pintér, K. (2007)** Magyarország halászata 2006-ban. *Halászat* **100** (3), 112-116.

- 77. Proteau, J. P., Schlumberger, O., Albiges, Ch. (1993)** Sandre: des efforts encore sur reproduction et élevage larvaire. *Aqua Revue* **47**, 23-26.
- 78. Raikova-Petrova, G., Zivkov, M. (1998)** Maturity, spawning and sex ratio of pike perch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in two Bulgarian reservoirs as compared to other European habitats. *Journal of Applied Ichthyology* **14**, 31–35.
- 79. Rennert, B.; Wirth, M.; Günther, S.; Schulz, C. (2005)** Effect of feeding under year zander (*Sander lucioperca*) on size, body mass and body composition before and after wintering. *Journal of Applied Ichthyology* **21**, 429-432.
- 80. Ribiánszky, M., Woynárovich, E. (1962)** Hal, halászat, halgazdaság, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 310.
- 81. Ruuhijärvi, J., Virtanen, E., Salminen, M.(1991)** The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca*, larvae fed on formulated feeds. *EAS special publication* **15**, 154-156.
- 82. Ruuhijärvi, J., Hyvärinen, P. (1996)** The status of pikeperch culture in Finland. *Journal of Applied Ichthyology* **12**, 185–188.
- 83. Ruuhijärvi, J., Salminen, M., Nurmio, T. (1996)** Releases of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) fingerlings in lakes with no established pikeperch stock. *Annales Zoologici Fennici* **33**, 553–567.
- 84. Salminen, M., Ruuhijärvi, J. (1991)** Production of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) fry: procedures and devices. In: Larvi'91, Fish and crustacean larviculture symposium. Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E. and Ollevier, F. (eds). Gent, Belgium, *EAS special publication* **15**, 287-289.
- 85. Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahlfors, P. (1992)** Spawning of wild zander (*Stizostedion lucioperca*) in cages. In: Fish reproduction '92. Proceedings of the scientific conference. March 1992. Adamek, Z. and Flajshans, M. (eds.). Research Institute of Fischculture and Hydrobiology, Vodnany, Czech Republic, 42-43.

- 86. Schaperclaus, W. (1961)** Lehrbuch der teichwirtschaft. Paul Parey. Berlin, Hamburg, 528.
- 87. Schlumberger, O, Schmidt, K. (1980)** Vorläufiger Stand der technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zandern. Zeitschrift für Binnenfischerei DDR Berlin 27, 284-286.
- 88. Schlumberger, O., Proteau, J. P. (1991)** Production de juveniles de sandre. *Aqua Revue* 36, 25-28.
- 89. Schlumberger, O., Proteau, J. P., Albiges, C. (1993)** Sandre: des efforts encore sur reproduction et élevage larvaire. *Aqua Revue* 47, 23-26.
- 90. Schlumberger, O., Proteau, J. P. (1996)** Reproduction of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) in captivity. *Journal of Applied Ichthyology* 12, 149–152.
- 91. Schulz, C., Knaus, U., Wirth, M., Rennert, B. (2005)** Effects of varying dietary fatty acid profile on growth, lipid metabolism, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition* 11, 403–413.
- 92. Schulz, C., Günther, S., Wirth, M., Rennert, B. (2006)** Growth performance and body composition of pike perch (*Sander lucioperca*) fed varying formulated and natural diets. *Aquaculture International* 14, 577–586.
- 93. Schulz, C., Huber, M., Ogunji, J., Rennert, B. (2007a)** Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition* 13, 1–8.
- 94. Schulz, C., Böhm, M., Wirth, M., Rennert, B. (2007b)** Effect of dietary protein on growth, feed conversion, body composition and survival of pike perch fingerlings (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition* 13, 373–380.
- 95. Schwalm, K. (1992)** A quantitative comparison between diet and body fatty-acid composition in wild northern pike (*Esox lucius* L.). *Fish Physiology and Biochemistry* 10, 91-98.

