

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

SZABÓ GERGELY

KAPOSVÁRI EGYETEM  
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR

2009

KAPOSVÁRI EGYETEM  
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR  
Sertés- és Kisállattenyésztési Tanszék

A doktori iskola vezetője:

Dr. Horn Péter  
MTA rendes tagja

Témavezető:

Dr. Hancz Csaba  
a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

Társ-témavezető:

Dr. Molnár Tamás Gergely  
PhD

A SÜLLŐ (*SANDER LUCIOPERCA* L.) ÉS A KŐSÜLLŐ  
(*SANDER VOLGENSIS* GMELIN) HÚSMINŐSÉGÉNEK ÉS  
NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA ELTÉRŐ  
ZSÍRSAVÖSSZETÉTELŰ TÁPOK ETETÉSE MELLETT

Készítette:

SZABÓ GERGELY

KAPOSVÁR  
2009

## TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS .....	4
1.1. Előzmények .....	6
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	8
2.1. A vizsgált fajok rendszertani besorolása, elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége .....	8
2.1.1. A fogassüllő és a kőszüllő rendszertani besorolása .....	8
2.1.2. A szüllő elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége .....	8
2.1.3. A kőszüllő elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége .....	11
2.2. A fogassüllő és a kőszüllő intenzív nevelése .....	15
2.2.1. Termelési alapanyag előállítás, indukált szaporítás.....	15
2.2.2. Ivadéknvelés.....	17
2.2.3. Alternatív takarmányozás, takarmánykeverékek alkalmazhatósága.....	20
2.2.4. Optimális tartási körülmények és takarmányozási módszerek a sügérfélék intenzív nevelésénél .....	22
2.3. Lipidek jelentősége a szüllő és a kőszüllő takarmányozásában, a húsminőségre gyakorolt hatásuk .....	26
2.3.1. Zsírok és zsírsavak az állati szervezetben .....	26
2.3.2. A halakra jellemző zsírsavösszetétel, esszenciális zsírsavigényük.....	27
2.3.3. Különböző zsírtartalmú takarmánykeverékek etethetősége .....	32
2.3.4. A halolaj kiváltásának lehetősége a haltakarmányoknál, hatása a filé minőségére.....	33
3. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI.....	36
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	37
4.1. Kísérleti állományok származása és elhelyezése .....	38
4.2. Tartási körülmények, környezeti tényezők .....	39
4.2.1. A vizsgálatokban használt akváriumrendszer.....	39
4.2.2. Környezeti tényezők .....	40
4.3. Kísérleti beállítások .....	41
4.3.1. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére.....	41
4.3.2. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a kőszüllő növekedésére és testösszetételére.....	42
4.3.3. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére.....	43
4.3.4. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a kőszüllő növekedésére és testösszetételére.....	44
4.3.5. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére .....	44
4.3.6. Különböző takarmányadagok hatása a kőszüllő növekedésére és testösszetételére .....	45
4.3.7. A kísérleti beállítások összefoglalása .....	46
4.4. Kísérleti takarmányok .....	47
4.4.1. Hal-, illetve lenolaj-kiegészítéses vizsgálatok takarmányai.....	48
4.4.2. Növényi olajkiegészítéses vizsgálatok takarmányai.....	49
4.4.3. A napi adag meghatározását célzó vizsgálatok takarmánya .....	51
4.5. Mérés, adatfelvétel és kiértékelés .....	51
4.5.1. Mérések, származtatott mutatók kiszámítása .....	51
4.5.2. Mintavétel, kémiai analízis .....	52

4.5.3. Statisztikai feldolgozás.....	54
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	55
5.1. Az állati, illetve növényi eredetű (hal-, vagy lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére .....	55
5.1.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények.....	55
5.1.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása az 1. kísérletben.....	58
5.2. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	64
5.2.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények.....	64
5.2.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 2. kísérletben.....	68
5.3. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére .....	74
5.3.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények.....	74
5.3.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 3. kísérletben.....	77
5.4. Különböző növényi olajtartalmú (szója-, napraforgó-, repceolaj) tápok hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	83
5.4.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények.....	83
5.4.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 4. kísérletben.....	85
5.5. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére .....	91
5.6. Különböző takarmányadagok hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	95
6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....	98
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	100
8. ÖSSZEFOGLALÁS.....	101
8.1. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő és a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	101
8.2. Különböző növényi olajtartalmú (szója-, napraforgó-, repceolaj) tápok hatása a fogassüllő és a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	102
8.3. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő és a kősüllő növekedésére és testösszetételére .....	104
8. SUMMARY .....	105
8.1. The effect of the animal and vegetable oil (fish and linseed oil) on the growth and body compositions of the pikeperch and Volga pikeperch. ....	105
8.2. The effect of different vegetable oil (soybean oil, sunflower oil, rapeseed oil) feeds on the growth and body compositions of the pikeperch and Volga pikeperch. ....	106
8.3. The effect of the different amount of feeds on the growth and body composition of the pikeperch and Volga pikeperch .....	108
9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	109
10. IRODALOMJEGYZÉK.....	110
11. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK.....	121
12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜLI PUBLIKÁCIÓK.....	123
13. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ.....	124
14. MELLÉKLETEK.....	125

Mottó:

“Ami a fogassüllő tenyésztésében még ingadozó, il-  
lik, hogy azt mi magyarok tegyük tisztába.”

(Herman Ottó, 1888)

## 1. BEVEZETÉS

Napjainkban, a XXI. század elején az akvakultúra szerepe jelentősebb, mint valaha; a halászat több mint 15%-át adja az emberiség összes állati fehérje fogyasztásának (HOSZ, 2007). A mind népesebbé váló emberiség tápanyagigényének kielégítéséhez az akvakultúrából származó termékek egyre nagyobb mennyiségben válnak szükségessé. A ma élő 6,6 milliárd ember közül ugyanis több mint 800 millió az alultáplált, éhező; a gyors urbanizáció hatására a „civilizációs” betegségek megszorodtak.

A halhús egészséges, magas biológiai értékű táplálék, a filé nagy víztartalma és laza szerkezete miatt könnyen emészthető, több betegség megelőzésére alkalmas „ideális” zsírsavösszetétele miatt. A jelentős fehérjetartalom mellett a zsír mennyisége a húsban alacsony, mintegy 1-7%. A telítetlen zsírsavak részaránya - több más állati termékhez képest - magas, az omega-3/omega-6 (n-3/n-6) zsírsavak egymáshoz viszonyított aránya (3:1-4:1) az emberi szervezet számára kedvező.

A haltermeléssel szemben támasztott igény kettős: egyfelől a nagy mennyiségű, olcsó produktum, másfelől a luxuscikknek számító, kiváló minőségű termékek előállítására. Ázsiában, földmedrű tavakban, kis anyagi ráfordítással állítanak elő nagy mennyiségű és sok esetben jó minőségű étkezési halat (pl. *Pangasius spp.*). A legnépesebb kontinens túl azon, hogy az ázsiai népesség élelmiszerszükségleteit igyekszik ellátni, az olcsó hallal az európai termelőknek is komoly konkurensévé lépett elő. Kína 2007-ben 9,7

milliárd dollár értékű kivitelével a halászati ágazaton belül a világ legnagyobb exportőre volt (FAO, 2008).

Az Európai Unió, mint a halászati termékek elsősorú importőre (FAO, 2008), véleményem szerint az Unión kívüli országoktól való függését csak úgy képes javítani, ha a tagországok maguk állítanak elő jó minőségű (élelmiszerbiztonsági szempontból kifogástalan), ismert származású termékeket minél olcsóbban.

A tengeri halászat volumene évről-évre csökken, ezáltal a tenyésztésből (félintenzív, illetve intenzív rendszerek) származó termékekkel kell a piaci igényeket kielégíteni. Ezt támasztja alá, hogy az intenzív halnevelő rendszerek száma és az ott megtermelt halmennyiség az utóbbi években világszerte nőtt. A 2005. évben Magyarországon az intenzív üzemek összes termelése 8%-kal, míg a végtermék-kibocsátás 14%-kal fokozódott egy év alatt (PINTÉR, 2006).

A fejlett európai országokban a halhús, elsősorban az ízletes, szálkaszegény ragadozó fajok iránt - magas árak ellenére - óriási a kereslet. A fogassüllőt (*Sander lucioperca* L.) jelentős mennyiségben lehetne értékesíteni főként a nyugat-európai piacokon (PINTÉR, 2002). Az európai tógazdaságokban mégis csak időszakosan, kis mennyiségben jelentkezik ez a faj és a halászatból származó hozama is visszaesett (BAER ÉS MTSAL, 2001).

Az étkezési süllőtermelés hazánkban is alacsony, 30 tonna/év körüli szinten stagnál az utóbbi években; míg pontyból 2006-ban 9700 tonnát termeltek (PINTÉR, 2006, 2007). A pontycentrikus, félintenzív termelés technológia a ragadozó halfajok termelését szerény mennyiségben teszi lehetővé (2-3%) (SZÜCS, 2002). A tógazdaságokban csak „melléktermékként” jelentkező ragadozó fajok nagyobb volumenű termelése az ágazat fellendülésének letéteményese lehet (TAMÁS ÉS MTSAL, 2006).

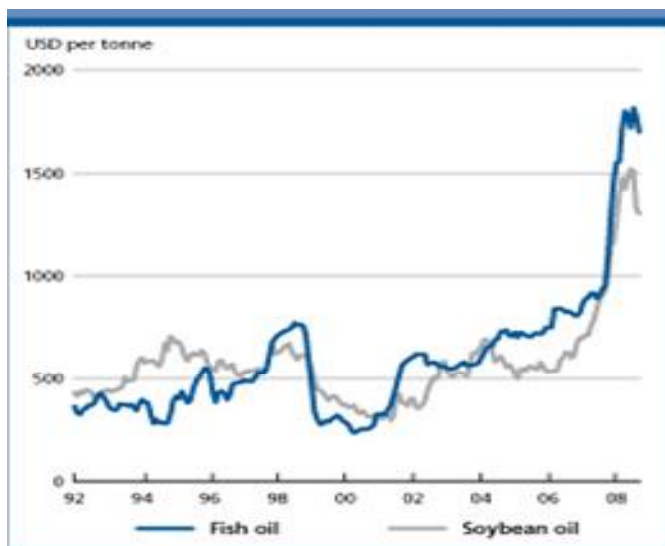
## 1.1. Előzmények

A hazai őshonos ragadozó halfajok közül az európai harcsa (*Silurus glanis* L.) intenzív nevelésének technológiája megoldott (KRASZNAI ÉS MTSAI., 1980; RIDEG ÉS HEIMANN, 1991), a csukánál (*Esox lucius* L.) is rohamos a fejlődés (KUCSKA, 2003; KUCSKA ÉS MTSAI., 2007). A süllő (*Sander lucioperca* L.) - a biztató eredmények ellenére - elsősorban a környezeti tényezőkkel szembeni magas igénye és stresszérzékenysége miatt sok fejtörést okoz még a kutatóknak. Segítséget jelenthet, hogy az észak-amerikai süllő (*Sander vitreum*) tápos nevelése lényegében megoldott (MOORE ÉS MTSAI. 1994; PETERSON ÉS MTSAI. 1997).

A fogassüllő hagyományos hala a tógazdasági termelésnek, de új alanya az iparszerű, intenzív rendszerű halhús-előállításnak (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006). Az azonban, hogy a süllő rászoktatható a mesterséges takarmányokra nem tekinthető újdonságnak (HILGE, 1990; RUUHIJARVI ÉS MTSAI., 1991; ZAKES ÉS DEMSKA-ZAKES, 1996; BAER ÉS MTSAI., 2001; MOLNÁR ÉS MTSAI., 2001; MOLNÁR, 2002; BÓDIS ÉS MAKKOSNÉ, 2003). A süllő domesztikációjánál segítséget jelenthet a közeli rokon fajjal, a kevésbé érzékeny kősüllővel (*Sander volgensis* Gmelin) való hibridizáció (MÜLLER ÉS MTSAI., 2003; 2004). Mivel intenzív körülmények között jobban nevelhető, mesterséges takarmányokra könnyen átszoktatható, a kősüllő is a vizsgálódás homlokterébe kerülhet (BERCSÉNYI ÉS MTSAI., 2001; MOLNÁR ÉS MTSAI., 2004 c).

A sügérfélék számára szükséges a fajok igényeihez illeszkedő, „testre szabott” tápok és takarmányozási metódusok kidolgozása. A gazdaságosabb termelés érdekében nagy jelentőséggel bírhat a haltakarmányokban általánosan használt halolaj helyettesítése, olcsóbb növényi olajokkal (1. ábra). Az óceánok, tengerek túlhalászottak, az intenzív halnevelő rendszerek

száma pedig folyamatosan nő. Az intenzív rendszerek számára takarmányokat gyártó cégek halliszt és a halolaj szükséglete óriási. Az akvakultúrában az összes halolaj több mint 50%-át használják fel a világ teljes termeléséből (XU ÉS KESTEMONT, 2002). BARLOW (2000) előrejelzése szerint 2010-re ez az arány körülbelül 85%-os lesz. A „halból halat” koncepció fenntarthatatlan, a takarmány előállításánál az alternatív fehérje- és olajforrások alkalmazása elkerülhetetlen.



1. ábra: A hal- és szójaolaj árának alakulása 1992-2008 között (FAO, 2008)

A Kaposvári Egyetemen több mint tíz éve folynak kísérletek hazai ragadozó halfajok intenzív nevelésével kapcsolatban. A csuka (HANCZ ÉS MTSAL., 1996), a feketesügér (*Micropterus salmoides*) (MOLNÁR ÉS MTSAL., 2000 b) és a kősüllő (MOLNÁR ÉS MTSAL., 2004 c) mellett a fogassüllővel értek el jelentős eredményeket intézményünkben a tartástechnológia és takarmányozás vonatkozásában (VÖRÖS ÉS MTSAL., 1992 a,b; MOLNÁR ÉS MTSAL., 2000 a; 2001; MOLNÁR, 2002). A korábbi eredmények és a már kialakított infrastruktúra alapul szolgáltak jelen tanulmányban ismertetésre kerülő vizsgálataim elvégzéséhez.



## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A vizsgált fajok rendszertani besorolása, elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége

#### 2.1.1. A fogassüllő és a kőszüllő rendszertani besorolása

A fogassüllő (*Sander lucioperca* Linné, 1758) és a kőszüllő (*Sander volgensis* Gmelin, 1788) közeli rokon fajok, rendszertanilag a sügérfélék (*Percidae*) családjába, azon belül a *Stizostedion* (Rafinasque, 1820) nembe tartoznak (KISS, 1995). A két faj szétválása mintegy 1,8 millió évvel ezelőtt ment végbe (FABER ÉS STEPIEN, 1998; cit. SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2002). A közeli rokonságot bizonyítja az is, hogy a süllő és kőszüllő keresztezésével életképes utódok nyerhetők (MÜLLER ÉS MTSAI., 2003; 2004). A fajhibrid tulajdonságairól, termelési paramétereiről még kevés információ áll rendelkezésünkre (MÜLLER ÉS MTSAI., 2006 a,b,c), bizonyos azonban, hogy a jövőben számos vizsgálat alanya lesz a fogassüllő × kőszüllő keresztezésből származó, új sügérféle.

#### 2.1.2. A süllő elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége

A fogassüllő (1. kép) eredetileg Közép- és Kelet-Európában elterjedt faj, de napjainkra tulajdonképpen egész Európában, Ázsia és Afrika egyes részein is meghonosították (PINTÉR, 2002). Magyarországon őshonos faj; nagyobb folyóinkban, természetes tavainkban, valamint halastavakban, holtágokban, nagyobb csatornáknál egyaránt megél. „Leghíresebb” fogassüllő-állományunk a Balatonban található, ahol ez a faj adta egykoron a teljes halbiomassza 2-5%-át (SPECZIÁR ÉS MTSAI., 2000; SPECZIÁR, 2005).



1. kép: Fogassüllő (Sallai Zoltán felvétele)

A fogassüllő jól alkalmazkodik a sókoncentráció változásához, ezért a brakkvízi, félsós, torkolatközei tengeröblökben is előfordul. Elkerüli a laza üledéssel fedett mederrészeket és az erősen eutrofizálódott víztereket (HARKA ÉS SALLAI, 2004). A Balatonban a 20-30 mm-es méret eléréséig a süllőivadék a nyíltvízi (*pelagiális*) zónában él, az említett méret felett a partközeli (*litorális*) vizekben is megtalálható (SPECZIÁR, 2005).

A faj egyes környezeti tényezők iránti igénye igen magas. Elsősorban oxigénigénye emelendő ki: a minimális oldott oxigén mennyisége 5-6 mg/l, mely a fogassüllő számára hosszabb távon elfogadható szintet jelent. Rendkívül érzékeny a vízszennyezésre, amit a 2000. évi tiszai ciánszennyezés esete is bizonyított, hiszen a legnagyobb veszteségeket ekkor a süllőállomány szenvedte el (HARKA, 2001).

A hazai sügérfélék biológiájával kapcsolatos vizsgálatok már a múlt század elején megkezdődtek (VUTSKITS, 1915). Külföldi kutatók pedig az 1920-as évektől közöltek a süllőivadék táplálkozási sajátosságairól adatokat, főként a táplálék összetétel tekintetében (WILLER, 1924; HAEMPEL, 1930; MARRE, 1933; NEUHAUSER, 1934). Nem sokkal később hazánkban is széles-

körü vizsgálódás vette kezdetét, elsősorban a hungarikumnak számító balatoni fogas táplálkozási sajátosságaival kapcsolatban (WOYNÁROVICH, 1959; BÍRÓ, 1970; 1972; 1973; TÁTRAI ÉS PÓNYI, 1976). Bebizonyosodott, hogy a balatoni fogassüllő első tápláléka a *Copepodák* lárva alakjaiból (*nauplius*, *copepodit*) kerül ki. A 9-11 mm-es süllőivadék már nagyság szerint megválogatja táplálékát, a táplálékállatot „meglesve”, ragadozó módon fogja el (TÖLG, 1959). STEFFENS (1960) megfigyelte, hogy halastavi körülmények között a süllőivadék táplálék összetétele az első hónapban lényegében megegyezik a pontyével. A ragadozó táplálkozásmódra való áttérés 5-6 hetes korban, 25-40 mm-es testhossz elérésénél következik be (TÖLG, 1959; ANTALFI, 1979), mely időpont egybeesik a süllőivadék megmaradása szempontjából legkritikusabb időszakokkal (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006).

A zsákmányszerző viselkedésre áttért süllő kannibállá válik, mégpedig oly mértékben, hogy a balatoni állománynál a három leggyakrabban zsákmányolt halfaj egyike éppen a süllő (WOYNÁROVICH, 1959; BÍRÓ, 1973). SPECZIÁR (2002) olyan évről is beszámolt, amikor a fogassüllő ivadékanak nyíltvízen fogyasztott táplálékhalainak közel 90%-át a fajtársak tették ki a Balatonban. SMISEK (1962; cit. HILGE ÉS STEFFENS, 1996) megfigyelte, hogy a süllőlárva tavi tartása esetén a kannibalizmus a kelés utáni 41. nap körül veszi kezdetét. A Balatonban a nagyobb méretű planktonikus szervezetek (pl. *Myzis* rákok) hiányában a fogassüllő vagy lemaradó fajtársait, esetleg később kelt kősüllő vagy vágódurbincs (*Gymnocephalus cernuus*) lárvét fogyaszt, vagy kisebb méretű planktonikus táplálékon tengődik (WOYNÁROVICH, 1996). Halivadék hiányában csak később képes - a normál társaktól lemaradva - a halfogyasztásra áttérni (TÁTRAI ÉS PÓNYI, 1976). HORVÁTH ÉS TAMÁS (1981) felhívja a figyelmet a 30-40 mm-es előnevelt süllőknél fellépő, kannibalizmusból származó jelentékeny veszteségekre.

A fogassüllő piaci ára magas, a pontyénak 2-3-szorosa (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006). Részesedése a halász- és horgászsákmányokban jelentős. 2005-ben a halgazdaságok által termelt 30 tonnás süllő produkcióhoz a természetes vizekből fogott, 198 tonnányi mennyiség társult (PINTÉR, 2007). Nemzetközi viszonylatban az akvakultúrában termelt süllő mennyisége az 50-es évek 50 tonnájáról a 2000-es években 400-900 tonnára emelkedett (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006). A nyugat-európai piac érdeklődése fokozódik a süllő iránt, ezért ott nagy mennyiségben lehetne értékesíteni. Az adott lehetőség csak a faj intenzív, monokultúrás termelés-technológiájának megvalósításával válhat nagymértékben kiaknázhatóvá (PINTÉR, 2002). Ezt a felismerést bizonyítja, hogy Nyugat-Európa több országában mára a fogassüllő különböző korosztályait (akár piaci méretig) intenzív rendszerekben nevelik.

### *2.1.3. A kőszüllő elterjedése, táplálkozási sajátossága, gazdasági jelentősége*

A kőszüllő (2. kép) a fogassüllőhöz hasonló faj, mind a külső jegyeket, mind a biológiai tulajdonságokat tekintve. Mintegy fél évszázaddal ezelőtt még elterjedt volt az a nézet, miszerint a kőszüllő nem önálló faj. BERINKEY (1958) a Balatonból és a Dunából gyűjtött egyedeket mindkét fajból, melyeken alapos anatómiai - elsősorban csonttani - vizsgálatokat végzett. Munkája során jelentős eltérésekre bukkant. Például, a süllő esetében 46-47 csigolyát talált a gerincben, míg kőszüllőnél minden esetben 43-at. Eredményeinek köszönhetően sikerült bizonyítani a két külön faj létét.

Testalkata a fogassüllőénél zömökebb, feje rövidebb és magasabb, szája rokonáénál lényegesen kisebb, a felső állkapocs vége nagyjából a szem közepének vonaláig ér. A szájban kifejtett korban nincsenek (10-15 cm-nél kisebb egyedeknél vannak) a fogassüllőre jellemző ebfogak, csupán apró, hegyes fogképletek találhatók az állkapcsón és a szájpadon. A

*preoperculum* a kősüllőnél szögletes, míg a fogasnál lekerekített. Zöldes-szürke oldalát határozottabb vonalú, 7-8 darab, sötét harántsáv díszíti, melyek a fogassüllővel ellentétben az oldalvonal alatt is jól láthatóak. Az a korábbi nézet, miszerint a kősüllő környezeti tényezőkkel szemben kevésbé igényes, mint a süllő, megdőlni látszik. MÜLLER ÉS MTSAI. (2006 a) laboratóriumi körülmények között vizsgálták a két faj oxigéntűrő-képességét. A vizsgálatok során a fogassüllő tovább viselte el az alacsonyabb oxigénszintet, mint kisebb testű rokona. A süllőhöz képest szűkebb elterjedési területe pedig a specifikusabb élőhelyigényét mutatja.



2. kép: Kősüllő (Sallai Zoltán felvétele)

Kizárólag Európában, ezen belül csak a Fekete-tengerbe és a Kaszpi-tengerbe ömlő folyók vízrendszerében honos. A Kaszpi-tenger mellékén kialakult egy vándorló életmódot folytató formája is, amely a felsős vízben ívik, de az édesvízi folyómederben telel. A két legnagyobb elterjedési körzete a Duna és a Volga medencéje. Hazánkban őshonos, jelentős állománya csak a nagyobb folyókban és a Balatonban alakult ki. (PINTÉR, 2002). A Balaton a faj számára ideális élettérnek bizonyult, hazánkban a legjelentősebb

állomány itt található. SZIPOLA (1986) halászfogásokból származó eredményeit elemezve megállapította, hogy a balatoni populáció 60-70%-a a Keszthelyi-öbölben lelhető fel. A kősüllő a fogassüllővel mindig együtt fordul elő, ami fordítva nem igaz, mutatván a kősüllő behatároltabb élőhelyigényét (SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2002). A balatoni kősüllő állományának jelentős részét az egynyaras (59%) és kétnyaras (18%) példányok teszik ki, az idősebb korosztályok (>5+) kevesebb, mint 1%-ban képviseltetik magukat (SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2003).

A kősüllő később tér át ragadozó életmódra, mint a fogassüllő. A gerinctelen szervezetek jelentős részarányt képviselnek táplálékpalettáján; a hal a balatoni kősüllő populáció táplálékában 20%-kal részesedik (SZIPOLA, 1994). SPECZIÁR (2002) szerint a balatoni kősüllő állomány az első évben nem, csak a második év végére fogyaszt halat. Az első évi fejlődést ezáltal nem is kísérik olyan markáns táplálékváltási periódusok, mint a fogas esetében, ezek a nehézségek ugyanis a második évre datálódnak. Míg a fogassüllő ivadéka akár a szájnnyílása által maximálisan megengedett méretű táplálékot is elfogyasztja, addig a kősüllő ivadéknál a fogyasztott táplálék mérete ennek az elvi maximum értéknek a felét sem éri el (SPECZIÁR, 2005).

Döntő mértékben a fenék közelében szerzi meg táplálékát, nagyrészt üledéklakó (*bentikus*) szervezetekből (SPECZIÁR, 2002; SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2003). A táplálék összetételének változása alapján a kősüllő egyedfejlődése során három fő szakaszt lehet elkülöníteni. Ivadékkorban, mintegy 50 mm-es méretig a zooplankton (elsősorban *Copepodák* és *Cladocerák*) fogyasztása jellemző. Az 50-150 mm-es mérettartományánál a zooplankton mellett a *bentikus*, gerinctelen szervezetek fogyasztása fokozódik. A harmadik szakasz a halfogyasztás, amely 150 mm-es méret fölött, kétéves korban válik jellemzővé. Ez igen kritikus szakasz a kősüllő fejlődése során, amit a növekedés intenzitásában bekövetkező megtorpanás is jelez. A Balatonban a

zsákmányolt halfajok között a vágódurbincs (*Gymnocephalus cernuus*, 36%), a folyami géb (*Neogobius fluviatilis*, 35%) és maga a kősüllő (20%) található meg a legnagyobb mennyiségben (SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2002). Az ivadék az első év végére 55-80 mm-t ér el; növekedési ütemére a vízhőmérsékletnek jelentős hatása van (SPECZIÁR, 2004).

Bár növekedési erélye elmarad a süllőétől, húsa kitűnő minőségű, nagyobb testű rokonáival egyező értékű. Gazdasági jelentősége nem számottevő. A legnagyobb példányok 40 cm körüliek lehetnek (2-3 kg), míg a süllő akár 1 méteres testhosszt és 14-15 kg-os testtömeget is elérhet (HARKA ÉS SALLAI, 2004; PINTÉR, 2002). A kifogott mennyiség a horgászszákmányban is csak 1-10%-a a süllőének (HARKA, 1997), 2006-ban például 12 tonna volt az összes fogás (PINTÉR, 2007). Természetes vizekben kistestű ragadozóként ökológiai szabályozó szerepe vitathatatlan. Állománya az utóbbi években jelentősen csökkent, Európa több országában sebezhető fajként tartják számon (HOLCIK, 2003). A faj hazai állománya a Balatonban az 1990-es évekre visszaesett (SPECZIÁR ÉS BÍRÓ, 2002). SPECZIÁR ÉS MTSAI. (2000) felmérése szerint a kősüllő részaránya a balatoni halfaunában, jóval 1% alatt van.

A jövőben hazánkban is szükségessé válhat a faj fokozottabb védelme, illetve főként a Balatonba tenyésztésből származó kihelyezésekkel kellene a jelentős horgász- és halászfogások „veszteségeit” pótolni (TAHY, 1996). A faj iránti érdeklődés nőhet, mivel bizonyított a süllővel való keresztezésének lehetősége (MÜLLER ÉS MTSAI., 2004), valamint megállapítást nyert, hogy takarmánykeverékekre könnyebben átszoktatható, mint a süllő (BERCSÉNYI ÉS MTSAI., 2001; MOLNÁR ÉS MTSAI., 2004 c).

## **2.2. A fogassüllő és a kőssüllő intenzív nevelése**

### *2.2.1. Termelési alapanyag előállítás, indukált szaporítás*

A sügérfélék intenzív nevelésének alapját, azaz az indukált szaporítás lehetőségét napjainkra megteremtették. A pontyféléknél, csukánál, harcsánál általánosan használt és rendkívül eredményes mesterséges szaporításról korábban azt tartották, hogy a fogas esetében - elsősorban annak stresszérzékenysége miatt - nem alkalmazható. Az úttörő próbálkozások (WOYNÁROVICH, 1948; SCHLUMPBERGER ÉS SCHMIDT, 1980) még valóban nem hoztak átütő sikert, a közelmúltban azonban már biztató eredményekről számoltak be a fogassüllő (HORVÁTH ÉS MTSAL., 2005; MÜLLER ÉS MTSAL., 2006 b; TAMÁS ÉS MTSAL., 2006), illetve a kőssüllő (MÜLLER ÉS MTSAL., 2005; SPECZIÁR ÉS MTSAL., 2009) indukált szaporításával kapcsolatban. Sőt a spermahűtési technológia kidolgozására is elindultak a kutatások, mind süllő, mind kőssüllő esetében (BOKOR ÉS MTSAL., 2007).

A tógazdaságokban széleskörűen alkalmazzák a fogassüllő szaporításakor a természetszerű ívatást, amikor tavasszal a süllőpárok számára fészkeket helyeznek ki a halastavakba (HORVÁTH ÉS URBÁNYI, 2000). Ez a módszer összekapcsolható egy víztéren kívüli, úgynevezett párakamrás keltetés-sel is (WOYNÁROVICH ÉS ENTZ, 1949; BÓDIS ÉS CSAPÓ, 2004; 2005). A kőssüllőnél ez a megoldás nem használható, mivel az ívás során általában a part mentén, homokgödörökbe, több részletben rakja le az ikraszemeket (HOCHLEITNER, 2005), fészket nem keres (SZIPOLA, 1986).

Az utóbbi években egyre gyakrabban alkalmazzák a kádakon, vagy tóvízbe süllyesztett hálóketrecekben fészkekre történő ívatást, ahol a halakat általában pontyhipofízissel kezelik (TAMÁS ÉS MTSAL., 2006; HORVÁTH ÉS



URBÁNYI, 2000). MÜLLER ÉS MTSAI. (2006 a) hormonkezelést követően az ikrásokat és tejeseket fészek behelyezése mellett kádakon tartották. Az ikraszórás megkezdésekor száraz tálba fejték az ivartermékeket, majd a termékenyítéshez és keltetéshez a pontynál rutinszerűen alkalmazott kezelést használták kiváló eredménnyel.

A folyamatos intenzív termelés feltétele, hogy a szaporodási időszakot minél inkább elnyújtva, „évszaktól függetlenül” lehessen tenyészanyagot nyerni, melyhez a reprodukciós folyamatok teljes irányíthatóságára van szükség (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006). MÜLLER ÉS MTSAI. (2004; 2006 b), ZAKES ÉS SZCZEPKOWSKI (2004), illetve RÓNYAI (2007) megállapították, hogy kádakon a hőmérséklet fokozatos emelésével (6°C-ról 12-16°C-ig), „mesterséges tavaszhatás” kiváltásával és hCG vagy pontyhipofízis alkalmazásával a süllő és a kősüllő a természetes ívási idő előtt leszaporítható (akár januárban).

SZIPOLA (1994) szerint a kősüllő mesterséges szaporítása üzemi kerekek között ugyancsak megvalósítható, más gazdasági jelentőségű halfajok esetében alkalmazott berendezések és módszerek felhasználásával. Véleményét később több sikeres indukált kősüllő-szaporítás igazolta (MÜLLER ÉS MTSAI., 2005; BOKOR ÉS MTSAI., 2007; SPECZIÁR ÉS MTSAI., 2009).

Az indukált szaporítás terén a legnagyobb gondot az ovuláció idejének pontos meghatározása, az ikraszórásból származó veszteségek jelentik. A pontynál használatos ivarnyílás bevarrás, illetve az ovulációt előrejelző, hőösszeg alapján történő számítás a süllőnél nem alkalmazható (MÜLLER ÉS MTSAI., 2006 a; TAMÁS ÉS MTSAI., 2006). Nagy lehetőségekkel kecsegtet a közelmúltban kifejlesztett ivarnyílászáró-dugó, ami a fogassüllő és a kősüllő fajoknál is alkalmazható (NÉMETH ÉS MTSAI., 2007; BÓDIS ÉS MTSAI., 2008).

### 2.2.2. Ivadéknevelés

A süllő zsenge ivadéka a hazai tógazdaságokban tenyésztett halfajok közül a legkisebb. A kikelő lárvák 4-5 mm-es hosszúságúak, átlátszóak, aktív vertikális mozgást végeznek a víztestben (gyertyáznak). A szikanyag felszívódása után (5-9 nap) az első napokban 50-100 µm méretű planktonikus szervezeteket fogyasztanak (TAMÁS ÉS MTSAL., 2006). A kősüllőlárvák a kelést követően 3-4 nap elteltével kezdenek el táplálkozni, a frissen kelt lárva 3,1-3,5 mm testhosszúsággal bír (HOCHLEITHNER, 2005).

A táplálkozás megkezdésekor a lárva számára nagy mennyiségű és igen kisméretű táplálékszervezetek jelenlétéről kell gondoskodni (*Rotatoriák, Ciliáták, Copepodák nauplius* lárvái, apró méretű *Cladocerák*). A sügérfélék esetében a planktonikus táplálék optimális mennyisége a víztestben minimálisan 0,5-1,0 ml/l, azaz 50-100 individuum/l. A kezdeti lárva nevelés során a kelést követő első hónapban három kritikus időszak figyelhető meg: az első az exogén táplálkozásra való átállás (4-6. nap), a második az úszóhólyag feltöltése (8-14. nap) és a ciklus végén (4-5. hét) a kánnibalizmus kialakulása (SZKUDLAREK ÉS ZAKES, 2007). Az úszóhólyag feltöltését, a légvételt nehezíti a felszínen gyakran kialakuló olajfilm, amit a felszínre permetezett vízzel lehet eltávolítani (RÓNYAI ÉS NÉMETH, 2006).

Az ivadéknevelés történhet kistavakban, hálóketrecekben, medencékben, akváriumokban. Az indukált szaporítást követően a nem táplálkozó lárvákat 200 literes óriás Zugerén érdemes tartani és a táplálkozás megkezdésétől tojástartmixszal és gyűjtött zooplanktonnal etetni az áthelyezésig (TASNÁDI, 1983). A keltetőházi, indukált szaporításnál 10-16%-os megmaradást tapasztaltak a táplálkozás megkezdéséig (TAMÁS ÉS MTSAL., 2006).

A tavi nevelés során a bőséges élő táplálék hatására a süllő gyorsan növekszik, és 4-6 hét alatt eléri a 4-5 cm-es méretet, amikor megkezdődik a ragadozó táplálkozásmódra való áttérés. Az előnevelt süllőt ekkor haladéktalanul le kell halászni, hogy a kannibalizmusból származó veszteségeket megakadályozzuk. Tógazdaságokban általában táplálékhalban gazdag utónevelő tavakba helyezik ki a termelési alapanyagot (HORVÁTH ÉS URBÁNYI, 2000). SZIPOLA (1994) szerint a tavi ivadéknevelés a mesterséges szaporításból származó kősüllőnél is eredményesen alkalmazható. Az utónevelés végére az egynyaras süllőnek el kell érnie a 10-15 cm-es testhosszt és a minimum 10 g-os testtömeget, ellenkező esetben nem lesz képes áttelelni (STEFFENS, 1981; WOYNÁROVICH, 1996).

A mesterséges táplálékra való átszoktatásra a 4-6 hetes korú hal alkalmas. Tehát az intenzív nevelőrendszerekbe ekkor kell beszállítani a termelési alapanyagot, ha az utánpótlást tavi előnevelésből kívánják fedezni. Lehetőség van ketreces ivadéknevelésre is, melyben akár a mesterséges takarmányra történő átszoktatás is megoldható. Az általában 1-2 m<sup>3</sup>-es ketreceket planktonban gazdag tavakba süllyeszti. JAEGER ÉS MTSAI. (1984) 15-20 ezer 4-5 napos süllő lárva telepítését javasolja ketrecenként (2x2x2 m), így az előnevelés végére a 30-40 mm-es méretet is elérhetnek a süllők, a megmaradás átlagosan 40%-os.

A süllőlárva takarmánykeverékekre átszoktatható, azonban a táppal indítást, vagy a hirtelen táplálékváltozást nem képes tolerálni, nagyarányú mortalitás figyelhető meg (RUUHIJARVI ÉS MTSAI., 1991). A legtöbb kutató véleménye az, hogy a természetes táplálékkal való indítással, a mesterséges takarmányra történő fokozatos átszoktatás után érhető el kielégítő eredmény (BAER ÉS MTSAI., 2001; KUCSKA ÉS MTSAI. 2002, 2003; MOLNÁR, 2002; BÓDIS ÉS MTSAI., 2007). MOLNÁR (2002) szerint 1 g-os, míg BAER ÉS MTSAI. (2001) ajánlása után 0,65 g-os tömegtől lehet megkezdeni az átszoktatást. A

tápfogyasztásra történő átállítás 13-88%-os veszteség mellett valósítható meg (ZAKES ÉS DEMSKA-ZAKES, 1996; ZAKES, 1999; MOLNÁR ÉS MTSAL, 2004 a,b; BÓDIS ÉS MTSAL, 2007). Az ivadéknevelés során komoly problémát jelent a számottevő szétnövés (CV=28-45%) (SZKUDLAREK ÉS ZAKES, 2007; ZAKES ÉS MTSAL, 2006), ami a kannibalizmus (6-41% veszteség) kialakulását segíti elő (MOLNÁR ÉS MTSAL, 2004 a,b; BÓDIS ÉS MTSAL, 2007). A kősüllő haltápra történő átállása kevesebb időt, 8-10 napot vesz igénybe, szemben a süllőnél tapasztalt kéthetes ciklussal. A kannibalizmus jelenségét a kősüllő intenzív nevelésénél nem tapasztalták. A kősüllő tápra szinte 100%-ban átszoktatható, a süllővel ellentétben az aljzatra hullott takarmányt jelentős mennyiségben felveszi (BERCSÉNYI ÉS MTSAL, 2001; MOLNÁR ÉS MTSAL, 2004 c).

A takarmánykeverékekre történő átszoktatás *Tubifex* és kisméretű takarmányszemcsék keverékének etetésével oldható meg leghatékonyabban, a takarmánykeverék részarányának fokozatos emelése mellett (MOLNÁR, 2002; BÓDIS ÉS MTSAL, 2007). BAER ÉS MTSAL. (2001), illetve ZIENERT ÉS WEDEKIND (2001) fagyasztott élőeleség (vörös- és fehér szúnyog lárva, krill, zooplankton, illetve csak vörösszúnyog lárva) alkalmazásával is kedvező átszoktatási eredményeket értek el. BÓDIS ÉS MTSAL. (2007) a legjobb növekedési és átszoktatási eredményeket pisztrángtápra *Chironomus* lárva, illetve *Tubifex* alkalmazásakor figyelték meg (87% és 78% túlélés). Az átszoktatás nélkül, azonnal pisztrángtápot kapó csoportnál a túlélési arány 41% volt.

