

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

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

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

A halhús egészséges, magas biológiai értékű táplálék, könnyen emészthető, több betegség megelőzésére alkalmas „ideális” zsírsavösszetétele miatt. A nagy mennyiségű fehérje mellett a zsírtartalom a húsban alacsony, mintegy 1-7%. A telítetlen zsírsavak részaránya magas, az omega-3/omega-6 (n-3/n-6) zsírsavak egymáshoz viszonyított aránya (3:1-4:1) az emberi szervezet számára kedvező.

A fejlett európai országokban az ízletes, szálfaszegény ragadozó hal-fajok iránt nagy a kereslet; a fogassüllőt (*Sander lucioperca* L.) is jelentős mennyiségben lehetne értékesíteni (PINTÉR, 2002). A tógazdaságokban a ponty dominanciája mellett csak „melléktermékként” jelentkező ragadozó fajok nagyobb volumenű termelése intenzív rendszerekben valósítható meg.

A fogassüllő hagyományos hala a tógazdasági termelésnek, de új alanya az intenzív rendszerű halhús-előállításnak. A süllő domesztikációjánál segítséget jelenthet a közeli rokon fajjal, a kevésbé érzékeny kősüllővel (*Sander volgensis* Gmelin) való hibridizáció is (MÜLLER ÉS MTSAI, 2004). A kősüllő intenzív körülmények között nevelhető, mesterséges takarmányokra könnyen átszoktatható.

A sügérfélék számára szükséges még a fajok igényeihez illeszkedő, „testre szabott” tápok és takarmányozási metódusok kidolgozása. A gazdaságosabb termelés érdekében nagy jelentőséggel bírhat a haltakarmányokban általánosan használt halolaj helyettesítése növényi olajokkal. Az akvakultúrában az összes halolaj több mint 50%-át használják fel a világ 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 előállítás során az alternatív fehérje- és olajforrások alkalmazása elkerülhetetlen.

A legtöbb süllővel kapcsolatos vizsgálatban pisztrángtápot etettek, aminek 20-30% zsírtartalma magas a sügérféléknek (KESTEMONT ÉS MTSAI., 2001). Az optimális szint valószínűleg 10-12% körül található, 53-58% fehérje-, és 20-21 MJ/kg energiataralom mellett (SCHULTZ ÉS MTSAI., 2007).

Az utóbbi években számos tanulmány foglalkozott különböző halfajok zsírsav-profiljának vizsgálatával eltérő olajforrásokat tartalmazó haltápok alkalmazásakor. Az atlanti lazac (*Salmo salar* L.) esetében például gazdag a szakirodalom ezen a téren. A sügérféléknél azonban csak néhány publikáció áll rendelkezésre e témakörben. SCHULTZ ÉS MTSAI. (2005) hal-, len-, vagy szójaolajat, ZAKES ÉS MTSAI. (2004) repceolajat tartalmazó táppal etettek fogassüllőket.

A Kaposvári Egyetemen több mint tíz éve folynak kísérletek hazai ragadozó halfajok intenzív nevelésével kapcsolatban. A korábbi eredmények és a már kialakított infrastruktúra alapul szolgáltak jelen tanulmányban ismertetésre kerülő vizsgálataim elvégzéséhez.

Kutatómunkám során céloim volt:

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.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A disszertációmban hat kísérlet kerül ismertetésre, 3-3 vizsgálatot állítottam be süllő, illetve kősüllő fajjal. A kísérletpárokat ugyanazon nevelő rendszerben, hasonló kísérleti beállítással, időben eltolva végeztem el. Az 1. és 2. kísérletben süllőt, illetve kősüllőt takarmányoztam állati vagy növényi eredetű (hal-, és lenolaj) zsírforrást tartalmazó takarmányokkal. A 3. és 4. vizsgálatban a két faj esetében különböző növényi olajokat (szója-, napraforgó-, és repceolaj) tartalmazó takarmányokat értékeltem. Az 5. és 6. kísérletben különböző takarmányadagok hatását vizsgáltam a süllő és kősüllő fajok termelési paramétereire, illetve testösszetételére (1. táblázat).

1. 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 +Trouwit 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

2.1. Kísérleti állományok származása, elhelyezése

A kísérleteket a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Hallaboratóriumában végeztem. Munkám során egynyaras (0+) süllőt, illetve kősüllőt vizsgáltam. A süllőállományokat a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karának keszthelyi hallaboratóriumából, illetve a Makkos és Társa Kft-től (Fonyód) szállítottam Kaposvárra. A vizsgálatokban felhasznált egynyaras kősüllőt a Balatonban, a Keszthelyi-öbölben húzóhálóval fogtuk több alkalommal.

Vizsgálataimat egy 2600 liter osztérfogatú, recirkulációs rendszerben végeztem. A kísérleti blokk 30 darab 65 literes (33×30×60 cm) üvegmedencéből, valamint három egymással kapcsolódó, egyenként 200 literes szűrőtartályból, továbbá a rendszer elemeit összekötő műanyag csőből állt. Az egyedileg szellőztetett akváriumokban folyamatos, 1,5-2 liter/perc sebességű vízfolyást biztosítottam.

