

Az OTKA D048498 kutatási szerződés három időszakra (2004 szeptemberétől 2007 szeptemberéig) a süllő és a kősüllő intenzív nevelésével kapcsolatosan öt kutatási célt határozott meg, melyek a következők:

- 1.a kősüllő esetében az eltérő telepítési sűrűségek hatásának vizsgálata, (2004-2005)
- 2.a fogas illetve a kősüllő esetében a testösszetétel és a növekedés vizsgálata, azonos fehérje-, de eltérő energiatartalmú tápok etetése (2004-2006)
- 3.a fogas illetve a kősüllő esetében a testösszetételének és növekedésének vizsgálata állati illetve növényi eredetű zsírokat (halolaj illetve lenolaj) tartalmazó tápok etetése mellett (2005-2006)
- 4.a fogas illetve a kősüllő esetében telített és telítetlen növényi zsírokat tartalmazó tápok etetésének vizsgálata (2005-2007)
- 5.a fogas illetve a kősüllő esetében a testösszetétel és a növekedés vizsgálata eltérő takarmányozási ráták mellett (2006-2007)

Az ötből négy résztéma a szerződés munkatervének megfelelően valósult meg, míg a negyedik pont esetében kis módosítást végeztünk. Ennek megfelelően a telített és telítetlen zsírsavakat eltérő mértékben tartalmazó takarmányokat, nem margarin és növényi olaj felhasználásával, hanem eltérő telítetlenségű növényi olajok (napraforgó olaj, repceolaj, szójaolaj) felhasználásával végeztük. A módosítást a takarmány előállítása során a megfelelő takarmányszerkezet kialakítása miatt végeztük. A három év során elért eredményeket a kísérleti céloknak megfelelő bontásban, az alábbiakban ismertetem.

Anyag és módszer

A kitűzött célokhoz tartozó kísérletek adatait az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat A kutatás során végrehajtott kísérletek adatai

Kísérlet	faj	N (db)	Telepítési sűrűség (g/l)	Induló testtömeg (g)	Induló hossz (mm)	Kf induló	Kezelés		Ismétlés
							típusa	n	
1.	kősüllő	120	1,25; 1,66; 2,08	21,8±13	1205±66	1,28±0,22	Telepítési sűrűség	3	4
2.	süllő	120	1,7	22,1g ± 5,6	63,8 ± 15,6	1,31±0,07	6; 12; 18; 24% zsír	4	6
3.	süllő	80	3,9	63,8±15,6	178,2±14,1	1,13±0,26	hal-lenolaj	5	4
4.	kősüllő	96	3,1	50,2 ± 8,9	161,2 ± 8,5	1,15±0,08	6; 12; 18; 24% zsír; hal-lenolaj	6	4
5.	süllő	60	2,1	27,88±7,97	135,83±11,99	1,08±0,06	Különböző növényi olajok	3	4
6.	kősüllő	84	3,9	35,80±8,39	139,21±9,26	1,30±0,08	Különböző növényi olajok	3	4
7.	süllő	60	1,19	15,49±4,66	109,22±9,03	1,18±0,29	Eltérő napi adagok	3	4
8.	kősüllő	63	1,95	18,07±4,42	109,77±7,98	1,34±0,1	Eltérő napi adagok	3	3

A vizsgálatokban használt akváriumrendszerek

Kísérleteimet az első kivételével egy 2600 liter összterfogatú, recirkulációs rendszerben végeztem. A kísérleti blokk 30 darab 65 literes (33 x 30 x 60 cm) üvegmedencéből, valamint három egymással összekötött, egyenként 200 literes tartályból, állt. A tartályok közül kettőt mechanikai szűrés céljából felületnövelő anyaggal (apró kavics, szivacs) láttam el, a harmadik, ülepítő tartályba szűrőanyag nem került. A rendszer továbbá egy UV-szűrőt is tartalmaz. Az egyedileg szellőztetett üveg medencék mindegyikében 1,5-2 liter/perc sebességű vízfolyást biztosítottam.

Az első kísérletben a halak recirkulációs rendszerben működő 130 literes (65 x 50 x 45 cm) egyedileg szellőztetett akváriumokban kerültek elhelyezésre. A recirkulációs rendszer teljes hasznos víztérfogata 15400 liter volt, melyhez egy 5000 literes ülepítő kád és egy biofilter csatlakozott. A napi vízcsere aránya 10 % a rendszerben. A vízfolyás sebessége az akváriumokon 1,5 liter/perc volt.