- 96. Smisek, J. (1962)** Vyzkum prirodzené potravny a rust candáta obecného (*Lucioperca lucioperca*) v prvni roce jeho vyvoje. *Zivocisna Vyroba* **7** (35), 429-436.
- 97. Specziár, A. (2002a)** A fogassüllő és a kősüllő ivadék tápláléka a Balatonban. *Halászatfejlesztés* **27**, 70-80.
- 98. Specziár, A. (2005b)** First year ontogenetic diet patterns in two coexisting *Sander* species, *S. lucioperca* and *S. volgensis*, in Lake Balaton. *Hydrobiologia* **549**, 115-130.
- 99. Steffens, W. (1960)** Ernährung und Wachstum des jungen Zanders (*Stizostedion lucioperca*) in Teichen. *Zeitschrift für Fischerei* **9**, 161-271.
- 100. Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V. (1996)** German experiences in the propagation and rearing of fingerling pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Annales Zoologici Fennici* **33**, 627-634.
- 101. Svärdson, G., Molin, G. (1973)** The impact of climate on Scandinavian populations of the sander, *Stizostedion lucioperca* (L.). *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm* **53**, 112–139.
- 102. Szkudlarek, M., Zakęs, Z. (2002)** The effect of stocking density on the effectiveness of rearing pikeperch (*Sander lucioperca*) summer fry. *Archives of Polish Fisheries* **10**, 115-119.
- 103. Szkudlarek, M., Zakęs, Z. (2007)** Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions. *Aquaculture International* **15**, 67-81.
- 104. Tasnádi, R. (1983)** Haltakarmányozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 247-248.
- 105. Tesch, F. W. (1959)** Die Zanderlaichverhältnisse (*Lucioperca lucioperca* L.) auf Grund von Laichnestkontrollen im Müggelsee. *Zeitschrift für Fischerei* **8**, 587–596.
- 106. Tölg, I. (1959)** Hogyan táplálkozik a balatoni süllőivadék? *Halászat* **6**, 99.

- 107. Tölg, I. (1962)** A balatoni fogassüllő táplálékhiányának oka és a táplálékpótlás tervének indoklása. *Állattani Közlemények* **49**, 131-140.
- 108. Trandafirescu, I. I., Ghitescu, E., Ilescu, M. (1979)** Données préliminaires concernant l'élevage des jeunes de sandre en milieu saumâtre. *Cercet. Mar. Rech. Mar.* **12**, 261-273.
- 109. Tátrai, I. (2001)** Halállományok szabályozása a Kis-Balaton tározó I.-es ütemén. OTKA részjelentés (T029-099). Tihany, 49.
- 110. Van Densen, W. L. T., Vijverberg, J. (1982)** The relations between 0+ fish density, zooplankton size and the vulnerability of pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, to angling in the Frisian lakes. *Hydrobiologia* **95**, 321-336.
- 111. Van Densen, W. L. T. (1985)** Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Journal of Applied Ichthyology* **3**, 119-131.
- 112. Van Densen, W. L. T., Grimm, M. P. (1988)** Possibilities for stock enhancement of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in order to increase predation on planktivores. *Limnologica* **19**, 45-49.
- 113. Virbickas, J., Gerulaitis, A., Misiūnienė, D., Sinevicienė, D. (1974)**: Biology and fishery of the pike-perch in the water bodies of Lithuania. Vilnius: State publishing house „Mintis”, 277.
- 114. Willemsen, J. (1978)** Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pike perch and perch. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **20**, 2117-2133.
- 115. Wootton, R. J. (1990)** Ecology of teleost fishes. New York: Chapman & Hall Ltd, 404.
- 116. Woynárovich, E. (1959a)** A 300-500 g súlyú (IV. osztályú) süllő (*Lucioperca sandra* Cuv et. Val.) táplálkozása a Balatonban. *Annal. Biol. Tihany* **26**, 179-189.