2.2. Kísérleti beállítások

2.2.1. Az állati és növényi (hal-, illetve lenolaj) zsírforrás hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére

A 42 napig tartó kísérletben összesen 80 egynyaras (0+) süllőt telepítettem a 65 literes akváriumokba (4 hal/akvárium, 3,9 g/liter). A kísérlet indulásakor a testtömeg $63,8 \pm 15,6$ g (átlag \pm SD, n=80), míg a standard testhossz $178,2 \pm 14,1$ mm volt. Az ivadékok átlagos kondíciófaktora $1,13 \pm 0,26$ volt. A vizsgálat során egy 6% (a takarmány összetevőiből származó) zsírtartalmú takarmányban (F6%) halolajjal, illetve lenolajjal 12%-ra (+6%), vagy 18%-ra (+12%) (F12%, F18%, illetve L12%, L18%) emeltem a zsír arányát. Mind a négy kísérleti tápot négy, véletlenszerűen kiválasztott akvá-

riumban etettem, kontrollként az F6% alaptápot használtam (szintén 4 akváriumban). A pelletált takarmányt, melynek szemcsemérete 5 mm volt, napi két alkalommal (10 és 17 óra) az összes tömeg 2%-ának megfelelő mennyiségben kínáltam fel. A kísérlet végén, a tömeg-, illetve hosszmerést követően minden csoportból (F6%, F12%, F18%, L12%, L18%) véletlenszerű kiválasztással 3-3 halból mintát vettem kémiai analízishez. Meghatározásra került a halak teljestestének kémiai összetétele, illetve a filé zsírsav-profilja. Vizsgáltam az egyes kezeléseknek a halak növekedésére, takarmányértékesítésére, valamint a kondíciófaktorára gyakorolt hatását.

2.2.2. 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 vizsgálat 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 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 etettem, kontrollként az F6% alaptápot és a süllős vizsgálatokban használt, de kősüllőnél korábban még nem alkalmazott Trouvit (T) pisztrángtápot (24% zsírtartalom) használtam (4 akváriumban). A pelletált takarmányt, melynek szemcsemérete 5 mm volt, napi két alkalommal (10 és 17 óra) az összes tömeg 2%-ának megfelelő mennyiségben kínáltam fel. A vizsgálat során elvégzett mérések és a kémiai analízis megegyeztek az előző vizsgálatnál leírtakkal.

2.2.3. 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 $135,8 \pm 12,0$ mm volt. A halak kondíciófaktora a vizsgálat kezdetén $1,08 \pm 0,06$ volt. A kísérletben egy 6%-os (a takarmány összetevőiből 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 (11%), csak a zsírforrás típusában tértek el egymástól. A süllőknek a 3 mm-es pelletált tápot napi egy alkalommal (délelőtt 10 óra) szemenként kínáltam fel. A takarmányt kézzel adagoltam, étvágy szerint. A vizsgálat végén kezelesenként 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.

2.2.4. Különböző növényi olajok (szója-, napraforgó-, repceolaj) hatása a kőszüllő növekedésére és testösszetételére

A 42 napos vizsgálatban összesen 63 kőszüllőt 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 vizsgálat kezdetén $1,30 \pm 0,08$ értéket mutatott. A kísérletben egy 6%-os olajtartalmú alaptápot

(komplett tengeri keszegtáp) háromféle növényi olajjal, szója (SO), repce (RO), napraforgó (NO), 6%-kal egészítettem ki. A tápok tehát a zsírtartalomban nem (12%), csak a zsírforrás típusában tértek el egymástól. A kősülőknek a 3 mm-es pelletált tápot napi egy alkalommal (délelőtt 10 óra), szemként kínáltam fel. A takarmányt kézzel adagoltam *ad libitum*. Az előző kísérletben elvégzett mérési és mintavételi protokollt alkalmaztam ebben a vizsgálatban is.

2.2.5. *Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére*

A 6 hetes kísérletben akváriumonként 5-5, összesen 60, átlagosan $15,5 \pm 4,7$ g (átlag \pm SD, n=60) testtömegű és $109,2 \pm 9,0$ mm standard testhosszúságú süllőt telepítettem (1,2 g/l), melyek kondíciófaktora $1,18 \pm 0,29$ volt. A halakat 3 mm-es, 45% fehérjét, valamint 11,5% nyerszsírt tartalmazó, kereskedelmi forgalomban kapható, pelletált haltáppal (Screttings nevelő 3) ettettem, napi egy alkalommal. A kísérletben a 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 akvárium alján maradó tápmennyiséget a takarmányozást követően eltávolítottam, és a granulátum szám, valamint az átlagos granulátum tömeg alapján a fogyasztást naponta korrigáltam. A kísérlet végén kezelésként három egyedet kémiai laboratóriumba küldtem a testösszetételük meghatározására. Kiszámítottam a különböző kezelések átlagos termelési paramétereit is.

2.2.6. Különböző takarmányadagok hatása a kőszüllő 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 kőszüllőt telepítettem (2,0 g/l), melyek kondíciófaktora $1,34 \pm 0,1$ volt. A halakat 3 mm-es, 45% fehérjét és 11,5% nyerszsírt tartalmazó, kereskedelmi forgalomban kapható, pelletált haltáppal (Screttings nevelő 3), naponta egy alkalommal etettem. A 6 hetes kísérlet alatt a takarmányt kezelésként három különböző napi mennyiségben, 1,3 g/nap; 2,6 g/nap és 3,9 g/nap (összes haltömeg 1%-a, 2%-a, illetve 3%-a), kínáltam fel. Minden adagot 4-4 akváriumban etettem, a tápot kézzel, szemenként juttattam be a medencékbe. Az akvárium alján maradó tápmennyiséget a takarmányozást követően eltávolítottam, a fogyasztást a granulátum szám, valamint az átlagos granulátum tömeg alapján korrigáltam. A kísérlet végén kezelésként három egyedet kémiai laboratóriumba küldtem a testösszetételük meghatározására. Kiszámítottam a különböző kezelések átlagos termelési paramétereit is.