### 2.2.3. Alternatív takarmányozás, takarmánykeverékek alkalmazhatósága

Az 1970-es évektől kezdődtek jelentős tartástechnológiai és takarmányozási kísérletek a sügérféllel, és ezen a rendszertani csoporton belül természetesen a süllővel is. Találunk olyan tanulmányokat, melyek arról írnak, hogy élő hallal, vagy halszelettel, esetleg haldarálékkal tápláltak süllőket különböző tartástechnológia megvalósítása mellett.

SUTELA ÉS HYVARINEN (2002) tavi körülmények között neveltek süllőivadékokat. A vadon befogott és a tenyésztésből származó halakat külön tavakba helyezték. A tenyésztett ivadékokat eperlánlaczac (*Osmerus eperlanus*) lárvájával táplálták, míg a vad egyedeket zooplanktonnal etették. Az egyhónapos kísérlet végén a tenyésztett süllők testtömege közel hatszorosa volt a vad halakénak. Az akváriumi haldarálékos és haldarabos kísérletek azt mutatták, hogy a halak elfogyasztották az élettelen takarmányt, de nagyobb volt az elhullás és a takarmányfogyasztás, valamint a növekedés elmaradt az élő hallal etetett társaik említett paramétereitől (MOLNÁR ÉS MTSAI., 2000 b; MOLNÁR, 2002). MOLNÁR ÉS MTSAI. (2001) tavi előnevelt süllők haldarabra való átszoktatásának lehetőségét vizsgálták négyhetes kísérletekben fokozatos és átmenet nélküli átszoktatás mellett. Megállapították, hogy mindkét átállítási mód megoldható, de a vágott *Tubifexes* kiegészítéssel, átmenettel történő táplálékcsere kíméletesebb. A tömeggyarapodásban (3,33; illetve 1,61 g/egyed/hét), takarmányértékesítésben (3,25 g/g, illetve 4,89 g/g), valamint elhullásban (14,8%, illetve 25,4%) szignifikánsan jobb eredmények érhetőek el. Kannibalizmusból származó elhullás csak az átmenet nélküli kezeléseknél fordult elő (15,9%).

A kutatások egyre inkább a granulált takarmánykeverékek használhatóságára irányulnak. Alkalmazását a nagy veszteségeket okozó kannibaliz-

mus elkerülése, a nagy mennyiségű, megfelelő minőségű termelési alapanyag előállításának lehetősége, valamint a jó takarmányértékesítés indokolja. Az előnevelt egyedek nagy növekedési erélye kihasználható mesterséges takarmány etetésével, egy év alatt 2 grammról akár 300 grammra történő gyarapodás is elérhető (HILGE, 1990).

RUUHIJARVI ÉS MTSAI. (1991) az elsők között próbálták különböző típusú tápok etetése mellett – átszoktatás nélkül – 4 napos kortól süllőlárvát felnevelni. A kísérletben háromféle granulált tápot alkalmaztak, kontrollként zooplanktonnal etetettek. A halak fogyasztották a takarmányt, de bizonyos tápokot nem toleráltak, ezért a kísérlet alatt a mortalitás igen magas volt. Hasonló megállapításokra jutott HILGE (1990) is, aki laboratóriumi kísérlet keretében próbált meg süllőivadékot nevelni. A süllőket pelletált pisztrángtáppal etette egy éven keresztül. Szerinte, a nagymértékű, főként kannibalizmusból származó elhullások ellenére, az intenzív süllőtenyésztés kulcsa a tápos nevelés.

ZAKES ÉS DEMSKA-ZAKES (1996) fogassüllőt (0,32 g átlagtömeg) vagy élő zooplanktonnal vagy közösleges pisztrángtáppal etetve neveltek intenzív körülmények között. Az eredmények egyértelműen mutatták, hogy a táppal takarmányozott halak gyorsabban növekedtek és a kondíciójuk is jobb volt, mint a zooplanktonnal etetett csoportoké. Hasonló eredményeket tapasztaltak LJUNGGREN ÉS MTSAI. (2003) süllővel és csapósügérral (51, illetve 48 mm átlagos testméret) végzett takarmányozási kísérleteikben.

RÓNYAI ÉS GÁL (2003) medencés és tavi körülmények között egyaránt neveltek süllőket, melyeket 3-4 hetes korban szoktattak át a tápfogyasztásra. Az átszoktatási időszak végére a halak mintegy 70-80%-a fogyasztotta a ponty-, illetve pisztrángtáp keverékét. A süllők napi növekedésére mind a testtömeg, mind a napi takarmánymennyiség jelentős hatással volt. Eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a táppal ne-

velt süllő növekedése megközelítheti, vagy akár meg is haladhatja az élőhalal takarmányozottakét. A kizárólagos tápetetés mellett a halak 13 hónap alatt 250-450 g közötti átlagtömeget érhetnek el, miközben a takarmányegyüttható 0,9-2,8 g/g között alakul. BÓDIS ÉS MAKKOSNÉ (2003) egy hatetes hálóketreces kísérletben bizonyították a táppal nevelt süllő (2-5 g) kiváló takarmányértékesítését. A kísérlet során 85%-os megmaradást tapasztaltak, a takarmányértékesítés 1,7 g/g volt; halfogyasztás esetén a süllő 5-15 g/g közötti eredményt produkál. A kiváló takarmányértékesítést más szerzők is publikálták (RÓNYAI ÉS GÁL, 2003; MOLNÁR ÉS MTSAI., 2004 c).

#### *2.2.4. Optimális tartási körülmények és takarmányozási módszerek a sügérfélék intenzív nevelésénél*

A víz hőmérsékletnek a süllőnél is jelentős hatása van a táplálkozás intenzitására. MOLNÁR ÉS TÖLG (1961 a,b) röntgenfelvételek segítségével követték nyomon a táplálék emésztésének folyamatát süllőnél. Kimutatták az emésztési sebesség és a hőmérséklet összefüggéseit. Az 5, 10, 15, 20 és 23°C-os víz hőmérsékleten végzett vizsgálatok szerint sorrendben 257, 157, 83, 45 és 34 óra volt szükséges a táplálék (küsz) megemésztéséhez.

ZAKES (1997 a; 1999) kísérleteiben különböző víz hőmérséklet (18, 20, 22 és 24°C) és kétféle takarmány (élő zooplankton és pisztrángtáp); illetve az azonos korú halak méretének (két csoport) hatását vizsgálta. Az első vizsgálatban szignifikáns eltéréseket tapasztalt a különböző hőmérséklet és az eltérő takarmányozási módok megmaradásra, növekedésre, kannibalizmusra, kondíciófaktorra gyakorolt hatásában. A pisztrángtáppal etetett süllők testtömege és testhossza nagyobb, valamint a kannibalizmusból származó veszteség jelentősebb volt a zooplanktonnal táplált egyedekénél (ZAKES, 1997 a). A második kísérletben a hőmérsékletnek (22-24°C), illetve a méret-

nek (0,25 g vagy 0,53 g) nem volt szignifikáns hatása a halak növekedési ütemére (ZAKES, 1999). ZAKES ÉS KARPINSKI (1999) megállapították, hogy 22-24°C az ideális a mesterséges takarmányt fogyasztó süllő számára, szemben HILGE (1990) véleményével, miszerint a süllő intenzív nevelésénél kedvezőbb a 26-30°C-os víz hőmérséklet.

Az víz oxigéntartalma fontos tényező a süllőtenyésztés folyamán. ZAKES ÉS MTSAL. (2006) 6-8 mg/liter értéket állítottak be kísérletükben, ami az optimális szintet jelenti (SZKUDLAREK ÉS ZAKES, 2007; BÓDIS ÉS MTSAL., 2007). ZAKES ÉS MTSAL. (2001) a felhasznált oxigén és a kibocsátott ammónia mennyiségét vizsgálta recirkulációs rendszeren nevelt süllőivadék esetében. A kísérletben a méretnek (11,7 g és 28,1 g), a táplálkozás mértékének és az éhezésnek (4, 13, 19 vagy 26 napig) a hatásait elemezték a felhasznált (O<sub>2</sub>) és a kibocsátott (NH<sub>3</sub>) gázokra nézve. A halakat pisztrángtáppal etették 2,5% (kisméretű csoport), illetve 1,2%-os (nagy méretű csoport) napi adagban. Az eredmények bizonyították, hogy az ammónia kibocsátás szorosan összefügg az etetési intenzitással, amit más irodalmi források is megerősítettek (BEAMISH ÉS THOMAS, 1984; FIVELSTAD, 1988; LI ÉS LOVELL, 1992).

A süllők táplálékfelvételének intenzitását befolyásolja a vízátfolyási sebesség is (VÖRÖS ÉS MTSAL., 1992 b), melynek az ideális értéke kis medencés, intenzív rendszerben 1,5-4 liter/perc között van (VÖRÖS ÉS MTSAL., 1992 a; ZAKES ÉS MTSAL., 2006).

A süllő szeme a félhomályban való látáshoz alkalmazkodott, kielégítő mértékben csak alacsony fényintenzitás mellett táplálkozik, túlzott világosság esetén, úgynevezett „fényvakság” figyelhető meg. A fogassüllő intenzív nevelésénél ajánlatos a túlzott fény mennyiségtől megóvni az állományokat, ami a terem, vagy a kádak elsötétítésével (pl. fekete fóliás takarás) érhető el (WOYNÁROVICH, 1996). LUCHIARI ÉS MTSAL. (2006) vizsgálatai során négy részre osztott, de átjárható kádakban (500 liter, 100×100 cm)



egy- és kétnyaras fogassüllőket tartottak. A fényerősséget kezelésként 1-300 lux között állították be, majd megfigyelték a halak elhelyezkedését a különböző kádrészekben. A süllők mindig a lehető legsötétebb részre húzódtak, az 1 lux fényerősséggel megvilágított kádrészt részesítették előnyben.

ZAKES (1997 b) tavi körülmények között nevelt, SZKUDLAREK ÉS ZAKES (2002) pedig recirkulációs rendszerben tartottak előnevelt süllőt (4, illetve 6 hetes kísérletekben), ezen időszak alatt a halakat takarmánykeverékekkel etették. Kísérleteiket különböző állománysűrűségek mellett végezték (0,6; 1,2 és 1,8 g/l tavi, valamint 0,99; 1,65 és 2,3 g/l medencés vizsgálat). A megmaradás 57,1-59,2% között változott a vizsgálati periódus végére. Megállapították, hogy a tavi környezetben nevelt halaknál a természetes elhullások és a kannibalizmus jelentős mértékben függtek a telepítési sűrűségtől, míg a medencés rendszerben nem volt számottevő hatása sem a megmaradásra, sem a növekedésre.

Ennek ellenkezőjét tapasztalták kelés után intenzíven nevelt süllőnél SZKUDLAREK ÉS ZAKES (2007) két kísérletben (4-18. napos, illetve 19-38. napos korban). A lárvákat kezdetben kizárólag *Artemia nauplius* lárvával, majd a második ciklusban pisztrángtáppal táplálták. Azt tapasztalták, hogy a kisebb állománysűrűség mellett szignifikáns mértékben jobb növekedés, napi tömeggyarapodás, nagyobb arányú túlélés figyelhető meg. A telepítési sűrűség, valamint a növekedés, napi tömeggyarapodás és a túlélés között szoros negatív korrelációt ( $r = -0,87-0,99$ ) állapítottak meg. Hasonló eredményeket kaptak MOORE ÉS MTSAL. (1994) és PETERSON ÉS MTSAL. (1997) walleye lárva nevelése kapcsán.

Az állománysűrűség optimális szintjét vizsgálták MOLNÁR ÉS MTSAL. (2004 a,b,c) tóban előnevelt, akváriumi környezetben tartott süllő és kősüllő ivadéknál. A mesterséges táplálékot háromféle egyedsűrűség mellett (1,25; 1,66 és 2,08 g/l) kínálták fel. A négyhetes vizsgálati periódus alatt a túlélés

süllőnél 44,2-49,6% között változott. A veszteségek fő oka a kannibalizmus volt, melynek mértékében a különbségek függetlenek voltak az állománysűrűségtől, továbbá a természetes elhullás csökkent a telepítési sűrűség emelkedésével. Az állománysűrűség nem gyakorolt szignifikáns hatást a kősüllő, és kismértékű befolyást gyakorolt a süllő termelési paramétereire (VÖRÖS ÉS MTSAL., 1992 a; MOLNÁR ÉS MTSAL., 2004 a,b).

ZAKES ÉS MTSAL. (2006) különböző takarmányozási módszerek, míg ZAKES (2003) különböző takarmányadagok hatását vizsgálták fogassüllőn két kísérletben, recirkulációs rendszerben. Az első kísérletben az 5 g-os, illetve 21 g-os indulósúlyú halak ( $2,5 \text{ kg/m}^3$ , illetve  $10 \text{ kg/m}^3$ ) a teljes biomassza 5%-ának, illetve 1%-ának megfelelő mennyiségű takarmányt kaptak naponta. Napi egyszeri (3 óra), napi háromszori ( $3 \times 1$  óra) és *ad libitum* (19 óra/nap) takarmányadagolást (pisztrángtáp) alkalmaztak. A második kísérletben 25 g-os testtömegű halakat háromféle adagban (az állomány tömegének 1,2%, 1,6% és 2,0%-a) felkínált pelletált pisztrángtáppal etették. Megállapították, hogy a takarmány adagolás módja nem, a felhasznált takarmánymennyiség viszont szignifikáns hatást gyakorolt a halak testtömegére, zsírtartalmára, ezek értéke a legjobban táplált csoportnál volt a legmagasabb. A legkedvezőbb takarmányértékesítési eredményeket a középső csoportnál tapasztalták, ahol a másik két kezeléshez képest szignifikáns volt az eltérés.

BÓDIS ÉS BERCSÉNYI (2009) süllőivadékot (3,5 g) takarmányoztak táppal hálóketrecekben, a napi adag az összes tömeg 2%, 4%, illetve 6%-a volt. Megállapították, hogy 17-18°C-on 2%-os, míg 24-25°C-on 4%-os takarmányadag javasolható az ivadék számára. RÓNYAI ÉS CSENGERI (2008) 84 g-os indulótömegű süllőt neveltek intenzív rendszerben pisztrángtáppal. A tápot különböző napi adagban kínálták fel kezelésenként 18 héten keresztül. A szerzők véleménye szerint 25°C-on a teljes testtömeg 1,25%-a, míg 20°C-on annak 1,15%-a az ideális takarmányozási szint a süllő számára.

## **2.3. Lipidek jelentősége a süllő és a kősüllő takarmányozásában, a húsminőségre gyakorolt hatásuk**

### *2.3.1. Zsírok és zsírsavak az állati szervezetben*

A zsírok és más zsírnemű anyagok a növényi és állati szervezet számára egyaránt nélkülözhetetlen komponensek. Minden sejt tartalmazza ezeket, hiszen maga a sejtet határoló hártya is két lipoid rétegből áll. Szerepük jelentős a fehér, illetve barna zsírszövetben tárolt tartalék energiaforrásként is (JÁVOR ÉS MOSER, 2002).

A zsírsavakat hosszukkal (bennük található szénatomok száma) és telítettségük fokukkal, valamint a telítetlen formák esetében a kettős kötések számával és helyével jellemezhetjük. A lánchossz elsősorban az emésztés-élettani szempontok miatt fontos az állati szervezetben, mivel a középszénláncú zsírsavak a bélcsatornából közvetlenül, majd a májvénán keresztül, míg a hosszú szénláncúak csak a bél nyirokerein át szívódhatnak fel (BOROSS ÉS SAJGÓ, 1993).

A kettős kötések helyét tekintve beszélünk omega-3, omega-6, omega-9 (másik gyakori jelölés: n-3, n-6, n-9; a továbbiakban ezt a jelölést használom) zsírsavakról, attól függően, hogy a metilcsoporttól számított hányadik szénatomon kezdődik az első kettős kötés (BELL, 1998).

Az esszenciális zsírsavak többszörösen telítetlen vegyületek, melyek között van n-6 zsírsav (linolsav) és n-3 zsírsav ( $\alpha$ -linolénsav) is. Az állati szervezet képes szintetizálni telített, vagy n-9 egyszeresen telítetlen zsírsavakat, de általában nem képes kettős kötésekkel vinni az n-3, illetve az n-6 helyekre. Az említett zsírsavakat kívülről kell pótolni, és ezeket "F-vitaminnak" is nevezik. Az esszenciális zsírsavak fontos szerepet töltenek be

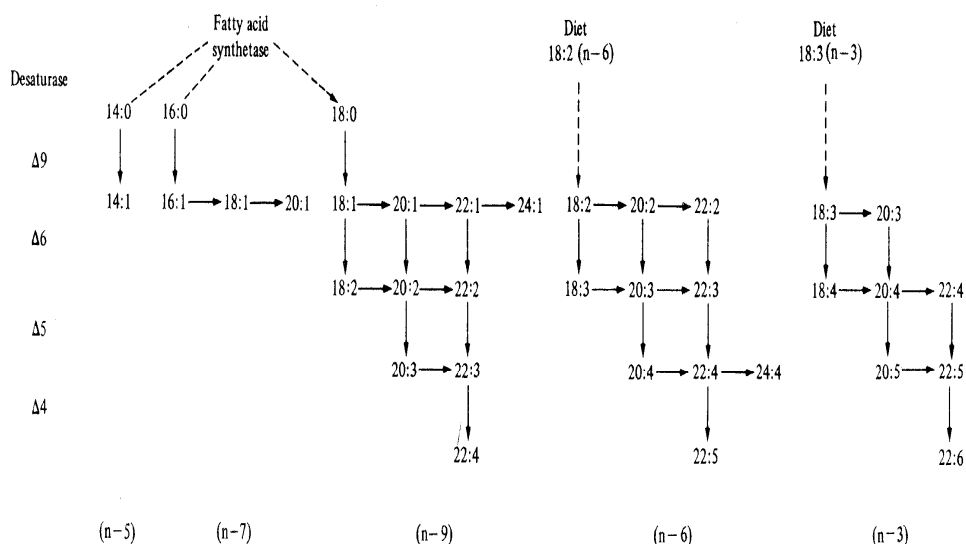
az immunrendszer megfelelő működésében, a gyulladási folyamatokban, vérnyomás szabályozásában, illetve olyan fontos vegyületcsoport előanyagaként, mint a prosztaglandinok (JÁVOR ÉS MOSER, 2002). A trigliceridek (zsírok és olajok) - mint energiaraktározó molekulák -, és a foszfolipidek - mint membránalkotó molekulák -, egyaránt tartalmaznak zsírsavakat. Az említett két lipidféleség kémiai „minőségét” döntően befolyásolja a bennük lévő zsírsavak részaránya.

### *2.3.2. A halakra jellemző zsírsavösszetétel, esszenciális zsírsavigényük*

A haltest gazdag dokozahexaénsavban (DHA, C22:6n-3), eikozapentaénsavban (EPA, C20:5n-3), azaz n-3-as többszörösen telítetlen zsírsavakban és gyakran ezek prekursorában a linolénsavban is (BELL, 1998; RENNIE ÉS MTSAI., 2005). A túlzottan magas szint ezekből a zsírsavtípusokból azonban a májban a lipogénikus enzimek aktivitásának csökkenését eredményezhetik (ALVAREZ ÉS MTSAI., 2000; SHIKATA ÉS SHIMENO, 1994).

A vízi szervezetek zsírsavösszetétele jelentősen eltér a szárazföldi állatokétól, lipid frakciójukban nagyobb mennyiségben fordulnak elő a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA). Ezekből a tengeri állatokban – főleg a halakban – jóval kevesebb van, mint az édesvízben élő állatok zsírjában. A lipidek zsírsavösszetételét a többszörösen telítetlen zsírsavak felvétele a tápláléklánc alacsonyabb szintjéről és e zsírsavak „hígítása” az endogén zsírsavakkal határozzák meg. A test zsírsavösszetétele sosem egyezik a táplálék zsírsav összetételével, mivel a *de novo* szintetizált, illetve a deszaturációval és elongációval a májban módosított zsírsavakat is tartalmazza (FARKAS ÉS HERODEK, 1967). Ez a későbbi módosítás különösen igaz a foszfolipidekre, melyek általában nagyobb mértékben tartalmaznak többszörösen telítetlen zsírsavakat (PUFA), mint a trigliceridek (HENDERSON ÉS TOCHER, 1987). A

rádióizotópos vizsgálatok bizonyították a takarmány eredetű n-9, n-6 és n-3 zsírsavak meghosszabbodásának és deszaturációjának útját édesvízi halaknál (2. ábra) (GREENE ÉS SELIVONCHICK, 1987). BELL ÉS MTSAI. (2003 b) munkájában olvasható, hogy az édesvízi halaknál a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) szintézisének intenzitása, illetve azok tárolásának képessége összefügg az állat méretével és korával.



2. ábra: A jelentős zsírsavak deszaturációjának és elongációjának lehetséges módja édesvízi halaknál (HENDERSON ÉS TOCHER, 1987)

A halak számára esszenciális zsírsavak hiánya súlyos defektusokat okozhat. A nélkülözhetetlen zsírsavakat, elsősorban a linol- és linolénsavat (C18:2n-6c, C18:3n-3) a táplálékból kell felvenniük szükségleteik fedezésére. A tengeri halak (ellentétben több édesvízi fajjal) az EPA és a DHA zsírsavakat sem tudják *de novo* szintetizálni C18 prekursorokból, a Δ5-, és a Δ4-deszaturáz enzimek hiánya miatt (TOCHER, 1993; BELL ÉS MTSAI., 1995;

CASTELL ÉS MTSAL., 1994), tehát számukra ezek a zsírsavak is esszenciálisak (LÉGER ÉS MTSAL., 1979; REGOST ÉS MTSAL., 2003; RENNIE ÉS MTSAL., 2005). Ha szervezetükben előállítani nem is képesek a tengeri halak a PUFA elemét, azokat raktározni hosszú ideig tudják. A tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax* L.) két hónapig is tárolhatja az EPA-t és a DHA-t, ha telített zsírsavakat tartalmazó takarmánnyal etetik (GY. PAPP ÉS MTSAL., 1994).

CSENGERI ÉS FARKAS (1993) esszenciális zsírsavmentes kísérleti takarmánykeverékekkel takarmányoztak pontyokat. Megfigyelték, hogy az n-3 és n-6 zsírsavak aránya csökkent, míg az olajsavé (C:18:1n-9) növekedett, amit a *de novo* zsírsavsintézis fokozódásával magyaráztak. A ponty számára esszenciális zsírsavként a linol- és linolénsavat tekintették.

ABI-AYAD ÉS MTSAL. (2004) kelést követően süllőlárvékat éhezettek (9 napig), illetve tápláltak (28 napig) követve a teljestest zsírsavösszetételében bekövetkező változásokat. A süllőlárva az éhezés ideje alatt a PUFA zsírsavakat is fokozatosan felhasználták energiaigényük kielégítésére, sőt a leginkább hasznosított zsírsav a DHA volt (teljes felhasználás 20%-a). A kelés után PUFA-ban rendkívül gazdag süllő (25%-a DHA a teljes zsírsavprofilnak) tehát nem óvja az n-3-as többszörösen telítetlen hosszúlán-cú zsírsavakat, ellentétben a tengeri fajokkal. A süllőlárva legjobban az arachidonsavat „védték”, ami az embriófejlődésben betöltött fontos szerepéből adódik (membránalkotó, hormonok prekurzora, stb.). Az éhezés során az n-3/n-6, illetve a DHA/EPA arány egyaránt nőtt. Az *Artemia* lárvával és száraz táppal etetett halak zsírjának mennyisége nőtt a kísérlet alatt. Az n-3/n-6 és a DHA/EPA arány az etetési ciklus végére csökkent, míg a linolénsav és az EPA részaránya a DHA-val szemben nőtt a testben.

GY. PAPP ÉS MTSAL. (1994) kimutatták, hogy a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) a tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax* L.) normális növekedéséhez és sejtfunkcióinak fenntartásához nélkülözhetetlenek. Hiányuk-

ban a halak étvágya, aktivitása csökkent, testszínük elsötétült, májuk kifehéredett és hosszú távon mindenképpen az állatok pusztulásával járt. A halak növekedése szignifikánsan gyengébb volt a PUFA-mentes, illetve csak linolénsavval kiegészített takarmánnyal táplált csoportoknál, és szignifikánsan magasabb a teljes értékű takarmánykeveréket fogyasztóknál. Kimutatható volt egyes alacsonyabb szénatomszámú zsírsavak lánchosszabbítása, illetve telítetlen zsírsavakká történő átalakulása (EPA és DHA nem jött létre).

CZESNY ÉS DABROWSKI (1998) kísérletükben egy tógazdasági és két vad walleye (*Stizostedion vitreum*) populáció ikráit hasonlították össze a teljes lipidtartalmat és a zsírsav-profilt vizsgálva. A tenyésztésből származó csoport ikráiban a lipid aránya szignifikánsan alacsonyabb volt (8,6%-a az élő testtömegnek), mint a két vad populáció ikráiban (13,3% és 10,9% a teljes testtömegre nézve). A granulált táppal etetett ikrások által produkált ivartermék szignifikánsan magasabb linolsav (C18:2n-6c), míg a vad walleye csoportokéi magasabb arachidonsav (C20:4n-6) szintet mutatott. Bár a vad walleye-k ikráiban magasabb EPA (C20:5n-3) szintet tapasztaltak, a DHA-t (C22:6n-3) hasonló szinten mutatták ki mind a három populáció ikráiban. Az ikrások zsírsavanyagcseréjének minősége befolyásolta a szaporulat életben maradásának esélyeit. SARGENT (1996) megállapította, hogy 2:1 DHA/EPA és 5:1 n-3/n-6 arány az ideális az atlanti lazac (*Salmo salar*) ikrájában lezajló biokémiai folyamatokhoz, az embriófejlődéshez. A DHA/EPA arány befolyásolja a külső tényezők iránti érzékenységet, feltételezhetően az érzékszervek működésén keresztül.

NETTLETON ÉS IL (2000) arra a következtetésre jutottak, hogy a tenyésztett és a vad halak a többszörösen telítetlen zsírsavak arányában és az n-3 zsírsav tartalomban fajonként eltérnek. Az n-3 zsírsavak aránya a tenyésztett halaknál volt magasabb, tehát nem igazolták azt a feltevést, hogy a vad halakban több az n-3-as zsírsav, mint a tenyésztett állatokban.

JANKOWSKA ÉS MTSAI. (2003) természetes (tóban) és intenzív körülmények között élő süllőket vizsgáltak. Az utóbbit vagy természetes táplálékkal (vörösszárnyú keszeg, sügér, koncér), vagy mesterséges táppal (pelletált pisztrángtáp) etették. A három csoport a filé zsírtartalmában különbözött, a legmagasabb zsírtartalmat (2,87%) a táppal etetett, a legalacsonyabbat (0,96%) a vad süllők mutatták. A három csoport filé zsírtartalma különbözött a teljes MUFA és PUFA tartalomban. A legalacsonyabb MUFA-tartalmat (21,4%) a vad süllők húsában figyelték meg, míg a legalacsonyabb PUFA-tartalmat (41,1%) a táppal etetett halak mutatták. Megállapították, hogy a süllők testében a rövid láncú C18:n-3-as zsírsavak hosszabbá és telítetlenebbé váltak.

GULER ÉS MTSAI. (2007) megfigyelték, hogy a fogassüllő filéjének zsírsavösszetétele az ívási időszakban, illetve évszakosan is szignifikáns mértékben változott (Beysehir-tó, Törökország). A telített zsírsavak (SFA) közül a palmitinsav (C16:0), a MUFA-ból az olajsav (C18:1n-9), míg PUFA-ból a DHA (C22:6n-3), a linolénsav (C18:3n-3), az EPA (C20:5n-3) és az arachidonsav (C20:4n-6) volt a legnagyobb arányban jelen (17,1-23,3%; 5,4-15,4%; 6,7-9,9%; 4,2-5,9% zsírsavanként). A teljes n-3 arány magasabb volt, mint az n-6 részaránya, kivéve nyáron, amikor az n-3/n-6 0,72 (tavasz: 1,49; ősz: 1,45; tél: 1,22) volt. UYSAL ÉS MTSAI. (2006) megfigyelték az Egirdir-tavon (Törökország), hogy a süllők májában a zsírtartalom és az n-3-as PUFA aránya is novemberben (intenzív táplálkozás vége, hőmérséklet drasztikus csökkenése) a legmagasabb, míg májusban (szaporodási időszak vége) a legalacsonyabb. Megállapították, hogy a gonádfejlődés időszaka és a hőmérséklet döntően befolyásolja a süllők májának zsírsavösszetételét. Az n-3-as PUFA nagy mennyiségű jelenléte az ivartermék képzéskor elengedhetetlen.



### 2.3.3. Különböző zsírtartalmú takarmánykeverékek etethetősége

BARROWS ÉS MTSAL. (1988) walleye-on (*Stizostedion vitreum*) végeztek etetési kísérleteket, különböző mennyiségű fehérjét és energiát tartalmazó takarmányokkal. Megfigyeléseik szerint a test zsír-, fehérje-, hamu- és víztartalmára a takarmány fehérjetartalma hatott. A takarmány energiataralmának növekedése a test zsírtartalmának növekedésével és a nedvességtartalom csökkenésével járt. A takarmány fehérjetartalmának növekedésével párhuzamosan csökkent a test zsírtartalma, míg a nedvességtartalom növekedett. A fogassüllő esetében a fehérje részarányának növekedése ugyancsak a szárazanyag és a zsír arányának csökkenését okozta a testösszetételben (SCHULTZ ÉS MTSAL., 2007).

A legtöbb süllővel kapcsolatos vizsgálatban pizstrángtápot alkalmaztak, aminek 20-30%-os zsírtartalma (ALSTED ÉS MTSAL., 1995) túlzottan magas a sügérféléknek (KESTEMONT ÉS MTSAL., 2001). Az optimális szint valószínűleg 10-12% körül található (ZAKES ÉS MTSAL., 2004), 53-58% fehérje-, és 20-21 MJ/kg energiataralom mellett (SCHULTZ ÉS MTSAL., 2007). NYINAWAMWIZA ÉS MTSAL. (2005) szerint a süllő számára minimálisan 43% nyersfehérje szükséges az optimális növekedéshez.

ZAKES ÉS MTSAL. (2004) kísérletükben a takarmányban növekvő zsírtartalom (6%, 10%, 14% zsír és 45% fehérje) hatását vizsgálták a nagyobb méretű (150-210 g) süllő növekedésének alakulására. Konklúzióként azt állapították meg, hogy a 6%, 10% és 14%-os zsírtartalmú tápok alkalmazása nem mutatott szignifikáns hatást a halak testtömegére. Ezzel szemben statisztikailag jelentős különbségeket figyeltek meg a napi tömeggyarapodásban, a növekedési sebességben és a halak kondíciófaktorában. A legmagasabb értékeket a 10%-os csoportnál mérték.

SCHULTZ ÉS MTSAI. (2007) táppal (17% és 22% zsír) és *Chironomus* lárvával táplált süllőket vizsgáltak. A mesterséges takarmányt fogyasztó két csoportnál a hepatoszomatikus index (HSI; máj tömege/teljes testtömeg) szignifikáns mértékben eltért a természetes táplálékot fogyasztó csoporttól, és 1,99%, illetve 2,05%-os értékeket mutatott. Ez az érték vad, illetve *Chironomus* lárvát fogyasztó halaknál 1,04-1,17%-os értékeket mutatott.

Megállapítást nyert, hogy az elfogyasztott táplálék zsírsavösszetétele befolyásolja a filé zsírsav-profilját. Érdekes tehát tisztában lenni az etetett zsírforrás összetételével, hiszen abból következtethetünk, az azt elfogyasztó hal zsírsavösszetételére is. A takarmányokban gyakrabban használt állati és növényi eredetű lipidek összetételét az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: Néhány zsírforrás zsírsavösszetétele (w%) (<sup>1</sup> több szerző nyomán ROBERTS ÉS MTSAI., 2004; <sup>2</sup> XU ÉS KESTEMONT, 2002)

Zsírforrás	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	>C20
Szójaolaj <sup>1</sup>	0-0,4	7-15,3	0-0,2	1,4-5,6	19-30	<b>44-62</b>	4-11	<2,0
Napraf.o. <sup>1</sup>	0-0,1	3-10	0-0,3	1-10	<b>14-65</b>	<b>20-79,6</b>	0-0,1	<3,0
Repceolaj <sup>1</sup>	<1,0	1,5-6,4	<3,0	0,5-3,1	<b>8-45</b>	11-29	5-16	<b>17-70</b>
Lenolaj <sup>1</sup>	–	6,5	–	5,0	21	13	<b>51</b>	<1,0
Halolaj <sup>2</sup>	6,3	14,4	8,1	2,5	<b>21,4</b>	4,4	1,5	<b>38</b>
Vaj <sup>1</sup>	10,1-11,4	<b>25-29,6</b>	2,6-3,0	10,7-12,1	<b>23,3-27,1</b>	2,4-2,6	1,4-2,1	–

(<sup>2</sup> Tőkehal máj olaj)

#### 2.3.4. A halolaj kiváltásának lehetősége a haltakarmányoknál, hatása a filé minőségére

Az utóbbi években számos tanulmány foglalkozott különböző halfajok zsírsav-profiljának vizsgálatával eltérő olajforrásokat tartalmazó haltá-

pok alkalmazásakor. Az atlanti lazacnál (*Salmo salar* L.) például gazdag az irodalom ezen a téren, napraforgóolajat (BRANDSEN ÉS MTSAI., 2003), repceolajat (RENNIE ÉS MTSAI., 2005), lenolajat (BELL ÉS MTSAI., 2004), illetve hal-, repce- vagy lenolajat (BELL ÉS MTSAI., 2003 a,b) tartalmazó táppokkal etetve is vizsgálták. A süllőnél a rendelkezésre álló irodalom néhány publikációra tehető. SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) hal-, len-, vagy szójaolajat, ZAKES ÉS MTSAI. (2004) repceolajat tartalmazó táppal etettek fogassüllőket.

RENNIE ÉS MTSAI. (2005) csak halolajat (fehérje 48%, zsír 27%), illetve halolajat és repceolajat fele-fele arányban tartalmazó takarmánykeverékekkel etettek atlanti lazac (*Salmo salar*) anyaállományt. A repceolajos kiegészítés a halak növekedésére, az ikra mennyiségére, méretére, továbbá a termékenyülésre, kelésre, a lárva életképességére nem gyakorolt negatív hatást. A zsírsav-profil azonban a kezelésnek köszönhetően változott, az ikrában és a lárvában egyaránt alacsonyabb DHA (22:6n-3) valamint EPA (20:5n-3) arányt és magasabb olajsav (18:1n-9), linolsav (18:2n-6) és linolénsav (18:3n-3) arányt állapítottak meg, ami igazodott a kezeléseket takarmányában megfigyelhető eltérésekhez. A vizsgált halaktól nyert ikra és a nem táplálkozó lárva zsírsavösszetétele szoros korrelációt mutattak. BELL ÉS MTSAI. (2003 a,b) repceolajos, illetve len-és repceolajos kiváltást (részben, illetve teljes mértékben) alkalmazott atlanti lazac takarmányozásánál. A halak növekedésére a növényi olajos takarmány szignifikáns hatást nem gyakorolt 100%-os koncentrációban sem. A filében a repce- és lenolaj hatására a DHA és az EPA részaránya csökkent és az n-3/n-6 arány is módosult.

ALVES MARTINS ÉS MTSAI. (2006) a takarmány halolajtartalmát (alap takarmány 16% zsírtartalom) szójaolajjal „hígították” (0%, 25%, 50%), majd szivárványos pisztránggal (*Oncorhynchus mykiss*) és tengeri sügérrel (*Dicentrarchus labrax*) etetve vizsgálták a takarmányok hatását. A különböző kezeléseknél nem volt szignifikáns hatásuk a két halfaj növekedésére,

takarmányértékesítésére, emésztési hatásfokára, illetve testösszetételére sem. Az említett halfajok esetében az 50%-os szójaolajos kiegészítés ajánlható.

REGOST ÉS MTSAI. (2003) turbotnál (*Psetta maxima*) végeztek etetési kísérleteket, melyben az alaptakarmányt (fehérje 57,5%, zsír 7%) kezelésként 9-9% hal-, szója-, illetve lenolajjal egészítették ki. A növényi olajos takarmányt fogyasztó csoportok a növekedésben kissé elmaradtak a halolajat fogyasztóktól, de a takarmány-, illetve fehérje értékesítésre, a teljestest összetételére nem volt hatással a takarmányban alkalmazott zsírforrás. A halak zsírsavösszetétele mind a májban, mind a filében a takarmány zsírforrásának specificitását mutatták a 13 hetes vizsgálati periódus végén. A szerzők úgy találták, hogy a turbot esetében a szója- és lenolaj-kiegészítéssel készített takarmányok fedezni tudták az állatok esszenciális zsírsavigényét.

SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) szója-, illetve lenolajjal, míg ZAKES ÉS MTSAI. (2006) repceolajjal kiegészített tápokkal neveltek süllőket (15 g, illetve 210 g indulótömeg). A 6%-os zsírtartalmú alaptakarmányt 6-6% len-, vagy szójaolajjal kiegészítve SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) nem tapasztaltak szignifikáns eltérést a termelési paraméterekben és a testösszetételben a kontrollként alkalmazott - 12% halolajos tápot fogyasztó - csoporthoz képest. Az S.G.R. értékek 1,37-1,45%/nap között alakultak a három olajfésleség etetésekor. A filé zsírsavösszetétele a fogyasztott lipidek hatására változott.

ZAKES ÉS MTSAI. (2006) 6%, 10%, 14% zsírtartalmú takarmányokat alkalmaztak, melyek sorrendben 1,5%, 5,7%, illetve 9,9% repceolajat tartalmaztak. A legjobb növekedési eredményeket a középső (10% zsírtartalom) csoportnál kapták, ahol az S.G.R. 0,34%/nap-os értéket mutatott. A kondíciófaktor mindhárom kezelésnél romlott a kísérlet végére, továbbá a szétnövés és a takarmányértékesítés (2,93-4,65 g/g) is kedvezőtlen értékeket mutatott. A halak teljestestének zsírtartalma a 10%-os kezelésnél volt a legmagasabb, 10,7%.

### 3. A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI

A disszertáció anyagát képező kutatómunka elvégzésével az alábbi célokat kívántam megvalósítani:

1. Megállapítani, hogy növényi vagy állati lipideket eltérő mennyiségben tartalmazó tápok etetése hogyan befolyásolja a süllő és a kősüllő termelési paramétereit, illetve a testösszetételét és a filéjének zsírsavösszetételét.
2. Vizsgálni, hogy a táplálék azonos zsírtartalma mellett különböző növényi olajokat tartalmazó takarmánykeverékek milyen hatást gyakorolnak a növekedésre, takarmányértékesítésre, testösszetételre és a filé zsírsav-profiljára a két vizsgált faj esetében.
3. Meghatározni a süllő és kősüllő növekedésének, takarmányértékesítésének és testösszetételének alakulását az optimális zsírmennyiséget tartalmazó táp eltérő mértékű etetése mellett.

## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

Jelen tanulmányban hat kísérlet kerül ismertetésre, 3-3 vizsgálatot állítottam be süllő és kősüllő fajon. A kísérletpárokat ugyanazon nevelő rendszerben, hasonló kísérleti beállítással, időben eltolva végeztem el. Az 1. és 2. kísérletben süllőt, illetve kősüllőt takarmányoztam állati és növényi eredetű (hal-, és lenolaj) zsírforrást tartalmazó takarmányokkal. A 3. és 4. vizsgálatban különböző növényi olajokat tartalmazó tápok (szója-, napraforgó-, és repceolaj) hatását értékeltem. Az 5. és 6. kísérletben különböző takarmányadagok hatását vizsgáltam a két faj termelési paramétereire, illetve testösszetételére. A kísérletek fontosabb adatait a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: A vizsgálatok összefoglaló adatai

Kísérlet	Vizsgált faj	Vizsgálat időtartama	Kezelés típusa	Kezelés-szám	Ismétlés-szám	Vizsgált paraméter
1.	süllő	6 hét	12 v.18% hal-v.lenolaj +kontroll	5	4	termelési paraméterek, testösszetétel, zsírsav-profil
2.	kősüllő	5 hét	12 v. 18% hal-v.lenolaj +Trouvit és kontroll	6	4	termelési paraméterek, testösszetétel, zsírsav-profil
3.	süllő	6 hét	különböző növényi olajok	3	4	termelési paraméterek, testösszetétel, zsírsav-profil
4.	kősüllő	6 hét	különböző növényi olajok	3	3	termelési paraméterek, testösszetétel, zsírsav-profil
5.	süllő	6 hét	eltérő napi adagok	3	4	termelési paraméterek, testösszetétel
6.	kősüllő	6 hét	eltérő napi adagok	3	4	termelési paraméterek, testösszetétel

#### 4.1. Kísérleti állományok származása és elhelyezése

A kísérleteket a Kaposvári Egyetem, Állattudományi Karának Hallaboratóriumában végeztem. A vizsgálatokban egynyaras (0+) süllőt, illetve kősüllőt alkalmaztam. A süllőállományokat a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karának keszthelyi hallaboratóriumából, illetve a Makkos és Társa Kft.-től (Fonyód) szállítottuk Kaposvárra. A vizsgálatokban felhasznált egynyaras kősüllőt a Balatonban, a Keszthelyi-öbölben húzóhálóval fogtuk több alkalommal. A halászatban a Balatoni Halászati Zrt.-től kősüllő fogására külön engedéllyel rendelkező szakember segédkezett. A Keszthelyről kapott egynyaras süllőket tápra már átszoktatták, míg a fonyódi előnevelt halakat, illetve a balatoni kősüllőket laboratóriumunkban szoktattam át mesterséges takarmányra.

A süllő, illetve kősüllő állományokat a szállításhoz műanyag zsákokban helyeztük el, melyekben a víz fölé tiszta oxigéngázt rétegeztünk. A beérkezett halakat 5 perces sós-fertőtlenítő fürdetést követően, a szállító- és a fogadóvíz hőmérsékletét fokozatosan kiegyenlítve helyeztem el. Az egynyaras süllőállományok azonnal a kísérlet helyéül szolgáló, recirkulációs rendszer akváriumaiban kaptak helyet, míg a kisebb süllő korosztályokat, illetve az egynyaras kősüllőt nagyobb, 400 literes akváriumokban szoktattam át a tápfogyasztásra. A tápra szoktatás művelete 10-15 napot vett igénybe, melynek során vágott *Tubifex* és pisztrángtáp (0,5-1 mm szemcseméret) keverékével takarmányoztam, az élőesség arányát napról-napra csökkentve.

A nagy stresszhatást jelentő szállítást követően az adott állományt korosztályától, méretétől függően 1-4 hónapig, a kísérlet megkezdéséig megfigyelés alatt tartottam. Ezen „adaptációs” időszak alatt a süllők, illetve kősüllők megszokták az új környezetet és az adott kísérletben alkalmazásra

kerülő takarmányfeleséget (növényi olajkiegészítést nem tartalmazó, alaptápokot). Továbbá az említett időszak végére elérték a halak azt a testtömeget, ami biztosította, hogy az elvégzendő vizsgálat befejezésekor a kémiai analízishez szükséges minimális mintamennyiség (kb. 20 g/egyed) rendelkezésemre áll majd. Természetesen ebbe az időintervallumba az előnevelt süllők és a balatoni kősüllők tápraszoktatásának ideje is beleértendő.

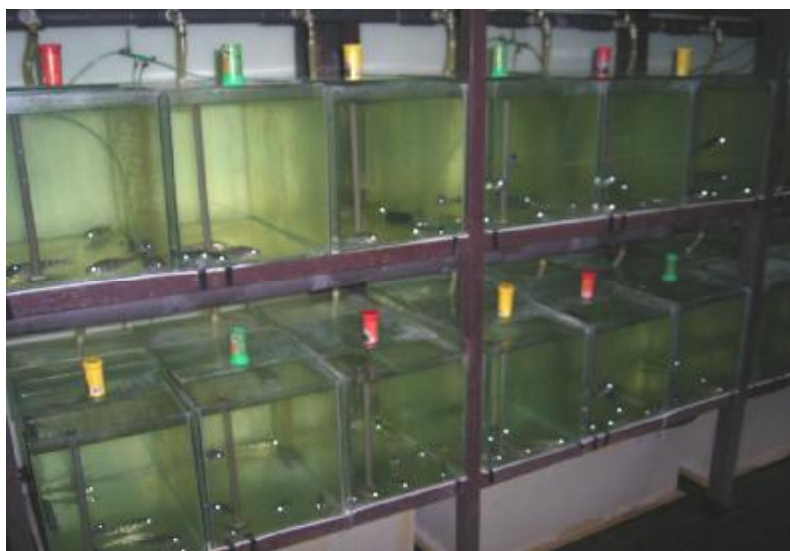
## **4.2. Tartási körülmények, környezeti tényezők**

### *4.2.1. A vizsgálatokban használt akváriumrendszer*

Kísérleteimet egy 2600 liter ösztérfogatú, recirkulációs rendszerben végeztem. A kísérleti blokk 30 darab 65 literes (33×30×60 cm) üvegmedencéből, valamint három egymással kapcsolódó, egyenként 200 literes tartályból, továbbá a rendszer elemeit összekötő műanyag csőből állt (3. kép). A tartályok közül kettőt mechanikai szűrés céljából felületnövelő anyaggal (apró kavics, szivacs) töltöttem fel, a harmadik, ülepítő tartályba szűrőanyag nem került. Ebből, a harmadik tartályból egy 600 watt teljesítményű keringető-szivattyú juttatta el a vizet UV-szűrővel ellátott, műanyag csővezetéken keresztül az akváriumokhoz. Az egyedileg szellőztetett üvegmedencék mindegyikében külön-külön csapról biztosítottam a folyamatos, 1,5-2 liter/perc sebességű vízfolyást. Az akváriumokból a felesleges vízmennyiség túlfolyón távozott a szűrőkádakba.

A kísérletek alatt minden akváriumból gumicsővel napi egy alkalommal eltávolítottam az el nem fogyasztott takarmányt, illetve az üledéket. Az eltávolított napi vízmennyiség a teljes víztérfogat mintegy 5%-át tette ki, melyet a tartályokba csapvízzel, a tisztítást követően visszapótoltam. A kísérletek között az egész rendszert, különös tekintettel a szűrőfelületre, kitisztítottam, fertőtlenítettem.





3. kép: A kísérletekben alkalmazott rendszerblokk (a színes dobozokban a különböző kezelések takarmányai voltak (azonos szín=azonos kezelés))

#### 4.2.2. Környezeti tényezők

A kísérletek ideje alatt a legjelentősebb vízminőségi paramétereket folyamatosan felvételeztem. A hőmérsékletet naponta egyszer, az esti órákban mértem laboratóriumi vízhőmérő segítségével ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ). A többi tényezőt, azaz a pH-t és a vezetőképességet (Watercheck pH és EC Meter, Hanna Instruments, Germany), oxigén-, (HI 93732 N Spectrophotometer, Hanna Instruments, Germany) ammónia-, nitrit-, nitrát-, illetve foszfát szintet (fotometriás módszer, Filter Photometer pF-10, Visicolor, Macheney-Nagel, Germany) heti egy alkalommal (0., 7., 14., 21., 28., 35., 42. napokon) határoztam meg. Az akváriumok be-és kifolyó vizéből egyaránt vettem mintát és ezek átlagértékeiből kaptam meg a vízkémiai paramétereket (3. táblázat).

A kísérletek alatt sem mesterséges megvilágítást, sem sötétítést nem alkalmaztam. Az akváriumrendszert közvetlen fénytől védett helyen állítottuk fel, ahol a fényerősség napközben 10-30 lux körül alakult.

3. táblázat: Víztisztítási paraméterek a kísérletekben (átlag±SD)

Kísérlet	Hőmérséklet (°C)	pH	Vezető- képesség (μS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)
1.	22,0±0,5	7,7-7,9	417±23	5,7± 0,6	0,23± 0,06	0,02± 0,01	5,9± 1,2	1,0± 0,10
2.	21,5±0,5	8,0-8,1	514±68	5,7± 0,5	0,31± 0,08	0,05± 0,03	6,5± 1,4	1,3± 0,72
3.	19,9±1,1	7,9-8,2	415±20	8,2± 1,0	0,21± 0,09	0,09± 0,02	6,4± 1,7	2,7± 0,75
4.	23,7±1,2	7,3-8,1	429±31	5,4± 0,9	0,19± 0,09	0,05± 0,02	5,2± 2,8	1,9± 0,40
5.	20,0±2,0	7,8-8,2	485±42	5,8± 0,3	0,22± 0,13	0,03± 0,01	6,2± 1,1	1,2± 0,48
6.	21,9±1,3	7,8-8,0	415±15	6,1± 0,7	0,19± 0,25	0,04± 0,02	2,3± 1,0	1,9± 0,79

### 4.3. Kísérleti beállítások

#### 4.3.1. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a fogassürlő növekedésére és testösszetételére

A 42 napig tartó kísérletben összesen 80 egynyaras (0+) süllőt telepítettem a 65 literes akváriumokra (4 hal/akvárium, 3,9 g/liter). A kísérlet indulásakor a testtömeg 63,8±15,6 g (átlag±SD, n=80), a standard testhossz 178,2±14,1 mm, a kondíciófaktor 1,13±0,26 volt. A kísérlet megkezdése előtt, illetve azt követően tömeg-, és hosszmerést végeztem minden egyedén.

A vizsgálat során egy 6% (a takarmány összetevőkből származó) zsírtartalmú takarmányban (F6%) halolajjal, illetve lenolajjal 12 (+6%), vagy 18%-ra (+12%) (F12%, F18%, illetve L12%, L18%) emeltem a zsír arányát. Mind a négy kísérleti tápot négy, véletlenszerűen kiválasztott akváriumban etettem, kontrollként az F6% alaptápot használtam (5 kezelés, 4 ismétlés). A pelletált takarmányt, melynek szemcsemérete 5 mm volt, napi két alkalommal (10 és 17 óra) az összes tömeg 2%-ának megfelelő mennyiségben (kb. 5,1-5,3 g/nap/akvárium) kínáltam fel. A vizsgálat során alkalmazott takarmányok összetételét az 5. táblázat mutatja.

A kísérlet végén, a mérést követően a kiugró egyedek kizárása után az 5 csoport mindegyikéből véletlenszerű kiválasztással nyert 3-3 halból mintát vettem kémiai analízishez, ahol a halak teljestestének kémiai összetétele, illetve a filé zsírsav-profilja került meghatározásra. Vizsgáltam a kezeléseket hatását a halak növekedésére, takarmányértékesítésére.

#### *4.3.2. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére*

A kísérletben, mely 35 napig tartott, összesen 96 egynyaras (0+) kősüllőt telepítettem (4 hal/ akvárium, 3,1 g/liter). A kísérlet indulásakor a testtömeg  $50,2 \pm 8,9$  g (átlag $\pm$ SD, n=96), míg a standard testhossz  $161,2 \pm 8,5$  mm volt. Az ivadékok átlagos kondíciófaktora  $1,15 \pm 0,08$  volt. A vizsgálat megkezdése előtt, illetve annak befejezésekor lemértem a kősüllők testtömegét és standard testhosszát.

A kísérlet során az előző vizsgálatban is alkalmazott, 6% zsírtartalmú takarmányban (F6%) halolajjal, illetve lenolajjal 12%-ra vagy 18%-ra (F12%, F18%, illetve L12%, L18%) emeltem a zsír százalékos arányát. Mind a négy kísérleti tápot négy, véletlenszerűen kiválasztott akváriumban ettettem. Kontrollként az F6% alaptápot, továbbá egy a süllős vizsgálatokban használt, de kősüllőnél még nem alkalmazott Trouvit (T) pisztrángtápot (24% zsírtartalom) is használtam (6 kezelés, 4 ismétlés). Az 1. kísérletből azért hagytam ki a Trouvit kezelést mivel fogassüllőnél megállapítást nyert, hogy a 24% zsírtartalom túl sok számára (KESTEMONT ÉS MTSAL., 2001), a halak filéje és mája elzsírosodik, ami élettani problémákat is előrevetíthet (SCHULTZ ÉS MTSAL., 2007). A pelletált takarmányt, melynek szemcsemérete 5 mm volt, napi két alkalommal (10 és 17 óra) az összes tömeg 2%-ának megfelelő mennyiségben ( $3,2-3,5$  g/akvárium) kínáltam fel. A kísérletben alkalmazott takarmányok összetételét az 5. táblázatban foglaltam össze. A

vizsgálat során elvégzett mérések és a kémiai analízis, valamint a kiértékelésre került paraméterek megegyeztek az 1. vizsgálatnál leírtakkal.

#### *4.3.3. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére*

A 6 hetes vizsgálatban 60 fogassüllőt helyeztem el az ismertetett akváriumrendszeren (5 hal/akvárium, 2,1 g/liter). A süllők induló, átlagos testtömege a kísérlet megkezdésekor  $27,9 \pm 8,0$  g (átlag $\pm$ SD; n=60), a standard testhossz pedig  $135,8 \pm 12,0$  mm volt. A halak kondíciófaktora a kísérlet kezdetén  $1,08 \pm 0,06$  volt. Mind a vizsgálat elején, mind pedig azt követően tömeg- és hosszmeréseket végeztem.

A kísérletben egy 6%-os (a takarmány-összetevőkből származó) zsírtartalmú alaptápot háromféle növényi olajjal - szója (SO), repce (RO), napraforgó (NO) - egészítettem ki (+5%). Ezáltal a tápok olajtartalma 11%-ra növekedett. A kísérletben szereplő tápok a zsírtartalomban nem, csak a zsírforrás típusában tértek el egymástól (3 kezelés, 4 ismétlés). A tápok összetételét a 6. táblázat szemlélteti. A süllőknek a 3 mm-es pelletált tápot napi egy alkalommal (délelőtt 10 óra) szemenként kínáltam fel. A takarmányt kézzel adagoltam, étvágy szerint. Ez körülbelül a teljes haltömeg 2%-ának megfelelő mennyiségű takarmánybevitelt jelentett.

A vizsgálat végeztével kezelésként meghatároztam a növekedési és takarmányhasznosítási mutatókat, valamint összehasonlítottam a különböző kezelések halainak testösszetételét (3-3 hal/kezelés, véletlenszerűen kiválasztva). A kísérlet megkezdése előtt az induló, addig alaptápot fogyasztó állományból 3 süllőt kiirtottam (0-kontroll), és a kísérlet végéig fagyasztva tároltam, majd kémiai analízisre küldtem a többi mintával.

#### 4.3.4. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére

A 42 napos kísérletben összesen 63 kősüllőt telepítettem az akváriumokba (7 hal/akvárium, 3,9 g/liter). A halak induló, átlagos testtömege a kísérlet megkezdésekor  $35,8 \pm 8,4$  g (átlag $\pm$ SD; n=63), a standard testhossz pedig  $139,2 \pm 9,3$  mm volt. A halak kondíciófaktora a kísérlet kezdetén  $1,30 \pm 0,08$  értéket mutatott. Mind a vizsgálat elején, mind azt követően a tömeg- és hossz mérés adatait felvételeztem.

A kísérletben egy 6%-os olajtartalmú alaptápot (komplett tengeri kelesztáp) háromféle növényi olajjal - szója (SO), repce (RO), napraforgó (NO) - további 6%-kal egészítettem ki. A vizsgálatban használt tápok tehát a zsírtartalomban nem (12%), csak a zsírforrás típusában tértek el egymástól (3 kezelés, 3 ismétlés). A takarmányból a kísérlet megkezdése előtt kémiai analízisre mintát küldtem. A tápok összetételét a 7. táblázat szemlélteti.

A kősüllőknek a 3 mm-es pelletált tápot napi egy alkalommal (dél előtt 10 óra), szemenként kínáltam fel. A takarmányt kézzel adagoltam *ad libitum*, ez körülbelül a teljes haltömeg 2%-ának megfelelő mennyiségű takarmánybevitelt jelentett. Az előző kísérletben elvégzett mérési és mintavételi protokollt alkalmaztam ebben a vizsgálatban is. A kísérlet megkezdése előtt 3 kősüllőt kiirtottam (0-kontroll), és a vizsgálat végéig mélyhűtve tároltam.

#### 4.3.5. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére

A kísérletben akváriumonként 5-5, összesen 60 (1,2 g/l), átlagosan  $15,5 \pm 4,7$  g (átlag $\pm$ SD, n=60) testtömegű és  $109,2 \pm 9,0$  mm standard testhosszúságú süllőt telepítettem, melyek kondíciófaktora  $1,18 \pm 0,29$  volt. A hala-

kat 3 mm-es, 45% fehérjét, valamint 11,5% nyerszsírt tartalmazó, kereskedelmi forgalomban kapható, pelletált haltáppal (8. táblázat), naponta egyszer etettem (délelőtt 10 óra).

A 6 hetes ciklus alatt a 8. táblázatban feltüntetett takarmányt három különböző napi mennyiségben, 0,9 g/nap (össztömeg 1,2%-a); 1,5 g/nap (össztömeg 2%-a) és *ad libitum* (kontroll) kínáltam fel akváriumonként. Az adagok nagyságát irodalmi adatok (ZAKES ÉS MTSAL., 2001, 2004), illetve saját korábbi eredményeim alapján jelöltem ki. A különböző adagokat 4-4 akváriumban etettem (3 kezelés, 4 ismétlés), a tápot kézzel, szemenként juttattam be a medencékbe. (Az „*ad libitum*” etetésnél egy ismert tömegű adagból kínáltam fel a takarmányt, majd a nap végén visszamértem a megmaradt tápot. Az étvágy szerint megfogalmazás jelen esetben nem pontos, inkább a napi egyszeri, maximálisan felvehető mennyiség a helyes. Az egyszerűsítés kedvéért a továbbiakban mégis az *ad libitum* kifejezést alkalmazom.) A kísérlet végén kezelésként három egyedet kémiai laboratóriumba küldtem a testösszetételük meghatározására. Kiszámítottam továbbá a különböző kezelésekre átlagos termelési paramétereit is.

#### 4.3.6. *Különböző takarmányadagok hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére*

A kísérletben akváriumonként 7-7, összesen 84, átlagosan  $18,1 \pm 4,4$  g (átlag  $\pm$  SD, n=84) testtömegű és  $109,8 \pm 8,0$  mm standard testhosszúságú kősüllőt telepítettem, melyek kondíciófaktora  $1,34 \pm 0,10$  volt. A halakat 3 mm-es 45% fehérjét, valamint 11,5% nyerszsírt tartalmazó, kereskedelmi forgalomban lévő, pelletált haltáppal (8. táblázat), naponta egy alkalommal etettem (délelőtt 10 óra).

A 6 hetes ciklus alatt a takarmányt kezelésként három különböző napi mennyiségben, 1,3 g/nap; 2,6 g/nap és 3,9 g/nap (össztömeg 1%-a, 2%-

a, illetve 3%-a), kínáltam fel akváriumonként. Minden adagot 4-4 akvárium-ban etettem, a tápot kézzel, szemenként juttattam be a medencékbe. A kísérlet végén kezelésként három egyedemet kémiai laboratóriumba küldtem a testösszetételük meghatározására. Vizsgáltam továbbá a különböző kezelések átlagos termelési paramétereit is.

#### 4.3.7. A kísérleti beállítások összefoglalása

4. táblázat: A kísérletek beállításainak összefoglalása (átlag $\pm$ SD)

Kísérlet	Vizsgált faj	n	Telepítési sűrűség (g/l)	Induló testtömeg (g)	CV (%)	Induló hossz (mm)	Kondíciófaktor
1.	süllő	80	3,9	63,8 $\pm$ 15,6	24,5	178,2 $\pm$ 14,1	1,13 $\pm$ 0,26
2.	kősüllő	96	3,1	50,2 $\pm$ 8,9	17,7	161,2 $\pm$ 8,5	1,15 $\pm$ 0,08
3.	süllő	60	2,1	27,9 $\pm$ 8,0	28,6	135,8 $\pm$ 12,0	1,08 $\pm$ 0,06
4.	kősüllő	63	3,9	35,8 $\pm$ 8,4	23,4	139,2 $\pm$ 9,3	1,30 $\pm$ 0,08
5.	süllő	60	1,2	15,5 $\pm$ 4,7	30,1	109,2 $\pm$ 9,0	1,18 $\pm$ 0,29
6.	kősüllő	84	2,0	18,1 $\pm$ 4,4	24,5	109,8 $\pm$ 8,0	1,34 $\pm$ 0,10

#### 4.4. Kísérleti takarmányok

Az 1., 2. és 3. kísérletekben alkalmazott pelletált takarmányokat a szarvasi HALTÁP Kft. készítette el számomra, az előre egyeztetett receptúra szerint. A 4. kísérletben etetett növényi olajakkal kiegészített takarmánykeverékeket kereskedelmi forgalomban kapható portakarmányból készítettem. A 6% zsírtartalmú komplett alaptápot szója-, repce-, vagy napraforgó olajokkal 12%-ra egészítettem ki. A bekevert masszából asztali takarmányprés segítségével, 3 mm-es matrica alkalmazásával készítettem el a kísérleti tápokot. Szárítás előtt körülbelül 1 cm-es darabokra aprítottam fel a matricán képződött, hosszú takarmányhengereket. A szárítás 80°C-on 24 órán keresztül történt, melynek eredményeként megfelelő méretű, süllyedő pelleteket kaptam. Az 5. és 6. kísérletben a Screttings norvég takarmánygyártó cég által forgalmazott 2,8 mm-es szemcseméretű, komplett tengeri haltápot (nevelő 3) etettem (8. táblázat).

A kísérletekben alkalmazott takarmányok összetételét és zsírsavprofilját az 5., 6., 7., 8. táblázatokban foglaltam össze. A takarmánykeverékek bruttó energia tartalma (GE) 18-21 MJ/kg körüli értéket mutatott.

A takarmányok kémiai analízisét az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végezték el számomra. A táblázatokban azokat a zsírsavakat tüntettem fel, melyek értéke vizsgálatonként legalább két takarmányban elérte a 0,01%-ot a teljes zsírsavmennyiség százalékában.



#### 4.4.1. Hal-, illetve lenolaj-kiegészítéssel vizsgálatok takarmányai

5. táblázat: az 1. és 2. kísérletben alkalmazott takarmányok kémiai- és zsírsavösszetétele

Táp	F6%	F12%	F18%	T*	L12%	L18%
Száranyag (%)	91,2	92,0	90,8	93,1	90,3	90,1
Nyersfehérje (%)	44,7	45,0	43,9	42,5	43,7	43,4
Nyerszsír (%)	6,2	11,7	17,4	24,2	12,7	17,8
Nyersrost (%)	1,1	1,2	1,3	0,7	1,1	1,3
Nyershamu (%)	11,0	11,0	14,3	8,4	10,1	9,7
<b>Zsírsav (%) (a teljes zsírsavmennyiség %-ában)</b>						
C10:0 (Kaprinsav)	0,00	0,04	0,04	0,10	0,00	0,00
C12:0 (Laurilsav)	0,06	0,13	0,11	0,12	0,05	0,04
C14:0 (Mirisztinsav)	3,32	6,23	5,81	6,66	2,43	2,04
C15:0 (Pentadekánsav)	0,33	0,48	0,49	0,55	0,30	0,24
C16:0 (Palmitinsav)	14,53	17,23	16,90	17,43	19,03	14,72
C16:1n-7 (Palmitoleinsav)	3,75	7,07	6,69	7,39	2,52	2,09
C17:0 (Heptadekánsav)	0,71	0,84	0,84	0,97	0,67	0,58
C18:0 (Sztearinsav)	3,41	3,20	3,25	2,15	8,54	6,46
C18:1n-9 (Olajsav)	15,78	10,61	10,15	10,08	35,26	25,91
C18:1n-7 (Vakcénsav)	2,27	2,88	2,78	2,20	2,74	2,17
C18:2n-6t (Linolelaidinsav)	0,54	1,52	1,41	0,85	0,15	0,16
C18:2n-6c (Linolsav)	25,97	8,01	8,26	3,49	11,59	11,87
C18:3n-6 (γ-Linolénsav)	0,10	0,20	0,19	0,15	0,00	0,00
C18:3n-3 (α-Linolénsav)	1,96	1,37	1,34	2,03	11,28	27,26
C20:0 (Arachinsav)	0,25	0,32	0,31	0,19	0,45	0,37
C20:1n-9 (Eikozénsav)	2,71	2,98	2,77	9,02	0,82	0,74
C20:2n-6 (Eikozadiénsav)	0,25	0,25	0,24	0,33	0,62	0,46
C20:3n-3 (Eikozatriénsav)	0,11	0,16	0,16	0,07	0,07	0,05
C20:4n-6 (Arachidonsav)	0,88	1,36	1,35	0,90	0,23	0,27
C20:4n-3 (Eikozatetraénsav)	0,85	1,28	1,20	1,01	0,09	0,11
C20:5n-3 (Eikozapentaénsav)	8,18	18,83	18,44	15,48	1,12	1,63
C22:1n-9 (Erukasav)	0,39	0,44	0,41	0,25	0,12	0,08
C22:5n-3 (Dokozapentaénsav)	1,40	2,07	2,00	1,00	0,16	0,22
C22:6n-3 (Dokozahexaénsav)	12,21	12,48	14,86	17,58	1,79	2,53
Σ SFA	22,60	28,53	27,81	28,21	31,51	24,53
Σ MUFA	24,91	24,01	22,84	28,92	41,50	31,01
Σ PUFA	52,50	47,51	49,53	42,92	27,10	44,64
Σ n-3	23,91	34,91	36,83	36,20	14,44	31,71
Σ n-6	27,71	11,33	11,54	5,74	12,63	12,83
n-3/n-6	0,86	3,09	3,20	6,35	1,14	2,48
Telítetlenségi index	213,0	238,7	249,3	240,6	118,7	163,9

Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma \text{ monoén} + 2 \times \Sigma \text{ dién} + 3 \times \Sigma \text{ trién} \dots$

F6%: alaptáp (6% zsír); F12%: +6% halolaj (12% zsír); F18%: +12% halolaj (18% zsír); L12%: +6% lenolaj (12% zsír); L18%: +12% lenolaj (18% zsír); T: Trouvit (24% zsír)

\*A Trouvit tápot csak a kőszüllőnél alkalmaztam

#### 4.4.2. Növényi olajkiegészítéssel vizsgálatok takarmányai

6. táblázat: A 3. kísérletben, süllővel etetett takarmányok kémiai- és zsírsav-összetétele

Táp	Alap	RO	NO	SO
Száranyag (%)	89,2	89,8	89,4	89,8
Nyersfehérje (%)	41,9	39,9	40,6	41,0
Nyerszsír (%)	5,9	10,2	10,7	10,8
Nyersrost (%)	2,0	2,0	2,1	1,8
Nyershamu (%)	9,3	9,0	9,0	8,9
<b>Zsírsav % (a teljes zsírsavmennyiség %-ában)</b>				
C12:0 (Laurilsav)	0,05	0,03	0,03	0,03
C14:0 (Mirisztinsav)	2,44	1,55	1,39	1,42
C15:0 (Pentadekánsav)	0,23	0,15	0,13	0,13
C16:0 (Palmitinsav)	16,66	11,29	11,13	13,08
C16:1n-7 (Palmitoleinsav)	3,74	2,32	2,08	2,15
C17:0 (Heptadekánsav)	0,32	0,22	0,19	0,22
C17:1n-7 (Heptadecénsav)	0,56	0,33	0,29	0,31
C18:0 (Sztearinsav)	5,04	3,38	4,37	4,68
C18:1n-9 (Olajsav)	15,66	33,39	17,81	19,51
C18:1n-7 (Vakcénsav)	2,46	2,94	1,48	1,96
C18:2n-6t (Linolelaidinsav)	0,11	0,07	0,08	0,06
C18:2n-6c (Linolsav)	22,22	20,05	42,75	35,20
C18:3n-6 ( $\gamma$ -Linolénsav)	0,10	0,06	0,06	0,06
C18:3n-3 ( $\alpha$ -Linolénsav)	2,22	4,74	1,36	4,70
C20:0 (Arachinsav)	0,26	0,44	0,28	0,39
C20:1n-9 (Eikozénsav)	2,07	2,26	1,12	1,20
C20:2n-6 (Eikozadiénsav)	0,33	0,24	0,17	0,20
C20:3n-3 (Eikozatriénsav)	0,13	0,09	0,07	0,07
C20:3n-6 (Eikozatriénsav)	0,17	0,11	0,09	0,10
C20:4n-6 (Arachidonsav)	0,92	0,57	0,50	0,49
C20:5n-3 (Eikozapentaénsav)	9,70	6,33	5,66	5,62
C22:1n-9 (Erukasav)	0,32	0,32	0,16	0,19
C22:5n-3 (Dokozapentaénsav)	1,37	0,85	0,79	0,76
C22:6n-3 (Dokozahexaénsav)	11,45	7,07	6,65	6,19
C24:0 (Lignocerinsav)	0,31	0,24	0,29	0,24
C24:1n-7 (Nervonsav)	0,83	0,59	0,50	0,58
$\Sigma$ SFA	25,62	17,56	18,36	20,64
$\Sigma$ MUFA	25,66	41,57	22,95	24,01
$\Sigma$ PUFA	48,61	40,18	58,18	53,45
$\Sigma$ n-3	24,87	19,08	14,53	17,34
$\Sigma$ n-6	24,06	21,01	43,65	36,11
n-3/n-6	1,03	0,91	0,33	0,48
Telítetlenségi index	206,5	177,9	187,8	180,7

Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma \text{ monoén} + 2 \times \Sigma \text{ dién} + 3 \times \Sigma \text{ trién} \dots$

Alap: 6% zsírtartalom; RO: +5% repceolaj (11% zsír); NO: +5% napraforgóolaj (11% zsír); SO: +5% szójaolaj (11% zsír).

7.táblázat: a 4. kísérletben, kősüllővel etetett takarmányok kémiai- és zsírsavösszetétele

Táp	Alap	RO	NO	SO
Szárazanyag (%)	89,2	91,3	90,8	91,4
Nyersfehérje (%)	53,4	53,3	53,4	53,6
Nyerszsír (%)	5,9	11,9	11,7	11,5
Nyersrost (%)	2,0	2,0	2,1	1,9
Nyershamu (%)	9,3	9,4	9,5	9,4
Zsírsv % (a teljes zsírsavmennyiség %-ában)				
C12:0 (Laurilsav)	0,05	0,06	0,05	0,06
C14:0 (Mirisztinsav)	2,44	3,22	3,30	3,32
C15:0 (Pentadekánsav)	0,23	0,35	0,35	0,35
C16:0 (Palmitinsav)	16,66	13,98	14,87	16,66
C16:1n-7 (Palmitoleinsav)	3,74	3,45	3,51	3,53
C17:0 (Heptadekánsav)	0,32	0,76	0,76	0,80
C17:1n7 (Heptadecénsav)	0,56	0,48	0,47	0,48
C18:0 (Sztearinsav)	5,04	3,24	3,88	3,86
C18:1n-9 (Olajsav)	15,66	32,30	15,52	16,02
C18:2n-6c (Linolsav)	22,22	14,99	33,29	27,84
C18:3n-6 ( $\gamma$ -Linolénsav)	0,10	0,08	0,08	0,09
C18:3n-3 ( $\alpha$ -Linolénsav)	2,22	3,46	1,03	3,15
C20:0 (Arachinsav)	0,26	0,40	0,23	0,28
C20:1n-9 (Eikozénsav)	2,07	2,37	1,93	1,99
C20:2n-6 (Eikozadiénsav)	0,33	0,19	0,16	0,18
C20:3n-3 (Eikozatriénsav)	0,13	0,07	0,07	0,06
C20:3n-6 (Eikozatriénsav)	0,17	0,08	0,08	0,08
C20:4n-6 (Arachidonsav)	0,92	0,66	0,65	0,68
C20:5n-3 (Eikozapentaénsav)	9,70	5,42	5,30	5,53
C22:1n-9 (Erukasav)	0,32	2,11	2,12	2,18
C22:5n-3 (Dokozapentaénsav)	1,37	1,16	1,13	1,17
C22:6n-3 (Dokozahexaénsav)	11,45	10,60	10,26	10,75
C24:0 (Lignocerinsav)	0,31	0,17	0,20	0,18
C24:1n-7 (Nervonsav)	0,83	0,34	0,69	0,70
$\Sigma$ SFA	25,62	22,18	23,64	25,51
$\Sigma$ MUFA	25,66	41,12	24,31	24,97
$\Sigma$ PUFA	48,61	36,71	52,05	49,53
$\Sigma$ n-3	24,87	20,71	17,79	20,66
$\Sigma$ n-6	24,06	16,00	34,26	28,87
n-3/n-6	1,03	1,29	0,52	0,72
Telítetlenségi index	206,5	181,7	215,3	191,9

Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma$  monoén +  $2 \times \Sigma$  dién +  $3 \times \Sigma$  trién...

Alap: 6% zsírtartalom; RO: +6% repceolaj (12% zsír); NO: +6% napraforgóolaj (12% zsír); SO: +6% szójaolaj (12% zsír).

#### 4.4.3. A napi adag meghatározását célzó vizsgálatok takarmánya

8. táblázat: az 5. és 6. kísérletben fogassüllővel és kősüllővel etetett takarmány kémiai összetétele és néhány fontosabb jellemzője

<b>Paraméterek</b>	<b>Értékek</b>
Száranyag (%)	90,3
Nyersfehérje (%)	47
Nyerszsír (%)	11,5
Nyersrost (%)	1,7
Nyershamu (%)	9,5
Emészthető energia (MJ/kg)	16

*Screttings nevelő 3-as komplett tengeri keszegtáp*

#### 4.5. Mérés, adatfelvétel és kiértékelés

##### 4.5.1. Mérések, származtatott mutatók kiszámítása

Minden kísérlet elején és végén megmértem a halak testtömegét és standard testhosszúságát. A tömegmérést vízzel teli tálban, altatás nélkül egy Sartorius© mérleg segítségével, 0,01 g pontossággal, míg a hosszmerést vízben centiméterrel, 1mm pontossággal végeztem.

Vizsgálataim megkezdésekor és befejezésekor meghatároztam a halak átlagos kondíciófaktorát, melyet az alábbi képlettel számítottam:

$$K=W \times L^{-3} \times 100, \text{ ahol}$$

W a testtömeget (g), L a testhosszt (cm) jelöli.

Az átlagos tömeggyarapodás (g/nap) és hossznövekedés (mm/nap) mellett a halak növekedési sebességét (S.G.R.) is kiszámoltam az alábbi egyenlet alkalmazásával:

$$S.G.R.=(\ln W_t - \ln W_i)/t \times 100 (\%/nap), \text{ ahol}$$

W<sub>t</sub> a befejező, W<sub>i</sub> az induló testtömeget (g), t az eltelt időt (nap) jelöli.

Meghatároztam továbbá mind a vizsgálat elején, mind a végén a halak egyedi testtömegének variációs koefficiensét (CV), ami a szétnövés mértékéről ad felvilágosítást:

$$CV(\%)=SD/W_i, \text{ vagy } W_t(g) \times 100, \text{ ahol}$$

SD az induló, vagy a záró átlagos egyedi tömeg szórása,  $W_i$  és  $W_t$  a gramm-ban kifejezett testtömeg átlagértékei a kísérlet elején, illetve végén.

Naponta mértem a beetetett takarmány mennyiségét (g), illetve meghatároztam a takarmány pazarlást (g) is. A beetetett takarmány mennyiségéből kivonva a pazarlást megkaptam a takarmányfogyasztást (F; g). Az etetést követően akváriumonként eltávolítottam, majd megszámloltam az aljzaton maradt tápszemeket, az átlagos szemtömeggel (0,04-0,09 g/szem, kísérletenként változó) beszorozva ezt a mennyiséget megkaptam a napi pazarlás értékét. A takarmányértékesítést (FCR; g/g) minden kísérletben az elfogyasztott összes takarmány (g) és a tömeggyarapodás (g) hányadosaként számoltam:

$$FCR=F/(W_t-W_i) (g/g), \text{ ahol}$$

F az elfogyasztott takarmány mennyisége gramm-ban kifejezve,  $W_t$  a befecjező, míg  $W_i$  az induló átlagtömeg (g).

#### 4.5.2. Mintavétel, kémiai analízis

A kísérletek végén kezelésenként 3-3 halat szegfűszeg-olajjal (*Syzygium aromaticum*) túlaltattam, majd kiirtottam (a MÁB hivatalos engedélyével). Az 1-4. kísérletekben halanként 4 gramm mintát vettem a jobb oldali filé *dorso-laterális* részéből, zsírsavanalízis céljára, míg a maradék testanyagot homogenizáltam. Az 5. és 6. kísérletben filémintát nem vettem, mert ott csak teljestest analízist végeztem.

A teljestest, illetve az etetett takarmányok összetételének kémiai vizsgálatát az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végez-

ték el. A szárazanyag tartalom meghatározása 50°C-on és 13,3 kPa vákuumon való szárítást követően történt. Szárító közegként vízmentes kalcium kloridot használtak. Tizenhat óra után a vákuumot 0,2 kPa-ra csökkentették, és a mintákat négyóránként megmérték, tömegállandóságig. A nitrogén tartalmat a mintákból Kjeldahl analízissel határozták meg az ISO 5983 (1997) alapján. A nyerszsírt a fagyasztva szárított minták petroléteres extrakciójával, majd az extraktum 103°C-on tömegállandóságig való szárításával az ISO 6492 (1985) alapján állapították meg. A hamutartalmat a szárított minták égetőkemencében 550°C történő elhamvasztásával az ISO 5984 (1978) alapján adták meg. A takarmányok esetében a nyersrost meghatározása a weende-i analízisben alkalmazott savas feltárással történt az ISO 6865 (2000) eljárás szerint.

A filé zsírtartalmát zsírsavprofil-elemzés céljából FOLCH ÉS MTSAL (1957) módszere szerint vontuk ki a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Állattermék Minősítő Laboratóriumában. A nyers mintákat először IKA analitikai malommal daráltuk, majd kvarchomok, valamint kloroform/metanol 2:1 arányú elegyének (kb. 40 ml) hozzáadásával homogenizáltuk. A komplex lipideket BF<sub>3</sub>-mal és metanollal transzmetiláltuk MSZ EN ISO 15304 (2002) eljárás alapján. A hexánban oldott mintákból 1 ml mennyiséget gázkromatográfiás zsírsavanalízisre küldtem.