- 117. Woynárovich, E. (1959b)** Erbrütung von Fischeiern in Sprühraum. *Arch Fisch.-Wiss.* **10**, 179-189.
- 118. Woynárovich, E. (1960a)** Aufzucht der Zandernlarven bis zum Raubfish-alter. *Zeitschrift für Fischerei* **9**, 73-83.
- 119. Woynárovich, E. (1960b)** A halak növekedésütemének meghatározása pikkely-évgyűrűk alapján. *Állattani Közlemény* **47**, 191-194.
- 120. Woynárovich, E. (1962)** Die künstliche Erbrütung des Zanders. *Zeitschrift für Fischerei* **10**, 677-680.
- 121. Woynárovich, E., Entz, B. (1949/1950)** Experiment in the artificial incubation of *Lucioperca sandra Cuv. Et Val.* Eggs. *Magyar Biol. Kut. Munk.* **19**, 65-69.
- 122. Wysujack, K., Kasparczak, P., Laude, U., Mehner, T. (2002)** Management of a pikeperch stock in a longterm biomanipulated stratified lake: efficient predation versus low recruitment. *Hydrobiologia* **479**, 169-180.
- 123. Zakęś, Z., Szczerbowski, A. (1995)** Characteristics of autumn fry of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) reared in a traditional way in pond and in controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries* **3**, 159-168.
- 124. Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K. (1996)** Effects of diets on growth and reproductive development of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, reared under intensive culture conditions. *Aquaculture Research* **27**, 841-845.
- 125. Zakęś, Z. (1997b)** The effect of stock density on the survival, cannibalism and growth of summer fry of European pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) fed with artificial food in controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries* **5**, 305 –311.
- 126. Zakęś, Z. (1997c)** Converting pond-reared pikeperch fingerlings, *Stizostedion lucioperca* (L.) to artificial food – effect of water temperature. *Archives of Polish Fisheries* **5**, 313 –324.

- 127. Zakęś, Z., Karpinski, A. (1999)** Influence of water temperature on oxygen consumption and ammonia excretion of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*. *Aquaculture Research* **30**, 109-114.
- 128. Zakęś, Z. (1999)** The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) fry under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries* **7**, 187-199.
- 129. Zakęś, Z., Szkudlarek, M., Woźniak, M., Demska-Zakęś, K., Czerniak, S (2003)** Effects of feeding regimes on growth, within-group variability, and chemical composition of the juvenile zander *Sander lucioperca* (L.) body. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 6, Issue 1. (<http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/fisheries/art-04.html>)
- 130. Zakęś, Z., Szczepkowski, M. (2004)** Induction of out-of-season spawning of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) *Aquaculture International* **12**, 11–18.
- 131. Zakęś, Z., Kowalska, A., Czerniak, S. (2004)** Effect of sorting on selected rearing factors of pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *Archives of Polish Fisheries* **12**, 71-79.
- 132. Zakęś, Z., Przybyl, A., Wozniak, M., Szczepkowski, M., Mazurkiewicz, J. (2004)** Growth performance of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) fed graded levels of dietary lipids. *Czech Journal of Animal Sciences* **49**, 156–163.
- 133. Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K. (2005)** Artificial spawning of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) stimulated with human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRh analogue with a dopamine inhibitor. *Archives of Polish Fisheries* **13**, 63-75.
- 134. Zakęś, Z. (2007)** Out-of-season spawning of cultured pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)). *Aquaculture Research* **38**, 1419-1427.
- 135. Zarjánova, E. B. (1960)** Biologijá szudáká nyizsnyej Volgi. *Tr. Szaratovszkava otgyel VNIORH-a*, **6**, 38-75.

136. Zienert, S., Heidrich, S. (2005) Aufzucht von Zandern in der Aquakultur. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, Bd. 18. Hrsg.: Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. 60 S.

137. Živkov, M., Petrova, G. (1993) On the pattern of correlation between the fecundity, length, weight and age of pikeperch, *Stizostedion lucioperca*.. *Journal of Fish Biology* **43**, 173-182.

138. Xu, X. L., Fontaine, P., Mélard, C., Kestemont, P.(2001) Effects of dietary fat levels on growth, feed efficiency and biochemical compositions of Eurasian perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture International* **9**, 437-449.

11. MELLÉKLET - publikációs lista

A disszertáció témakörében megjelent publikációk

Tudományos folyóiratban megjelent publikációk

Molnár, T., Hancz, Cs., **Bódis, M.**, Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P.(2004) The effect of initial stocking density on the growth and survival of the pike-perch fingerling reared under intensive conditions. *Aquaculture International* **12**, 181-189.

IF: 0,405

Müller, T., **Bódis, M.**, Bercsényi, M (2006) Comparative oxygen tolerance of pikeperch *Sander lucioperca*, Volga pikeperch *S. volgensis* and their hybrids *S. lucioperca* X *S. volgensis*. *Aquaculture Research* **37**, 1262-1265.