2.3. Mintavétel, kémiai analízis

A kísérletek végén kezelésként 3-3 halat túllattam, majd kiirtottam. 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, hiszen zsírsavanalízis ezekben a vizsgálatokban nem történt. A teljестest, a filé, illetve az etetett takarmányok összetételének kémiai vizsgálatát az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végezték el számomra. A zsírok kivonását a mintákból Folch-extrakcióval, a zsírsav-profil meghatározását gázkromatográfiás módszerrel végezték.

2.4. 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 értékeltem. Az 1. és 2. kísérletben, ahol a süllőket, illetve a kősüllőket különböző zsírforrásokat más-más arányban tartalmazó tápokkal takarmányoztam a kezelések hatását az említett paraméterekre többtényezős varianciaanalízissel is elemeztem. Az egytényezős varianciaanalízisnél a Tukey és a Dunnett (2-sided) post hoc tesztek futtattam le, 0,05-os szignifikanciaszinten.

3. EREDMÉNYEK

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

A kísérletben a legjobb növekedést ($0,48 \pm 0,12$ mm/nap), tömeggyarapodást ($0,69 \pm 0,20$ g/nap) és a legkedvezőbb S.G.R. értéket (átlag: $0,76-0,88\%$ /nap) az F18% (18% halolaj) kezelésnél tapasztaltam, de szignifikáns eltérés nem volt a kezelések között ($P > 0,05$). A legmagasabb takarmányfogyasztási ($171,4 \pm 20,8$ g/akvárium), illetve legalacsonyabb takarmánypazarlási ($32,6 \pm 18,7$ g/akvárium) eredményeket a kontroll (F6%) csoportnál kaptam ($P > 0,05$). A takarmányértékesítés (átlag: $1,52-1,68$ g/g) tekintetében a kezelések között nem volt szignifikáns eltérés (2. táblázat).

A különböző kezeléseknél a szárazanyag, a nyersfehérje és a nyerszsír átlagértékeiben nem volt számottevő különbség ($P > 0,05$). A többtényezős varianciaanalízis (GLM) azonban igazolta, hogy a takarmányban található zsír mennyisége hatást gyakorolt a teljestestben akkumulálódott nyerszsír arányára ($P = 0,035$), illetve a test szárazanyagtartalmára ($P = 0,047$).

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 tápot fogyasztó (F12%, F18%) süllők filéjében magasabb volt, mint a lenolajjal etetett csoportoknál (L12%, L18%) ($P < 0,05$).

A linolsav (C18:2n-6c) az L12% kezelés halainak filéjében $11,4 \pm 2,5\%$ -ban, az L18%-éban $11,3 \pm 2,4\%$ -ban volt jelen, míg a többi kezelésnél átlagosan $6,02-9,08\%$ között változott a részaránya ($P = 0,015$). Az α -linolénsavat (C18:3n-3) vizsgálva megállapítottam, hogy az L12% és L18%

csoporthoz 18-23-szor nagyobb arányban volt a filében, mint az F6%, F12%, F18% kezelések esetében ($P < 0,001$). Mindkét esszenciális zsírsav jelentős hányadát adja a lenolaj zsírsavösszetételének (13%, illetve 51%), míg a halolajban arányuk nem számottevő (4,4%, illetve 1,5%). A legtöbb zsírsavra igaz volt – a GLM analízis szerint –, hogy a tápban alkalmazott zsírforrás szignifikáns ($P < 0,05$) mértékben befolyásolta filébeli alakulásokat.

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

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

NS: nincs szignifikáns különbség (GLM, Multivariate);

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 élettani szempontból jelentős DHA (C22:6n-3) esetében a hal-, illetve lenolajos takarmányt fogyasztó csoportok között lényeges különbség nem alakult ki ($P > 0,05$). Ez a jelenség azért érdekes, mert a takarmányban a DHA részaránya a halolajos csoportoknál átlagosan 12,2-14,9%, míg a lenolajos csoportoknál csak 1,75% (L12%) és 2,53% (L18%) volt. JANKOWSKA ÉS MTSAI. (2003) tanulmányában olvasható hasonló megfigyelés: fogassüllőket eltérő dokozahexaénsav-tartalmú táplálékkal etetve (élőhal és Trouvit táp) a filé DHA tartalmában nem találtak szignifikáns eltérést.