A gázkromatográfiás vizsgálatot szintén az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben, egy SP-2380 (Supelco, USA) típusú (30 m x 0,25 mm ID, 0,20 µm film, (Cat. No.: 24110-U)) kapilláris oszloppal és egy (FID 2x10-11) lángionizációs detektorral felszerelt Shimadzu 2100 készülékkel végezték. A beállítások a következők voltak: injektor hőmérséklet 270°C, detektor hőmérséklet 300°C, hélium áram: 28 cm/sec. A fűtőtér hőmérséklet 80°C-ról 205°C-ra 2,5°C/perccel, 205-ről 250°C-ra 10°C/perccel változott, 205°C-on és 250°C-on 5-5 percet tartották. A zsírsavakat egy zsír-

sav standard (Mixture Me100 (Cat.No.: 90-1100, Larodan Fine Chemicals AB, Sweden)) alkalmazásával a retenciós idők alapján határozták meg. Összesen 30-32 (mintától függően) zsírsavat mutattak ki, melyek mennyiségét az összes zsírsav tömegszázalékában (w%) fejeztem ki. A zsírsavak arányának ismeretében meghatároztam kezelésként a telített (SFA), az egyszerűen telítetlen (MUFA), a többszörösen telítetlen (PUFA), az n-3-as, n-6-os és n-9-es zsírsavak részarányát. Megadtam az n-3/n-6 mutatót, kiszámítottam az átlagos lánc hossz értékét és a telítetlenségi indexet.

#### *4.5.3. Statisztikai feldolgozás*

A statisztikai kiértékelést SPSS for Windows 10.0 programcsomag (1999) segítségével végeztem el. A növekedés, a takarmányfogyasztás- és értékesítés, továbbá a test-, illetve zsírsavösszetétel esetében a kezelések hatását egytényezős varianciaanalízissel (one-way ANOVA) értékeltem. Az 1. és 2. kísérletben, ahol a süllőket, illetve a kősüllőket különböző zsírforrásokat más-más arányban tartalmazó tápokkal etettem, a kezelések hatását az említett paraméterekre többtényezős (GLM) varianciaanalízis segítségével is elemeztem. Ebben az esetben a takarmányban lévő zsírforrás típusának és mennyiségének, illetve a két tényező interakciójának befolyását vizsgáltam az általam felvételezett paraméterekre. Az egytényezős varianciaanalízis esetében a Tukey (kezelések között) és a Dunnett (2-sided) post hoc (0-kontroll és kezelések összehasonlítására) tesztek futtattam le, 0,05-os szignifikanciaszinten. Mivel egyedi jelölést nem alkalmaztam, ezért akváriumátlagokat vizsgáltam a növekedés, a takarmányértékesítés, a takarmányfogyasztás és a takarmánypazarlás esetében.

## 5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 5.1. Az állati, illetve növényi eredetű (hal-, vagy lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére

#### 5.1.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények

A kísérlet folyamán a süllők mind a hal-, mind a lenolajos takarmányokat fogyasztották. A vizsgálati ciklus alatt három egyed hullott el. Ebből két hal a kísérlet kezdetétől számított hetedik (F18% csoport), illetve tizedik (L18% csoport) napon pusztult el. Ezek a példányok valószínűleg a kísérlet előtti mérés közben sérülhettek, illetve az új takarmányféleséghez sem tudtak alkalmazkodni. Azokban az akváriumokban, melyekben elhullást tapasztaltam a kísérlet 3-3 süllővel folytatódott. A harmadik süllő (L18% csoport) pedig a kísérlet befejezése előtt egy héttel hullott el (kiugrott az akváriumból). Ennek az elpusztult egyednek a testtömegét és testhosszát felvételeztem (35. napon) és 42 napra korrigáltam azokat, tehát becsült értékekkel szerepelt a záró értékelés során.

A vizsgálat végén a befejező egyedi testtömeg átlagosan 69-73%-kal haladta meg a kísérlet megkezdése előtt mért átlagos testtömeget. A vizsgálat végén a kondíciófaktor a kiindulási értékekhez képest minden kezelés esetében kismértékben növekedett ( $P > 0,05$ ). A többtényezős varianciaanalízis (GLM, Multivariate) eredményei alapján megállapítottam, hogy sem a záró testtömegre, sem a záró testhosszra, sem a kondíciófaktorra nem gyakorolt hatást a takarmányban lévő zsírforrás típusa vagy a nyerszsírtartalom, illetve ezek interakciója sem (9. táblázat).



9. táblázat: A fogassüllő testtömegére, standard testhosszára, kondíciófaktorára vonatkozó adatok az 1. kísérlet elején, illetve végén

Paraméter	n	Kezelés					Zsír %	Zsírforrás	Interakció (Zsír% x Zsírforrás)
		F6%	F12%	F18%	L12%	L18%			
		átlag±SD					Szignifikancia (P)		
Induló testtömeg (g)	80	64,1±14,2 <sup>a</sup>	63,6±14,3 <sup>a</sup>	63,8±15,0 <sup>a</sup>	63,9±17,8 <sup>a</sup>	63,8±15,6 <sup>a</sup>	–	–	–
Záró testtömeg (g)	78	92,8±20,6 <sup>a</sup>	87,5±24,4 <sup>a</sup>	89,5±30,9 <sup>a</sup>	88,3±26,3 <sup>a</sup>	90,2±29,1 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Induló testhossz (mm)	80	178,9±12,8 <sup>a</sup>	180,2±12,1 <sup>a</sup>	178,5±13,2 <sup>a</sup>	177,8±16,4 <sup>a</sup>	175,6±16,7 <sup>a</sup>	–	–	–
Záró testhossz (mm)	78	198,9±14,3 <sup>a</sup>	195,1±15,9 <sup>a</sup>	192,7±17,1 <sup>a</sup>	194,6±18,4 <sup>a</sup>	192,3±19,2 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Induló kondíciófaktor (Ki)	80	1,17±0,49 <sup>a</sup>	1,09±0,24 <sup>a</sup>	1,16±0,40 <sup>a</sup>	1,14±0,31 <sup>a</sup>	1,20±0,42 <sup>a</sup>	–	–	–
Záró kondíciófaktor (Kz)	78	1,22±0,10 <sup>a</sup>	1,14±0,06 <sup>a</sup>	1,16±0,02 <sup>a</sup>	1,16±0,03 <sup>a</sup>	1,22±0,02 <sup>a</sup>	NS	NS	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a</sup>: nincs statisztikailag igazolható különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18%zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.

A 42 napos vizsgálati periódus alatt a legjobb növekedést (0,48±0,12 mm/nap) és tömeggyarapodást (0,69±0,20 g/nap) az F18% kezelésnél tapasztaltam. A többi kezeléshez viszonyítva az eltérés nem volt statisztikailag igazolható sem a növekedés (átlag: 0,33-0,41 mm/nap), sem a tömeggyarapodás (átlag: 0,57-0,66 g/nap) tekintetében (P>0,05).

Az S.G.R. mutató ugyancsak az F18% kezelésnél volt a legmagasabb, de a kezelések között nem találtam statisztikailag igazolható különbséget (átlag: 0,76-0,88%/nap). ZAKES ÉS MTSAL. (2006) 1,0%/nap körüli S.G.R. értékeket tapasztaltak 20 g-os süllők 18% zsírtartalmú táppal történő eteté-

sekor, ami lényegesen nem tér el az F18% ( $0,88\pm 0,19\%$ /nap), illetve L18% ( $0,84\pm 0,36\%$ /nap) kezeléseknél (18%-os zsírtartalom) kapott eredményeimtől. Ez azért is figyelemre méltó, mert az általam vizsgált halak indulótömege jóval nagyobb,  $63,8\pm 15,6$  g (átlag $\pm$ SD) volt.

A süllőre intenzív rendszerekben jellemző, más vizsgálatokban megfigyelt nagyarányú szétnövést (CV=28-45%) (SZKUDLAREK ÉS ZAKES, 2007; ZAKES ÉS MTSAL, 2006) kísérletemben szintén tapasztaltam. A kiinduláskor 24,5%-os átlagos CV érték (4. táblázat) a kísérlet végére a kontroll csoporton kívül ( $20,2\pm 10,3\%$ ) minden kezelésnél megnövekedett (átlag: 29,5-33,7%). Ez a jelenség, véleményem szerint, elsősorban a táp eltérő mértékű fogyasztásának köszönhető. Míg néhány egyed csak létfenntartó mennyiségben fogyasztotta a tápot, addig a halak többsége jelentős napi takarmánymennyiséget vett fel.

A takarmánypazarlás a vizsgálat alatt minden csoportnál számottevő volt (15-25%). A kezelések között szignifikáns különbséget nem tudtam kimutatni ( $P>0,05$ ). A legkedvezőbb takarmányfogyasztási ( $171,4\pm 20,8$  g/akvárium), illetve takarmány pazarlási ( $32,6\pm 18,7$  g/akvárium) eredményeket a kontroll (F6%) csoportnál kaptam. Azonban sem az elfogyasztott (átlag: 154,8-171,4 g/akvárium), sem az el nem fogyasztott (átlag: 32,6-56,3 g/akvárium) takarmány mennyiségét elemezve nem találtam statisztikailag igazolható különbségeket a kezelések között (10. táblázat).

A takarmányértékesítés tekintetében a vizsgálati csoportok között nem volt lényeges eltérés ( $P>0,05$ ), az átlagértékeket tekintve 1,52-1,68 g/g között változott (10. táblázat). Az általam tapasztalt értékek lényegesen kedvezőbbek SCHULTZ ÉS MTSAL (2005) takarmányértékesítésben tapasztalt eredményeiknél (3,27-3,52 g/g átlagosan), míg közel megegyeznek BÓDIS ÉS MAKKOSNÉ (2003) (1,7 g/g), illetve RÓNYAI ÉS GÁL (2003) (0,9-2,8 g/g) tanulmányaiban leírtakkal.

10. táblázat: A növekedési és takarmányhasznosítási paraméterek az 1. kísérletben (n=4)

Paraméter	Kezelés					Zsír %	Zsírforrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%			
	átlag±SD					Szignifikancia (P)		
Növekedés (mm/nap)	0,33±0,09 <sup>a</sup>	0,35±0,08 <sup>a</sup>	0,48±0,12 <sup>a</sup>	0,40±0,02 <sup>a</sup>	0,41±0,28 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Tömeggyarapodás (g/nap)	0,62±0,13 <sup>a</sup>	0,57±0,17 <sup>a</sup>	0,69±0,20 <sup>a</sup>	0,58±0,06 <sup>a</sup>	0,66±0,35 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
CV záró (%)	20,2±10,3 <sup>a</sup>	29,5±12,7 <sup>a</sup>	33,7±12,1 <sup>a</sup>	29,7±14,9 <sup>a</sup>	32,9±10,4 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
S.G.R. (%/nap)	0,82±0,15 <sup>a</sup>	0,76±0,19 <sup>a</sup>	0,88±0,19 <sup>a</sup>	0,77±0,06 <sup>a</sup>	0,84±0,36 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Takarmányfogyasztás (g/akvárium)	171,4±20,8 <sup>a</sup>	154,8±17,5 <sup>a</sup>	156,0±7,31 <sup>a</sup>	159,6±5,52 <sup>a</sup>	161,0±27,5 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Takarmány pazarlás (g/akvárium)	32,6±18,7 <sup>a</sup>	49,2±20,3 <sup>a</sup>	56,3±20,0 <sup>a</sup>	45,4±5,10 <sup>a</sup>	48,4±14,5 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Takarmányértékesítés (g/g)	1,54±0,23 <sup>a</sup>	1,68±0,31 <sup>a</sup>	1,52±0,36 <sup>a</sup>	1,64±0,12 <sup>a</sup>	1,58±0,28 <sup>a</sup>	NS	NS	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

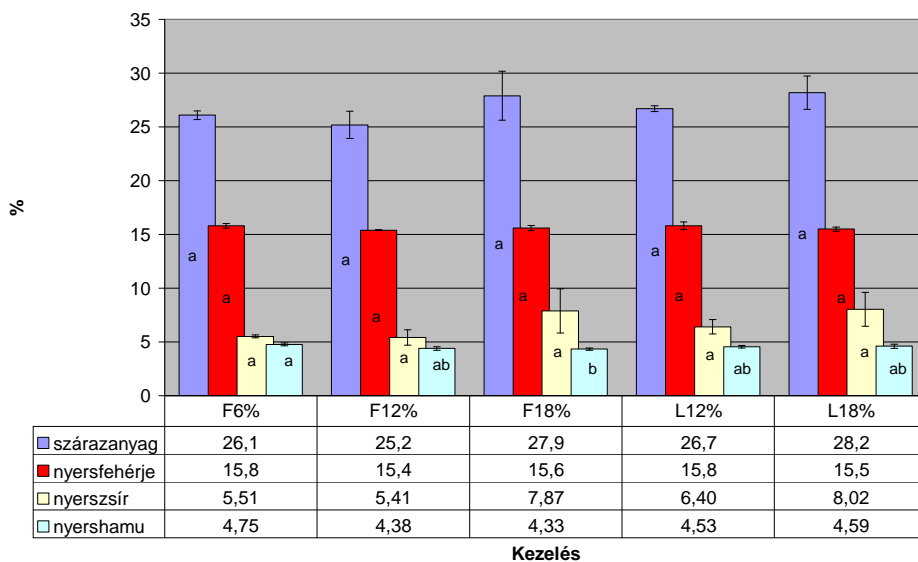
<sup>a</sup>: nincs statisztikailag igazolható különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír); L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.

### 5.1.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása az 1. kísérletben

A kezelések között a teljestest szárazanyag-, nyersfehérje-, és nyerszsírtartalmában nem volt számottevő különbség ( $P > 0,05$ ) (3. ábra). A nyerszsírtartalom tekintetében az F18% csoportnál  $7,87 \pm 2,06\%$ -os, az L18%-nál pedig  $8,02 \pm 1,58\%$ -os értékeket tapasztaltam. A többi kezelés esetében ez a paraméter átlagosan 5,41-6,40% között változott ( $P > 0,05$ ). Bár a különbség nem volt statisztikailag igazolható, megállapítható, hogy a 18%-os zsírtar-

talmú takarmány fogyasztása mellett a halak több zsírt deponáltak. Ugyanerre a megállapításra jutottak SCHULTZ ÉS MTSAI. (2006) is, akik 1,36 g indulótömegű süllőállományt 22% zsírtartalmú Trouvit táppal 9%-os, míg 15% zsírtartalmú táppal takarmányozva 6,25%-os zsírtartalmat mértek a teljestestben. A nyershamutartalmat vizsgálva az F6% (4,75±0,13%) és az F18% (4,33±0,10%) csoportok átlagai között statisztikailag igazolható ( $P<0,05$ ) eltérés mutatkozott (3. ábra).



3. ábra: A süllők testösszetételének alakulása kezeléisenként az 1. kísérletben (átlag±SD, n=3)

*a, b: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);*

*F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír); L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.*

A töbttényezős varianciaanalízis (GLM) segítségével megállapítottam, hogy a takarmányban lévő zsírmennyiség (zsír %) hatást gyakorolt a teljestestben akumulálódott nyerszsír arányára ( $P=0,035$ ), illetve a test szárazanyagtartalmára ( $P=0,047$ ). A nyershamu részarányára pedig a zsírforrásnak volt statisztikailag igazolható ( $P=0,05$ ) befolyása.

A fogassüllők filéjében előforduló zsírsavak közül a legnagyobb arányban jelenlévőket a 11. táblázatban foglaltam össze. (Az egytényezős varianciaanalízisben kezelésenként szignifikáns különbségeket mutató zsírsavak sorait a táblázatban félkövér betűtípussal jelöltem.)

A palmitinsav (C16:0), a heptadekánsav (C17:0), a vakcénsav (C18:1n-7) és a linolelaidinsav (C18:2n-6t) aránya az alaptakarmányt (F6%) és a halolajos kiegészítésű tápokot fogyasztó (F12%, F18%) süllők filéjében magasabb volt, mint a lenolajjal etetett csoportoknál (L12%, L18%) ( $P < 0,05$ ). Az olajsav (C18:1n-9) esetén az L12% ( $12,7 \pm 2,1\%$ ) és L18% ( $14,2 \pm 2,4\%$ ) csoportoknál magasabb értékeket kaptam, mint a „halolajos” filékben (átlag:  $8,48-9,97\%$ ) ( $P > 0,05$ ). Lenolajos takarmány etetésekor SCHULTZ ÉS MTSAL. (2005) szintén az olajsav magasabb arányát tapasztalták a süllőfilében, mint hal-, vagy szójaolaj alkalmazásakor.

A linolsavnak (C18:2n-6c) az L12% csoportoknál  $11,4 \pm 2,5\%$ , az L18% csoportoknál  $11,3 \pm 2,4\%$ , míg a többi kezelésnél átlagosan  $6,02-9,08\%$  volt a részaránya ( $P = 0,015$ ). Az  $\alpha$ -linolénsav (C18:3n-3) az L12% és az L18% csoportoknál 18-23-szor nagyobb arányban volt a filében, mint az F6%, F12%, F18% kezeléseknél ( $P < 0,001$ ). Hasonló eredményekről számoltak be a két esszenciális zsírsav alakulásáról SCHULTZ ÉS MTSAL. (2005) süllő, illetve MENOYO ÉS MTSAL. (2004) tengeri keszeg (*Sparus aurata*) lenolajos takarmánnyal történő nevelésekor. A két zsírsav jelentős hányadát adja a lenolaj zsírsavösszetételének (13%, illetve 51%) (ROBERTS ÉS MTSAL., 2004), míg a halolajban arányuk nem számottevő (4,4%, illetve 1,5%) (XU ÉS KESTEMONT, 2002). Ennek megfelelően a jelen kísérletben alkalmazott takarmányokban is jelentős eltérések mutatkoztak a két esszenciális zsírsav arányában (5. táblázat). A takarmány hatása a süllőfilé linol-, és linolénsav arányára  $P = 0,001$  szignifikancia szinten volt igazolható többtényezős varianciaanalízissel.

11. táblázat: A filé zsírsavösszetétele kezelésenként (átlag±SD, n=3)

Zsírsav % (A teljes zsírsav- mennyiség %-ában (w%))	Kezelés					Zsír %	Zsír- forrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%			
<b>C14:0</b> (Mirisztinsav)	1,40± 0,68	2,70± 0,68	2,21± 0,88	1,60± 0,34	1,82± 0,51	NS	NS	NS
<b>C15:0</b> (Pentadekánsav)	0,24± 0,05	0,31± 0,03	0,28± 0,04	0,22± 0,03	0,23± 0,03	NS	0,008	NS
<b>C16:0</b> (Palmitinsav)	<b>18,24± 0,73<sup>a</sup></b>	<b>17,82± 0,21<sup>a</sup></b>	<b>18,14± 0,40<sup>a</sup></b>	<b>14,62± 1,46<sup>b</sup></b>	<b>14,41± 1,15<sup>b</sup></b>	NS	<0,001	NS
<b>C16:1-n7</b> (Palmitoleinsav)	2,76± 1,21	4,47± 1,45	3,62± 1,21	2,81± 0,49	3,29± 1,00	NS	NS	NS
<b>C17:0</b> (Heptadekánsav)	<b>0,57± 0,05<sup>ab</sup></b>	<b>0,69± 0,05<sup>bc</sup></b>	<b>0,71± 0,03<sup>c</sup></b>	<b>0,47± 0,04<sup>a</sup></b>	<b>0,49± 0,06<sup>a</sup></b>	<b>0,009</b>	<0,001	NS
<b>C18:0</b> (Sztearinsav)	4,35± 0,73	3,80± 0,68	4,22± 0,34	3,86± 0,82	3,69± 0,80	NS	NS	NS
<b>C18:1-n9</b> (Olajsav)	9,91± 2,04	9,97± 2,73	8,48± 1,88	12,71± 2,05	14,21± 2,36	NS	0,008	NS
<b>C18:1-n7</b> (Vakécnsav)	<b>1,90± 0,32<sup>ab</sup></b>	<b>2,23± 0,16<sup>b</sup></b>	<b>2,20± 0,10<sup>ab</sup></b>	<b>1,71± 0,09<sup>a</sup></b>	<b>1,75± 0,20<sup>ab</sup></b>	NS	<b>0,001</b>	NS
<b>C18:2-n6 (t)</b> (Linolelaidinsav)	<b>0,13± 0,04<sup>ab</sup></b>	<b>0,33± 0,12<sup>b</sup></b>	<b>0,27± 0,14<sup>ab</sup></b>	<b>0,08± 0,04<sup>a</sup></b>	<b>0,09± 0,02<sup>a</sup></b>	NS	<b>0,002</b>	NS
<b>C18:2-n6 (c)</b> (Linolsav)	<b>9,08± 1,36<sup>ab</sup></b>	<b>6,80± 1,56<sup>ab</sup></b>	<b>6,02± 1,17<sup>a</sup></b>	<b>11,43± 2,49<sup>b</sup></b>	<b>11,34± 2,40<sup>b</sup></b>	NS	<b>0,001</b>	NS
<b>C18:3-n6</b> (γ-Linolénsv)	0,14± 0,01	0,14± 0,03	0,11± 0,03	0,13± 0,01	0,12± 0,03	NS	NS	NS
<b>C18:3-n3</b> (α-Linolénsv)	<b>0,75± 0,23<sup>a</sup></b>	<b>0,85± 0,26<sup>a</sup></b>	<b>0,66± 0,18<sup>a</sup></b>	<b>15,29± 5,36<sup>b</sup></b>	<b>15,35± 5,36<sup>b</sup></b>	NS	<0,001	NS
<b>C20:0</b> (Arachinsav)	0,13± 0,02	0,17± 0,02	0,16± 0,01	0,11± 0,05	0,07± 0,05	NS	0,011	NS
<b>C20:1-n9</b> (Eikozénsav)	1,38± 0,56	1,70± 0,36	1,44± 0,13	1,17± 0,10	1,44± 0,53	NS	NS	NS
<b>C20:2-n6</b> (Eikozadiénsav)	<b>0,29± 0,01<sup>a</sup></b>	<b>0,25± 0,01<sup>ab</sup></b>	<b>0,25± 0,02<sup>ab</sup></b>	<b>0,23± 0,02<sup>b</sup></b>	<b>0,23± 0,03<sup>b</sup></b>	<b>0,018</b>	NS	NS
<b>C20:3-n3</b> (Eikozatriénsav)	<b>0,28± 0,05<sup>a</sup></b>	<b>0,17± 0,02<sup>b</sup></b>	<b>0,16± 0,01<sup>b</sup></b>	<b>0,19± 0,04<sup>b</sup></b>	<b>0,18± 0,02<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>	NS	NS
<b>C20:4-n6</b> (Arachidonsav)	<b>1,93± 0,25<sup>ab</sup></b>	<b>1,98± 0,37<sup>ab</sup></b>	<b>2,25± 0,15<sup>b</sup></b>	<b>1,47± 0,27<sup>a</sup></b>	<b>1,43± 0,33<sup>a</sup></b>	NS	<b>0,002</b>	NS
<b>C20:4-n3</b> (Eikozatetraénsav)	0,51± 0,11	0,71± 0,10	0,62± 0,11	0,55± 0,04	0,61± 0,09	NS	NS	NS
<b>C20:5-n3</b> (Eikozapentaénsav)	<b>6,81± 0,39<sup>a</sup></b>	<b>11,47± 0,71<sup>b</sup></b>	<b>11,22± 1,24<sup>b</sup></b>	<b>5,17± 0,78<sup>a</sup></b>	<b>5,24± 0,98<sup>a</sup></b>	NS	<b>0,001</b>	NS
<b>C22:5-n3</b> (Dokozapentaénsav)	<b>1,61± 0,07<sup>ab</sup></b>	<b>2,01± 0,05<sup>b</sup></b>	<b>2,01± 0,02<sup>b</sup></b>	<b>1,25± 0,18<sup>a</sup></b>	<b>1,32± 0,28<sup>a</sup></b>	<b>0,012</b>	<b>0,001</b>	NS
<b>C22:6-n3</b> (Dokozahexaénsav)	37,48± 4,92	31,24± 5,35	34,82± 6,92	24,81± 7,09	22,52± 6,18	NS	0,025	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a, b</sup>: a különböző betűk szignifikáns eltérést mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.

A jelentősebb PUFA zsírsavak közül az arachidonsav (C20:4n-6), az EPA (C20:5n-3), a DPA (C22:5n-3) vizsgálata során találtam szignifikáns eltéréseket a kezelések között ( $P < 0,05$ ). Az arachidonsav esetén az F18% ( $2,25 \pm 0,15\%$ ) csoportok átlagértéke tért el jelentősen az L12% ( $1,47 \pm 0,27\%$ ), illetve az L18% ( $1,43 \pm 0,25\%$ ) csoportok eredményeitől ( $P = 0,022$ ). Az EPA az F12% és F18% (átlag: 11,5%; illetve 11,2%) csoportok filéjében nagyobb arányban volt jelen ( $P < 0,001$ ), mint az F6%, L12%, illetve L18% kezeléseknél (átlag: 5,17-6,89%). A DPA kapcsán az F12%, F18% és az L12%, L18% átlagértékei között a kezeléshatás szignifikáns eltérést okozott ( $P < 0,001$ ).

A legtöbb zsírsavra igaz volt – a GLM analízis alapján –, hogy a tápban alkalmazott zsírforrás szignifikáns mértékben befolyásolta filébeli alakulásukat (11. táblázat). Ez a megfigyelés megegyezik több szerző különböző halfajokon tapasztalt eredményeivel (JANKOWSKA ÉS MTSAL., 2003; REGOST ÉS MTSAL., 2003; RENNIE ÉS MTSAL., 2005).

Az élettani szempontból jelentős DHA (C22:6n-3) esetében megállapítható, hogy a fogyasztott zsírforrás egyértelműen befolyásolta filében való alakulását ( $P = 0,025$ ). A tápokban jelentkező markáns (5-8-szoros) különbség ellenére a halolajos, illetve lenolajos takarmányt fogyasztó csoportok között szignifikáns különbség nem mutatkozott ( $P > 0,05$ ). A takarmányban a DHA részaránya az „F” jelű kezeléseknél átlagosan 12,2-14,9%, míg az L12% és L18% kezeléseknél 1,79% és 2,53% volt (5. táblázat). JANKOWSKA ÉS MTSAL. (2003) munkájában olvasható, hogy fogassüllőket eltérő dokozahexaénsav-tartalmú táplálékkal etetve (élőhal és Trouvit táp) a filé DHA tartalmában nem találtak szignifikáns eltérést. Megállapították, hogy a süllő elongációval és deszaturációval a rövidebb láncú (C18) n-3-as zsírsavakból DHA-t szintetizált. Ezt a véleményt erősíti ABI-AYAD ÉS MTSAL. (2004) megfigyelése, miszerint süllőlárvákat éheztetve azok testükből ener-

giaigényük fedezésére leginkább a DHA-t hasznosították. Tehát, ha a süllő „védeni” nem képes zsírjában a DHA-t, akkor szintetizálnia kell azt hiány esetén. Kísérletemben a DHA szervezetben belüli szintézise nem bizonyítható, mivel egzakt biokémiai/életteni (izotópos módszerek) vizsgálatokat ezen a téren nem végeztem.

A DHA/EPA arányban számottevő különbséget tapasztaltam a kezeléseknél átlagaiban. A legszűkebb arányt az F12% (átlag: 2,71), míg a legtágabbat az F6% (átlag: 5,51) kezelés mutatta ( $P=0,003$ ). Az irodalmi adatok alapján halaknál (atlanti lazac és tengeri keszeg esetében) az ideális arány 2:1-4:1 körül található (SARGENT, 1996; BELL, 1998).

A telített zsírsavak (SFA) aránya a halolajos kezeléseknél szignifikánsan magasabb volt, mint az L12%, vagy L18% csoportoknál ( $P=0,001$ ). A MUFA és PUFA zsírsavak esetén az átlagértékek nem tértek el jelentős mértékben ( $P>0,05$ ). A telített/telítetlen zsírsavak arányában azonban szignifikáns eltéréseket tapasztaltam az „F” és „L” csoportok között ( $P<0,05$ ).

A süllőhúsról jellemző kiváló n-3/n-6 arány a lenolajtartalmú táp fogyasztása esetén nem romlott jelentős mértékben. Az L12% és L18% kezeléseknél az említett arány ugyanis 3:1-4:1 között alakult csakúgy, mint SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) kísérletében (3:1-4,5:1) hasonló takarmányok etetése mellett. Az átlagos lánchossz és a telítetlenségi index tekintetében a lenolajos kezeléseknél átlagértékei elmaradtak az „F” csoportokéitól ( $P>0,05$ ). Tehát a lenolajos takarmányt fogyasztó süllők filéjében a rövidebb szénláncú, kevésbé telítetlen zsírsavak aránya, kiemelten az  $\alpha$ -linolénsavé, magasabbnak bizonyult (12. táblázat).



12. táblázat: Származtatott zsírsavmutatók az 1. kísérletben (átlag±SD, n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom száza- lékában)	Kezelés					Zsír %	Zsír- forrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%			
Σ SFA	24,9± 0,69 <sup>a</sup>	25,5± 0,30 <sup>a</sup>	25,7± 1,06 <sup>a</sup>	20,9± 1,93 <sup>b</sup>	20,8± 1,70 <sup>b</sup>	NS	0,001	NS
Σ MUFA	16,0± 4,16 <sup>a</sup>	18,5± 4,63 <sup>a</sup>	15,8± 3,35 <sup>a</sup>	18,5± 2,44 <sup>a</sup>	20,8± 3,46 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ PUFA	59,0± 3,67 <sup>a</sup>	56,0± 4,39 <sup>a</sup>	58,4± 4,34 <sup>a</sup>	60,6± 0,69 <sup>a</sup>	58,5± 3,08 <sup>a</sup>	NS	0,023	NS
Σtelítetlen/ Σtelített	3,01± 0,11 <sup>a</sup>	2,92± 0,05 <sup>a</sup>	2,89± 0,16 <sup>a</sup>	3,81± 0,43 <sup>b</sup>	3,84± 0,39 <sup>b</sup>	NS	<0,001	NS
Σ n-3	47,5± 4,73 <sup>a</sup>	46,5± 5,68 <sup>a</sup>	49,5± 5,42 <sup>a</sup>	47,3± 2,76 <sup>a</sup>	45,2± 3,17 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ n-6	11,6± 1,08 <sup>a</sup>	9,51± 1,35 <sup>a</sup>	8,91± 1,18 <sup>a</sup>	13,3± 2,28 <sup>a</sup>	13,2± 2,13 <sup>a</sup>	NS	0,002	NS
Σ n-9	11,4± 2,64 <sup>a</sup>	11,8± 3,10 <sup>a</sup>	10,0± 2,04 <sup>a</sup>	13,9± 2,06 <sup>a</sup>	15,8± 2,51 <sup>a</sup>	NS	0,021	NS
n-3/n-6	4,15± 0,76 <sup>a</sup>	5,02± 1,40 <sup>a</sup>	5,67± 1,31 <sup>a</sup>	3,65± 0,91 <sup>a</sup>	3,49± 0,70 <sup>a</sup>	NS	0,015	NS
DHA/EPA	5,51± 0,79 <sup>c</sup>	2,71± 0,30 <sup>a</sup>	3,17± 0,91 <sup>ab</sup>	4,73± 0,64 <sup>bc</sup>	4,28± 0,63 <sup>abc</sup>	0,001	0,003	NS
Átlagos láncossz	19,3± 0,23 <sup>a</sup>	19,1± 0,28 <sup>a</sup>	19,3± 0,32 <sup>a</sup>	18,8± 0,31 <sup>a</sup>	18,7± 0,28 <sup>a</sup>	NS	0,027	NS
Telítetlenségi index	315,4± 23,1 <sup>a</sup>	302,4± 27,9 <sup>a</sup>	318,4± 29,2 <sup>a</sup>	277,9± 25,2 <sup>a</sup>	267,3± 23,2 <sup>a</sup>	NS	0,030	NS

Telítetlenségi index: 1 x Σ monoén+ 2 x Σ dién + 3 x Σ trién...

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a, b, c</sup>: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.

## 5.2. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére

### 5.2.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények

A vizsgálat során a kősüllők közül a lenolajjal kiegészített takarmányt csak néhány egyed fogyasztotta és ezek a halak is csak minimális (életfenntartó) mennyiséget vettek fel belőle. A lenolajos csoportok az említett okok miatt lesóványodtak és betegség jeleit mutatták a 33-34. napon. A

kísérletet ezért a tervezett 6 hét helyett az ötödik hét végén be kellett fejeznem, elsősorban az értékes állomány megmentése érdekében.

Az 5.1.1. pontban leírt, fogassüllőnél tapasztalt kedvező eredményeket tehát a kőszüllőnél nem tudtam igazolni az „L” csoportoknál. A kőszüllő a lenolajos takarmányt elutasította, ellentétben a halolajos tápokkal, melyeket szívesen fogyasztott. Megfigyeléseim szerint, a fogassüllőhöz képest az aljzatról nagyobb mértékben ette fel a kőszüllő a takarmányt, ezáltal a takarmányozás hatékonysága jobbnak bizonyult, a takarmány pazarlás kisebb volt. MOLNÁR (2002) szerint a fogassüllő egyedek csak körülbelül 10%-a szedi fel az aljzatról a takarmányt. Saját megfigyelésem alapján a süllőnél a haltápot az aljzatról is felszedő egyedek aránya valóban 10-20% lehet, míg kőszüllőnél ez az arány közel 100%.

A záró testtömeget vizsgálva megállapítható, hogy a kísérlet megkezdésekor egyöntetű állomány a különböző kezelések hatására eltérő mértékben gyarapodott. A különbség a végsúlyban a lenolajos takarmányt fogyasztó csoportok (L12% és L18%) és az F6%, F12% és T kezelések között szignifikáns volt ( $P < 0,001$ ). Érdekes eredmény, hogy az F18% kezelésnél a záró testtömeg szignifikáns mértékben elmaradt a többi halolajos táppal etett csoportok átlagaitól ( $P < 0,05$ ). Bár az F18% kezelésnél az induló testtömeg is elmaradt ( $49,8 \pm 10,7$  g) - nem szignifikáns mértékben - a halolajat fogyasztó többi csoport átlagértékeitől (50,1-50,9 g), ez nem ad magyarázatot az F18% kezelés befejező tömegének alakulására (13. táblázat).

Az eredményeket vizsgálva megállapítható, hogy a lenolajos takarmányt fogyasztó kőszüllők testtömege és standard testhossza jelentősen elmaradt a többi kezelés hasonló paramétereitől ( $P < 0,05$ ). A kondíciófaktorban tapasztalt eltérés a többi kezeléshez képest ( $Kz = 1,21-1,27$  átlagosan) szignifikáns volt ( $P < 0,001$ ). Fogassüllő esetén sem SCHULTZ ÉS MTSAL. (2005),

sem jómagam (5.1.1. alfejezet) nem tapasztaltam a lenolajos takarmányok etetésekor jelentős kondícióromlást a halolajos tápot evő halakhoz képest.

13. táblázat: A kősüllő testtömegére, standard testhosszára, kondíciófaktorára vonatkozó adatok a 2. kísérlet elején és végén (n=96)

Paraméter	Kezelés						Zsír %	Zsír-forrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%	T			
	átlag±SD						Szignifikancia (P)		
Induló testtömeg (g)	50,9±5,30 <sup>a</sup>	50,5±6,31 <sup>a</sup>	49,8±10,7 <sup>a</sup>	49,6±9,41 <sup>a</sup>	50,6±12,0 <sup>a</sup>	50,1±9,52 <sup>a</sup>	–	–	–
Záró testtömeg (g)	74,2±11,3 <sup>a</sup>	76,9±11,1 <sup>a</sup>	68,0±14,9 <sup>b</sup>	50,0±10,2 <sup>c</sup>	56,9±13,1 <sup>bc</sup>	78,3±11,8 <sup>a</sup>	NS	<0,001	0,011
Induló testhossz (mm)	163,1±6,60 <sup>a</sup>	163,8±7,20 <sup>a</sup>	159,9±10,9 <sup>a</sup>	162,2±10,3 <sup>a</sup>	164,0±12,7 <sup>a</sup>	164,1±11,3 <sup>a</sup>	–	–	–
Záró testhossz (mm)	182,4±9,00 <sup>a</sup>	182,5±8,90 <sup>a</sup>	174,6±13,1 <sup>ab</sup>	163,5±10,1 <sup>c</sup>	170,4±12,0 <sup>bc</sup>	182,9±8,12 <sup>a</sup>	NS	<0,001	0,005
Induló kondíciófaktor (Ki)	1,17±0,09 <sup>ab</sup>	1,14±0,04 <sup>ab</sup>	1,21±0,14 <sup>a</sup>	1,15±0,04 <sup>ab</sup>	1,13±0,04 <sup>ab</sup>	1,12±0,06 <sup>b</sup>	–	–	–
Záró kondíciófaktor (Kz)	1,21±0,08 <sup>ab</sup>	1,26±0,06 <sup>b</sup>	1,27±0,15 <sup>b</sup>	1,13±0,05 <sup>a</sup>	1,13±0,06 <sup>a</sup>	1,27±0,06 <sup>b</sup>	NS	<0,001	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a, b</sup>: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír); T: Trouvit pisztrángtápot (24% zsír) fogyasztó csoportok.

A növekedési és tömeggyarapodási paramétereket a 14. táblázatban foglaltam össze. Megállapítható, hogy az L12% és L18% csoportok növekedési eredményei szignifikáns mértékben (P<0,001) elmaradtak a halolajjal kiegészített, illetve a Trouvit tápot fogyasztó kezeléseknél tapasztaltaktól. A legjobb növekedési (0,54±0,12 mm/nap) és tömeggyarapodási (0,81±0,07 g/nap) értékeket a Trouvit pisztrángtápot fogyasztó kezelésnél tapasztaltam. A különbség az „F” csoportoktól nem volt szignifikáns (átlag: 0,42-0,53 mm/nap, illetve 0,52-0,75 g/nap). A kősüllők a lenolajos takarmányokat nem

preferálták, és sok esetben fogytak. Az egyik L12%-os kezelési egységben például negatív tömeggyarapodást (-0,06 g/nap) és növekedést (-0,01 mm/nap) tapasztaltam. Figyelemre méltó eredmény, hogy a hasonló méretű fogassüllőknél az 1. kísérletben az „F” kezeléseknél 0,57-0,69 g/nap, míg a kősüllőnél, jelen kísérletben 0,52-0,75 g/nap átlagos tömeggyarapodást tapasztaltam. Tehát halolajos tápot fogyasztó egynyaras kősüllő tömeggyarapodása - az általam beállított speciális körülmények között - nem maradt el a természetes környezetében jobb növekedési erélyű rokonától.