IF: 1,051

Bódis, M., Kucska, B., Bercsényi, M. (2007) The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. *Aquaculture International* **15**, 83-90.

IF: 0,943

Bódis, M., Bercsényi, M. (2008) The effect of different daily feed rations on the growth, condition, survival and feed conversion of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) reared with dry feed in net cages. *Aquaculture International* (DOI 10.1007/s10499-008-9226-2)

IF: 0,943

Külföldi szakmai lapokban megjelent publikációk

Bódis, M. (2006) Pikeperch (*Sander lucioperca*) – a new species for aquaculture
Skretting Informa, Primavera, 9-11 (olasz verzióval is).

Schulz, C., **Bódis, M. (2008)** Rearing and feeding management of pikeperch (*Sander lucioperca*) in intensive systems. *World Aquaculture Magazine*, **39**, 17-21.

Bódis, M. (2008) Different propagation techniques of the pikeperch (*Sander lucioperca*) – Hungarian experiences. *Skretting Informa, Primavera*, **22-24** (olasz verzióval is).

Hazai szakmai lapban megjelent publikációk

Bódis, M., Csapó, I. (2004) Süllőkeltetés a gyakorlatban I. – Különböző típusú süllőfészkek összehasonlítása és egy új ikraszámlálási módszer bemutatása. *Halászat*, **97**, 132-133.

Bódis, M., Makkos-Takács, Sz. (2004) Süllő nevelése táppal – ketreces kísérletek
Halászat, **97**, 136-138.

Bódis, M., Csapó, I. (2005) Süllőkeltetés a gyakorlatban II.-Süllőkeltetési módszerek összehasonlítása, permetkamra építésének és üzemeltetésének legfontosabb szempontjai.
Halászat, **98**, 2-5.

Müller, T., **Bódis, M., Nyitrai, G. (2006)**. Megfigyelések a süllő mesterséges szaporításáról.
Halászat, **99**, 20-22.

Bódis, M., Ittész, I., Németh, Sz., Bercsényi, M. (2008) Új, magyar módszer a mesterséges süllőszaporításban - az ikrás halak ivarnyílásának szaporítás előtti elzárása. *Halászat*, **101**, 6-7.

Előadások, poszterek

Bercsényi, M., Kucska, B., **Bódis, M.**, Müller, T., Merth, J. (2002) Csuka és süllő nevelése száraz táppal. *Ágazati Tanácskozás a ragadozó halakról. Szent István Egyetem, Gödöllő*

Bódis, M. (2002) Megfigyelések és kísérletek a süllő tápos nevelési technológiájának kialakítása céljából. *Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia, Keszthely*

Kucska, B., Binder T., **Bódis M.**, Müller, T., Keresztessy, K., Bercsényi, M. (2002) Kísérletek négy ragadozóhal –csuka (*Esox lucius*), süllő (*Stizostedion lucioperca*), menyhal (*Lota lota*), sügér (*Perca fluviatilis*) – tápon való felnevelésére. *XXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés* **26**, 60-61

Kucska, B., Binder, T., **Bódis, M.**, Müller, T. (2002) Kísérletek négy ragadozóhal –csuka (*Esox lucius*), süllő (*Stizostedion lucioperca*), menyhal (*Lota lota*), sügér (*Perca fluviatilis*) – tápon való felnevelésére. *VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely*, CD kiadvány, 1-5.

Bódis, M. (2003) Megfigyelések és kísérletek a süllő tápos nevelési technológiájának kialakítása céljából. *XXVI. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA, Kaposvár*

Kucska, B., **Bódis, M.**, Merth, J., Müller, T., Sári, J. (2003) Tavi kihelyezésre alkalmas egynyaras csuka és süllő nevelése tápon. *XXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés*, **27**, 195-197.

Bódis, M., Kucska, B., Merth, J., Bercsényi, M. (2003) Ragadozó halak intenzív, tápos nevelési technológiája I. (laboratóriumi és tavi ketreces eredmények). *EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, Nemzetközi Tudományos Konferencia, Gödöllő*, 178-181.

Bódis, M., Kucska, B., Sári, J., Müller, T., Merth, J., Magyar, L., Husvéth, F., Bercsényi, M. (2004) Mesterséges takarmány és természetes táplálék hatása a csuka (*Esox lucius*) és a süllő

(*Sander lucioperca*) növekedésére és testösszetételére. XXVIII. *Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés* **28**, 49.