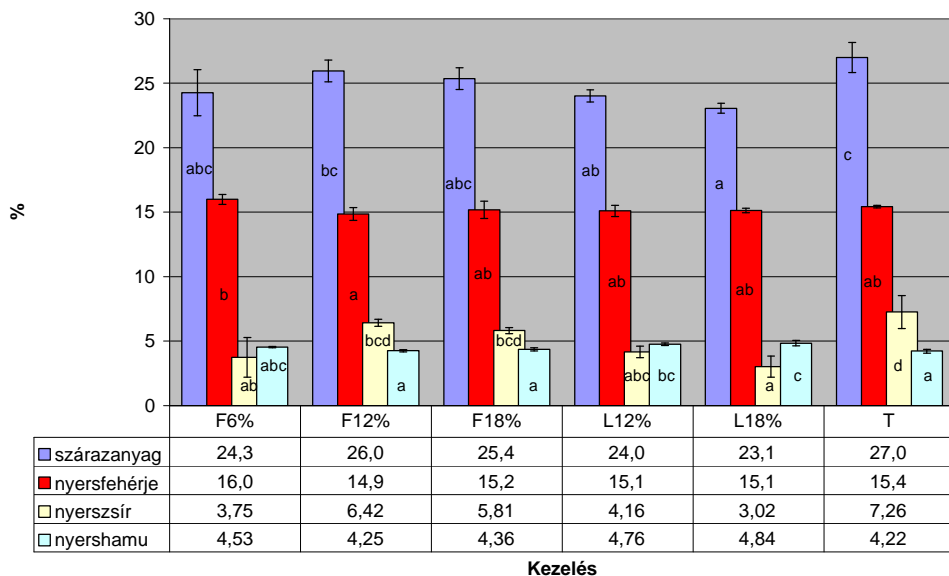
A DHA/EPA arányban számottevő különbséget tapasztaltam a kezelések átlagaiban. A legszűkebb arányt az F12% (átlag: 2,71), míg a legtágabbat az F6% (átlag: 5,51) kezelés mutatta ($P = 0,003$). A telített zsírsavak aránya a halolajos kezeléseknél szignifikánsan magasabb volt, mint az L12%, vagy L18% csoportoknál ($P = 0,001$). A MUFA és PUFA zsírsavak esetén az átlagértékek nem tértek el szignifikáns mértékben ($P > 0,05$). A süllőhúsra jellemző n-3/n-6 arány a lenolajtartalmú táp fogyasztása esetén nem romlott jelentős mértékben (3:1-4:1). A telítetlen/telített zsírsavak arányában azonban szignifikáns eltéréseket tapasztaltam az „F” és „L” csoportok között ($P < 0,05$). A lenolajos csoportoknál az említett arány magasabb volt, ami a telített zsírsavak alacsonyabb szintjének köszönhető.

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

A vizsgálat során a kősüllők közül a lenolajjal kiegészített takarmányt csak néhány egyed fogyasztotta és ezek a halak is csak minimális (életfenntartó) mennyiségben. Az L12% és L18% csoport halai tulajdonképpen alig gyarapodtak, kondíciójuk a kísérlet alatt leromlott. A legjobb növekedési ($0,54 \pm 0,12$ mm/nap) és tömeggyarapodási ($0,81 \pm 0,07$ g/nap) értékeket a Trouvit pisztrángtápot fogyasztó kezeléskor tapasztaltam ($P > 0,05$). Az S.G.R. mutatóban az L12% és L18% kezelések átlagai ($0,02 \pm 0,10$, illetve $0,34 \pm 0,11$ %/nap) szignifikáns mértékben ($P < 0,001$) elmaradtak a többi csoport eredményeitől (átlag: $0,87 - 1,28$ %/nap).

A takarmányfogyasztást tekintve a legkisebb kezelésátlagokat az L12% és L18% csoportoknál tapasztaltam. A többi kezeléstől az eltérés statisztikailag igazolható volt ($P < 0,001$). 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 csoportnál, ahol ez a paraméter $16,0 \pm 10,6$ g/g (L12%), illetve $3,12 \pm 0,92$ g/g (L18%) volt.

A teljестest összetételét tekintve (1. ábra) a legmagasabb szárazanyagtartalom a T kezelés halainál volt megfigyelhető ($27,0 \pm 1,2$ %). A nyerszsír részaránya a magas zsírtartalmú (24%) Trouvit pisztrángtápot fogyasztó kezelés halainak testanyagában volt a legmagasabb ($7,26 \pm 1,28$ %) ($P < 0,05$). A töbttényezős varianciaanalízis (GLM) segítségével megállapítottam, hogy a takarmányban lévő zsírmennyiség (zsír %) hatást gyakorolt a teljестest 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 hatása.



1. ábra: A kősüllők testösszetételének alakulása kezelésenként a 2. kísérletben (átlag \pm SD, n=3) (a táblázatban lévő adatok átlagértékek)

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 pizstrángtápot (24% zsír) fogyasztó csoportok.

Az α -linolénsavat (C18:3n-3) a lenolajjal kiegészített tápokot fogyasztó kősüllőknél az alacsony takarmányfogyasztás ellenére is szignifikáns mértékben ($P < 0,001$) magasabb arányban tartalmazta a filé az L12% és L18% kezelésnél ($2,65 \pm 1,06\%$, illetve $4,92 \pm 1,75\%$), mint a többi vizsgálati csoportnál (átlag: 0,50-1,01%). A fontos hormon-prekurzor, illetve membránalkotó arachidonsavnál (C20:4n-6) szignifikáns eltérést ($P = 0,044$) találtam a lenolajos kezelések (átlag: 2,42-2,61%) és a T csoportok között (átlag: 1,98%).

Az EPA (C20:5n-3) kapcsán az L12% és L18% kezelések átlagai ($7,58 \pm 0,23\%$, illetve $7,30 \pm 0,70\%$) statisztikailag igazolható mértékben ($P < 0,001$) eltértek - az F6% csoport kivételével ($7,54 \pm 1,9\%$) - a többi keze-

lés 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 DHA arányában nem tapasztaltam szignifikáns eltérést a kezelések között, ami a takarmányok zsírsavösszetételével nem magyarázható, hiszen a lenolajos tápokban ennek a zsírsavnak a részaránya rendkívül alacsony, csupán 1,79-2,53% volt. A halolajos takarmányokban átlagosan 12,2-17,6%-os arányban volt jelen a DHA.