Takarmányozás

Az első kísérletben a 24%-os pizstrángtápot, a második, harmadik és negyedik kísérletben az összes takarmányt, míg a hetedik és nyolcadik kísérletben a 12%-os halolajos takarmányt etették. Az eltérő növényi olajokat tartalmazó takarmányok (5 és 6. kísérletek) adatait is a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat A kísérletekben használt takarmányok összetétele

Táp (zsírtartalom/ zsírforrás)	(6%-os) Alap	12%-os halolajos	18%-os halolajos	24%-os pizstrángtáp	12%-os lenolajos	18%-os lenolajos	Repce olajos	Napraforgó olajos	Szója olajos
Szárazanyag (%)	91,2	92,0	90,8	93,1	90,3	90,1	89,78	89,44	89,82
Nyers fehérje (%)	44,7	45,0	43,9	42,5	43,7	43,4	39,94	40,63	40,98
Nyers zsír (%)	6,2	11,7	17,4	24,2	12,7	17,8	10,23	10,69	10,79
Nyers rost (%)	1,1	1,2	1,3	0,7	1,1	1,3	1,99	2,08	1,81
Hamu (%)	11,0	11,0	14,3	8,4	10,1	9,7	9,00	9,04	8,94
Zsírsv (%) (a teljes zsírsv mennyiség %-ában)									
C10:0	0,00	0,04	0,04	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C12:0	0,06	0,13	0,11	0,12	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
C14:0)	3,32	6,23	5,81	6,66	2,43	2,04	1,55	1,39	1,42
C14:1n-7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
C15:0	0,33	0,48	0,49	0,55	0,30	0,24	0,15	0,13	0,13
C16:0	14,53	17,23	16,90	17,43	19,03	14,72	11,29	11,13	13,08
C16:1n-7	3,75	7,07	6,69	7,39	2,52	2,09	2,32	2,08	2,15
C17:0	0,71	0,84	0,84	0,97	0,67	0,58	0,22	0,19	0,22
C17:1n-7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,29	0,31
C18:0	3,41	3,20	3,25	2,15	8,54	6,46	3,38	4,37	4,68
C18:1n-9	15,78	10,61	10,15	10,08	35,26	25,91	33,39	17,81	19,51
C18:1n-7	2,27	2,88	2,78	2,20	2,74	2,17	2,94	1,48	1,96
C18:2n-6t	0,54	1,52	1,41	0,85	0,15	0,16	0,07	0,08	0,06
C18:2n-6c	25,97	8,01	8,26	3,49	11,59	11,87	20,05	42,75	35,20
C18:3n-6	0,10	0,20	0,19	0,15	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06
C18:3n-3	1,96	1,37	1,34	2,03	11,28	27,26	4,74	1,36	4,70
C20:0	0,25	0,32	0,31	0,19	0,45	0,37	0,44	0,28	0,39
C20:1n-7	2,71	2,98	2,77	9,02	0,82	0,74	2,26	1,12	1,20
C20:2)	0,25	0,25	0,24	0,33	0,62	0,46	0,24	0,17	0,20
C20:3n-3 (0,11	0,16	0,16	0,07	0,07	0,05	0,09	0,07	0,07
C20:3n-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,09	0,10
C20:4n-6	0,88	1,36	1,35	0,90	0,23	0,27	0,57	0,50	0,49
C20:4n-3	0,85	1,28	1,20	1,01	0,09	0,11	0,00	0,00	0,00
C20:5n-3	8,18	18,83	18,44	15,48	1,12	1,63	6,33	5,66	5,62
C22:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,55	0,44
C22:1n-9	0,39	0,44	0,41	0,25	0,12	0,08	0,32	0,16	0,19
C22:5n-3)	1,40	2,07	2,00	1,00	0,16	0,22	0,85	0,79	0,76
C22:6n-3	12,21	12,48	14,86	17,58	1,79	2,53	7,07	6,65	6,19

Mérések, származtatott mutatók kiszámítása

Minden kísérlet elején és végén megmértem a halak testtömegét és standard testhosszúságát. A tömegmérést egy Sartorius mérleg segítségével 0,01 g pontossággal, míg a hosszmerést milliméterpapíron 1mm pontossággal végeztem. A mérések előtt a halakat lapos edényben, szegfűszeg-olajjal (*Syzygium aromaticum*) altattuk (0,025 ml/l, 2 percig). Az altatószer ebben a dózisban a hal számára semmilyen fiziológiás károsodást nem okoz és a filé kémiai-összetételét sem befolyásolja.

Vizsgálataink megkezdésekor és a befejezésekor meghatároztuk a halak átlagos kondíciófaktorát, melyet az alábbi képlettel számítottunk: $K=W*L^{-3} * 100$, ahol W a testtömeget (g), L a testhosszt (cm) jelöli.

Az átlagos tömeggyarapodás (g/nap) és hossznövekedés (mm/nap) mellett a halak növekedési sebességét (SGR) is kalkuláltam az alábbi egyenlet alkalmazásával: $SGR= \ln W_t - \ln W_i / t * 100$ (%/nap), ahol W_t a befelyező, W_i az induló testtömeget (g), t az eltelt időt (nap) jelöli.