Müller, T., Nyitrai, G., Kucska, B., **Bódis, M.**, Bercsényi, M. (2005) A kősüllő mesterséges szaporítása. XXIX. *Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés*, **29**, 55-60.

Bódis, M., Makkos-Takács, Sz., Sutina, L., Kucska, B., Müller, T., Bercsényi, M. (2005) Süllő (*Sander lucioperca*) nevelése száraz táppal – tápra szoktatási módszerek vizsgálata és ketreces eredmények. XXIX. *Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés*, **29**, 109-118.

Bercsényi, M., **Bódis, M.** (2006) The culture of pikeperch – Hungarian experience. *Danafeed Conference on Percid fishes, Horsens*

Szabó, G., Hancz, Cs., Stettner, G., **Bódis M.**, Molnár, T. (2006) Eltérő napi takarmányadagok hatása a táppal etetett süllő (*Sander lucioperca*) növekedésére és testösszetételére. XXX. *Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés*, **30**, 163-173.

Müller, T., **Bódis, M.**, Bercsényi, M. (2006) A süllő (*Sander lucioperca*), a kősüllő (*Sander volgensis*) és a fehérvöves (*S. lucioperca* x *S. volgensis*) összehasonlítása intenzív körülmények között. XXX. *Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas*

Bódis, M., Bercsényi, M., Budaházi, A. (2006) The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. *Aqua 2006 Conference, Firenz*, Abstract CD, 87.

Bódis, M., Bercsényi, M. (2007) The effect of stocking density on the rearing of pikeperch (*Sander lucioperca*) fry with dry feed. *Aqua 2007 Conference, San Antonio*, Abstract CD, 84.

Bódis, M., Müller T., Csapó, I., Bercsényi, M. (2007) Comparing of different propagation techniques for the pikeperch (*Sander lucioperca*) – Hungarian experiences. *Aqua 2007 Conference, San Antonio*, Abstract CD, 85.

Németh, Sz., **Bódis, M.**, Ittész, I., Bercsényi, M. (2007) Új, kíméletes eljárás ikrás halak ivarnyílásának szaporítás előtti elzárására. *XXXI. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas*, abstract book, 13.

Bódis, M., Bercsényi, M. (2008) The possibilities of rearing pikeperch fry (*Sander lucioperca*) in recirculation systems – in different stocking densities and with different starter diets. *Percid Fish Culture, Namur, Belgium*, abstract book 96-97.

Bódis, M., Ittész, I., Csapó, I., Bercsényi, M. (2008) Propagation of pikeperch (*Sander lucioperca*) – Hungarian methods and experiences. *Percid Fish Culture, Namur, Belgium*, abstract book 98-99.

A disszertáció témakörétől eltérő publikációk

Tudományos folyóiratban megjelent publikációk

Kucska, B., Müller, T., Sári, J., **Bódis, M.**, Bercsényi, M. (2005) Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius*, L.) at artificial condition. *Aquaculture* **246**, 227-230.

IF: 1,374

Kucska, B., Pál, L., Müller, T., **Bódis, M.**, Bartos, Á., Wágner, L., Husvéth, F., Bercsényi M. (2006) Changing of fat content and fatty acid profile of reared pike (*Esox lucius*) fed two different diets. *Aquaculture Research* **37**, 96-101.

IF: 1,051

Előadások, poszterek

Budaházi, A., **Bódis, M.**, Merth, J., Bercsényi, M., Bakos, J., Jeney, Zs. (2005) Stressz érzékenység öröklődése pontynál. *XXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, Halászatfejlesztés, 29*, 17-25.

Szabó, T., Lefler, K. K., Béres, G., Kucska, B., **Bódis, M.**, Bercsényi, M., Radics, F., Horváth, L. (2007) Ragadozó halfajok gametogenezisének vizsgálata. *XXXI. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas*, abstract book, 12.

Györe, S., **Bódis, M.**, Kolics, B., Müller, T. (2007) Különböző takarmányok hatása az intenzíven nevelt compó ivadékok növekedésére *XXXI. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas*, abstract book, 19.

Összesített impact factor: 5,737