A többtényezős varianciaanalízis, a süllőhöz hasonlóan igazolta, hogy a takarmány zsírsavösszetétele szignifikáns mértékben hatott a filé zsírsav-profiljára. Érdekes, hogy míg a süllőnél nem, addig a kősüllőnél a takarmányzsír mennyisége is több zsírsav esetében jelentősen befolyásolta a filében a zsírsavak részarányát.

Az összes telített zsírsav (SFA), a MUFA és a PUFA részarányában sem találtam szignifikáns különbséget a kezelések között ($P > 0,05$). Figyelemre méltó az igen magas - a fogassüllőnél is megfigyelt - n-3-as zsírsavarány (átlag: 45,5-52,5%) a kősüllő filéjében. A 24%-os zsírtartalmú pisztángtáp etetése mellett volt a legmagasabb az n-3-as (átlag: 52,5%), míg a legalacsonyabb az n-6-os (átlag: 5,49%) zsírsavak részaránya a filé lipidfrakciójában. Ebből következik, hogy a T csoport filéjében tapasztaltam a legmagasabb n-3/n-6 arányt is ($9,72 \pm 1,63$), mely érték az összes többi kezelés átlagértékétől szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) eltért (átlag: 4,51-6,13).

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

Jelen kísérletben a növekedési és takarmányhasznosítási paraméte-
rekben nem tapasztaltam szignifikáns különbséget az egyes csoportok között
($P > 0,05$). Az azonos takarmányfogyasztás mellett (átlag: 39,56-53,27
g/akvárium) - kezeléstől függetlenül – jelentős volt a takarmány pazarlás. A
legalacsonyabb fogyasztási és a legmagasabb pazarlási érték a repceolajos
kezelésnél (RO) mutatkozott. A legjobb napi tömeggyarapodást a szójás
kezelésnél tapasztaltam ($0,48 \pm 0,27$ g/nap) ($P > 0,05$) (3. táblázat).

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

Paraméter	Kezelés (átlag±SD)			
	RO	NO	SO	P érték
Záró testtömeg (g)	30,5±6,70	29,2±10,73	31,7±13,72	NS
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±15,91	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
Takarmányértékesítés (g/g)	8,20±4,65	3,52±2,34	3,36±0,49	NS

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

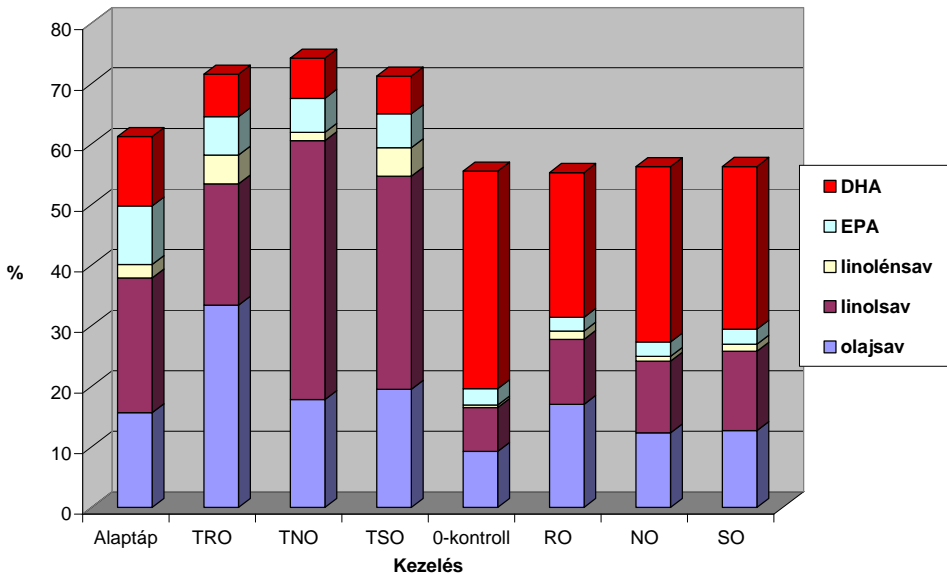
A kontroll minták szárazanyagtartalma alacsonyabb volt a többi kezelésénél ($P=0,042$). A fehérje- és hamutartalomban nem, de a test zsírtartalmában szignifikáns ($P=0,041$) eltérés mutatkozott a kezelések között. A legalacsonyabb zsírtartalmat a kontroll csoportnál találtam (átlag: 1,99%), a legzsírosabbak a napraforgós kezelés halai voltak (átlag: 5,49%). Napraforgóolajos takarmányok etetése mellett BRANSDEN ÉS MTSAI. (2003) atlanti lazacnál (*Salmo salar*) a filé és a máj nagyobb mértékű elzsírosodását tapasztalták a halolajos kezeléshez viszonyítva.

A palmitinsav (C16:0) mennyisége 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 $P=0,021$). Ebből következik, hogy a RO kezelés halainak zsírjában volt a legkevesebb palmitinsav (C16:0) és 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 (átlag:13,1%) a szójaolajos tápot fogyasztó kezelésnél tapasztaltam. Az α -linolénsav (C18:3n-3) aránya szintén növekedett a halak filéjében. Ebben a tekintetben a repcés csoport adta a legmagasabb (átlag: 1,34%) és a kontroll csoport a legalacsonyabb (átlag: 0,42%) értéket ($P=0,018$). Az arachidonsav (C20:4n-6) részaránya viszont csökkent a halak filéjében mindhárom kezelés esetében ($P=0,005$).