Az S.G.R. mutatót értékelve megállapítható, hogy az L12% és L18% kezelések átlagai ( $0,02 \pm 0,10\%$ /nap, illetve  $0,34 \pm 0,11\%$ /nap) szignifikáns mértékben ( $P < 0,001$ ) elmaradtak a másik négy kezelés eredményeitől (átlag:  $0,87-1,28\%$ /nap) (14. táblázat). A halolajos csoportok S.G.R. értékei nem maradtak el a fogassüllőnél az 5.1.1. alfejezetben általam tapasztalt (átlag:  $0,76-0,88\%$ /nap), illetve a szakirodalomban található (SCHULTZ ÉS MTSAL., 2005; ZAKES ÉS MTSAL., 2006) eredményektől.

A takarmányfogyasztás, illetve ezzel párhuzamosan a takarmányparálás paramétereit tekintve a leggyengébb kezelések átlagokat az L12% és L18% csoportoknál tapasztaltam. A többi kezeléstől az eltérés statisztikailag kimutatható mértékű volt ( $P < 0,001$ ). Ez a jelenség ugyancsak a lenolajos takarmányok elutasítására vezethető vissza.

A takarmányértékesítést vizsgálva kedvező értékeket kaptam az F6%, F12%, F18% és T kezelések esetében (átlag:  $0,90-1,99$  g/g), ellentétben a két lenolajos kezeléssel (L12%:  $16,0 \pm 10,6$  g/g, illetve L18%:  $3,12 \pm 0,92$  g/g). A halolajos takarmányokat fogyasztó kezeléseknél a kősüllő csoportok takarmányértékesítése lényegében megegyezett a fogassüllőnél tapasztalt értékekkel (átlag:  $1,52-1,68$  g/g), sőt az F12% és a T kezelés esetén ez lényegesen kedvezőbb ( $0,90$  és  $1,04$  g/g) értékeket mutatott.

14. táblázat: A növekedési és takarmányhasznosítási paraméterek a 2. kísérletben (n=4)

Paraméter	Kezelés						Zsír %	Zsírforrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%	T			
	átlag±SD						Szignifikancia (P)		
Növekedés (mm/nap)	0,49±0,13 <sup>b</sup>	0,53±0,05 <sup>b</sup>	0,42±0,16 <sup>b</sup>	0,04±0,03 <sup>a</sup>	0,18±0,05 <sup>a</sup>	0,54±0,12 <sup>b</sup>	NS	<0,001	0,037
Tömeggyarapodás (g/nap)	0,53±0,25 <sup>c</sup>	0,75±0,05 <sup>c</sup>	0,52±0,26 <sup>bc</sup>	0,04±0,02 <sup>a</sup>	0,18±0,06 <sup>ab</sup>	0,81±0,07 <sup>c</sup>	NS	<0,001	0,032
CV záró (%)	14,3±9,41 <sup>a</sup>	15,7±2,72 <sup>a</sup>	17,1±12,1 <sup>a</sup>	21,1±8,50 <sup>a</sup>	24,5±8,84 <sup>a</sup>	16,3±3,11 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
S.G.R. (%/nap)	0,87±0,37 <sup>a</sup>	1,20±0,06 <sup>a</sup>	0,87±0,41 <sup>a</sup>	0,02±0,10 <sup>b</sup>	0,34±0,11 <sup>b</sup>	1,28±0,10 <sup>a</sup>	NS	<0,001	NS
Takarmányfogyasztás (g/akvárium)	101,4±14,2 <sup>a</sup>	109,4±3,24 <sup>a</sup>	100,7±9,91 <sup>a</sup>	60,8±4,72 <sup>b</sup>	73,2±2,83 <sup>b</sup>	101,7±4,70 <sup>a</sup>	NS	<0,001	0,024
Takarmány-pazarlás (g/akvárium)	11,6±15,4 <sup>a</sup>	3,61±1,73 <sup>a</sup>	11,2±10,0 <sup>a</sup>	49,1±4,63 <sup>b</sup>	40,3±5,92 <sup>b</sup>	9,72±6,43 <sup>a</sup>	NS	<0,001	NS
Takarmányértékesítés (g/g)	1,67±0,90 <sup>a</sup>	1,04±0,07 <sup>a</sup>	1,99±1,64 <sup>a</sup>	16,0±10,6 <sup>b</sup>	3,12±0,92 <sup>a</sup>	0,90±0,05 <sup>a</sup>	0,023	0,001	0,002

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate eredményei az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a, b, c</sup>: a különböző betűk szignifikáns eltérést mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

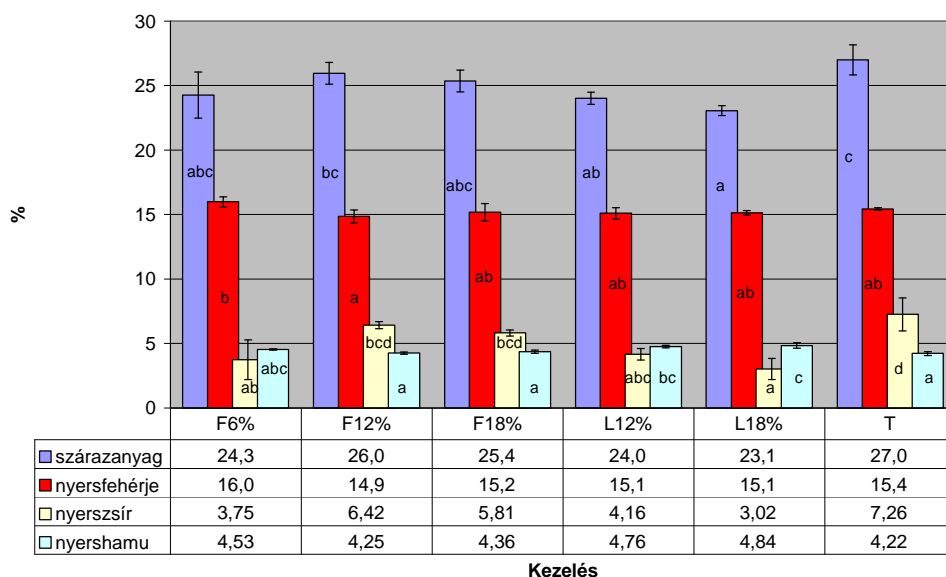
L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír) fogyasztó csoportok.

### 5.2.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 2. kísérletben

A teljестest összetételét tekintve megállapítható (4. ábra), hogy a legmagasabb szárazanyagtartalma a T kezelés halainak volt (27,0±1,16%). Az L18% kezelés kősüllőinek testanyagában csupán 23,1±0,39% volt a szárazanyag. Ez az alacsony érték valószínűleg a nem kielégítő táplálékbevitel eredménye. A nyersfehérjét tekintve az F6% (16,0±0,39%) és az F12% (14,9±0,4 %) kezelések között tapasztaltam szignifikáns eltérést (P<0,05). A nyerszsír részaránya a Trouvit pisztrángtápot (24% zsír) fogyasztó halak

testanyagában volt a legmagasabb ( $7,26 \pm 1,28\%$ ), míg az L18% ( $3,02 \pm 0,81\%$ ) és az F6% ( $3,75 \pm 1,74\%$ ) csoportok halainak zsírtartalma lényegesen alacsonyabb volt ( $P < 0,05$ ). Megállapítható, hogy a 24% zsírt tartalmazó takarmány a kősüllő testének zsírtartalmát jelentősen megemelte.

A töbttényezős varianciaanalízis (GLM) segítségével megállapítottam, hogy a takarmányban lévő zsírmennyiség (zsír %) hatást gyakorolt a teljestest szárazanyag, nyerszsír és nyersfehérje tartalmára ( $P < 0,001$ ). A zsírforrás típusának a szárazanyag, a nyerszsír, ( $P < 0,001$ ), illetve a nyershamu részarányára ( $P = 0,019$ ) volt statisztikailag igazolható befolyása. A zsír %  $\times$  zsírforrás interakció pedig a nyershamu alakulására hatott szignifikáns mértékben ( $P < 0,001$ ).



4. ábra: A kősüllők testösszetételének alakulása kezelésenként a 2. kísérletben (átlag $\pm$ SD, n=3)

a, b, c, d: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);  
 F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);  
 L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír); T: Trouvit pisztrángtápot (24% zsír) fogyasztó csoportok.

A kősüllő filék zsírsavösszetételét a 15. táblázatban mutatom be (a szignifikáns eltéréseket vastagon szedve jelölöm, One-Way ANOVA). A varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget a jelentősebb zsírsavak közül a palmitinsav (C16:0), az olajsav (C18:1n-9), illetve a DHA (C22:6n-3) arányában. A DHA részarányának kiegyenlítetttsége a kezelések között a takarmányok zsírsavösszetételével nem magyarázható. A lenolajos tápokban a DHA részaránya rendkívül alacsony, csupán 1,79 (L12%), illetve 2,53% (L18%), ezzel szemben a halolajos takarmányokban átlagosan 12,2-17,6% volt. Tehát hasonló megfigyelést tettem a filé dokozahexaénsav arányával kapcsolatban, mint a fogassüllőnél (5.1.1. alfejezet).

Az EPA (C20:5n-3) kapcsán az L12% és L18% csoportok átlagai ( $7,58 \pm 0,23\%$ , illetve  $7,30 \pm 0,70\%$ ) statisztikailag igazolható mértékben ( $P < 0,001$ ) eltértek az F6% kezelés kivételével ( $7,54 \pm 1,96\%$ ) a többi kezelés átlagértékeitől (11,1-11,9%). Az élettani szempontból jelentős EPA filébeli részarányát döntő mértékben befolyásolta a takarmány zsírtartalma és zsírsavösszetétele ( $P < 0,001$ ; GLM). A lenolajban az EPA részaránya (csakúgy, mint a DHA-é) rendkívül alacsony (5. táblázat). BELL ÉS MTSAI. (2004) atlanti lazacot (*Salmo salar*) len-, illetve halolajos takarmánnyal etetve az EPA hasonló alakulását tapasztalták a halhúsban.

Az olajsav (C18:1n-9) részarányát vizsgálva a filében nem tapasztaltam statisztikailag igazolható eltérést a csoportok között ( $P = 0,448$ ). Az L12% és L18% takarmányokban az említett zsírsav aránya mintegy háromszorosa a többi takarmányban található szintnek. A kismértékű takarmányfogyasztás hatására a filében ez a többlet nem jelentkezett, ellentétben a fogassüllőkkel (5.1.1. fejezet), melyek a lenolajos takarmányokat nem utasították el. A filé sztearinsav (C18:0) tartalma esetén, ami a zsírsavszintézisben az olajsav prekursorának tekinthető, viszont kimutatható takarmányhatás jelentkezett (zsír %:  $P = 0,015$ ; zsírforrás:  $P < 0,001$ ; GLM). A lenolajos cso-

portok zsírjában a sztearinsav aránya magasabb volt (átlag: 6,21-6,50%) a többi kezeléshez képest (átlag: 4,23-6,14%). Szignifikáns eltérést azonban csak az L12%, L18% csoportok és az F12%, F18%, T kezelések, valamint az F6% és T csoportok átlagértékei között találtam ( $P < 0,001$ ). Valószínű, hogy az olajsav az „éhező” kőszüllők filéjében nem tudott felhalmozódni, illetve a sztearinsavból sem alakult át a szervezetben számottevő mértékben (gyengülő  $\Delta 9$  deszaturáció).

A linol-(C18:2n-6c), illetve linolénsav (C18:3n-3) filében mért részarányát vizsgálva megállapítottam, hogy az L12% és az L18% csoportoknál magasabb volt, mint az F12%, F18% és T kezeléseknél. A legmagasabb arányban az F6% kezelésnél képviseltette magát a linolsav a filében ( $8,04 \pm 2,24\%$ ). Az F6% takarmányában 26,0%-ban az „F” jelzésű csoportokéiban 3,49-8,01%, míg a lenolajos kezeléseiben 11,6%, illetve 11,9%-ban szerepelt a linolsav (5. táblázat).

A lenolajban jelentős arányban jelenlévő linolénsav (C18:3n-3) az ezen olajjal kiegészített takarmányokat fogyasztó kőszüllők filéjében felszaporodott. Az alacsony takarmányfogyasztás ellenére is szignifikáns mértékben ( $P < 0,001$ ) magasabb arányban tartalmazta a kőszüllők filéje az L12% és L18% kezelésnél a linolénsavat ( $2,65 \pm 1,06\%$ , illetve  $4,92 \pm 1,75\%$ ), mint a többi vizsgálati csoportnál (átlag: 0,50-1,01%). A fontos hormon-prekursor, illetve membránalkotó arachidonsavnál (C20:4n-6) szignifikáns eltérést találtam a lenolajos kezelések és a T csoportok átlagértékei között ( $P = 0,044$ ).

A többszörös varianciaanalízis, a süllőhöz hasonlóan igazolta (5.1.1. alfejezet), hogy a takarmány zsírsavösszetétele szignifikáns mértékben hat a filé zsírsav-profiljára. Érdekes, hogy míg a süllőnél nem, addig a kőszüllőnél a takarmány nyerszsírtartalma is több zsírsav esetében jelentősen befolyásolta a filében a zsírsavak részarányát (15. táblázat).



15. táblázat: A kősüllőfilé zsírsavösszetétele kezelésenként a 2. kísérletben (n=3)

Zsírsav % (A teljes zsírsav- mennyiség %-ában (w%))	Kezelés (átlag±SD)						Zsír %	Zsír- forrás	Interakció (Zsír % x Zsírfor- rás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%	T			
<b>C14:0</b> (Mirisztinsav)	1,07± 0,12 <sup>a</sup>	2,04± 0,26 <sup>b</sup>	1,66± 0,15 <sup>b</sup>	0,93± 0,09 <sup>a</sup>	0,75± 0,14 <sup>a</sup>	2,07± 0,25 <sup>b</sup>	0,012	<0,001	NS
<b>C15:0</b> (Pentadekánsav)	0,20± 0,02 <sup>ab</sup>	0,27± 0,02 <sup>cd</sup>	0,24± 0,01 <sup>bc</sup>	0,19± 0,01 <sup>a</sup>	0,18± 0,02 <sup>a</sup>	0,31± 0,03 <sup>d</sup>	0,013	<0,001	NS
<b>C16:0</b> (Palmitinsav)	19,8± 0,89	19,8± 0,61	19,7± 0,37	19,1± 0,94	18,6± 0,70	19,4± 0,75	NS	NS	NS
<b>C16:1n-7</b> (Palmitoleinsav)	2,01± 0,39 <sup>ab</sup>	3,27± 0,61 <sup>c</sup>	2,88± 0,28 <sup>bc</sup>	1,94± 0,13 <sup>ab</sup>	1,34± 0,35 <sup>a</sup>	3,04± 0,50 <sup>bc</sup>	0,04	0,01	NS
<b>C17:0</b> (Heptadekánsav)	0,61± 0,07 <sup>a</sup>	0,75± 0,01 <sup>b</sup>	0,73± 0,03 <sup>b</sup>	0,58± 0,02 <sup>a</sup>	0,56± 0,02 <sup>a</sup>	0,95± 0,05 <sup>c</sup>	0,001	<0,001	NS
<b>C18:0</b> (Sztearinsav)	6,14± 0,55 <sup>b</sup>	4,80± 0,35 <sup>a</sup>	5,02± 0,12 <sup>a</sup>	6,21± 0,39 <sup>b</sup>	6,50± 0,20 <sup>b</sup>	4,23± 0,30 <sup>a</sup>	0,015	<0,001	NS
<b>C18:1n-9</b> (Olajsav)	11,4± 5,21	8,56± 1,32	8,17± 0,75	9,39± 1,03	8,42± 0,82	7,62± 0,44	NS	NS	NS
<b>C18:1n-7</b> (Vakécánsav)	1,56± 0,13 <sup>ab</sup>	1,74± 0,05 <sup>bc</sup>	1,86± 0,06 <sup>c</sup>	1,45± 0,17 <sup>a</sup>	1,36± 0,10 <sup>a</sup>	1,45± 0,07 <sup>a</sup>	NS	<0,001	NS
<b>C18:2n-6 (t)</b> (Linolelaidinsav)	0,14± 0,02 <sup>a</sup>	0,32± 0,05 <sup>c</sup>	0,26± 0,03 <sup>bc</sup>	0,11± 0,05 <sup>a</sup>	0,12± 0,02 <sup>a</sup>	0,18± 0,05 <sup>ab</sup>	0,001	<0,001	NS
<b>C18:2n-6 (c)</b> (Linolsav)	8,04± 2,23 <sup>b</sup>	5,30± 0,52 <sup>ab</sup>	5,44± 0,27 <sup>ab</sup>	7,57± 0,46 <sup>b</sup>	7,55± 0,73 <sup>b</sup>	3,24± 0,85 <sup>a</sup>	NS	0,023	NS
<b>C18:3n-6</b> (γ-Linolénsav)	0,13± 0,02	0,12± 0,02	0,12± 0,01	0,13± 0,01	0,11± 0,03	0,09± 0,02	NS	NS	NS
<b>C18:3n-3</b> (α-Linolénsav)	1,01± 0,91 <sup>a</sup>	0,55± 0,10 <sup>a</sup>	0,50± 0,04 <sup>a</sup>	2,65± 1,06 <sup>ab</sup>	4,92± 1,75 <sup>b</sup>	0,66± 0,10 <sup>a</sup>	NS	<0,001	0,034
<b>C20:0</b> (Arachinsav)	0,13± 0,02 <sup>ab</sup>	0,15± 0,004 <sup>b</sup>	0,13± 0,004 <sup>ab</sup>	0,11± 0,006 <sup>a</sup>	0,13± 0,01 <sup>ab</sup>	0,14± 0,02 <sup>ab</sup>	NS	0,017	0,003
<b>C20:1n-9</b> (Eikozénsav)	0,76± 0,04 <sup>ab</sup>	1,09± 0,10 <sup>c</sup>	0,90± 0,04 <sup>bc</sup>	0,69± 0,06 <sup>ab</sup>	0,53± 0,05 <sup>a</sup>	2,43± 0,23 <sup>d</sup>	NS	0,042	NS
<b>C20:2n-6</b> (Eikozadiénsav)	0,22± 0,03 <sup>ab</sup>	0,19± 0,01 <sup>ab</sup>	0,18± 0,003 <sup>a</sup>	0,21± 0,004 <sup>ab</sup>	0,22± 0,02 <sup>b</sup>	0,21± 0,01 <sup>ab</sup>	0,046	0,003	NS
<b>C20:3n-3</b> (Eikozatriénsav)	0,21± 0,03 <sup>b</sup>	0,17± 0,003 <sup>ab</sup>	0,19± 0,02 <sup>ab</sup>	0,24± 0,04 <sup>b</sup>	0,24± 0,07 <sup>b</sup>	0,11± 0,02 <sup>a</sup>	NS	0,015	NS
<b>C20:4n-6</b> (Arachidonsav)	2,17± 0,25 <sup>ab</sup>	2,34± 0,08 <sup>abc</sup>	2,39± 0,05 <sup>bc</sup>	2,42± 0,11 <sup>bc</sup>	2,61± 0,14 <sup>c</sup>	1,98± 0,03 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
<b>C20:4n-3</b> (Eikozatetraénsav)	0,38± 0,01 <sup>a</sup>	0,55± 0,05 <sup>b</sup>	0,49± 0,03 <sup>ab</sup>	0,41± 0,05 <sup>ab</sup>	0,45± 0,09 <sup>ab</sup>	0,46± 0,04 <sup>ab</sup>	0,03	0,032	NS
<b>C20:5n-3</b> (Eikozapentaénsav)	7,54± 1,96 <sup>a</sup>	11,9± 0,13 <sup>b</sup>	11,1± 0,41 <sup>b</sup>	7,6± 0,23 <sup>a</sup>	7,3± 0,70 <sup>a</sup>	11,5± 0,33 <sup>b</sup>	<0,001	<0,001	NS
<b>C22:5n-3</b> (Dokozapentaénsav)	1,35± 0,28 <sup>a</sup>	1,80± 0,03 <sup>c</sup>	1,76± 0,07 <sup>bc</sup>	1,28± 0,07 <sup>a</sup>	1,20± 0,07 <sup>a</sup>	1,42± 0,03 <sup>ab</sup>	<0,001	<0,001	NS
<b>C22:6-n3</b> (Dokozahexaénsav)	35,0± 4,95	34,2± 2,04	36,2± 1,63	36,8± 1,76	36,9± 1,47	38,3± 1,71	NS	NS	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate, az utolsó 3 oszlopban);

a, b, c, d: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír); T: Trouvit pisztrángtápot (24% zsír) fogyasztó csoportok.

A zsírsavakból számított mutatók a 16. táblázatban tekinthetők meg. A PUFA, illetve az n-3-as zsírsavak részaránya kezeléstől függetlenül magas volt a filében (átlag: 56,2-61,6%). Az átlagos lánchossz viszonylag magas értéke (19,2-19,4) arra utal, hogy a filében a hosszú láncú zsírsavak részaránya jelentős volt. A magas PUFA részarányt mesterséges takarmánnyal etetett fogassüllőknél is megfigyelték (JANKOWSKA ÉS MTSAL, 2003).

A 24%-os zsírtartalmú pizstrángtáp etetése mellett volt a legmagasabb az n-3-as, míg a legalacsonyabb az n-6-os zsírsavak részaránya a filé lipidfrakciójában. Az n-6 zsírsavak alakulásában a különbség a lenolajos és az F6% kezelésekhez képest szignifikánsnak bizonyult ( $P < 0,001$ ). Ebből következik, hogy a T csoport filéjében tapasztaltam a legmagasabb n-3/n-6 zsírsavarányt is ( $9,72 \pm 1,63$ ), mely érték az összes többi kezelés átlagértékétől szignifikáns mértékben eltért (átlag: 4,51-6,13) ( $P < 0,001$ ). A két „főesszenciális” zsírsav, a DHA és az EPA egymáshoz viszonyított aránya is a halak szempontjából ideális 3:1-4:1 érték (BELL, 1998) közelében alakult minden kezelés esetében. A lenolajos kezelések, illetve az F6% csoport eredményei szignifikáns mértékben felülmúlták az F12%, F18% és T kezeléseket átlagértékeiket ebben a mutatóban ( $P < 0,05$ ). Az eredmények tükrözik, hogy a kősüllő kémiai húsminősége a felkínált takarmányfélések etetése mellett kedvezően alakult.

16. táblázat: Származtatott zsírsavmutatók a 2. kísérletben (n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom százalékában)	Kezelés (átlag±SD)						Zsír %	Zsír- forrás	Interakció (Zsír % x Zsírforrás)
	F6%	F12%	F18%	L12%	L18%	T			
Σ SFA	28,0± 1,30 <sup>a</sup>	27,9± 0,67 <sup>a</sup>	27,5± 0,20 <sup>a</sup>	27,± 1,01 <sup>a</sup>	26,7± 0,79 <sup>a</sup>	27,1± 0,79 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ MUFA	15,8± 5,33 <sup>a</sup>	14,7± 2,03 <sup>a</sup>	13,9± 1,12 <sup>a</sup>	13,5± 1,23 <sup>a</sup>	11,7± 1,24 <sup>a</sup>	14,7± 0,94 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ PUFA	56,2± 6,53 <sup>a</sup>	57,4± 1,37 <sup>a</sup>	58,6± 0,93 <sup>a</sup>	59,4± 1,90 <sup>a</sup>	61,6± 1,27 <sup>a</sup>	58,2± 0,90 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ telítetlen/ Σ telített	2,57± 0,16 <sup>a</sup>	2,59± 0,85 <sup>a</sup>	2,64± 0,26 <sup>a</sup>	2,69± 0,14 <sup>a</sup>	2,75± 0,11 <sup>a</sup>	2,69± 0,11 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ n-3	45,5± 7,07 <sup>a</sup>	49,1± 1,87 <sup>a</sup>	50,2± 1,23 <sup>a</sup>	48,9± 1,97 <sup>a</sup>	51,0± 1,02 <sup>a</sup>	52,5± 1,34 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Σ n-6	10,5± 2,17 <sup>b</sup>	8,08± 0,50 <sup>ab</sup>	8,21± 0,31 <sup>ab</sup>	10,2± 0,38 <sup>b</sup>	10,4± 0,62 <sup>b</sup>	5,49± 0,86 <sup>a</sup>	NS	0,016	NS
Σ n-9	12,2± 5,18 <sup>a</sup>	9,73± 1,42 <sup>a</sup>	9,15± 0,79 <sup>a</sup>	10,1± 1,08 <sup>a</sup>	8,99± 0,87 <sup>a</sup>	10,3± 0,38 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
n-3/n-6	4,51± 1,48 <sup>a</sup>	6,10± 0,63 <sup>a</sup>	6,13± 0,39 <sup>a</sup>	4,79± 0,30 <sup>a</sup>	4,92± 0,31 <sup>a</sup>	9,72± 1,63 <sup>b</sup>	NS	NS	NS
DHA/EPA	4,73± 0,55 <sup>b</sup>	2,88± 0,18 <sup>a</sup>	3,27± 0,26 <sup>a</sup>	4,85± 0,12 <sup>b</sup>	5,08± 0,49 <sup>b</sup>	3,32± 0,22 <sup>a</sup>	<0,001	<0,001	NS
Átlagos lánc- hossz	19,2± 0,27 <sup>a</sup>	19,2± 0,09 <sup>a</sup>	19,3± 0,06 <sup>a</sup>	19,3± 0,08 <sup>a</sup>	19,3± 0,06 <sup>a</sup>	19,4± 0,08 <sup>a</sup>	NS	NS	NS
Telítetlenségi index	301,3± 33,9 <sup>a</sup>	313,8± 8,78 <sup>a</sup>	321,0± 6,12 <sup>a</sup>	314,6± 9,52 <sup>a</sup>	319,5± 4,84 <sup>a</sup>	328,8± 6,60 <sup>a</sup>	NS	NS	NS

Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma \text{ monoén} + 2 \times \Sigma \text{ dién} + 3 \times \Sigma \text{ trién} \dots$

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate, az utolsó 3 oszlopban);

<sup>a, b</sup>: a különböző betűk szignifikáns eltérést mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);

F6%: alaptápot (6% zsír); F12%: +6% halolajat (12% zsír); F18%: +12% halolajat (18% zsír);

L12%: +6% lenolajat (12% zsír); L18%: +12% lenolajat (18% zsír); T: Trouvit pisztrángtápot fogyasztó csoportok.

### 5.3. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére

#### 5.3.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények

A kísérlet 6 hete alatt elhullást nem tapasztaltam, mindhárom kezelésnél fogyasztották a tápot a süllők. Több kísérleti egységben is voltak azonban olyan egyedek, melyek egyáltalán nem ették a felkínált takarmányt. Történt ez annak ellenére, hogy a kísérlet megkezdéséig az alaptakarmányt minden egyed fogyasztotta. Az említett megfigyelésre vezethető vissza,

hogy az induló testtömeghez képest (átlag: 27,1-28,6 g) a befejező átlagos testtömeg (átlag: 29,2-31,7 g) csupán 13-14%-kal nőtt. Ez az érték rendkívül szerény, hiszen fogassüllővel (15 g-os indulótömegnél) végzett kísérletben közel 100%-os tömegnövekedést értek el, akár növényi olajat tartalmazó takarmány etetése mellett is (SCHULTZ ÉS MTSAI., 2005). A záró állomány testtömeg, és testhossz mutatóit a 17. táblázatban foglaltam össze.

17. táblázat: A fogassüllő testtömegére, standard testhosszára, kondíciófaktorára vonatkozó adatok a 3. kísérlet elején és végén (n=60)

Paraméter	Kezelés (átlag±SD)			Szignifikancia (P)
	RO	NO	SO	
Induló testtömeg (g)	28,6±7,11	27,1±9,60	28,1±9,62	-
Záró testtömeg (g)	30,5±6,70	29,2±10,73	31,7±13,72	NS
Induló testhossz (mm)	136,7±11,4	134,6±13,6	135,9±14,8	-
Záró testhossz (mm)	142,9±9,12	139,7±14,6	141,4±17,5	NS
Induló kondíciófaktor	1,10±0,04	1,07±0,07	1,08±0,07	-
Záró kondíciófaktor	1,06±0,006	1,11±0,06	1,09±0,02	NS

NS: nincs szignifikáns különbség a kezelésátlagokban (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);  
RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

Jelen kísérletben a növekedési és takarmányhasznosítási paraméte-  
rekben nem tapasztaltam szignifikáns különbséget az egyes csoportok között  
(18. táblázat). Szembetűnő eredmény, hogy a nagy szórás miatt, átlagosan  
közel azonos takarmányfogyasztás mellett (39,56-53,27 g/akvárium), keze-  
léstől függetlenül igen magas volt a takarmány pazarlás (52,24-63,25  
g/akvárium). A legalacsonyabb fogyasztási és a legmagasabb pazarlási érték  
a repceolajos takarmányt fogyasztó kezelésnél (RO) mutatkozott. A pazarlás  
a teljes beetetett takarmánymennyiség 2/3-a volt a RO, míg körülbelül fele a

NO és SO kezeléseknél. A szójas és a napraforgós csoportoknál az elfogyasztott és az aljzaton hagyott táp mennyisége tehát közelítőleg megegyezett, erre utal a takarmányfogyasztás/takarmány pazarlás mutató 1,0 körüli értéke is. Az említett fogyasztás/pazarlás arányban a RO csoportok a másik két kezelés átlagértékeitől szignifikáns mértékben ( $P=0,048$ ) elmaradt.

Az alacsonyabb takarmányfogyasztás kisebb tömeggyarapodást eredményezett a RO kezelésnél. A legmagasabb napi tömeggyarapodást a szójas kezelésnél tapasztaltam ( $0,48 \pm 0,27$  g/nap). SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) szójaolajos táppal takarmányozott 15 g-os süllőnél 0,34 g/nap-os gyarapodást figyelt meg. Az S.G.R. ( $0,12-0,31\%$ /nap) értékek is elmaradtak a tápetetésnél várható 1 %/nap körüli eredménytől (1. kísérlet). A szétnövés ( $CV=25,4-42,8\%$ ) tekintetében a korábban (5.1.1. alfejezetben) tapasztalt értékekhez hasonló eredményeket kaptam. A takarmányértékesítés szintén gyenge eredményeket mutatott (átlag: 3,36-8,20 g/g), elmaradva az első kísérlet (átlag: 1,54-1,68 g/g) értékeitől. Azonban SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) kísérletében szójaolajos takarmányt felkínálva 3,27 g/g takarmányértékesítést figyelt meg, hasonlóan a kísérletemben tapasztalt  $3,36 \pm 0,49$  g/g-os értékhez (SO kezelés).

A növekedési eredmények gyengébb értékeire magyarázatot ad, hogy több akváriumban volt legalább egy olyan süllő, amelyik nem fogyasztotta a felkínált takarmányt. Ezen egyedek adatai (tulajdonképpen fogytak) pedig jelentősen lerontották a tömeggyarapodási, növekedési és a takarmányértékesítési eredményeket. Mivel a fogassüllők közül többen szívesen fogyasztották a szója-, illetve napraforgó olajjal kiegészített takarmányt, véleményem szerint az állományok szelektálásával (a nem táplálkozó egyedek eltávolításával), esetleg kisebb részarányban üzemi méretek között alkalmazhatóak lehetnek ezek a növényi olajok. A repceolajos takarmányt (RO) egyáltalán nem preferálta a fogassüllő, csupán életfenntartó mennyiségben fo-

gyasztotta, tehát erre az olajfélésegre az előbbi megállapítás nem igaz. ZAKES ÉS MTSAI. (2004) ugyancsak repceolajos táp etetése mellett szintén kedvezőtlen eredményeket kaptak 210 g-os indulótömegű süllőknél (S.G.R.: 0,21-0,34%/nap; takarmányértékesítés: 2,93-4,65 g/g).

18. táblázat: Növekedési és takarmányhasznosítási eredmények a 3. kísérletben (n=4)

Paraméter	Kezelés (átlag±SD)			Szignifikancia (P)
	RO	NO	SO	
Növekedés (mm/nap)	0,62±0,22	0,67±0,11	0,77±0,30	NS
Tömeggyarapodás (g/nap)	0,18±0,18	0,36±0,07	0,48±0,27	NS
CV záró (%)	25,4±3,11	42,8±9,60	36,2±15,9	NS
S.G.R. (%/nap)	0,12±0,11	0,31±0,16	0,26±0,05	NS
Takarmányfogyasztás (g/akvárium)	39,6±11,3	50,4±4,60	53,3±9,90	NS
Takarmány pazarlás (g/akvárium)	63,3±4,37	52,2±9,11	53,3±8,61	NS
Tak.fogy./Tak.pazarlás	0,62±0,13 <sup>a</sup>	1,00±0,29 <sup>b</sup>	1,00±0,08 <sup>b</sup>	0,024
Takarmányértékesítés (g/g)	8,20±4,65	3,52±2,34	3,36±0,49	NS

NS: nincs szignifikáns különbség a kezelésközvetlenekben;

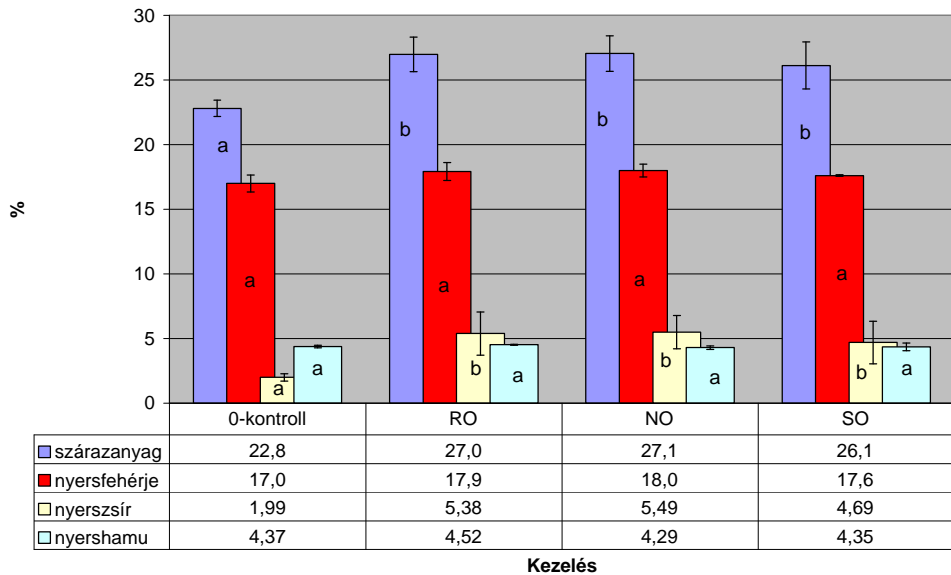
<sup>a, b</sup>: a különböző betűk szignifikáns eltérést mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);

RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok

### 5.3.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 3. kísérletben

A teljes test analízis eredményeit az 5. ábra szemlélteti. Látható, hogy az alapminták (0-kontroll) szárazanyagtartalma alacsonyabb a többi kezelésnél tapasztaltaknál (P=0,042). A kezelt csoportok között a szárazanyag-, nyersfehérje- és nyershamutartalomban nem volt szignifikáns eltérés.

A legalacsonyabb zsírtartalmat a kontroll csoportnál találtam (átlag: 1,99%), míg a legzsírosabbak a napraforgóolajos tápot fogyasztó halak voltak (átlag: 5,49%). Az olajkiegészítés nélküli tápot fogyasztó, kísérlet előtti állapotot tükröző halak zsírtartalma jelentős mértékben eltért a többi kezelés átlagaitól ( $P=0,041$ ). Napraforgóolajos takarmányok etetésekor BRANSDEN ÉS MTSAL. (2003) atlanti lazacnál (*Salmo salar*) a filé és a máj nagyobb mértékű elzsírosodását tapasztalták a halolajos kezeléshez viszonyítva.



5. ábra: A fogassüllök testösszetételének alakulása kezelésenként a 3. kísérletben (átlag $\pm$ SD, n=3)

a, b: a különböző betűk szignifikáns különbséget jeleznek (One-Way ANOVA, Tukey és Dunett 2-side post hoc teszt);

0-kontroll: a kísérlet előtti állapot; RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A filé zsírsav-profiljának alakulását a 19. táblázatban kezelésenként szemléltetem. A palmitinsav (C16:0) aránya a halhúsban csökkent, míg az olajsavé (C18:1n-9) növekedett a kísérlet alatt. Az említett zsírsavak tekintetében azonban csak a RO kezelés és a kontroll csoport között volt statisztikailag igazolható az eltérés ( $P=0,024$  és  $P=0,021$ ). A RO kezelés halainak zsír-

jában volt a legkevesebb palmitinsav (C16:0) valamint a legtöbb olajsav (C18:1n-9). Ez utóbbi zsírsav feldúsulása a filében a repcés takarmány magas olajsavtartalmával (33,4%) magyarázható.

A linolsav (C18:2n-6c) részaránya nőtt a süllők filéjében a vizsgálat idején. A legmagasabb értéket a szójaolajos tápot fogyasztó kezeléskor tapasztaltam. Az eltérés az alap csoporthoz képest ennél a kezeléskor szignifikáns volt ( $P=0,039$ ; Dunett 2-side post hoc teszt), míg a másik két kezelés átlaga sem az kontroll csoporttól, sem egymástól nem tér el statisztikailag igazolható mértékben ( $P>0,05$ ).

Az  $\alpha$ -linolénsav (C18:3n-3) részaránya szintén növekedett a halak filéjében. Ebben a tekintetben a repcés csoport adta a legmagasabb (átlag: 1,34%) és a napraforgós a legalacsonyabb (átlag: 0,78%) értéket. Ennél a zsírsavnál a kiinduló szinttől a RO és a SO csoport is szignifikáns különbségeket mutatott ( $P=0,018$ ), egymástól az említett kezelések nem tértek el. Az arachidonsav (C20:4n-6) aránya viszont csökkent a halhúsban mindhárom kezelés esetében. Az eltérés az alap szinthez képest minden kísérleti csoportnál szignifikáns mértékű volt ( $P=0,005$ ).

A dokozapentaénsav (C22:5n-3) aránya a RO és a NO kezeléseknél számottevő mértékben változott a kísérlet ideje alatt a kontroll csoportok filéjéhez képest ( $P<0,05$ ). A SO kezelés átlagát tekintve azonban nem volt szignifikáns differencia a kiinduló állományhoz viszonyítva ( $P>0,05$ ). Érdekes eredmény, hogy sem az EPA (C20:5n-3), sem a DHA (C22:6n-3) esetében nem volt szignifikáns a különbség a minták között. A két zsírsav aránya az alaptápot fogyasztó süllők filéjében egyértelműen magasabb volt, tehát a vizsgálat alatt hányaduk csökkent a halhúsban. A megfigyelésem megegyezett SCHULTZ ÉS MTSAL. (2005) által növényi olajjal etetett süllőnél tapasztaltakkal.