Meghatároztam továbbá mind a vizsgálat elején, mind a végén a halak egyedi teljes testtömegének varianciáját (CV %), ami a szétnövés mértékére ad felvilágosítást. $CV (\%) = SD/W_t$, vagy $W_i (g) * 100$, ahol SD az induló, vagy a záró átlagos egyedi tömeg szórása, W_i és W_t pedig a grammal kifejezett tömegmérés eredményeit mutatja a kísérlet elején, illetve végén.

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), ahol F az elfogyasztott takarmány mennyisége grammal kifejezve, W_t a záró, míg W_i az induló átlagtömeg (g).

Mintavétel, kémiai analízis

A kísérletek elején és végén kezelésként három halat túllattam, majd kiirtottam. Halanként 1-2 gramm mintát vettem a jobb oldali filéből, zsírsavanalízis céljából, míg a maradék testanyagot daráló segítségével homogenizáltam. A mintákat -18 °C-on tároltam a kémiai analízis elvégzéséig, amit a herceghalmi Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végeztek el számomra.

Statisztikai feldolgozás

A statisztikai kiértékelést SPSS for Windows 10.0 programcsomag segítségével végeztem el. A kezelések összehasonlításához egy- (one-way ANOVA) és többtényezős (GLM) varianciaanalízist alkalmaztam, melyben a Tukey és a Dunnett (2-sided), post hoc tesztek futtattam le, 0,05-os szignifikancia szinten. Mivel egyedi jelölést nem alkalmaztunk a süllőknél, akváriumátlagokat vizsgáltunk a növekedés, a takarmányértékesítés, a fogyasztás és a pazarlás esetében. A testösszetételt, valamint a zsírsav-összetételt kezelésként feldolgozott 3-3 halból kapott eredmények alapján hasonlítottuk össze.

Eredmények

1. kísérlet

Növekedési és takarmányértékesítési vizsgálat tápot fogyasztó kőszüllő-állományoknál, eltérő telepítési sűrűségek mellett

A hathetes vizsgálat alatt a háromféle telepítési sűrűség (1,2; 1,66; 2,08g/l) a takarmányfogyasztásban (18,19±2,79; 19,67±1,41; 18,92±1,70 g/egyed) nem okozott szignifikáns különbségeket. Fontos megjegyezni, hogy a kőszüllő a fogassüllővel ellentétben az akvárium aljára már lehullott tápot teljes mértékben hajlandó felvenni.

A takarmányértékesítés átlagos értékei (0,86±0,08; 0,85±0,10; 0,93±0,03 g/g) közötti különbségek sem szignifikánsak. Fontos azonban, hogy kezeléstől függetlenül ezek az értékek - a fogassüllőnél mértekhez hasonlóan - kiemelkedően jónak mondhatók.

A tömeggyarapodásban (0,93±0,03; 0,77±0,05, 0,63±0,11g/nap) noha a legnagyobb telepítés mellett kaptuk a legkisebb értéket, a különbségek nem szignifikánsak (P=0,065). A számított SGR értékek esetében (1,62±0,07; 1,72±0,14; 1,54±0,06) viszont már statisztikailag is igazolható volt (P<0,05) az 1,66 g/l és a 2,08 g/l telepítési sűrűség mellett mért értékek különbsége.

A befejező kondíció faktor (1,28±0,05; 1,30±0,11; 1,25±0,02) nem mutatott igazolható eltéréseket a különböző csoportok közt és az induló értéktől sem különbözött szignifikánsan.

2. kísérlet

A testösszetétel és a növekedés vizsgálata fogassüllőn, azonos fehérje-, de eltérő energiataralmú tápok etetése mellett

A mért takarmányfogyasztás (75,8±12,3; 72,7±17,0; 74,4±16,5; 70,9±16,2 g/akvárium) hasonlóan alakult mindegyik csoportban (6; 12; 18; 24 % zsírtartalom); egyik takarmányt sem preferálták, vagy utasították el a fogassüllők.

A 24 %-os csoport mutatta a legalacsonyabb takarmányértékesítési arányt (1,2±0,1; 1,3±0,3; 1,1±0,1; 0,8±0,1 g/g). A kísérlet eredménye alapján a takarmány zsírtartalmának növelése szignifikáns javulást eredményez a takarmányértékesítésben, hiszen mind a 18 mind a 24 % zsírtartalom statisztikailag is igazolható (p<0,05) csökkenést okozott az értékesítés szintjében.