A DPA (C22:5n-3) aránya a RO és a NO csoportok esetében számottevő mértékben változott a kísérlet ideje alatt ($P<0,05$). A SO kezelés átlagát tekintve azonban nem volt szignifikáns különbség a kiinduló állományhoz képest ($P>0,05$). Érdekes eredmény, hogy sem az EPA (C20:5n-3), sem a DHA (C22:6n-3) arányában nem volt szignifikáns eltérés a minták között.

Vizsgálatom során egyértelműen kiderült, hogy a filé zsírsavösszetételére jelentős hatást gyakorol a takarmány zsírsavösszetétele (2. ábra).



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

RO: repceolajos, NO: napraforgóolajos, SO: szójaolajos takarmányt fogyasztó csoport; Alaptáp 6%-os zsírtartalom; TRO: repceolajos (+5%), TNO: napraforgóolajos (+5%), TSO: szójaolajos (+5%) takarmányok.

Az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) összegét vizsgálva a repceolajos kezelés mutatta a legmagasabb értéket (átlag: 28,2) ($P>0,05$). Az összes többszörösen telítetlen zsírsavból (PUFA) a napraforgóolajos minták tartalmazták a legtöbbet (átlag: 54,4) ($P>0,05$). A MUFA kevéssel nőtt, míg a PUFA csökkent a kezelések hatására a süllők filéjében ($P>0,05$). Az n-3-as zsírsavak a NO kezelésnél, míg az n-6-os zsírsavak a SO csoportnál voltak jelen a legnagyobb részarányban. Az n-3 zsírsavak aránya a RO kezelésnél volt a legalacsonyabb a kísérlet előtti állapothoz képest ($P=0,039$). Az n-3/n-6 arány a RO kezelésnél volt a legalacsonyabb (átlag: 2,60), a kezdeti szinthez mérten az eltérés szignifikáns volt ($P=0,045$).

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

A kísérlet végén a befejező testtömeg (átlag: 57,3-57,7 g) 62-63%-kal meghaladta a vizsgálat megkezdésekor mért tömeget (átlag: 35,5-36,2 g), ami jelentősen felülmúlta a 3. kísérletben, fogassüllőnél tapasztalt értékeket (13-14%). A legjobb testtömeggyarapodást a repceolajos takarmányt fogyasztó (RO) csoport halai mutatták ($0,53 \pm 0,01$ 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 csoportok között (átlag: 149,9-155,7 g/akvárium). A takarmányértékesítés igen kedvező értékeket mutatott: a repceolajos csoportnál $0,97 \pm 0,04$ g/g, a napraforgóolajosnál $1,15 \pm 0,36$ g/g és a szójaolajos kezelésnél $1,01 \pm 0,08$ g/g volt ($P > 0,05$).

A kísérlet során a kősüllők testösszetételében a szárazanyag, a nyersfehérje és a nyershamu tekintetében nem tapasztaltam szignifikáns eltéréseket ($P > 0,05$). A nyerszsírtartalom a kontrollhoz viszonyítva ($3,14 \pm 1,12\%$) mindhárom kezelésnél növekedést mutatott. A napraforgóolajos mintáknál az eltérés statisztikailag igazolható ($P = 0,026$) volt ($5,20 \pm 0,51\%$).

Az olajsav a RO csoportnál volt jelen a legnagyobb arányban ($18,6 \pm 2,6\%$) a filémintákban. Az említett zsírsav tekintetében szignifikáns különbséget azonban csak a repcés és a szójas (11,9 \pm 2,5%) kezelések között találtam ($P < 0,05$). A RO csoport magas olajsav részaránya nem meglepő, ugyanis a takarmányban használt repceolaj nagy arányban (akár 45% az összes zsírsavból) tartalmazza ezt a zsírsavat.

Az állatvilágban esszenciális linolsav (18C:2n-6c) és α -linolénsav (C18:3n-3) közül csak az utóbbi esetében kaptam statisztikailag igazolható

eltérést, mégpedig a SO és RO kezelések között ($P=0,042$). A napraforgóolaj linolsav (18C:2n-6c) tartalma magas (20-69%), tehát nagy aránya a NO csoport filéjében ezzel magyarázható.

A DPA (C22:5n-3) aránya a kontroll csoportnál volt a legmagasabb, $2,81\pm 0,16\%$ -os értékkel ($P<0,05$). A halak szempontjából rendkívül fontos arachidonsav (C20:4n-6), EPA (C20:5n-3) és DHA (C22:6n-3) részarányában (átlag: 1,28-1,45%; 5,47-6,31%; 30,1-33,0%) statisztikailag igazolható eltéréseket nem tudtam kimutatni a kezelések között ($P>0,05$). A különböző növényi olajok zsírsav-profiljának sajátosságai egyértelműen befolyásolták a filé zsírsavösszetételét. A zsírsav eredményekből néhány származtatott mutatót is meghatároztam, ezek a paraméterek a 4. táblázatban szerepelnek.