19. táblázat: A filé zsírsavösszetétele kezelésenként a 3. kísérletben (n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom százalékában)	Kezelés (átlag±SD)				
	0-kontroll	RO	NO	SO	P érték
<b>C14:0</b> (Mirisztinsav)	1,31±0,46	2,90±0,51	2,35±1,27	2,42±1,23	NS
<b>C15:0</b> (Pentadekánsav)	0,24±0,03	0,29±0,03	0,27±0,07	0,26±0,07	NS
<b>C16:0</b> (Palmitinsav)	<b>18,38±0,71<sup>a</sup></b>	<b>15,92±0,32<sup>b</sup></b>	<b>16,70±1,10<sup>ab</sup></b>	<b>16,83±1,23<sup>ab</sup></b>	<b>0,05</b>
<b>C16:1n-7</b> (Palmitoleinsav)	2,56±0,81	5,15±0,97	4,22±2,23	4,22±2,14	NS
<b>C17:0</b> (Heptadekánsav)	0,40±0,05	0,38±0,03	0,36±0,06	0,36±0,06	NS
<b>C17:1n-7c</b> (Heptadecénsav)	0,33±0,10	0,52±0,10	0,40±0,22	0,46±0,26	NS
<b>C18:0</b> (Sztearinsav)	4,90±0,34	3,29±0,71	4,00±1,26	4,09±1,38	NS
<b>C18:1n-9</b> (Olajsav)	<b>9,25±2,12<sup>a</sup></b>	<b>17,03±3,41<sup>b</sup></b>	<b>12,31±2,41<sup>ab</sup></b>	<b>12,67±2,92<sup>ab</sup></b>	<b>0,05</b>
<b>C18:1n-7</b> (Vakcénsav)	2,37±0,09	2,64±0,06	2,32±0,39	2,42±0,25	NS
<b>C18:2n-6 (t)</b> (Linolelaidinsav)	0,12±0,07	0,41±0,09	0,31±0,17	0,35±0,20	NS
<b>C18:2n-6 (c)</b> (Linolsav)	<b>7,25±2,18<sup>a</sup></b>	<b>10,71±1,71<sup>ab</sup></b>	<b>11,84±3,21<sup>ab</sup></b>	<b>13,10±2,02<sup>b</sup></b>	<b>0,072</b>
<b>C18:3n-6</b> (γ-Linolénsav)	0,14±0,03	0,17±0,03	0,22±0,04	0,20±0,03	NS
<b>C18:3n-3</b> (α-Linolénsav)	<b>0,42±0,14<sup>a</sup></b>	<b>1,34±0,35<sup>b</sup></b>	<b>0,78±0,37<sup>ab</sup></b>	<b>1,16±0,23<sup>b</sup></b>	<b>0,018</b>
<b>C20:0</b> (Arachinsav)	0,27±0,01	0,29±0,03	0,27±0,08	0,25±0,03	NS
<b>C20:1n-9</b> (Eikozénsav)	1,31±0,46	2,32±0,36	1,87±0,64	1,62±0,49	NS
<b>C20:2n-6</b> (Eikozadiénsav)	0,25±0,02	0,32±0,06	0,29±0,07	0,24±0,07	NS
<b>C20:3n-3</b> (Eikozatriénsav)	0,16±0,01	0,16±0,01	0,20±0,11	0,16±0,02	NS
<b>C20:4n-6</b> (Arachidonsav)	<b>1,95±0,13<sup>a</sup></b>	<b>1,13±0,20<sup>b</sup></b>	<b>1,37±0,12<sup>b</sup></b>	<b>1,27±0,30<sup>b</sup></b>	<b>0,005</b>
<b>C20:5n-3</b> (Eikozapentaénsav)	9,38±0,54	8,13±0,36	8,08±1,44	8,04±0,64	NS
<b>C22:5n-3</b> (Dokozapentaénsav)	<b>2,70±0,05<sup>a</sup></b>	<b>2,31±0,13<sup>b</sup></b>	<b>2,40±0,01<sup>b</sup></b>	<b>2,48±0,18<sup>ab</sup></b>	<b>0,014</b>
<b>C22:6n-3</b> (Dokozahexaénsav)	35,93±5,11	23,90±6,13	28,94±3,74	26,90±6,25	NS
<b>C24:1n-9c</b> (Nervonsav)	<b>0,20±0,02<sup>a</sup></b>	<b>0,42±0,07<sup>b</sup></b>	<b>0,27±0,08<sup>ab</sup></b>	<b>0,28±0,07<sup>ab</sup></b>	<b>0,017</b>

NS: nincs szignifikáns különbség; <sup>a, b</sup>: a különböző beütök statisztikailag igazolható különbséget mutatnak (One-Way ANOVA, Tukey és Dunett 2-side post hoc teszt);

RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A zsírsavak részarányából számított mutatókat a 20. táblázatban foglaltam össze. Az összes telített zsírsav aránya a SO jelű csoportnál volt a legmagasabb a három kezelt csoport közül. Ennél a kezelésnél a differencia szignifikáns volt ( $P=0,014$ ; Dunett 2-side post hoc teszt) a kísérletet megelőző állapothoz képest. A növényi olajos kezelések azonban nem különböztek egymástól a telítetlen zsírsavak részarányát tekintve. Az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) összegét vizsgálva a RO kezelés mutatta a legmagasabb értéket. Az összes többszörösen telítetlen zsírsavból (PUFA) a napraforgó olajos minták tartalmazták a legtöbbet. A MUFA kevéssel nőtt, míg a PUFA csökkent a kezelések hatására a süllők filéjében.

Az n-3-as zsírsavakból a NO kezelésnél, míg az n-6-os zsírsavakból a SO csoportnál találtam a legnagyobb mennyiséget a kísérlet végén. Az n-3 aránya a RO kezelésnél volt a legalacsonyabb a kezdeti állapothoz mérten ( $P=0,039$ ). Az n-3/n-6 arány a RO kezelés egyedeinél volt a legalacsonyabb, és a kezdeti szintet tekintve az eltérés szignifikáns volt ( $P=0,045$ ; Dunett 2-side post hoc teszt). Minden kísérleti csoport átlagát vizsgálva csökkenést tapasztaltam a kiinduló állapothoz képest ( $P=0,035$ ). Az 1. kísérletben, lenolajos kiegészítés mellett tapasztaltak, miszerint a filében az n-3/n-6 arány nem romlott kedvezőtlen mértékben (3:1 körül alakult) a szója-, napraforgó- és repceolajos takarmányok etetése mellett is igaznak bizonyult.

A telítetlenségi index  $256,3\pm 29,7$ - $281,5\pm 15,6$  között változott, az egyes kezelések között az eltérés nem volt szignifikáns. A kiinduló értékhez ( $317,2\pm 23,8$ ) képest csökkenés figyelhető meg, ami a RO kezelésnél szignifikáns volt ( $P=0,044$ ). A telítetlen/telített zsírsavak egymáshoz viszonyított arányát tekintve ellentétes megfigyelést tettem. Az említett arány tekintetében a kiindulási értékhez képest magasabb eredményeket kaptam, ami a RO csoporthoz viszonyítva szignifikáns ( $P=0,034$ ) mértékű volt. Tehát a növényi olajos takarmányokat fogyasztó halak filéjében a zsírfrakció telítetleneb-

bé vált, ami egyértelműen a takarmányban használt olajfélések sajátosságainak köszönhető. A látszólagos ellentmondás a telítetlenségi index és a telítetlen/telített arány között könnyen feloldható, ha megfigyeljük a kontroll csoport filéjében található magas PUFA tartalmat. A növényi olajos kezelések ugyanis nagyobb arányban tartalmaztak telítetlen zsírsavakat, de azok nagyobb részt kevésbé telítetlen formák (C18:1n-9, C18:2n-6c, C18:3n-3).

20. táblázat: Származtatott zsírsavmutatók a 3. kísérletben (n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom százalékában)	Kezelés (átlag±SD)				
	0-kontroll	RO	NO	SO	P érték
<b>Σ SFA</b>	25,6±0,55 <sup>a</sup>	23,2±0,13 <sup>b</sup>	24,1±0,95 <sup>ab</sup>	24,3±1,14 <sup>ab</sup>	<b>0,034</b>
<b>Σ MUFA</b>	16,1±3,61	28,2±4,84	21,5±6,01	21,8±6,01	NS
<b>Σ PUFA</b>	58,3±3,10	48,6±4,72	54,4±5,28	53,9±4,87	NS
<b>Σ telítetlen/ Σ telített</b>	2,90±0,84 <sup>a</sup>	3,31±0,02 <sup>b</sup>	3,12±0,19 <sup>ab</sup>	3,16±0,17 <sup>ab</sup>	<b>0,034</b>
<b>Σ n-3</b>	48,6±5,21 <sup>a</sup>	35,8±6,26 <sup>b</sup>	40,4±2,26 <sup>ab</sup>	38,7±5,81 <sup>ab</sup>	<b>0,074</b>
<b>Σ n-6</b>	9,73±2,17	12,7±1,6	14,0±3,3	15,2±2,0	NS
<b>Σ n-9</b>	10,8±2,6 <sup>a</sup>	19,8±3,7 <sup>b</sup>	14,5±3,1 <sup>ab</sup>	14,6±3,3 <sup>ab</sup>	<b>0,052</b>
<b>n-3/n-6</b>	5,22±1,51 <sup>a</sup>	2,88±0,89 <sup>b</sup>	2,96±0,53 <sup>ab</sup>	2,60±0,61 <sup>b</sup>	<b>0,035</b>
<b>DHA/EPA</b>	3,83±0,48	2,92±0,61	3,72±1,21	3,38±1,02	NS
<b>Átlagos lánc hossz</b>	19,3±0,22	19,0±0,32	19,0±0,23	18,9±0,30	NS
<b>Telítetlenségi index</b>	317,2±23,8 <sup>a</sup>	256,3±29,7 <sup>b</sup>	281,5±15,6 <sup>ab</sup>	272,8±28,3 <sup>ab</sup>	<b>0,088</b>

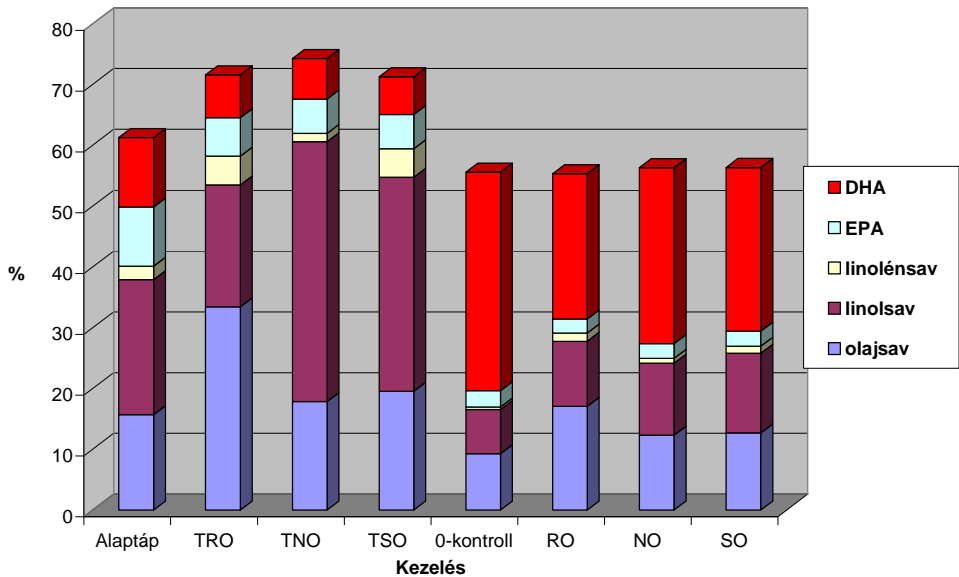
Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma \text{ monoén} + 2 \times \Sigma \text{ dién} + 3 \times \Sigma \text{ trién} \dots$

<sup>a, b</sup>: a különböző betűk statisztikailag igazolható különbséget mutatnak, NS: nincs statisztikailag igazolható különbség (One-Way ANOVA, Tukey és Dunett 2-side post hoc teszt);

0-kontroll: a kísérlet előtti állapot, RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

Vizsgálatom során egyértelműen kiderült, hogy a filé zsírsavösszetételére jelentős hatást gyakorol a takarmány zsírsavösszetétele. Ezt a megfigyelést más tanulmányok eredményei is igazolták (JANKOWSKA ÉS MTSAL., 2003; SCHULTZ ÉS MTSAL., 2005). A takarmány befolyása éppen a legjelentősebb zsírsavaknál jelentkezett a leghatározottabban a kísérlet fo-

lyamán. Fontos megjegyezni, hogy a DHA esetében a kontroll csoporthoz képest csökkenést tapasztaltam. Az eltérés azonban nem volt szignifikáns egyik csoportnál sem. A 6. ábra kezelésként mutatja néhány zsírsav részarányát az etetett takarmányokban és a süllő filéjében.



6. ábra: A takarmány és a süllőfilék néhány zsírsavának részaránya w%-ban kifejezve a 3. kísérletben (átlag, n=3)

*0-kontroll: a kísérlet előtti állapot; RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok; Alaptáp 6%-os zsírtartalom; TRO: repceolajos (+5%), TNO: napraforgóolajos (+5%), TSO: szójaolajos (+5%) takarmányok.*

#### 5.4. Különböző növényi olajtartalmú (szója-, napraforgó-, repceolaj) tápok hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére

##### 5.4.1. A növekedésre és a takarmányhasznosításra vonatkozó eredmények

A vizsgálat hat hete során elhullást nem tapasztaltam, a kősüllők mind a három kezelés takarmányát szívesen fogyasztották. Ennek köszönhetően az egyedi átlagos befejező testtömeg 62-63%-kal meghaladta a vizsgálat megkezdése előtt mért tömeget, ami jelentősen felülmúlta az 5.3.1. alfe-

jezetben, fogassüllőnél tapasztalt értékeket (13-14%). A kísérlet befejezését követően a halak átlagos testtömegében (átlag: 57,3-57,7 g), standard hosszában (átlag: 158,9-160,7 mm), illetve a kondíciófaktorban nem volt statisztikailag kimutatható különbség a csoportok között (21. táblázat). A kondíciófaktor a kiinduló értékekhez képest (átlag: 1,30-1,31) a záró csoportoknál jelentősen javult (átlag: 1,37-1,39).

21. táblázat: A kősüllők testtömegére, standard testhosszára, kondíciófaktorára vonatkozó adatok a 4. kísérlet elején és végén (n=63)

Paraméter	Kezelés (átlag±SD)			Szignifikancia (P)
	RO	NO	SO	
Induló testtömeg (g)	35,5±7,41	36,2±9,90	35,7±8,11	NS
Záró testtömeg (g)	57,7±12,6	57,3±21,4	57,3±15,6	NS
Induló testhossz (mm)	139,8±8,33	138,7±10,6	139,1±9,21	NS
Záró testhossz (mm)	160,7±10,9	159,9±16,7	158,9±13,5	NS
Induló kondíciófaktor	1,30±0,68	1,31±0,11	1,30±0,67	NS
Záró kondíciófaktor	1,37±0,08	1,35±0,24	1,39±0,16	NS

NS: nincs szignifikáns különbség a kezelésközvetlenekben (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);  
RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A legjobb testtömeggyarapodást a három kezelés közül a repceolajos takarmányt fogyasztó (RO) kezelés halai mutatták (0,53±0,01 g/nap), de a kezelések között a különbség nem volt szignifikáns (P>0,05). Ez a megfigyelés ellentétes a süllőnél a 3. kísérletben tapasztaltakkal. A takarmányfogyasztás tekintetében számottevő eltérést nem tapasztaltam a különböző tápokkal etetett állományok között (átlag: 149,9-155,7 g/akvárium). Az el nem fogyasztott takarmány mennyisége a felkínált táp 16%-a (RO), 20%-a (NO), illetve 18%-a (SO) körül alakult kezelésként. Véleményem szerint a viszonylag alacsony mértékű pazarláshoz (süllőnél 50% körüli volt a 3. kí-

sérletben) hozzájárult az is, hogy a kősüllők a kísérlet során az aljzatra lehullott tápszemeket nagy mennyiségben felették. A takarmányértékesítés mindhárom kezelés esetében igen kedvező értékeket mutatott (22. táblázat).

22. táblázat: A növekedési és takarmányhasznosítási eredmények a 4. kísérletben (n=3)

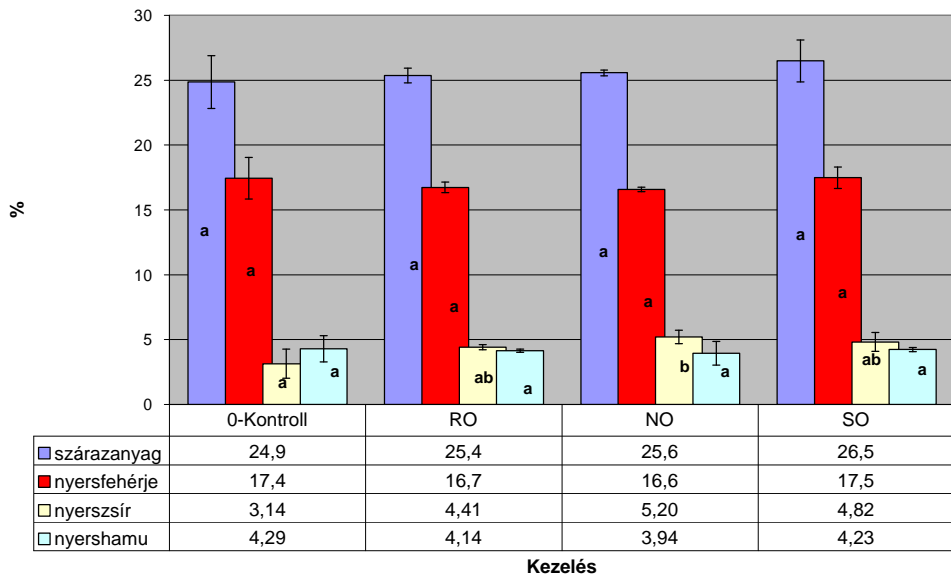
Paraméter	Kezelés (átlag±SD)			Szignifikancia (P)
	RO	NO	SO	
Növekedés (mm/nap)	0,50±0,04	0,51±0,05	0,47±0,10	NS
Testtömeggyarapodás (g/nap)	0,53±0,01	0,50±0,19	0,52±0,06	NS
CV záró (%)	22,8±3,11	37,8±8,73	26,7±11,2	NS
S.G.R. (%/nap)	1,16±0,20	1,07±0,32	1,13±0,17	NS
Takarmányfogyasztás (g/akvárium)	149,9±3,02	155,7±18,6	152,0±16,7	NS
Takarmány pazarlás (g/akvárium)	29,5±2,70	37,8±9,34	33,7±4,61	NS
Tak.fogy/Tak.pazarlás	5,11±0,63	4,22±0,72	4,62±1,20	NS
Takarmányértékesítés (g/g)	0,97±0,04	1,15±0,40	1,01±0,10	NS

NS: nincs szignifikáns különbség a kezelésközégekben (One-Way ANOVA, Tukey range teszt);  
RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok

#### 5.4.2. A testösszetétel és a zsírsavösszetétel alakulása a 4. kísérletben

A kísérlet során a kősüllők testösszetétele a szárazanyag, a nyersfehérje és a nyersshamu tekintetében nem változott jelentős mértékben a kísérlet megkezdése előtti (kontroll) állapothoz képest. Az említett paramétereknél a kezelésekek között sem találtam statisztikailag igazolható eltéréseket (7. ábra). A nyerszsírtartalomban a kontroll csoporthoz viszonyítva (3,14±1,12%) mindhárom kezelésnél növekedést tapasztaltam. A

napraforgóolajos mintáknál az eltérés statisztikailag igazolható mértékű volt ( $5,20 \pm 0,51\%$ ,  $P=0,026$ ; Dunett 2-side post hoc teszt), ezzel szemben az RO és SO kezeléseknél nem volt szignifikáns a különbség a kezeléscsoportokban ( $4,41 \pm 0,20\%$ ; illetve  $4,82 \pm 0,72\%$ ).



7. ábra: A kőszűlők testösszetételének alakulása kezeléscsoportonként a 4. kísérletben (átlag $\pm$ SD, n=3)

a,b: a különböző betűk szignifikáns különbséget jeleznek (One-Way ANOVA, Tukey és Dunett 2-side post hoc teszt).

0-kontroll: a kísérlet előtti állapot, RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A kőszűlők filéjének zsírsavösszetételét vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a jelentősebb részarányban jelenlévő zsírsavak közül csak az olajsav (C18:1n-9), az  $\alpha$ -linolénsav (C18:3n-3), illetve az DPA (C22:5n-3) átlagértékei között volt szignifikáns különbség a kezelések között. Az olajsav a RO kezelésnél volt jelen a legnagyobb arányban ( $18,6 \pm 2,6\%$ ). Az említett zsírsav esetén szignifikáns különbséget azonban csak a RO és a SO ( $11,9 \pm 2,5\%$ ) kezelések között találtam ( $P=0,048$ ), bár az eltérés szembetűnő volt a kontroll ( $13,2 \pm 2,3\%$ ) és a NO ( $13,1 \pm 2,8\%$ ) csoportok átlagához képest is. A RO kezelés magas olajsav részaránya nem meglepő, ugyanis a takarmányban

használt repceolaj nagy arányban (akár 45%) tartalmazza ezt a zsírsavat (ROBERTS ÉS MTSAL., 2004).

A linol- (18C:2n-6c) és  $\alpha$ -linolénsav (C18:3n-3) közül csak az utóbbi esetében kaptam statisztikailag igazolható eltérést, mégpedig a SO és RO kezelések között (P=0,042). Bár a NO kezelés filéjében volt a linolsav (18C:2n-6c) aránya a legjelentősebb (15,9±3,6%), mind a kontroll (10,6±3,1%), mind a másik két kezelés átlagértékéhez (RO: 10,0±1,3%; SO: 11,9±2,3%) viszonyítva, a statisztikai próba az eltérést nem jelezte szignifikáns mértékűnek. A napraforgóolaj linolsav (18C:2n-6c) tartalma magas (20-69%), jelentős részaránya a NO kezelés filéjében ezzel magyarázható.

A DPA (C22:5n-3) aránya a kontroll csoportnál volt a legmagasabb (2,81±0,1%), a három kezelt csoport filéjéhez viszonyítva a különbség szignifikáns mértékű (P<0,05). A halak szempontjából rendkívül fontos arachidonsav (C20:4n-6), EPA (C20:5n-3) és DHA (C22:6n-3) arányában statisztikailag igazolható eltéréseket nem tudtam kimutatni a csoportok között. Az arachidonsav (C20:4n-6) a kontroll mintákban volt a legnagyobb arányban megfigyelhető (1,45±0,36%) csakúgy, mint az EPA (C20:5n-3) (6,31±0,58%). A DHA (C22:6n-3) részaránya a SO kezelésnél volt a legmagasabb, 34,5±5,2%, míg a kontroll mintákban 33,0±7,3%, a RO mintákban 30,2±4,3% és a NO mintákban 30,1±6,0%. Ez azért érdekes, mivel a szójaolaj alapvetően szegény C20-nál hosszabb szénláncú zsírsavakban (<2%), szemben a halolajjal, vagy akár a repceolajjal. Ez a megfigyelés egyezik a fogassüllőnél tapasztaltakkal (lásd 5.3.2. alfejezet). Meg kell jegyezni ugyanakkor, hogy a takarmányok mindegyike tartalmazott halolajat (az alap-takarmányból), illetve a differencia a kezelésközégek között nem volt szignifikáns. A kísérlet során vizsgált, további zsírsavak filébeli arányát a 23. táblázatban foglaltam össze.



23. táblázat: A filé zsírsavösszetétele kezelésként a 4. kísérletben (n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom százalékában)	Kezelés (átlag±SD)				
	0-kontroll	RO	NO	SO	P érték
<b>C12:0 (Laurilsav)</b>	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	NS
<b>C14:0 (Mirisztinsav)</b>	3,09±1,06	2,33±0,32	2,24±0,51	1,94±0,34	NS
<b>C15:0 (Pentadekánsav)</b>	0,31±0,05	0,29±0,02	0,26±0,03	0,25±0,01	NS
<b>C16:0 (Palmitinsav)</b>	15,71±0,50	17,02±0,52	17,84±0,91	18,21±1,72	NS
<b>C16:1n-7 (Palmitoleinsav)</b>	5,13±1,68	3,60±0,52	3,46±0,92	3,17±0,85	NS
<b>C17:0 (Heptadekánsav)</b>	0,65±0,21	0,77±0,01	0,74±0,03	0,78±0,04	NS
<b>C18:0 (Sztearinsav)</b>	4,21±0,72	4,51±0,40	4,99±0,80	5,20±0,84	NS
<b>C18:1n-9 (Olajsav)</b>	<b>13,20±2,31<sup>ab</sup></b>	<b>18,62±2,61<sup>b</sup></b>	<b>13,13±2,80<sup>ab</sup></b>	<b>11,94±2,54<sup>a</sup></b>	<b>0,048</b>
<b>C18:2n-6 (Linolsav)</b>	10,63±3,13	10,01±1,34	15,90±3,61	11,92±2,32	NS
<b>C18:3n-6 (γ-Linolénsav)</b>	0,18±0,04	0,17±0,02	0,21±0,05	0,19±0,04	NS
<b>C18:3n-3 (α-Linolénsav)</b>	<b>1,09±0,34<sup>ab</sup></b>	<b>1,50±0,27<sup>b</sup></b>	<b>0,69±0,18<sup>a</sup></b>	<b>1,06±0,28<sup>ab</sup></b>	<b>0,042</b>
<b>C20:0 (Arachinsav)</b>	<b>0,10±0,02<sup>a</sup></b>	<b>0,16±0,01<sup>b</sup></b>	<b>0,12±0,01<sup>a</sup></b>	<b>0,12±0,02<sup>ab</sup></b>	<b>0,009</b>
<b>C20:1n-9 (Eikozénsav)</b>	1,13±0,23	1,08±0,11	0,87±0,14	0,78±0,12	NS
<b>C20:2n-6 (Eikozadiénsav)</b>	<b>0,26±0,03<sup>b</sup></b>	<b>0,21±0,00<sup>a</sup></b>	<b>0,25±0,01<sup>b</sup></b>	<b>0,25±0,01<sup>b</sup></b>	<b>0,015</b>
<b>C20:3n-3 (Eikozatriénsav)</b>	<b>0,15±0,02<sup>a</sup></b>	<b>0,14±0,01<sup>a</sup></b>	<b>0,23±0,04<sup>b</sup></b>	<b>0,19±0,02<sup>ab</sup></b>	<b>0,007</b>
<b>C20:4n-6c (Arachidonsav)</b>	1,45±0,36	1,36±0,18	1,28±0,20	1,43±0,23	NS
<b>C20:5n-3 (Eikozapentaénsav)</b>	6,31±0,58	5,57±0,14	5,49±0,15	5,47±0,45	NS
<b>C22:1n-9 (Erukasav)</b>	0,38±0,07	0,40±0,07	0,38±0,09	0,29±0,05	NS
<b>C22:5n-3 (Dokozapentaénsav)</b>	<b>2,81±0,16<sup>b</sup></b>	<b>1,99±0,03<sup>a</sup></b>	<b>1,76±0,10<sup>a</sup></b>	<b>2,22±0,31<sup>a</sup></b>	<b>0,001</b>
<b>C22:6n-3 (Dokozaheksaénsav)</b>	33,01±7,34	30,23±4,32	30,13±6,01	33,04±7,32	NS

NS: nincs szignifikáns eltérés; <sup>a,b</sup>: a különböző betűk szignifikáns különbséget jeleznek (vastagon szedett sorok) (One-Way ANOVA, Tukey és Dunett 2-side post hoc teszt);

0-kontroll: a kísérlet előtti állapot, RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A zsírsav eredményekből néhány származtatott mutatót is meghatároztam, ezek a paraméterek a 24. táblázatban szerepelnek. A filében lévő összes telített, egyszeresen telítetlen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak arányában a négy kezelés között jelentős különbséget nem tapasztaltam. A legmagasabb arányban telítetlen zsírsavakat a SO kezelésnél találtam, 26,6±2,4%-ban, a másik három kezelésnél ez az érték az átlagokat

tekintve 24,1-26,2% között változott. A MUFA aránya a RO minták filéjében volt a legjelentősebb,  $23,8 \pm 3,3\%$ -os értékkel. Ez a jelenség véleményem szerint a repceolajban nagy arányban található olajsavnak köszönhető. A többi kezelés esetében átlagosan 16,2-19,9% közötti értékeket kaptam. A legmagasabb PUFA részarányt a SO csoport mintáiban tapasztaltam ( $57,2 \pm 2,2\%$ ). A kontroll, a RO és a NO csoportoknál az átlagértékek 51,1-55,9% között változtak. A magas PUFA, illetve alacsonyabb MUFA értékeket szójaolajos takarmányt fogyasztó süllőknél SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) is bizonyították. A MUFA nagyobb arányát a repceolajat fogyasztó süllők filéjében JANKOWSKA ÉS MTSAI. (2003) igazolták.

Az összes n-3-as zsírsav részaránya magas volt a kontroll ( $43,4 \pm 6,8\%$ ) és a SO kezelésnél ( $43,4 \pm 3,9\%$ ), ami véleményem szerint a halolaj és a szójaolaj n-3-as zsírsav dominanciájával magyarázható. A másik két kezelésnél, melyek takarmányaiban e zsírsavcsoport aránya kisebb volt, a filében is szerényebb arányban voltak jelen az n-3-as zsírsavak (RO:  $39,4 \pm 4,1\%$ ; NO:  $38,2 \pm 6,0\%$ ). A különbség a csoportok átlagai között azonban nem volt szignifikáns ( $P > 0,05$ ).

Az összes n-6-os zsírsav arányának alakulására szintén hatást gyakorolt a takarmányban alkalmazott olajféleség zsírsavösszetétele. A napraforgó olaj n-6-os zsírsavakban rendkívül gazdag (főként linolsavban). Ennek megfelelően a legmagasabb arányban az n-6-os zsírsavak a NO kezelés halainak filéjében voltak megtalálhatóak ( $17,7 \pm 3,4\%$ ). Az átlagokban tapasztalható eltérések nem voltak statisztikailag igazolhatóak ( $P > 0,05$ ).

Az n-3/n-6 arány a kontroll csoportnál, valamint az összes kezelésnél a sügérfélésre jellemző értékeket mutatott, nem változott kedvezőtlen irányba a növényi olajokkal kiegészített takarmányok hatására. Az említett paraméter a kontroll csoport filéjét tekintve volt a legmagasabb,  $3,62 \pm 1,19$ , de a

RO (3,39±0,71), a NO (2,27±0,84) és a SO (3,22±0,76) kezelések átlagait tekintve az eltérés nem volt szignifikáns mértékű (P>0,05).

24. táblázat: Származtatott zsírsavmutatók a 4. kísérletben (n=3)

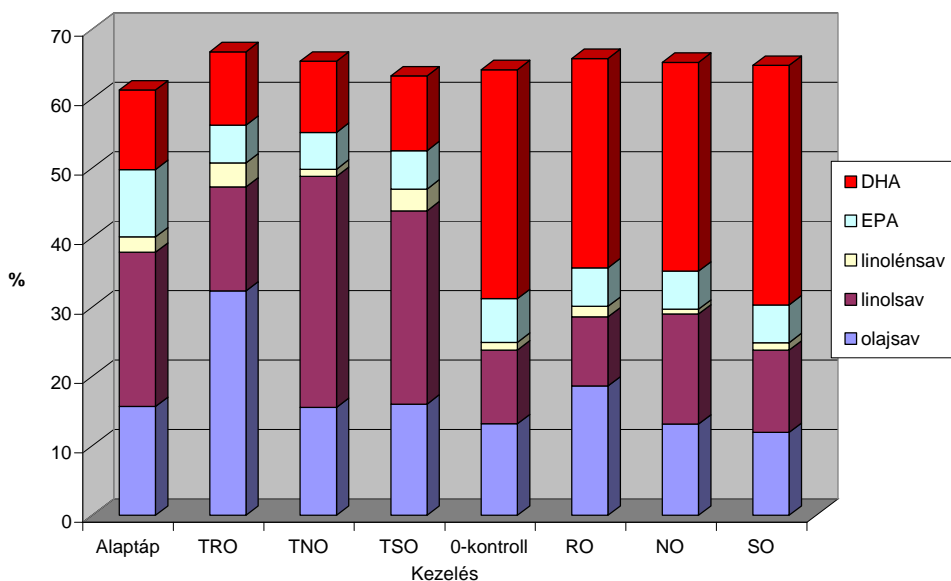
Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsav-tartalom százalékában)	Kezelés (átlag±SD)				
	0-kontroll	RO	NO	SO	P érték
Σ SFA	24,1±0,2	25,1±0,5	26,2±1,2	26,6±2,4	NS
Σ MUFA	19,9±4,2	23,8±3,3	17,9±3,9	16,2±3,5	NS
Σ PUFA	55,9±4,0	51,1±2,9	55,9±2,8	57,2±2,2	NS
Σ telítetlen/ Σ telített	3,14±0,03	2,99±0,08	2,82±0,17	2,79±0,35	NS
Σ n-3	43,4±6,8	39,4±4,1	38,2±6,0	43,4±3,9	NS
Σ n-6	12,6±2,8	11,8±1,2	17,7±3,4	13,8±2,1	NS
Σ n-9	13,6±2,4	19,0±2,7	13,5±2,9	12,2±2,5	NS
n-3/n-6	3,62±1,19	3,39±0,71	2,27±0,84	3,22±0,76	NS
DHA/EPA	5,27±1,37	5,41±0,69	5,47±1,03	6,32±0,84	NS
Átlagos lánc hossz	19,0±0,2	18,9±0,2	18,9±0,3	19,1±0,2	NS
Telítetlenségi index	295,5±32,6	273,9±19,7	275,5±26,2	296,0±17,9	NS

Telítetlenségi index:  $1 \times \Sigma \text{ monoén} + 2 \times \Sigma \text{ dién} + 3 \times \Sigma \text{ trién} \dots$

NS: nincs statisztikailag igazolható különbség (One-Way ANOVA, Tukey és Dunnett 2-side post hoc teszt);

(0-kontroll: a kísérlet előtti állapot; RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok.

A kísérletben a filé zsírsavainak arányára hatást gyakorolt a takarmány zsírsavösszetétele (8. ábra). A kősüllőnél a DHA részaránya a filében a takarmányban mért dokozahexaénsav szinttől függetlenül 30% körüli értéket mutatott. Valószínűleg a takarmányban megfigyelhető 10% körüli DHA elég a kősüllő (süllőnél 6-7% volt) e zsírsavának megfelelő szinten tartásához a filében. Elképzelhető (bár erre vonatkozó egzakt vizsgálatokat nem végeztem), hogy a DHA *de novo* szintézissel is létrejött a hal szervezetében, bár a lehetséges prekursorok (linolénsav, EPA) aránya viszonylag alacsony volt a takarmányban (DHA/EPA: 5,3-6,3:1).



8. ábra: A takarmány és a kószülőfilék néhány zsírsavának részaránya w%-ban kifejezve a 4. kísérletben (átlag, n=3)

0-kontroll: a kísérlet előtti állapot; RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoportok;

Alaptáp 6%-os zsírtartalmú takarmány; TRO: repceolajos (+6%), TNO: napraforgóolajos (+6%), TSO: szójaolajos (+6%) takarmányok.

### 5.5. Különböző takarmányadagok hatása a fogasszülő növekedésére és testösszetételére

A kísérlet 6 hete alatt elhullást nem tapasztaltam, a halak fogyasztották a takarmányt. Ez a megállapítás csupán egy akvárium állományára nem volt igaz. Ebben a medencében a halak – az *ad libitum* takarmányozás ellenére – csak minimális mennyiségű táplálékot vettek fel. A jelenségre nem találtam kielégítő magyarázatot. Mivel ez a kísérleti egység jelentősen torzította volna éppen a legintenzívebben takarmányozott kezelés adatait, úgy döntöttem, hogy kizárom az adatfeldolgozásból.

A kísérletben mért, illetve vizsgált paramétereket a 25. táblázatban foglaltam össze. A vizsgálat befejezését követően a záró állomány átlagto-

megében (átlag: 18,3-21,4 g) a kezelések között nem volt szignifikáns eltérés ( $P>0,05$ ). A tömeggyarapodás tekintetében alacsony értékeket tapasztaltam (0,07-0,14 g/nap), az induló testtömeg 0,5-1%-a volt a napi gyarapodás. Ez az érték elmarad ZAKES ÉS MTSAI. (2006) által leírt 1,4%-os értékektől. Az S.G.R. tekintetében szignifikáns eltérést találtam ( $P=0,038$ ) az 1,2%-os (átlag:0,44%/nap), illetve a 2%-os (átlag: 0,77%/nap) kezelések között csakúgy, mint a tömeggyarapodásnál ( $P=0,025$ ).

A takarmányértékesítés kedvező értékeket mutatott a kísérlet során mindhárom kezeléskor (átlag: 1,07-1,44 g/g). A legjobb eredményt a 2%-os kezelés esetében figyeltem meg (25. táblázat). Ezek az eredmények kedvezőbbek, mint az általam az 5.1.1. alfejezetben, halolajos táppal takarmányozott süllőknél tapasztaltam (1,58-1,64 g/g), illetve több szakirodalmi adatnál is (BÓDIS ÉS MAKOSNÉ, 2003; SCHULTZ ÉS MTSAI., 2005). A kezelésátlagokban statisztikailag igazolható eltérést nem tapasztaltam ( $P=0,05$ ).

A napi takarmányadag növekedésével egyenes arányban nőtt az el nem fogyasztott takarmány mennyisége. Az adatok azt tükrözték, hogy minél nagyobb adagban kapták a halak a takarmányt, annál jelentősebb volt a pazarlás mértéke. A csoportok az el nem fogyasztott táp mennyiségét tekintve szignifikánsan ( $P<0,001$ ) különböztek egymástól (9. ábra).

A legjobb termelési paramétereket a 2% takarmánymennyiséggel etetett csoportok adták. Az 1,2%-os kezelés – ha nem is mindig szignifikáns mértékben – elmaradt a másik két kezelés átlagértékeitől. Az *ad libitum* és a 2% kezelés között a takarmányfogyasztásban nem volt szignifikáns eltérés, miszerint a 15-16 g-os süllőknél már a testtömeg 2%-ában történő takarmányozás is nagyobb, mint a maximálisan felvehető takarmánymennyiség (ezt mutatja a közel 50%-os pazarlás is). Az elvégzett vizsgálataimból az látszik, hogy az általam alkalmazott kísérlet beállítás mellett - halolajos táp etetésénél is – legalább 25%-os pazarlással kalkulálni kell.

25. táblázat: A testparaméterek, a növekedési és takarmányfogyasztási mutatók összefoglalása az 5. kísérletben

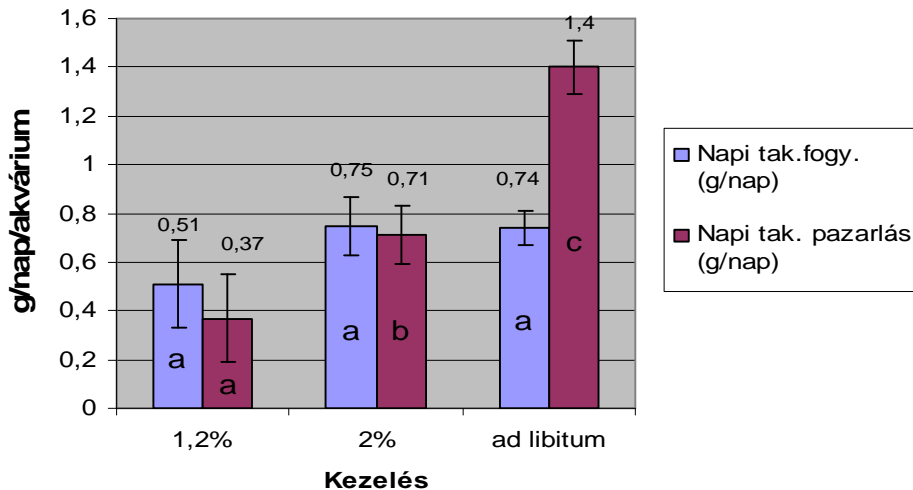
Paraméter	Kezelés				P érték
	n	1,2% (0,9 g/nap)	2% (1,5 g/nap)	ad libitum **	
		átlag±SD			
Induló testtömeg (g)	60	15,2± 3,51	15,5± 5,23	15,8± 5,42	NS
Záró testtömeg (g)	60	18,3± 5,40	21,4± 8,51	21,0± 8,01	NS
Induló testhossz (mm)	60	108,9± 7,01	108,6± 10,3	110,2± 9,93	NS
Záró testhossz (mm)	60	116,9± 10,4	121,6± 14,2	121,3± 14,5	NS
Induló kondíciófaktor (Ki)	60	1,17± 0,14	1,16± 0,16	1,20± 0,49	NS
Záró kondíció faktor (Kz)	60	1,12± 0,08	1,14± 0,06	1,13± 0,10	NS
Növekedés (mm/nap) *	4	0,19± 0,08	0,31± 0,06	0,27± 0,03	NS
Tömeggyarapodás (g/nap) *	4	0,07± 0,04 <sup>a</sup>	0,14± 0,02 <sup>b</sup>	0,13± 0,03 <sup>ab</sup>	<b>0,025</b>
CV záró (%) *	4	29,6± 11,2	46,6± 6,18	40,0± 8,91	NS
S.G.R. (%/nap) *	4	0,44± 0,20 <sup>a</sup>	0,77± 0,11 <sup>b</sup>	0,69± 0,11 <sup>ab</sup>	<b>0,038</b>
Takarmányfogyasztás (g/akvárium) *	4	21,3± 7,57	31,6± 4,90	31,1± 2,92	NS
Takarmány pazarlás (g/akvárium) *	4	15,7± 7,60 <sup>a</sup>	29,9± 4,91 <sup>b</sup>	58,9± 4,60 <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>
Takarmányértékesítés (g/g) *	4	1,44± 0,25	1,07± 0,10	1,19± 0,11	NS

\* Akváriumátlagok (5ha/akvárium);

\*\* n=3 (egy csoport kizárásra került az értékelésből);

<sup>a,b,c</sup>: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek, NS: nincs szignifikáns különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1,2%-os, illetve 2%-os takarmánydózis; ad libitum: maximális mennyiséget fogyasztó csoportok.



9. ábra: A napi takarmányfogyasztás és a pazarlás alakulása kezelésenként (átlag $\pm$ SD, n=4; az *ad libitum* kezeléseknél n=3)

a, b, c: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1,2%-os, illetve 2%-os takarmánydózis; ad libitum: maximális mennyiséget fogyasztó csoportok.

Megállapítást nyert, hogy az etetett takarmány eltérő mennyisége nincs hatással a testösszetételre (26. táblázat). Ebben szerepe lehet annak, hogy a süllők nem fogyasztottak szignifikáns mértékben ( $P>0,05$ ) több takarmányt akkor sem, ha erre lehetőségük lett volna.

26. táblázat: A testösszetétel alakulása kezelésenként az 5. kísérletben

Paraméter	n	Kezelés (átlag $\pm$ SD)			P érték
		1,2%	2%	ad libitum	
Száranyag (%)	3	24,0 $\pm$ 0,66	24,5 $\pm$ 0,90	24,1 $\pm$ 0,49	NS
Nyersfehérje (%)	3	16,4 $\pm$ 0,31	17,0 $\pm$ 0,50	16,7 $\pm$ 0,11	NS
Nyerszsír (%)	3	3,21 $\pm$ 0,63	3,21 $\pm$ 0,53	3,24 $\pm$ 0,30	NS
Nyershamu (%)	3	4,11 $\pm$ 0,20	4,13 $\pm$ 0,11	4,2 $\pm$ 0,13	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1,2%-os, illetve 2%-os takarmánydózis; ad libitum: maximális mennyiséget fogyasztó csoportok.

## 5.6. Különböző takarmányadagok hatása a kősüllő növekedésére és testösszetételére

A kísérlet alatt elhullást nem tapasztaltam, a kősüllők a felkínált takarmányt szívesen fogyasztották. A záró, illetve induló testtömegeket vizsgálva megállapítható, hogy a kősüllők a kísérlet 6 hete alatt 50,0; 73,3; illetve 69,7%-os tömegnövekedést produkáltak, a takarmánymennyiség növekedésének sorrendjében. Ezek az eredmények közel azonosak ZAKES ÉS MTSAI. (2006) által süllőnél megfigyelt értékekkel (75-80%) és jelentősen meghaladják az általam az 5.5. alfejezetben süllőnél leírtakat (22-34%). A halak kondíciója az 1%-os kezelésnél a kísérlet alatt romlott a kiindulási értékhez képest ( $K_z=1,28\pm 0,09$ ;  $K_i=1,37\pm 0,09$ ). A záró kondíciófaktor tekintetében az 1% és a 2% kezelések átlagértékei között szignifikáns különbség ( $P=0,043$ ) mutatkozott (27. táblázat).

A tömeggyarapodás és a takarmányértékesítés a testtömeg 2%-ában takarmányozott csoportoknál bizonyultak a legjobbnak. Tehát a kősüllő esetében csakúgy, mint a süllőnél nem a legintenzívebben táplált kezelés adta a legjobb eredményeket. A tömeggyarapodás tekintetében az 1% és a 2% kezelés között az átlagértékek különbsége szignifikáns volt ( $P=0,027$ ). Intenzív nevelés mellett igen jónak mondható 0,92-1,28%/nap S.G.R. értékeket tapasztaltam a vizsgálat során. Az 5. kísérletben fogassüllőnél 0,44-0,77%/nap átlagértékeket figyeltem meg hasonló körülmények és indulótömeg esetén.

A takarmányértékesítési eredmények a vizsgálat során rendkívül kedvezően alakultak. A legjobb eredményt, 0,85 g/g-os értékkel a 2% napi takarmányadagot fogyasztó kezelésnél tapasztaltam. Szignifikáns eltérés azonban nem volt a három kezelés átlagait tekintve ( $P>0,05$ ) (27. táblázat).



27. táblázat: A növekedési és takarmányhasznosítási mutatók összefoglalása a 6. kísérletben

Paraméter	n	Kezelés (átlag±SD)			Szignifikancia (P)
		1% (1,3 g/nap)	2% (2,6 g/nap)	3% (3,9 g/nap)	
Induló testtömeg (g)	84	18,4±4,32	18,2±5,01	17,7±4,23	NS
Záró testtömeg (g)	84	27,1±5,40	31,2±9,42	30,0±9,90	NS
Induló testhossz (mm)	84	109,8±8,20	110,6±7,53	108,9±8,44	NS
Záró testhossz (mm)	84	127,8±9,32	131,4±11,7	129,9±12,3	NS
Induló kondíciófaktor (Ki)	84	1,37±0,09	1,32±0,11	1,35±0,09	NS
Záró kondíciófaktor (Kz)	84	1,28±0,09 <sup>a</sup>	1,34±0,07 <sup>b</sup>	1,32±0,10 <sup>ab</sup>	<b>0,043</b>
Növekedés (mm/nap) *	4	0,43±0,03	0,49±0,09	0,50±0,06	NS
Testtömeggyarapodás (g/nap) *	4	0,21±0,01 <sup>a</sup>	0,31±0,06 <sup>b</sup>	0,29±0,06 <sup>ab</sup>	<b>0,027</b>
S.G.R. (%/nap) *	4	0,92±0,06 <sup>a</sup>	1,28±0,16 <sup>b</sup>	1,25±0,14 <sup>b</sup>	<b>0,005</b>
Takarmányfogyasztás (g/akvárium) *	4	53,3±0,82 <sup>a</sup>	77,4±15,1 <sup>b</sup>	76,7±8,80 <sup>b</sup>	<b>0,013</b>
Takarmány pazarlás (g/akvárium) *	4	1,0±0,92 <sup>a</sup>	31,8±15,1 <sup>b</sup>	87,1±8,80 <sup>c</sup>	<b>&lt;0,001</b>
Takarmányértékesítés (g/g) *	4	0,89±0,05	0,85±0,02	0,90±0,07	NS

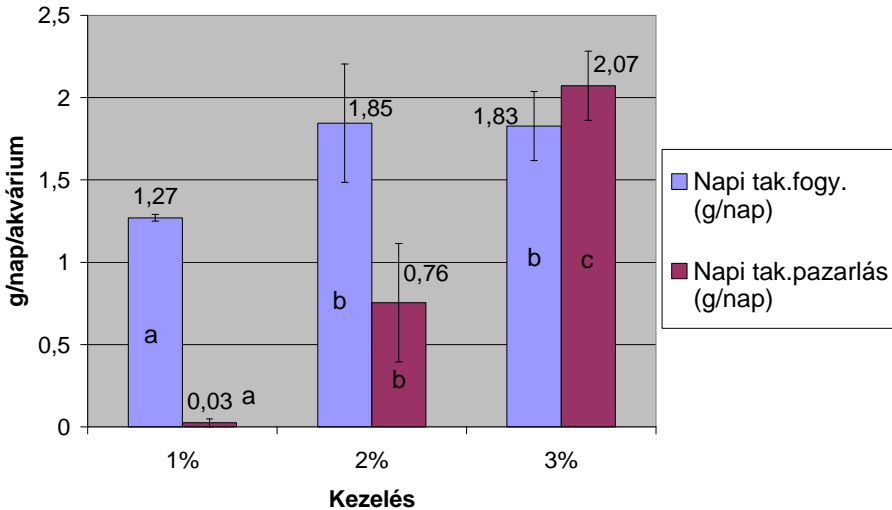
\*Akváriumátlagok (7hal/akvárium);

<sup>a,b,c</sup>: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek, NS: nincs szignifikáns különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1%, 2%, 3%: kezelésenkénti takarmányozási szintek a halbiomassza arányában.

A takarmányfogyasztásban az 1% csoportok szignifikánsan eltértek a 2%, illetve 3% kezelések eredményeitől, az eltérés a takarmányozási intenzitás különbségéből adódott. A pazarlás mértéke az 1% kezelésnél 1,8%, a 2%-nál 29,2% és a 3%-nál 53,1% volt a teljes beetetett mennyiségből. Mindhárom kezelés átlagértékei szignifikáns mértékben különböztek egymástól (P<0,001), mind a napi (10. ábra), mind a teljes kísérletre vonatkozó eredményekben (27. táblázat). Véleményem szerint a kősüllőnél (hasonlóan a süllőhöz) már a teljes élőtömeg 2%-ában meghatározott takarmány mennyiség is túl magas egynyaras korban. A 4. kísérletben *ad libitum* takarmányozott halaknál 16-20%-os takarmány pazarlást tapasztaltam.

Az egynyaras kőszüllőnél valószínűsíthető (csakúgy, mint a fogassüllőnél), hogy az ideális napi takarmánymennyiség megközelítően az össztömeg 1,5%-nál található.



10. ábra: A napi takarmányfogyasztás és a pazarlás alakulása kezelésenként (átlag±SD, n=4)

a,b,c: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1%, 2%, 3%: kezelésenkénti takarmányozási szintek a halbiomassza arányában.

A teljестest összetételét (28. táblázat) vizsgálva megállapítható, hogy csakúgy, mint a fogassüllőnél, az eltérő takarmányadagoknak nem volt statisztikailag igazolható szerepe a test tápanyagainak alakulásában ( $P>0,05$ ).

28. táblázat: A testösszetétel alakulása kezelésenként a 6. kísérletben

Paraméter	n	Kezelés (átlag±SD)			P érték
		1% (1,3 g/nap)	2% (2,6 g/nap)	3% (3,9 g/nap)	
Szárazanyag (%)	3	23,8±0,57	24,9±1,22	23,4±2,47	NS
Nyersfehérje (%)	3	17,2±0,60	18,5±1,26	16,3±1,60	NS
Nyerszsír (%)	3	3,34±0,51	4,22±0,60	3,80±1,08	NS
Nyershamu (%)	3	4,12±0,16	4,09±0,10	3,93 ±0,20	NS

NS: nincs szignifikáns különbség (One-Way ANOVA, Tukey post hoc teszt);

1%, 2%, 3%: kezelésenkénti takarmányozási szintek a halbiomassza arányában.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Vizsgálataim eredményei alapján megállapítható, hogy a süllő és a kősüllő számára egyaránt a 11-12% takarmány zsírtartalom a megfelelő. A magasabb (süllőnél 18%; kősüllőnél 18% és 24%) lipidtartalom hatására egyik fajnál sem kaptam szignifikáns mértékben jobb növekedési, illetve takarmányértékesítési eredményeket. Az alapvetően száraz halfilét a magasabb lipid arány viszont jobban elzsírosította, ami a sügérféléknél egyértelműen kedvezőtlen. Következésképpen mind gazdaságossági, mind élettani szempontból a 12% körüli zsírmennyiség ajánlható a süllő, illetve a kősüllő számára, az ennél magasabb zsírtartalmú tápok etetését nem javaslom.

A szója-, a napraforgó-, illetve a lenolaj a fogassüllő, míg a szója-, napraforgó-, illetve a repceolaj a kősüllő takarmányában felhasználható. Az említett olajforrások a halolaj részbeni kiváltását teszik lehetővé a sügérfélék tápjában. A kősüllőnél a növényi olajok fogyasztása mellett kedvező termelési paramétereket kaptam, míg fogassüllőnél a növekedés és takarmányértékesítés jelentősen elmaradt a várt eredményektől.

A kísérletekben a fogassüllő a repceolajos, míg a kősüllő a lenolajos takarmányokat nem preferálta. A fogassüllők a repceolajos tápot csak életfenntartó mennyiségben, a kősüllők a lenolajos tápot tulajdonképpen egyáltalán nem fogyasztották. A süllő esetében a repce-, míg kősüllőnél a lenolaj alkalmazását a takarmánykeverékekben nem javaslom. A süllőnél állomány szinten tapasztalt gyengébb eredmények miatt a fajnál a vizsgálat megismétlését javaslom, a növényi olajok alkalmazhatóságának pontos megítéléséhez.

Megállapítottam, hogy a takarmányba kevert olajféleség zsírsavprofilja jelentősen befolyásolta a süllő és a kősüllő filéjének zsírsavösszetételét. A 6 hetes takarmányozási periódus elég volt arra, hogy a filé zsírsav-

összetétele átépüljön. Az 50%-os olajkiegészítés hatására a filé zsírsavösszetétele változott ugyan, de az élettani szempontból jelentős, többszörösen telítetlen zsírsavak (arachidonsav, EPA, DHA), illetve azok egymáshoz viszonyított aránya (n-3/n-6; DHA/EPA) a halhúsra jellemző kedvező értékekhez képest általában nem módosult szignifikáns mértékben.

A filé DHA tartalma a takarmány dokozahexaénsav ellátottságától függetlenül a vizsgált sügérféléknél nem csökkent szignifikáns mértékben. A DHA-ban szegény növényi olajok (különösen a lenolaj) fogyasztása mellett a fogassüllő és a kőssüllő képes volt filéjében a kezdeti 25-30% közötti DHA részarányt fenntartani. Ebből arra következtettem, hogy a sügérfélék a számkra nélkülözhetetlen zsírsavat a takarmány alacsony DHA tartalmából is képesek fedezni. Lehetséges (bár erre vonatkozóan vizsgálatokat nem végeztem), hogy *de novo* szintézisből (elongációval és deszaturációval) képesek szervezetükben „állandó” szinten tartani a DHA arányát.

A szakirodalomban a juvenilis süllő számára megfelelő takarmánymennyiségre számos ajánlást találhatunk, általában a testtömeg 0,25-6%-a közötti értékben (JANKOWSKA ÉS MTSAL., 2003; SCHULTZ ÉS MTSAL., 2005; ZAKES, 2003; ZAKES ÉS MTSAL., 2006; RÓNYAI ÉS CSENGERI, 2008; BÓDIS ÉS BERCSÉNYI, 2009). Vizsgálataim alapján, melyek az ideális zsírtartalmú (11,5%) takarmány optimális napi mennyiségének meghatározását célozták, megállapítottam, hogy a két vizsgált faj esetében, egynyaras korban (15-18 g), 20-22°C hőmérsékleten az össztömeg 1,5%-a körül várható a kedvező takarmánydózis. Mivel kísérleteimben a kezelések közötti „lépéstávolságok” túlzottan nagyok voltak, a pontosabb eredmény érdekében további vizsgálatokat javaslok.

## 7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A süllő, illetve a kősüllő fajok számára a 11-12% takarmány zsírtartalom az optimális. Ennél a lipidtartalomnál, a halak termelési paraméterei még kedvezően alakultak (0,8-1,0%/nap feletti S.G.R., 1,0-1,4 g/g közötti takarmányértékesítés), és a magasabb zsírtartalmú takarmányok etetésekor megfigyelt jelentős elzsírosodás (6-8%) alacsonyabb mértékű volt, a halak zsírtartalma 4-6% között változott.
2. A süllő esetén a len-, szója- és napraforgóolajjal, míg kősüllőnél a szója-, repce- és napraforgóolajjal a takarmány ideális (11-12%) zsírtartalma mellett, a halolaj a teljes zsírtartalom 50%-ában kiváltható. A filé zsírsavösszetétele az említett olajfélések hatására változik, de a halak élettanilag megfelelő zsírsav-profilja nem módosul kedvezőtlen mértékben.
3. A süllő takarmányozásánál a repceolaj, míg a kősüllőnél a lenolaj alkalmazása vizsgálataim alapján nem ajánlott, mivel a fajok az említett zsírforrásokat kísérleteimben nem preferálták, ezáltal termelési paramétereik jelentősen elmaradtak a halolajat, illetve más növényi olajat tartalmazó tápot fogyasztó társaikétól.
4. A vizsgált fajok esetében a filé DHA részaránya a takarmányban található zsír mennyiségétől, illetve a zsírforrás típusától függetlenül minden esetben magas volt, 25-35% között változott. Megállapítottam, hogy egy DHA hiányos takarmány etetése mellett, ha az megfelelő mennyiségű hosszú szénláncú, n-3-as zsírsavat ( $\alpha$ -linolénsav, EPA) tartalmaz, a filé DHA szintje nem változik szignifikáns mértékben.
5. A kősüllőnél az intenzív nevelés során halolajos takarmány etetése mellett kimagasló, 0,85-0,90 g/g, míg növényi olajos takarmányok alkalmazása során is igen jó 0,97-1,15 g/g takarmányértékesítést tapasztaltam. Az egynyaras kősüllő növekedésben, tömeggyarapodásban nem maradt el szignifikáns mértékben a fogassüllőtől, technológiai tűrőképessége – akváriumban, kézi etetés és normál, szobai fényviszonyok mellett - jobbnak bizonyult nagyobb testű rokonáénál.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A kiváló minőségű halhús iránt óriási a kereslet, a fogassüllőt (*Sander lucioperca* L.) „korlátlan” mennyiségben lehetne értékesíteni a nyugat-európai piacokon. Ez a faj hagyományos hala a tógazdasági termelésnek, de új alanya az iparszerű halhús-előállításnak. A süllő domesztikációjánál segítséget jelenthet, a kevésbé érzékeny, tápra könnyebben átszoktatható kősüllővel (*Sander volgensis* Gmelin) való hibridizáció.

Kísérleteim elvégzésével céлом volt olyan takarmányok etethetőségének vizsgálata, melyek feltételezhetően megfelelnek a sügérfélék igényeinek. Vizsgáltam a különböző zsírtartalom, illetve a növényi olajok hatását a takarmányban a két faj termelési paramétereire, test-, és zsírsavösszetételére. Két kísérletben kerestem a választ arra, hogy az egynyaras süllő és kősüllő esetében, mekkora napi takarmányadagok etetése kívánatos. Vizsgálataimat egy 65 literes akváriumokból álló, recirkulációs rendszerben végeztem.

### **8.1. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő és a kősüllő növekedésére és testösszetételére**

A kísérletekben 80 egynyaras fogassüllőt, illetve 96 egynyaras kősüllőt telepítettem a recirkulációs rendszerre. A vizsgálat során egy 6% zsírtartalmú takarmányban (F6%) halolajjal, vagy lenolajjal 12% (+6%), vagy 18%-ra (+12%) (F12%, F18%, illetve L12%, L18%) emeltem a zsír arányát. A kősüllős vizsgálatban továbbá egy Trouvit pizstrángthápot (24% zsír) is etettem (T). A pelletált takarmányt napi két alkalommal, a teljes testtömeg 2%-ának megfelelő napi mennyiségben kínáltam fel. A kísérlet végén minden kezelésből random, 3-3 halból mintát vettem kémiai analízishez. Meghatároztam a kezelések halainak testösszetételét, és a filé zsírsav-profilját, továbbá kiszámoltam a növekedésre, takarmányértékesítésre, kondíciófaktorra vonatkozó eredményeket.

A süllők a lenolajos takarmányt elfogyasztották és a termelési paraméterekben az „L” csoportok nem maradtak el a halolajos takarmányt fogyasztókétól. A kősüllők a lenolajos tápokot nem fogyasztották kielégítő mértékben (több egyed éhezett), a 6 hetesre tervezett kísérletet ezért az ötödik héten be kellett fejezmem. A halolajos takarmányokat a kősüllő is szívesen fogyasztotta és kiváló S.G.R. (átlag: 0,87-1,2%/nap), illetve takarmányértékesítési (átlag: 1,04-1,68 g/g) eredményeket kaptam ezeknél a csoportoknál.

A linol-(C18:2n-6c), illetve linolénsav (C18:3n-3) filében való részaránya a lenolajos csoportoknál szignifikáns mértékben magasabb volt, mint a halolajos kezeléseknél. Az élettani szempontból jelentős DHA (C22:6n-3) tekintetében a kezelések között lényeges különbség nem alakult ki ( $P>0,05$ ). Ez a jelenség érdekes, mert a lenolajos takarmányban a DHA részaránya (1,79-2,53%) igen alacsony volt. A többtényezős varianciaanalízis mindkét fajnál igazolta, hogy a takarmány zsírsavösszetétele szignifikáns mértékben hat a filé zsírsav-profiljára ( $P<0,05$ ).

Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a süllő és a kősüllő számára egyaránt a 11-12% körüli zsír jelenti a megfelelő mennyiséget a takarmányban. Ennél a zsírtartalomnál a termelési paraméterek még kedvezően alakulnak és kisebb mértékű az elzsírosodás.

## **8.2. Különböző növényi olajtartalmú (szója-, napraforgó-, repceolaj) tápok hatása a fogassüllő és a kősüllő növekedésére és testösszetételére**

A 42 napos kísérletekben 60 fogassüllőt, illetve 63 kősüllőt telepítettem az akváriumokba. A kísérletben egy 6%-os nyerszsírtartalmú alaptápot háromféle növényi olajjal, szója- (SO), repce- (RO), vagy napraforgóolajjal (NO), további 6%-kal egészítettem ki. A kísérletben szereplő tápok tehát a zsírtartalomban nem (12%), csak a zsírforrás típusában tértek el. A pelletált tápot napi egy alkalommal, szemenként, étvágy szerint ettettem.

A vizsgálat végén kezelésként meghatároztam a növekedési és takarmányhasznosítási mutatókat, valamint összehasonlítottam a különböző takarmányokat fogyasztó halak testösszetételének alakulását (3-3 hal/kezelés, véletlenszerűen kiválasztva). A kísérlet megkezdése előtt az induló, addig alaptápot fogyasztó állományból 3 süllőt, illetve kősüllőt kiirtottam és a kísérlet végén kémiai analízisre küldtem a többi mintával.

A vizsgálat során a növényi olajos takarmányokat a kősüllők szívesen fogyasztották. A fogassüllők a repceolajos tápot csak minimális mennyiségben vették fel, míg a szója-, és napraforgóolajos tápokot a halak többsége fogyasztotta. A fogassüllőnél szerényebb növekedési (S.G.R.: 0,12-0,31%/nap) és takarmányértékesítési (3,36-8,20 g/g) eredményeket, míg jelentős takarmány pazarlást (50-65%) tapasztaltam. A kősüllőnél az S.G.R. (átlag: 1,07-1,16%/nap), a takarmányértékesítés (átlag: 0,97-1,15 g/g) és a takarmány pazarlás (átlag: 16-20%) tekintetében kezeléstől függetlenül, kedvező eredményeket kaptam.

A testösszetételre nem, míg a filé zsírsav-profiljára hatott a takarmány zsírsavösszetétele mindkét faj esetében. Megállapítottam, hogy a halhúsra jellemző igen kedvező zsírsav-mutatókat (n-3/n-6 arány, telítetlen/telített zsírsavak aránya, DHA/EPA arány) a növényi olajos takarmányozás általában nem rontotta szignifikáns mértékben. Fontos észrevétel, hogy a filé DHA tartalma a takarmány zsírsavösszetételétől függetlenül egyik fajnál sem változott statisztikailag igazolható mértékben. Ebből arra következtettem, hogy a sügérfélék a számukra nélkülözhetetlen zsírsavtípust a takarmány minimális DHA tartalmánál is képesek „állandó” szinten tartani.

Véleményem szerint a vizsgált olajforrások a drága halolaj részbeni kiváltását teszik lehetővé a sügérfélék tápjában. A körülbelül 50%-os növényi olajos kiegészítés valószínűleg nem okoz jelentős ízrontó hatást a takarmányban. Kivételt képez ezalól a süllő esetében a repceolaj, ami az említett fajnál nem javasolt.



### 8.3. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő és a kőssüllő növekedésére és testösszetételére

A kísérletekben süllő esetén 60, míg kőssüllőnél 84 halat telepítettem az akváriumrendszerre. A kísérletekben egy 11,5% nyerszsírtartalmú, kereskedelmi forgalomban kapható, pelletált haltáppal naponta egy alkalommal ettettem. A 6 hetes ciklus alatt a takarmányt három különböző napi mennyiségben az összes élőtömeg 1,2%-ában, illetve 2%-ában, valamint *ad libitum* a süllő, míg 1%-ában, 2%-ában és 3%-ában kínáltam fel a kőssüllő esetében. Az adagok nagyságát irodalmi adatok (ZAKES ÉS MTSAL, 2001, 2004), illetve saját korábbi eredményeim alapján jelöltem ki. A kísérlet végén kezelésenként három egyedet laboratóriumba küldtem a testösszetételük meghatározására. Kiszámítottam továbbá a különböző kezelések átlagos termelési paramétereit is.

Vizsgálataim során a szakirodalmi és saját korábbi kísérleteimben tapasztalt eredményekhez hasonló értékeket kaptam. Kiemelem a takarmányértékesítésben megfigyelt eredményeket, mely a süllőnél 1,07-1,44 g/g, míg kőssüllőnél 0,85-0,90 g/g között alakult átlagosan. A takarmányadagoknak mindkét fajnál jelentős hatása volt az S.G.R. és a takarmánypazarlási értékekre. Megállapítottam, hogy a két vizsgált fajnál, egynyaras korban az összes testtömeg 1,5%-a körül várható a kívánatos takarmánydózis. Mivel kísérleteimben a kezelések közötti lépéstávolságok túlzottan nagyok voltak, a pontosabb eredmény érdekében további vizsgálatokat javaslok.

## 8. SUMMARY

There is a huge demand for the high quality fish meat, so the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) has an almost unlimited market in the Western European countries. The pikeperch is a traditional species of the pond fish production, but it is a new subject of the industrial fish production. The hybridization with the Volga pikeperch (*Sander volgensis* Gmelin) might help to domesticate also the pikeperch. The less sensitive Volga pikeperch gets accustomed to the dry-feed easier than its close relative, the pikeperch.

The aim of our experiments was to examine the feedability of feeds suitable for perch species. Effects of the different fat contents and vegetable oils were evaluated on the production parameters and on the body and fatty acid compositions of both species. Two experiments were carried out to determine the most suitable daily feed ration for the pikeperch and Volga pikeperch. The experiments were carried out in a recirculation system composed of 65-litre aquaria. Three twin-experiments were planned with pikeperch and Volga pikeperch. Therefore results of altogether six experiments are summarised in the following.

### **8.1. The effect of the animal and vegetable oil (fish and linseed oil) on the growth and body compositions of the pikeperch and Volga pikeperch.**

Altogether 80 one-year old pikeperch and 96 one-year old Volga pikeperch were stocked into the recirculation system's aquaria. The proportion of the fat content of the basal feed (F6%) - containing originally 6% fat - was increased to 12% (+6%) or 18% (+12%) using fish and linseed oil (F12%, F18% and L12%, L18%). All the four experimental feeds were fed in four randomly chosen aquaria providing a design of four treatments with four repetitions. The F6% basal feed was used as a control. Furthermore Trouvit (T) trout feed (24% fat content) was used in case of the Volga pikeperch. The pelleted feed was given two times a day, at a ration of 2% of fish biomass every day. At the end of the experiment samples from 3-3 randomly

chosen fish were taken from every group for chemical analysis. The body composition and fatty acid profile of the fishes of the different treatments were determined. Furthermore, values of growth rate, feed conversion ratio and condition factor were calculated.

Pikeperch have consumed normally the linseed oil feed, and the “L-groups” did not fall behind in their productive parameters from the groups eating the fish oil feed. Volga pikeperch have not eaten the linseed oil feed in satisfactory amount and even several individuals were starving. So the experiment had to be stopped in the fifth week. However Volga pikeperch have eaten the fish oil feed with good appetite and produced excellent S.G.R. (0.87-1.2%/day) and feed conversion ratio (1.04-1.68 g/g) results.

Examining the linolic acid (C18:2n-6c) and linoleic acid (C18:3n-3) content of the fillet, it was found that their proportion were significantly higher in the linseed oil groups. Regarding the physiologically important DHA (C22:6n-3), there were no significant differences between the different treatments ( $P>0.05$ ). The proportion of the DHA (1.79-2.53%) was very low in the linseed oil feed. The multiway analysis of variance has confirmed that the fatty acid content of the feed affects significantly the fatty acid profile of the fillet ( $P<0.05$ ).

According to the results of these experiments, it can be said that both for the pikeperch and for the Volga pikeperch the 11-12% fat content is the optimal lipid content of the feed. The production parameters showed favourable values and the fish have accumulated less body fat.

## **8.2. The effect of different vegetable oil (soybean oil, sunflower oil, rapeseed oil) feeds on the growth and body compositions of the pikeperch and Volga pikeperch.**

In the 42-day-long experiment 60 pikeperch and 63 Volga pikeperch were introduced into the aquaria. The original 6% fat content of the basal feed was complemented to 12% using soybean (SO), rapeseed (RO) and sunflower (NO) oil. Therefore, the feeds did not differ in their fat content

(12%) only in the source of the fat. Feed was given once a day according to the appetite of fish.

At the end of the experiment the growth and feed conversion ratio indexes were determined and the development of the body composition of the different treatments (3-3 randomly chosen fish/treatment) was compared. At the beginning of the experiment, from the stock fed with basal feed, 3 pikeperch and 3 Volga pikeperch were killed and at the end of the experiment they were sent to chemical analysis with the rest of the samples.

During the experiment, the Volga pikeperch have eaten the vegetable oil feeds with good appetite. The pikeperch have consumed the rapeseed oil feed only in a minimum amount, while most of the fish have eaten the soybean and sunflower oil feeds well. In case of the pikeperch, very modest growth (S.G.R.: 0.12-0.31%/day) and high feed conversion ratio (3.36-8.20 g/g) were measured, while they have wasted a significant amount (50-65%) of the feed. In case of the Volga pikeperch, favourable results were achieved considering both the S.G.R. (1.07-1.16%/day) the feed conversion ratio (0.97-1.15 g/g) and the amount of the wasted feed (16-20%).

The fatty acid composition of the food clearly affected the fatty acid profile of the fillet in both species, while it did not affect the body composition. Very favourable fatty acid indexes (n-3/n-6 ratio, unsaturated/saturated fatty acids ratio, DHA/EPA ratio) of the fish meat were found, which was not deteriorated significantly by the vegetable oil feeds. The DHA content of the fillet did not change significantly and the change was independent from the fatty acid composition of the feed. It can be concluded that the perch species are able to keep the essential fatty acids at a stable level from the minimal DHA content of the feed.

The examined oil sources can serve for the partial replacement of the expensive fish oil. According to the feed consumption data, approximately 50% vegetable oil addition does not cause any significant deterioration in the taste of feed. Only feed with rapeseed oil was totally refused by the pikeperch.

### **8.3. The effect of the different amount of feeds on the growth and body composition of the pikeperch and Volga pikeperch**

In these experiments 60 pikeperch and 84 Volga pikeperch were introduced into the aquarium system. During the experiment fish were fed with a commercial pelleted fish feed once a day. The fat content of the feed was 11.5%. During the 6-week-long period, the feed was given to the fish in different amounts: in case of the pikeperch 1.2% and 2% of their biomass, while in case of the Volga pikeperch the daily rations were 1%, 2% and 3% of the biomass. Daily rations were determined according to the recommendation of ZAKES ET AL. (2001, 2004) and basing on our own previous results. At the end of the experiment, three fish were sent to the laboratory to determine their body composition. Furthermore the average production parameters of the different treatments were calculated.

Results obtained were similar to that of published in the scientific literature. It can be stressed that the feed conversation ratio, showing values of 1.07-1.44 g/g in case of the pikeperch and 0.85-0.90 g/g in case of the Volga pikeperch was excellent. The amount of daily rations had a significant effect on the S.G.R. and on the amount of wasted the least feed in case of both species. Pikeperch have waste at the 1.2% treatment, while Volga pikeperch showed the least amount of wasted feed at the 1% treatment. According to the results of these experiments, it can be ascertained that in case of both species 1.5% of their biomass is the most suitable daily ration for the one-year old fish.

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok **Dr. Hancz Csaba** professzor úrnak, aki mint témavezetőm a PhD képzés alatt irányította munkámat, hasznos tanácsaival segített disszertációm elkészítésében. Köszönettel tartozom **Dr. Molnár Tamás Gergelynek**, társ-témavezetőmnek a kísérletek tervezésében és azok kivitelezésében, továbbá a dolgozatom megírásában nyújtott segítségével.

Köszönöm **Dr. Horn Péter** akadémikus úrnak, hogy mint az általa irányított Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola hallgatójának segítette munkámat. Köszönetemet fejezem ki **Dr. Szendrő Zsolt** professzor úrnak, hogy a Sertés-, és Kisállattenyésztési Tanszék vezetőjeként számomra a kísérletek elvégzéséhez a szakmai háttérrel biztosította.

Hálával tartozom **Dr. Müller Tamásnak** (SZIE), **Dr. Horváth Lászlónak** (Attalai Hal Kft.), **Bódis Márknak** (Pannon Egyetem) és **Makkos Gábornak** (Makkos és Társa Kft.), hogy a kísérleteimhez nélkülözhetetlen szülő, illetve kőszülő állományokat rendelkezésemre bocsátották.

Köszönetemet fejezem ki **Dr. Szabó Andrásnak**, a Kaposvári Egyetem Állattermék Minősítő Laboratóriumának tudományos munkatársának és **Dr. Fébel Hedvignek**, az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet főosztályvezetőjének a takarmány-, illetve halminták kémiai analízisében nyújtott segítségükért.

Köszönettel tartozom a Kaposvári Egyetem Hallaboratóriumának dolgozóinak, **Gulyás Évának** és **Stettner Gabriellának**, hogy a kísérletek kivitelezésében önzetlenül segítettek.

Köszönöm továbbá **családomnak és barátaimnak**, hogy mellettem álltak és nyugodt háttérrel biztosítottak munkám elvégzése során.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

1. **Abi-Ayad, S.-M.E.-A., Boutiba, Z., Mélard, C., Kestemont, P.** (2004): Dynamics of total body fatty acids during early ontogeny of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 30:129-136.pp.
2. **Alsted, N., Due, T., Hjermsitsley, N., Andreassen, N.** (1995): Practical experience with high energy diets, FCR, growth and quality. *J. Appl. Ichthyol.*, 11:329-335.pp.
3. **Alvarez, M.J., Diez, A., Lopez-Bote, C.J., Gallego, M., Bautista, J.M.** (2000): Short-term modulation of lipogenesis by macronutrients in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hepatocytes. *British Journal of Nutrition*, 84:619-628.pp.
4. **Alves Martins, D., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozório, R.O.A., Valente, L.M.P.** (2006): Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels. *Aquaculture International*, 14:285-295.pp.
5. **Antalfi, A.** (1979): Propagation and rearing of pikeperch in pond culture. *EIFAC Technical Paper*, No. 35. Suppl. 1:120-125.pp.
6. **Baer, J., Zienert, S., Wedekind, H.** (2001): Neue Erkenntnisse zur Umstellung von Natur- auf Trockenfutter bei der Aufzucht von Zandern (*Sander lucioperca* (L.)). *Fischer und Teichwirt*, 7:243-244.pp.
7. **Barlow, S.** (2000): Fishmeal and fish oil: sustainable ingredients for aquafeeds. *Glob. Aquacult. Advocate*, 4:85-88.pp.
8. **Barrows, F. T., Sell, J. L., Nickum, J. G.** (1988): Effect of dietary protein and energy levels on weight gains body composition, and RNA:DNA ratios of fingerling walleyes. *The Progressive Fish-Culturist*, 50:211-218.pp.
9. **Beamish, F. W. H., Thomas, E.** (1984): Effect of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 41:359-371.
10. **Bell, J.G.** (1998): Current aspect of lipid nutrition in fish farming. In: Black, K.D., Pickering, A.D. (eds.): *Biology of farmed fish*. Sheffield Academic Press, Sheffield, 1998. 114-141.pp.
11. **Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., Sargent, J.R.** (2004): Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: Modification of flesh fatty acid composition in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet. *Lipids*, Vol.39. No.3:223-231.pp.
12. **Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R.** (2003 a): Rapeseed oil as an alternativ to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil „wash out”. *Aquaculture*, 218:515-528.pp.
13. **Bell, J.G., Tocher, D.R., Henderson, R.J., Dick, J.R., Crampton, V.O.** (2003 b): Altered fatty acid composition in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed

- diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *The Journal of Nutr.*, 133:2793-2801.pp.
14. **Bell, J.G., Tocher, D.R., MacDonald, F.M., Sargent, J.R.** (1995): Effect of dietary borage oil (enriched in  $\gamma$ -linoleic acid, 18:3(n-6)) or marine fish oil (enriched in eicosapentaenoic acid, 20:5(n-3)) on growth, mortalities, liver histopathology and lipid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Fish Physiol. Biochem.*, 14:373-383.pp.
  15. **Bercsényi, M., Merth, J., Födeldesi, Z., Müller, T.** (2001): Süllő és kősüllő nevelése tápon. XXV. *Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI, Szarvas, 2001. május 16-17. Konferencia kiadvány:41.p.
  16. **Berinký, L.** (1958): The osteology of *Lucioperca lucioperca* and *Lucioperca volgensis*. *Annal. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.* S.N. 9:313-329.pp.
  17. **Bíró, P.** (1970): A balatoni fogassüllő táplálékának vizsgálata. *Halászat*, Vol. 63. 2.szám:98-99.pp.
  18. **Bíró, P.** (1972): First summer growth of pike-perch (*Lucioperca lucioperca* L.) in Lake Balaton. *Annal. Biol. Tihany*, 39:101-113.pp.
  19. **Bíró, P.** (1973): The food of pike-perch (*Lucioperca lucioperca* L.) in Lake Balaton. *Annal. Biol. Tihany*, 40:159-183.pp.
  20. **Bódis, M., Bercsényi, M.** (2009): 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*, 17:1-6.pp.
  21. **Bódis, M., Csapó, I.** (2004): Süllőkeltetés a gyakorlatban I. *Halászat*, Vol. 97. 4.szám:132-133.pp.
  22. **Bódis, M., Csapó, I.** (2005): Süllőkeltetés a gyakorlatban II. *Halászat*, Vol. 98. 1.szám:4-6.pp.
  23. **Bódis, M., Ittész, I., Németh, Sz., Bercsényi, M.** (2008): Új magyar módszer a mesterséges süllőszaporításban - az ikrás halak ivarnyílásának szaporítás előtti elzárása. *Halászat*, Vol.101. 1.szám:6-7.pp.
  24. **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.pp.
  25. **Bódis, M., Makkosné Takács, Sz.** (2003): Süllő nevelése táppal – ketreces kísérletek. *Halászat*, Vol. 96. 3.szám:136-138.pp.
  26. **Bokor, Z., Müller, T., Bercsényi, M., Horváth, L., Urbányi, B., Horváth, Á.** (2007): Cryopreservation of sperm of two European percid species, the pikeperch (*Sander lucioperca*) and the Volga pikeperch (*S. volgensis*). *Acta Biologica Hungarica*, 58 (2):199-207.pp.
  27. **Boross, L., Sajgó, M.** (1993): *A biokémia alapjai*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1993. 108-125, 224-243. pp.
  28. **Brandsen, M.P., Carter, C.G., Nichols, P.D.** (2003): Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic Salmon (*Salmo salar*): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. *Comp. Biochem. Physiol.*, 135. Part B:611-625.pp.