4. táblázat: Származtatott zsírsavmutatók a 4. kísérletben (átlag \pm SD, n=3)

Zsírsav (%) (w%, a teljes zsírsavtartalom százalékában)	Kezelés				
	0-kontroll	RO	NO	SO	P érték
Σ SFA	24,1 \pm 0,2	25,1 \pm 0,5	26,2 \pm 1,2	26,6 \pm 2,4	NS
Σ MUFA	19,9 \pm 4,2	23,8 \pm 3,3	17,9 \pm 3,9	16,2 \pm 3,5	NS
Σ PUFA	55,9 \pm 4,0	51,1 \pm 2,9	55,9 \pm 2,8	57,2 \pm 2,2	NS
Σ telítetlen/ Σ telített	3,10 \pm 0,03	2,99 \pm 0,08	2,82 \pm 0,17	2,79 \pm 0,35	NS
Σ n-3	43,3 \pm 6,8	39,4 \pm 4,1	38,2 \pm 6,0	43,4 \pm 3,9	NS
Σ n-6	13,0 \pm 2,8	11,8 \pm 1,2	17,7 \pm 3,4	13,8 \pm 2,1	NS
n-3/n-6	3,62 \pm 1,19	3,39 \pm 0,71	2,3 \pm 0,8	3,2 \pm 0,8	NS
DHA/EPA	5,27 \pm 1,37	5,41 \pm 0,69	5,5 \pm 1,0	6,3 \pm 0,8	NS
Átlagos lánc-hossz	19,0 \pm 0,2	18,9 \pm 0,2	18,9 \pm 0,3	19,1 \pm 0,2	NS
Telítetlenségi index	295,5 \pm 32,6	273,9 \pm 19,7	275,5 \pm 26,2	296,0 \pm 17,9	NS

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

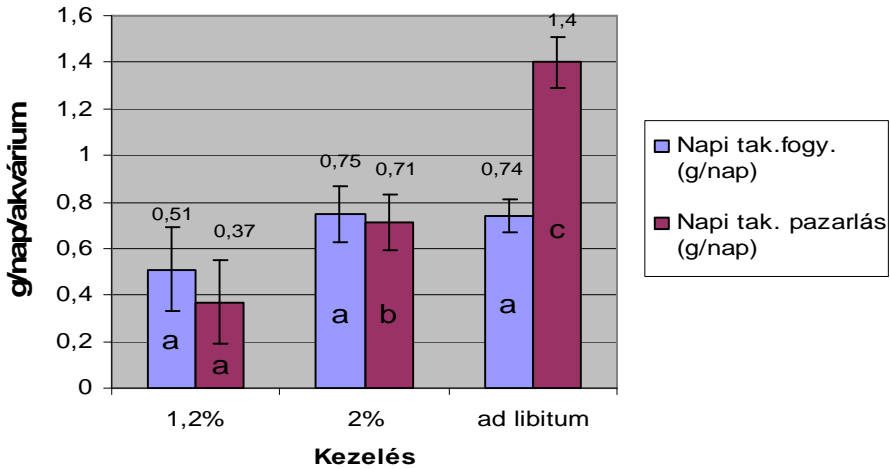
NS: nincs statisztikailag igazolható különbség (One-Way ANOVA);

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

3.5. Különböző takarmányadagok hatása a fogassüllő növekedésére és testösszetételére

A vizsgálat során a tömeggyarapodás alacsony értékeket mutatott (0,07-0,14 g/nap), az induló testtömeg 0,5-1%-a volt a napi gyarapodás. Az S.G.R. értékekben szignifikáns eltérést találtam ($P=0,038$) az 1,2%-os (átlag: 0,44%/nap), illetve a 2%-os (átlag: 0,77%/nap) csoportok között. A tömeggyarapodás és a takarmányértékesítés kapcsán azt a megfigyelést tettem, hogy az „*ad libitum*” takarmányozott kezeléstől az 1,2%-os és a 2%-os kezelés sem különbözött szignifikáns mértékben ($P>0,05$). Ezzel szemben az utóbbi két kezelés átlaga a tömeggyarapodásban szignifikánsan ($P=0,025$) eltért egymástól. A több tápot fogyasztó csoportok jobban gyarapodtak, mint az 1,2%-os szinten takarmányozott csoportok. A takarmányértékesítés kedvezően alakult mindhárom kezelésnél (átlag: 1,07-1,44 g/g). A legjobb eredményt a 2% kezelés esetében figyeltem meg ($1,07\pm 0,10$ g/g). A napi takarmányadag növekedésével egyenes arányban nőtt az el nem fogyasztott takarmány mennyisége (3. ábra).

Megállapítást nyert, hogy az etetett takarmány eltérő mennyisége nincsen hatással a testösszetételre. Ebben minden bizonnyal közrejátszik, hogy a süllők nem fogyasztottak szignifikáns mértékben ($P>0,05$) több takarmányt akkor sem, ha erre lehetőségük lett volna.



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

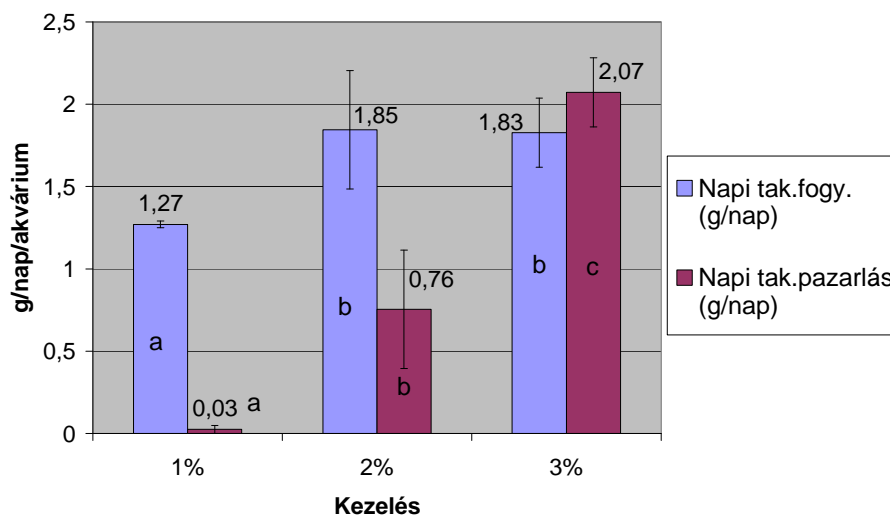
a, b, c: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$); 1,2%-os, illetve 2%-os takarmánydózis; ad libitum: maximális mennyiséget fogyasztó csoportok.