29. **Castell, J.D., Bell, J.G., Tocher, D.R., Sargent, J.R.** (1994): Effect of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 128:315-353.pp.
30. **Czesny, S., Dabrowski, K.** (1998): The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated Walleye (*Stizostedion vitreum*). *Aquat. Living Resour.*, 11 (6):371-378.pp.
31. **Csengeri, I., Farkas, T.** (1993): Esszenciális zsírsav-hiányos tápok hatása a lipidek zsírsav összetételére és a membrán viszkozitására pontynál. *Halászatfejlesztés*, (XVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 1993. június 16-17.) 16:134-135.pp.
32. **Faber, J.E., Stepien, C.A.** (1998): Tandemly repeated sequences in the mitochondrial DNA control region and phylogeography of the pike-perches *Stizostedion*. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 10:310-322.pp.
33. **FAO (2008)**: Food and Agriculture Organization of united nations, Food Outlook, Global Market Analysis. Fish and fishery products <ftp://ftp.fao.org>
34. **Farkas, T., Herodek S.** (1967): Investigations of the fatty acid composition of fishes from Lake Balaton. *Annal. Biol. Tihany*, 34:3-13.pp.
35. **Fivelstad, S.** (1988): Waterflow requirements for salmonids in single-pass and semi-closed land-based sea-water and fresh water systems. *Aquaculture Eng.*, 7:183-200.pp.
36. **Folch, J. M., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H.** (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226:495-509.pp.
37. **Greene, D.H., Selivonchick, D.P.** (1987): Lipid metabolism in fish. *Prog. Lipid Res.*, Vol. 26:53-85.pp.
38. **Guler, G.O., Aktumsek, A., Citil, O.B., Arslan, A., Torlak, E.** (2007): Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of zander (*Sander lucioperca*) in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, Vol. 103. Issue 4:1241-1246.pp.
39. **Gy. Papp, Zs., Tibaldi, E., Lanari, D.** (1994): Többszörösen telítetlen zsírsavak hiányának hatása a tengeri sügér (*Dicentrachus labrax* L.) zsírsav készletére. *Halászatfejlesztés*, (XVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 1994. június 15-16.) 17:79-86.pp.
40. **Haempel, O.** (1930): Fishereibiologie der Alpensee. In: Thienemann (ed.): *Die Binnengewässer*, 10:1-259.pp.
41. **Haltermelők Országos Szövetsége és Termék Tanácsa (HOSZ)** (2007): *Jelentés a Szövetség és tagjai működésének 2006.évi eredményeiről*, (Fehér Könyv), Budapest, 2007. 2-5.pp.
42. **Hancz, Cs., Matics, F., Balázsfői, F.-né.** (1996): Az egynyaras csuka táplálkozása akváriumokban. *Halászatfejlesztés*, (XX. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 1996. június 12-13.) 19:150.p.
43. **Harka, Á.** (1997): *Halaink*. Természet-és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest, 1997. 148-151.pp.

44. **Harka, Á.** (2001): A süllő (*Stizostesion lucioperca* L.) szaporodása és növekedése a Tiszában a 2000. februárjában történt cianidos szennyezés után. *Halászat*, Vol. 94. 2.szám:74-76.pp.
45. **Harka, Á., Sallai, Z.** (2004): *Magyarország halfaunája*. Nimfea T.E. kiadásában, Szarvas, 2004. 214-218.pp.
46. **Henderson, R.J., Tocher, D.R.** (1987): The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, Vol. 26:281-347.pp.
47. **Hilge, V.** (1990): Beobachtungen zur Aufzucht von Zandern (*Stizostedion lucioperca* L.) im Labor. *Arch. Fisch Wiss.*, 40, 1/2:167-173.pp.
48. **Hilge, V., Steffens, W.** (1996): Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) – a short review. *J. Appl. Ichthyol.*, 12:167-170.pp.
49. **Hochleithner, M.** (2005): *Barsche. Biologie und Aquacultur*. AquaTech Publications, Austria, Kitzbühel, 2005. 1-172.pp.
50. **Holcik, J.** (2003): Changes in the fish fauna and fisheries in the Slovak section of the Danube River: a review. *Ann. Limnol.-Int. J. Lim.*, 39(3):177-195.pp.
51. **Horváth, L., Szabó, K., Tamás, G.** (2005): Újabb tapasztalatok az indukált süllőszaporítás terén. XXIX. *Halászati Tudományos Tanácskozá*, HAKI, Szarvas, 2005. május 4-5. Konferencia kiadvány:22.p.
52. **Horváth, L., Tamás, G.** (1981): *Ivadéknvelés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1981. 1-182.pp.
53. **Horváth, L., Urbányi, B.** (2000): A süllő (*Stizostedion lucioperca* (L.)) tógazdasági tenyésztése és szaporítása. In: *Halbiológia és haltenyésztés*. Szerk.: Horváth, L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000. 319-324.pp.
54. **ISO** (1978): Animal feeding stuffs - Determination of crude ash. ISO 5984 International Organization for Standardization.
55. **ISO** (1985): Animal feeding stuffs - Determination of fat content. ISO 6492 International Organization for Standardization.
56. **ISO** (1997): Animal feeding stuffs - Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Kjeldahl method. ISO 5983 International Organization for Standardization.
57. **ISO** (2000): Animal Feeding Stuffs – Determination of Crude Fibre Content. ISO 6865. International Organization for Standardization.
58. **Jaeger, T., Nellen, W., Soll, H.** (1984): Beleuchtete Netzgehegeanlagen zur Aufzucht von Fischbrut bis zur Setzlingsgröße. *Eine Bauanleitung und Aufzuchtbeschreibung*. Ber. Inst. Meereskd. Christian- Albrechts-Univ. Kiel, No. 126:72.p.
59. **Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Szczepkowski, M.** (2003): Fatty acid and meat utility of wild and cultured zander, *Sander lucioperca* (L.), *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 6, Issue. 1, Series: Fisheries.
60. **Jávör, T., Moser, Gy.-né** (2002): *A zsíranyagcsere és az étrend*, Golden Book Kiadó, Budapest, 2002. 7-18.pp.
61. **Kestemont, P., Vandeloise, E., Mélard, C., Fontaine, P., Brown, P. B.** (2001): Growth and nutritional status of Eurasian perch *Perca fluviatilis* fed

- graded levels of dietary lipids with or without added ethoxyquin. *Aquaculture*, 203:85-99.pp.
62. **Kiss, I.** (1995): Csontoshalak (*Osteichthyes*). In: *Állattan*. Szerk.:Bakonyi, G., Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1995. 375-395.pp.
  63. **Krasznai, Z., Kovács Gy., Oláh, J.** (1980): Négyfázisú iparszerű harcsatenyésztés technológiai alapjainak kidolgozása. *Halászat*, Vol. 73. 1.szám:Tud. old.
  64. **Kucska, B.** (2003): Csuka nevelése tápon. *Halászat*, Vol. 96. 3.szám:99-101.pp.
  65. **Kucska, B., Bódis, M., Merth, J., Müller, T., Sári, J.** (2003): Tavi kihelyezésre alkalmas egynyaras csuka és süllő nevelése tápon. *XXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI, Szarvas, 2003. május 7-8. Konferencia kiadvány:195-197.pp.
  66. **Kucska, B., Binder, T., Bódis, M., Müller, T., Merth, J., Keresztessy, K., Bercsényi, M.** (2002): Kísérletek négy ragadozóhal - csuka (*Esox lucius*), süllő (*Stizostedion lucioperca*), menyhal (*Lota lota*), sügér (*Perca fluviatilis*) - tápon való nevelésére. *Halászatfejlesztés*, (XXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2002. május 8-9.) 27:113-115.pp.
  67. **Kucska, B., Lévai, F., Bercsényi, M.** (2007): Primőr csuka előállítás. *XXXI. Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI, Szarvas, 2007. május 16-17. Konferencia kiadvány:27.p.
  68. **Léger, C., Gatesoupe, F.J., Metailler, R., Luquet, P., Fremont, L.**, (1979): Effect of dietary fatty acid differing by chain lengths and  $\omega$  series on the growth and lipid composition of turbot *Schophthalmus maximus* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, 64. Part B:345-350.pp.
  69. **Li, M., Lovell, R. T.** (1992): Effect of dietary protein concentration on nitrogenous waste in intensively fed catfish ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, 23:122-127.pp.
  70. **Ljunggren, L., Staffan, F., Falk, S., Lindén, B., Mendes, J.** (2003): Weaning of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L., and perch, *Perca fluviatilis* L., to formulated feed. *Aquaculture Research*, Vol. 34, Issue 4:281-287.pp.
  71. **Luchiari, A.C., Freire, F.A.D., Koskela, J., Pirhonen, J.** (2006): Light intensiti preference of juvenile pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *Aquaculture research*, 37(15):1572-1577.pp.
  72. **Marre, G.** (1933): Untersuchungen über die Zanderfischerei im Kurischen Haff. *Zeitschrift für Fischerei*, 31:309-343.pp.
  73. **Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Ginés, R., Lopez-Bote, C.J., Bautista, J.M.** (2004): Adaptacion of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream, (*Sparus aurata*) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soyabean oils. *British Journal of Nutrition*, 92:41-52.pp.
  74. **Molnár, Gy., Tölg, I.** (1961 a): Röntgenológiai módszer a fogassüllő (*Lucioperca lucioperca* L.) gyomoremésztésének vizsgálatára. *Állattani Közlemények*, 48:107-109.pp.

75. **Molnár, Gy., Tölg, I.** (1961 b): Adatok a fogassüllő (*Lucioperca lucioperca* L.) gyomoremésztési időtartamának hőmérséklet okozta változásairól. *Annal. Biol. Tihany*, 28:109-115.pp.
76. **Molnár, T.** (2002): A süllő (*Stizostedion lucioperca* L.) mesterséges környezetben történő tartásának, népesítésének és takarmányozási problémáinak vizsgálata. *Doktori értekezés*, Kaposvári Egyetem, 2002.
77. **Molnár, T., Hancz, Cs., Molnár, M., Horn, P.** (2004 a): The effects of diet and stocking density on the growth and behaviour of pond pre-reared pikeperch under intensive conditions. *J. Appl. Ichthyol.*, 20 (2):105-109.pp.
78. **Molnár, T., Hancz, Cs., Molnár, M., Stettner, G.** (2000 a): Néhány technológiai paraméter vizsgálata a süllő (*Stizostedion lucioperca*) intenzív nevelése során. *Acta Agraria Kaposvariensis*, Vol. 4. No 2:85-94.pp.
79. **Molnár, T., Hancz, Cs., Bódis, M., Müller, T., Bercsényi, M., Horn, P.** (2004. b): The effect of the initial stocking density on the growth and survival of the pike-perch fingerling reared under intensive conditions. *Aquaculture International*, 12 (2):181-189.pp.
80. **Molnár, T., Hernádi, J., Stettner, G., Hancz, Cs.** (2000 b): A takarmányozás és a telepítési sűrűség hatása a pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*) növekedésére és takarmányértékesítésére. *Halászatfejlesztés*, (XXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2000. május 24-25.) 24:31-37.pp.
81. **Molnár, T., Stettner, G., Hancz, Cs.** (2001): Különböző takarmányváltási módszerek hatása az előnevelt süllő (*Stizostedion lucioperca* L.) növekedésére. *Halászatfejlesztés*, (XXV. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2001. május 16-17.) 26:162-169.pp.
82. **Molnár, T., Stettner, G., Müller, T., Szabó, G. Hancz, Cs.** (2004 c): A telepítési sűrűség hatásának vizsgálata intenzíven nevelt kősüllőnél. *Halászatfejlesztés*, (XXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2004. május 7-8.) 29:75-82.pp.
83. **Moore, A., Prange, M.A., Bristow, B.T., Summerfelt, R.C.** (1994): Influence of stocking densities of walleye fry viability in experimental and production tanks. *Progr. Fish. Cult.*, 56:194-201.pp.
84. **MSZ EN ISO** (2002): Állati és növényi zsírok és olajok. A növényi zsírok és olajok transzizomer zsírsavtartalmának meghatározása. Gázkromatográfiai módszer. (ISO 15304:2002).
85. **Müller, T., Bódis, M., Bercsényi, M** (2006 a): Comparative oxygen tolerance of pikeperch *Sander lucioperca*, Volga pikeperch *S. volgensis* and their hybrids *S. lucioperca* × *S. volgensis* – a short communication. *Aquaculture Research*, 37(12):1262-1264.pp.
86. **Müller, T., Bódis, M., Nyitrai, G.** (2006 b): Megfigyelések a süllő mesterséges szaporításával kapcsolatban. *Halászat*, Vol. 99. 1.szám:20-22.pp.
87. **Müller, T., Merth, J., Nyitrai, G., Kucska, B., Bercsényi, M.** (2003): Sügérfélék (*Percidae*) hibridizációjának lehetőségei: előzetes eredmények. *Halászatfejlesztés*, (XXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2003. május 7-8.) 28:111-112.pp.

88. Müller, T., Nyitrai, G., Kucska, B., Bódis, M., Bercsényi, M. (2005): A kősüllő mesterséges szaporítása. *XXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI, Szarvas, Konferencia kiadvány:23.p.
89. Müller, T., Specziár, A., Taller, J., Bercsényi, M. (2006 c): Morphological description of the hybrid of pikeperch *Sander lucioperca* L. and volga pikeperch *S. volgensis* (Gmelin). *Aqua 2006, Linking Tradition and Technology*, Firenze, Italy, may 9-13, 2006. (CD Rom), Abstract's No.639.p.
90. Müller, T., Taller, J., Nyitrai, G., Kucska, B., Cernák, I., Bercsényi, M. (2004): Hybrid of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) and Volga perch, *S. volgense* (Gmelin) – a short communication. *Aquaculture Research*, 35:915-916.pp.
91. Németh Sz., Bódis, M., Ittész, I., Bercsényi, M. (2007): Új, kéméletes eljárás ikrás halak ivaranyílásának szaporítás előtti elzárására. *XXXI. Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI, Szarvas. 2007. május 16-17. Konferencia kiadvány:13.p.
92. Nettleton, J.A., II, E. (2000): Fatty acids in cultivated and wild fish. *International Institute of Fisheries Economics and Trade (Micribehavior and Macroresults) IIFÉT*, 2000. july 10-14. Oregon State University, Cervallis, Oregon. (Proceedings:1-4.pp.)
93. Neuhauser, E. (1934): Studien über das Stettiner Haff und seine Nebengewässer. III. Untersuchungen über den Zander. *Zeitschrift für Fischerei*, 32:599-634.pp.
94. 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*, Vol. 36, Issue 5:486-492.pp.
95. Peterson, D.L., Carlone, R.F., Wilson, T.A. (1997): Production-scale methods for intensive culture of walleye fry. *Prog. Fish. Cult.*, 59:14-19.pp.
96. Pintér, K. (2002): *Magyarország halai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002. 182-188.pp.
97. Pintér, K. (2006): Magyarország halászata 2005-ben. *Halászat*, Vol. 99. 2.szám:48-53.pp.
98. Pintér, K. (2007): Magyarország halászata 2006-ban. *Halászat*, Vol. 100. 3.szám:111-116.pp.
99. Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S.J. (2003): The replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217:465-482.pp.
100. Rennie, S., Huntingford, F.A., Loeland, A. L., Rimbach, M. (2005): Long term partial replacement of dietary fish oil with rapeseed oil; effects on egg quality of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture*, 248:135-146.pp.
101. Rideg, Á., Heimann, A. (1991): Kísérletek egy franciaországi gazdaságban a harcsa (*Silurus glanis*) intenzív ivadéknevelésére. *Halászat*, Vol. 84. 2.szám:64-65.pp.

102. **Roberts, C.A., Workman, J., Reeves, J.B.** (2004): *Near-Infrared spectroscopy in agriculture*. (ed: Al-Amoodi, L.). Number 44. in the series: Agronomy. Madison, Wisconsin, USA, 2004. Table 19-1.
103. **Rónyai, A.** (2007): Induced out-of-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research*, Vol. 38. Issue 11:1144-1151.pp.
104. **Rónyai, A., Csengeri, I.** (2008): Effect of feeding regime and temperature on ongrowing results of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research*, Vol. 39. Issue 8:820-827.pp.
105. **Rónyai, A., Gál, D.** (2003): Előzetes adatok a táppal takarmányozott fogasszülő növekedéséről és takarmány-hasznosításáról. *Halászatfejlesztés*, (XXVII. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2003. május 7-8.) 28:173-179.pp.
106. **Rónyai, A., Németh, Á.** (2006): Süllőtenyésztés-ma, I. Irodalmi áttekintés. *Halászat*, Vol. 99. 3.szám:112-118.pp.
107. **Ruuhijarvi, J., Virtanen, E., Saimainen, M., Muyunda, M.** (1991): The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* L. larvae fed on formulated feeds. *European Aquaculture Society*, Gent, Belgium, 1991. Special Production No.15:154-156.pp.
108. **Sargent, J.** (1996): Origins and functions off egg lipids: nutritional implications. In: Bromage, N.R., Roberts R.J. (eds.): *Broodstock management and egg and larval Quality*, Blackwell Science Ltd., London, 1996. 353-372.pp.
109. **Schlumpberger, W., Schmidt, K.** (1980): Vorläufiger Stand der Technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zandern (*Stizostedion lucioperca* L.). *Zeitschrift für Binnenfischerei*, DDR, Berlin, 27:284-286.pp.
110. **Schultz, C., Böhm, M., Wirth, M., Rennert, B.** (2007): Effect of dietary protein on growth, feed conversion, body composition and survival of pike perch fingerlings (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 13(5):373-380.pp.
111. **Schultz, 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.pp.
112. **Schultz, C., Knaus, U., Wirth, M., Rennert, B.** (2005): Effects of varying dietary fatty acid profil on growth performance, fatty acid, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 11:403-413.pp.
113. **Shikata, T., Shimeno, S.** (1994): Metabolic response to dietary stearic acid, linoleic acid, and highly unsaturated fatty acid in carp. *Fish. Sci.* 60:735-739.pp.
114. **Smisek, J.** (1962): Vyzkum prirodzene potravy a rust candáta obecného(*Lucioperca lucioperca* L.) v prvním roce jeho vyvoje. (in Czech) *Zivocisna Vyroba* 7(35):429-436.pp.

115. **Specziár, A.** (2002): A fogassüllő és a kőszüllő ivadék tápláléka a Balatonban. *Halászatfejlesztés*, (XXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás. HAKI, Szarvas, 2002. május 8-9.) 27:70-80.pp.
116. **Specziár, A.** (2004): A fogassüllő és a kőszüllő szaporulata a Balatonban. *Halászatfejlesztés*, (XXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas, 2004. május 7-8.) 29:113-124.pp.
117. **Specziár, A.** (2005): First year ontogenetic diet patterns in two coexisting *Sander* species, *S. lucioperca* and *S. volgensis* in Lake Balaton. *Hydrobiologia*, 549:115-130.pp.
118. **Specziár, A., Bercsényi, M., Müller, T.** (2009): Morphological characteristics of hybrid pikeperch (*Sander lucioperca* ♀ × *Sander volgensis* ♂) (*Osteichthyes, Percidae*). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 55(1):37-52.pp.
119. **Specziár, A., Bíró, P.** (2002): A balatoni kőszüllő (*Stizostedion volgensis*) ökológiájáról. *Halászat*, Vol.95. 1.szám:33-40.pp.
120. **Specziár, A., Bíró, P.** (2003): Population structure and feeding characteristics of Volga pikeperch, *Sander volgensis* (*Pisces, Percidae*), in Lake Balaton. *Hydrobiologia*, 506-509:513-510.pp.
121. **Specziár, A., Tölg, L., Bíró, P.** (2000): A Balaton halfaunájának vizsgálata. *Halászatfejlesztés*, (XXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 2000. május 24-25.) 24:115-125.
122. **SPSS® For Windows™** (1999): Version 10., Copyright SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
123. **Steffens, W.** (1960): Ernährung und Wachstum des jungen Zanders (*Lucioperca lucioperca* L.) in Teichen. *Zeitschrift für Fischerei*, 9:161-272.pp.
124. **Steffens, W.** (1981): *Moderne Fischwirtschaft-Grundlagen und Praxis*. J. Neumann-Neudamm. Melsungen, 1981. 375.p.
125. **Sutela, T., Hyvarinen, P.** (2002): Diet and growth of stocked and wild 0+ pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). *Fisheries Management and Ecology*, 9:57-63.pp.
126. **Szipola, I.** (1986): A kőszüllő (*Stizostedion volgense*, Gmelin) dinamikai vizsgálata a Keszthelyi-öbölben. *Halászat*, Vol.79. 2.szám:54-57.pp.
127. **Szipola, I.** (1994): A kőszüllő (*Stizostedion volgensis*) szerepe természetes vizeinkben és szaporítása. *Halászatfejlesztés*. (XVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 1994. június 15-16.) 17:140-146.pp.
128. **Szkudlarek, M., Zakes, Z.** (2002): The effect of stock density on the effectiveness of rearing pikeperch *Sander lucioperca* (L.) summer fry. *Archives of Polish Fisheries*, Vol. 10:115-119.pp.
129. **Szkudlarek, M., Zakes, 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.pp.
130. **Szűcs, I.** (2002): *A halászati ágazat gazdasági, szervezési és piaci kérdései*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2002. 11-76.pp.
131. **Tahy, B.** (1996): Gondolatok a balatoni kőszüllőállományról. *Halászat*, Vol. 85. 3.szám:104.p.

132. **Tamás, G., Csorbai, B., Kovács, É., Németh, I., Horváth, L.** (2006): A süllő (*Sander lucioperca*) szaporítási technológiájának továbbfejlesztése. *Halászat*, Vol. 99. 4.szám:157-170.pp.
133. **Tasnádi, R.** (1983): *Haltakarmányozás*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983. 247-248.pp.
134. **Tátrai, I., Pónyi, J.** (1976): On the food of pike-perch fry (*Stizostedion lucioperca* L.) in Lake Balaton in 1970. *Annal. Biol. Tihany*, 43:93-104.pp.
135. **Tocher, M.S.** (1993): Elongation predominates over desaturation in the metabolism of 18:3n-3 and 20:5n-3 in turbot (*Scophthalmus maximus*) brain astroglial cells in primary culture. *Lipids*, 28:267-272.pp.
136. **Tölg, I.** (1959): A balatoni fogassüllő-ivadék (*Lucioperca sandra* Cuv. Et val.) táplálékának vizsgálata. *Annal. Biol. Tihany*, 26:85-99.pp.
137. **Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, M.Y., Yöntem, M., Ulupinar, M.** (2006): Variations in fatty acids composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) liver with respect to gonad maturation. *Ecology of Freshwater Fish*, Vol. 15. Issue 4:441-445.pp.
138. **Vörös, G., Körmendi, S., Balázsfi, F-né.** (1992 a): A süllő intenzív tartás-technológiájának kialakítására irányuló laboratóriumi kísérletek eredményeinek értékelése a telepítési sűrűségre vonatkozóan. *Halhústermelés fejlesztése*, (XVI. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 1992. június 10-11.) 15:65.p.
139. **Vörös, G., Körmendi, S., Balázsfi, F-né., Csengői Cs.** (1992 b): A süllő stresszérzékenységének vizsgálata. *Halhústermelés fejlesztése*, (XVI. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI, Szarvas, 1992. június 10-11.) 15:64.p.
140. **Vutskits, Gy.** (1915): A balatoni fogassüllő ivari és a kőüllő faji különbségeiről. *Halászat*, Vol. 16. 4.szám:229-230, 243-244, 250-252.pp.
141. **Willer, A.** (1924): Die Nahrungstiere der Fische. In: *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, ed.: Demoll-Maier. 1:145-288.pp.
142. **Woynárovich, E.** (1948): Süllőikra mesterséges megtermékenyítése. *Halászat*, 2:106-107.pp.
143. **Woynárovich, E.** (1959): A 300-500 g súlyú (IV. osztályú) süllő (*Lucioperca sandra* Cuv. Et val) táplálkozása a Balatonban. *Annal. Biol. Tihany*, 26:101-120.pp.
144. **Woynárovich, E.** (1996): A Balaton süllőállománya. *Halászat*, Vol.85. 3.szám:104-105.pp.
145. **Woynárovich, E., Entz, B.** (1949): Experiments in the artificial incubation of *Lucioperca sandra* Cuv. Et val. eggs. *Magyar Biol. Kut. Munk.*, 19:65-69.pp.
146. **Xu, X., Kestemont, P.** (2002): Lipid metabolism and FA composition in tissues of Eurasian perch *Perca fluviatilis* as influenced by dietary fats. *Lipids*, Vol. 37. No.3:297-304.pp.
147. **Zakes, Z.** (1997 a): Converting pond-reared pikeperch fingerlings, *Stizostedion lucioperca* (L.), to artificial food – effect of water temperature. *Archives of Polish Fisheries*, Vol. 5:313-324.pp.
148. **Zakes, Z.** (1997 b): The effect of stock density on the survival, cannibalism and growth of summer fry of European pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.)



- fed artificial diets in controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, Vol. 5:305-311.pp.
149. **Zakes, Z.** (1999): The effect of body size and water temperature on the results of intensive rearing of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (L.) fry under controlled conditions. *Archives of Polish Fisheries*, Vol. 7, Fasc. 1:187-199.pp.
  150. **Zakes, Z.** (2003): Pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) production in recirculating systems (in Czech with English summary). *Bulletin VURH Vodnany*, 1/2:136-140.pp.
  151. **Zakes, Z., Demska-Zakes, K.** (1996): Effect of diets on growth and reproductive development of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), reared under intensive culture conditions. *Aquaculture Research*, 27:841-845.pp.
  152. **Zakes, Z., Demska-Zakes, K., Karczewski, P., Karpinski, A.** (2001): Selected metabolic aspects of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in a water recirculation system. *Archives of Polish Fisheries*, Vol. 9, Fasc. 1:25-37.pp.
  153. **Zakes, Z., Karpinski, A.** (1999): Influence of water temperature on oxygen consumption and ammonia excretion of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) reared in a recirculating system. *Aquaculture Research*, 30:109-114.pp.
  154. **Zakes, Z., Kowalska, A., Czerniak, S., Demska-Zakes, K.** (2006): Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Czech Journal of Animal Science*, 51(2):85-91.pp.
  155. **Zakes, Z., Przybyl, A., Wozniak, M., Szczepowski, M., Mazurkiewicz, J.** (2004): Growth performance of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) fed graded levels of dietary lipids. *Czech Journal of Animal Science*, 49(4):156-163.pp.
  156. **Zakes, Z., Szczepkowski, M.** (2004): Induction of out-season spawning of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Aquaculture. International*, 12:11-18.pp.
  157. **Zienert, S., Wedekind, H.** (2001): Erfahrungen bei der Umstellung von Zandern (*Sander lucioperca*) auf Trockenfutter. *Fischer und Teichwirt*, 6:202-203.pp.

## 11. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

### **Közlemény idegen nyelvű referált folyóiratban:**

Molnár, T., Szabó, A., **Szabó, G.**, Szabó, C., Hancz Cs.: Effect of different dietary fat content and fat type on the growth and body composition of intensively reared pikeperch *Sander lucioperca* L. *Aquaculture Nutrition*, 2006. Vol. 12:173-182. pp. (IF: 1,642)

### **Közlemény magyar nyelvű referált folyóiratban:**

Molnár, T., Müller, T., **Szabó, G.**, Hancz, Cs.: Growth and feed conversion of intensively reared Volga perch (*Stizostedion volgensis*). Proceedings of the 14th International symposium „Animal Science Days”. 13-14. October 2006. Lillafüred, Hungary. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 2006. 10(2):315-319.pp.

**Szabó, G.**: A süllő (*Stizostedion lucioperca* L.) intenzív nevelése és takarmányozása. Irodalmi áttekintés. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2006. 55. 2:169-179.pp.

**Szabó, G.**, Müller, T., Molnár, T., Sudár, G., Hancz Cs.: Különböző takarmányadagok hatása a kősüllő (*Sander volgensis* Gmelin 1788) növekedésére és testösszetételére. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 2009. 13(1) (megjelenés alatt)

### **Proceedings-ben teljes terjedelemben megjelent közlemények:**

Molnár, T., Stettner, G., Müller, T., **Szabó, G.**, Hancz, Cs.: A telepítési sűrűség hatásának vizsgálata az intenzíven nevelt kősüllő (*Stizostedion volgensis*) növekedésére és takarmányértékesítésére. *Halászatfejlesztés*, 2004. (XXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás. HAKI, Szarvas, 2004. május 12-13.) 29:75-81.pp

Molnár T., Stettner G., **Szabó G.**, Hancz Cs.: A növekedés és a testösszetétel vizsgálata fogassüllőn, azonos fehérje-, de eltérő energiatartalmú tápok etetése mellett. *Halászatfejlesztés*, 2005. (XXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás. HAKI, Szarvas, 2005. május 4-5.) 30:143-146.pp.

**Szabó, G.,** Molnár, T., Hancz, Cs.: Effect of dietary fat content on the growth and body composition of pikeperch. *AQUA 2005, European Aquaculture Society*. Trondheim, Norway, 2005. august 9-12. Special Publications. No.35:439-440.pp.

**Szabó, G.,** Hancz, Cs., Stettner, G., Bódis, M., Molnár, T.: Eltérő napi takarmányadagok hatása a táppal etetett süllő (*Sander lucioperca* L.) növekedésére és testösszetételére. *Halászatfejlesztés*, 2006. (XXX. Halászati Tudományos Tanácskozás, HAKI. Szarvas, 2006. május 24-25.) 31:163-173.pp.

#### **Proceedings-ben megjelent abstractok:**

**Szabó, G.,** Hancz, Cs., Molnár T.: Effect of different dietary fat content and fat sources on the growth and body composition of Volga perch *Sander volgensis*. *AQUA 2006, European Aquaculture Society*, Firenze, Italy, 2006. may 9-13. Abstract Publications:1050.p.

**Szabó, G.,** Molnár, T., Stettner, G., Hancz, Cs.: Intenzív süllő (*Sander lucioperca* L.) és kősüllő (*Stizostedion volgensis*) nevelési kísérletek a Kaposvári Egyetemen. Eredményeink összefoglalása. XXXI. *Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI. Szarvas, 2007. május 16-17. Konferencia kiadvány:30.p.

**Szabó, G.,** Molnár, T., Müller, T., Hancz, Cs.: Kősüllő (*Stizostedion volgensis*) intenzív nevelése eltérő zsírforrásokat tartalmazó haltápok etetése mellett. XXXII. *Halászati Tudományos Tanácskozás*, HAKI. Szarvas, 2008. május 14-15. Konferencia kiadvány:53.p.

**Szabó, G.,** Hancz, Cs., Molnár, T.: Growth and body composition of Volga pikeperch (*Sander volgensis* Gmelin) fed in different daily rations of formulated feed. *Aquaculture Europe 2008, European Aquaculture Society*, Krakow, Poland, September 15-18, 2008. Special Publication No.37:622.p.

## 12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜLI PUBLIKÁCIÓK

### **Egyetemi jegyzetrészlet:**

**Szabó, G.:** Természetesvízi halászat Magyarországon. In *Haltenyésztés*, Egyetemi jegyzet, Szerk.: Dr. Hancz Csaba, Kaposvár, 2007. 212-255.pp. (CD ROM)

### **Közlemény idegen nyelvű referált folyóiratban:**

**Szabó, G., Müller, T., Bercsényi, M., Urbányi, B., Kucska, B., Horváth, Á.:** Cryopreservation of European eel (*Anguilla anguilla*) sperm using different extenders and cryoprotectants. *Acta Biologica Hungarica*, 2005. 56:173-175.pp. (IF:0,636)

### **Proceedings-ben megjelent abstractok:**

**Szabó, G., Török, M.:** Az európai angolna (*Anguilla anguilla*) spermájának mélyhűtése különböző hígítók és védőanyagok felhasználásával. *XXVII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia*, Agrártudományi szekció. Szarvas, 2005. március 31-április 2. Konferencia kiadvány:88.p.

Hancz, Cs., **Szabó, G.:** A takarmányozás hatása a ponty testösszetételére. *XXXI. Óvári Tudományos Nap*. Mosonmagyaróvár. 2006. október 5. Konferencia kiadvány:77.p. (CD ROM)

**Szabó, G., Juhász T.:** Statisztikai szoftver alkalmazásának lehetőségei gabonakereskedelmi cégnél. *VI. Alkalmazott Informatikai Konferencia*. Kaposvár, 2007. május 25. Konferencia kiadvány:21-22.pp.

Hancz, Cs., Szathmári, L., Molnár, E., Molnár, T., **Szabó, G.**, Romvári, R., Szabó, A.: Effects of different oil supplementations on growth, feed conversion and meat quality of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture Europe 2007, European Aquaculture Society*, Istanbul, Turkey, 2007. October 25-27. Special Publication No.36:230.p. (CD ROM)

Bíró, J., Hancz, C., Szathmári, L., Molnár, E., **Szabó, G.**, Romvári, R., Szabó, A.: Effects of different oil supplementations on meat quality and fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Europe 2008, European Aquaculture Society*, Krakow, Poland, September 15-18, 2008. Special Publication No.37:91.p.

### 13. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

1979. október 29-én születtem Budapesten. Általános iskolai tanulmányaimat az isaszegi Klapka György Általános Iskolában végeztem (1986-1994). Középiskolás éveimet a gödöllői Török Ignác Gimnáziumban töltöttem 1994-1998. között, ahol 1998-ban sikeres érettségi vizsgát tettem.

1998-ban felvételt nyertem a Szent István Egyetem (jogelődje a GATE) Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karára, agrármérnök szakra majd 1999-ben a Gazdasági és Társadalomtudományi Karára, agrármérnök-tanári szakra is. 2004 nyarán okleveles agrármérnöki diplomát szereztem Hal-, és Vadgazdálkodási szakirányon. 2004 őszén pedig az agrármérnök-tanári diplomát is átvettem.

2003-ban német nyelvből középfokú, „C” típusú, szakmai (mezőgazdasági), majd 2007-ben angol nyelvből alapfokú (elementary, B1), „C” típusú nyelvvizsgát tettem.

2004-ben felvételt nyertem a Kaposvári Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori iskolájába, ahol 2004-2007. között PhD tanulmányaimat végeztem.

2007 szeptembere és 2008 júniusa között a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karán, a Sertés-, és Kisállattenyésztési Tanszéken dolgoztam tanszéki mérnökként. Részt vettem a Természetvédelmi és Halászati csoport oktató és kutató munkájában. Tantárgyfelelős oktatója voltam a Halfaunisztika című, „C” típusú tantárgynak, melyet a Természetvédelmi mérnöki BSc. nappali és levelező tagozatán egyaránt meghirdettem. Óraadóként oktattam a Természetvédelmi BSc. alapszakán a Vízgazdálkodási és halászati alapismeretek két féléves, „A” típusú tantárgy keretében, mind nappali, mind levelező tagozaton. Részt vettem továbbá az Állattenyésztő mérnöki BSc. nappali és levelező tagozatán az „A” típusú, Haltenyésztés tárgy előadásainak és gyakorlatainak megtartásában.

Külföldi tanulmányúton vettem részt 2008 júliusában a Dél-Afrikai Köztársaságban, 2008 szeptemberében pedig Lengyelországban.

2005 januárjától tagja vagyok az Európai Akvakultúra Szövetségnek (EAS).

## 14. MELLÉKLETEK

### 1. melléklet: A disszertációban szereplő zsírsavak jelölésének jegyzéke

C10:0	Karpinsav
C12:0	Laurilsav
C14:0	Mirisztinsav
C15:0	Pentadekánsav
C16:0	Palmitinsav
C17:0	Heptadekánsav
C18:0	Sztearinsav
C20:0	Arachinsav
C24:0	Lignocerinsav
C16:1n-7	Palmitoleinsav
C17:1n-7	Heptadecénsav
C18:1n-7	Vakcénsav
C18:1n-9	Olajsav
C20:1n-9	Eikozénsav
C22:1n-9	Erukasav
C24:1n-7	Nervonsav
C18:2n-6t	Linolelaidinsav (transz)
C18:2n-6c	Linolsav (cisz)
C20:2n-6	Eikozadiénsav
C18:3n-3	$\alpha$ -Linolénsav
C18:3n-6	$\gamma$ -Linolénsav
C20:3n-3	Eikozatriénsav
C20:4n-6	Arachidonsav
C20:4n-3	Eikozatetraénsav
C20:5n-3	Eikozapentaénsav (EPA)
C22:5n-3	Dokozapentaénsav (DPA)
C22:6n-3	Dokozahexaénsav (DHA)
DHA	Dokozahexaénsav
DPA	Dokozapentaénsav
EPA	Eikozapentaénsav
MUFA	Monounsaturated fatty acid (egyszeresen telítetlen zsírsav)
PUFA	Polyunsaturated fatty acid (többszörösen telítetlen zsírsav)
SFA	Saturated fatty acid (telített zsírsav)