3.6. Különböző takarmányadagok hatása a kőszüllő növekedésére és testösszetételére

A tömeggyarapodás és a takarmányértékesítés tekintetében a testtömeg 2%-ában takarmányozott csoport eredményei bizonyultak a legjobbnak. Tehát, csakúgy, mint fogassüllőnél, a kőszüllő esetében sem a legnagyobb napi adag etetésekor kaptam 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 ($P=0,005$).

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 ($P > 0,05$). A takarmányfogyasztásban az 1% kezelést a 2%, illetve 3% kezelésekhez viszonyítva

statisztikailag igazolható különbséget találtam, de itt az eltérés egyértelműen a takarmányozási intenzitás különbségéből adódott ($P=0,013$). Szintén hatást gyakoroltak az eltérő takarmányadagok a takarmány pazarlásra (4. ábra). Az 1%-os kezelésnél 1,8%, a 2%-nál 29,2% és a 3%-nál 53,1% volt a pazarlás mértéke a teljes beetetett mennyiségből ($P<0,001$).



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

a, b, c: a különböző betűvel jelzett átlagok szignifikánsan különböznek ($P<0,05$); 1%, 2%, 3%: kezelésenkénti takarmányozási szintek a halbiomassza arányában.

A teljes test összetételét vizsgálva megállapítottam, hogy a takarmányozás intenzitásának nem volt statisztikailag igazolható szerepe a test kémiai összetételének alakulásában ($P>0,05$). Így a test zsírtartalma sem tért el számottevően a kezelések között. Ez érthető, hiszen a két intenzívebben takarmányozott csoport (2% és 3%) azonos mennyiségű (átlag: 1,85, illetve 1,83 g/nap), azonos összetételű tápot fogyasztott el.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

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. Véleményem szerint az említett olajforrások a halolaj részbeni helyettesítés tesztek 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 fogassüllők a repceolajos tápot csak életfenntartó mennyiségben, a kősüllők a lenolajos tápot tulajdonképpen egyáltalán nem fogyasztották. A süllőnél állományszinten 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 zsírsavösszetétele 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 vi-

szonyított aránya (n-3/n-6; DHA/EPA) a halhúsra jellemző értékekhez képest általában nem módosult szignifikáns mértékben.

A filé DHA tartalma a takarmány dokozahexaénsav ellátottságától függetlenül a vizsgált sügérfélénél nem csökkent szignifikáns mértékben. A DHA-ban szegény növényi olajok (különösen a lenolaj) fogyasztása mellett a fogassüllő és a kőssüllő képes volt filéjében a 25-30%-os DHA részarányt fenntartani. Ebből arra következtettem, hogy a sügérfélék a számukra 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” nagyok voltak, a pontosabb eredmény érdekében további vizsgálatokat javaslok.

5. ÚJ KUTATÁSI 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%-ban kiváltható. A filé zsírsavösszetétele az említett növényi olajok 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, 25-30% között változott. Megállapítottam, hogy egy DHA hiányos takarmány etetése mellett, ha az megfelelő mennyiségű hosszú szénláncú n-3-as zsírsavat (α -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.

6. JAVASLATOK

A fogassüllő és a kőszüllő intenzív nevelése során a takarmánykeverékekben a 11-12% zsírtartalom alkalmazását javaslom. A magasabb zsírtartalmú tápok etetése túlzott elzsírosodást okoz, ezért azok használatát nem ajánlom. Mind gazdaságossági, mind élettani szempontból ez a lipid mennyiség tűnik ideálisnak a két vizsgált faj esetében.

A kísérletekben a fogassüllő a repceolajos, míg a kőszüllő a lenolajos takarmányokat nem preferálta. A süllőnél tehát a repce-, míg a kőszüllőnél a lenolaj alkalmazását a takarmánykeverékekben nem javaslom. Az általam kapott eredmények egyértelmű igazolása azonban további vizsgálatok elvégzését teszi szükségessé.

A fogassüllőnél a len-, szója- és napraforgó olajok, míg a kőszüllőnél a szója-, repce- és napraforgóolajok alkalmasak a halolaj 50%-os kiváltására a takarmányokból. A kívánatos zsírtartalom felében adagolt növényi olajok valószínűleg nem okoznak jelentős ízrontó hatást a takarmányban.

Eredményeim alapján az egynyaras kőszüllő, illetve fogassüllő számára a halbiomassza 1,5%-ában történő takarmányozási intenzitást tartom kívánatosnak.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Idegen nyelvű közlemények 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)

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.

Magyar nyelvű közlemények referált folyóiratban:

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 idegen nyelvű közlemények:

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.

Proceedings-ben teljes terjedelemben megjelent magyar nyelvű 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., 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 idegen nyelvű 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., 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.

Proceedings-ben megjelent magyar nyelvű abstractok:

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.