Az eltérő zsírtartalmak a fogassüllő ivadékok speciális növekedési rátájára szintén hatással voltak (1,06±0,11; 0,98±0,26; 1,16±0,14; 1,34±0,14 %/nap). A 18% zsírtartalmú tápot és a 24% zsírtartalmú tápot fogyasztó csoportok jobb növekedést mutattak azonban a különbségek csak a 24%-os valamint az 6%-os és 12%-os csoportok közt voltak szignifikánsak (p<0,05). Ez a tendencia a napi tömeggyarapodásban (0,29±0,06; 0,28±0,11; 0,33±0,08; 0,41±0,09 g/nap) is megfigyelhető azonban a különbségek itt nem voltak statisztikailag igazolhatóak.

Noha a befejező kondíció faktor gyakorlatilag azonos volt minden csoportban (1,20-1,23) a halak teljes testének kémiai összetétele jelentős különbségeket mutatott. A 24% zsírtartalmú tápot fogyasztó csoport szignifikánsan (p<0,05) magasabb zsírtartalmat mutatott a többi csoporthoz képest (7,43±0,46; 8,51±0,83; 7,41±1,32; 11,67±0,19 %). Ez a különbség a szárazanyagban (30,68±1,51; 27,93±0,89; 28,84±0,47; 29,26±6,41; 32,61±0,81 %) is megfigyelhető azonban ott statisztikailag nem igazolható. A fehérje tartalom (16,54-17,54 %) és a hamu tartalom (3,90-4,86 %) esetében a mért értékek hasonlóan alakultak minden

csoportnál. Az alap értékhez képest (0-kontrol) a kémiai összetétel szintén a 24%-os csoport esetében különbözött a zsírtartalom tekintetében ($8,13 \pm 0,34$ vs. $11,67 \pm 0,19$ %).

A filé zsírsavösszetétele csak néhány zsírsav tekintetében mutatott változást a kísérlet során. A 0-kontrolhoz ($14,28 \pm 0,24$) viszonyítva a 6%-os csoport ($17,83 \pm 1,98$) palmitin tartalma tért el szignifikánsan ($p < 0,05$). Az arachid- (0,15%) és arachidon sav ($1,43$ - $1,62$ %) tartalom a 0-kontrolhoz (0,19% illetve 2,25%) képest szignifikánsan ($p < 0,05$) alacsonyabb volt az összes kezelt csoportban, kivéve a 12 %-os csoportot, ahol csak az arachid savnál lehetett statisztikailag is igazolni a különbséget. A 24%-os csoport esetében az erukasav ($13,96 \pm 1,69$ %), illetve a DHA ($29,51 \pm 3,24$ %) mennyisége tért el jelentősen a 0-kontroltól ($9,00 \pm 2,37$ illetve $44,82 \pm 4,46$ %), azonban a többi kísérleti táphoz viszonyítva nem volt különbség a zsírsavösszetételben. A takarmányzsír szintjeinek igazolható hatása csak a eikozapentaénsav tartalomra volt ($6,44 \pm 0,38$; $6,69 \pm 0,86$; $6,68 \pm 0,32$; $7,90 \pm 0,28$ %) ahol az 6%-os és a 24%-os csoport tért el jelentősen ($p < 0,05$).

A zsírsavprofilon belül a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) aránya csökkent, míg a telített és egyszeresen telítetlen zsírsavaké kismértékű növekedést mutatott a 0-kontrolhoz viszonyítva, azonban ez a változás sehol sem volt szignifikáns. A különböző kezelési csoportok közt azonban tendenciális eltérés sem látható. Az n3-as és n6-os zsírsavak arányában bekövetkezett változás sem szignifikáns, noha a 0-kontrolhoz képest az n3 mennyisége csökken, az n6 pedig kis mértékben nő. A telítetlenségi index a 0-kontrolhoz képest csökken azonban itt sem szignifikáns az eltérés (3. táblázat).

3. táblázat A főbb zsírsavcsoportok alakulása a 2. kísérletben

	0-kontrol	6%	12%	18%	24%	(P=)
Σ Telített	$21,5 \pm 0,3$	$26,0 \pm 2,3$	$24,2 \pm 2,6$	$22,9 \pm 1,3$	$24,8 \pm 0,7$	NS
Σ monoenoic	$17,2 \pm 4,5$	$21,5 \pm 4,5$	$21,0 \pm 9,1$	$24,7 \pm 3,9$	$26,9 \pm 3,1$	NS
Σ n3	$54,6 \pm 4,8$	$43,7 \pm 3,8$	$46,6 \pm 10,0$	$43,7 \pm 4,7$	$40,7 \pm 3,0$	NS
Σ n6	$6,1 \pm 0,2$	$8,1 \pm 0,8$	$7,4 \pm 1,9$	$7,9 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,2$	NS
n6 / n3	$0,11 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,03$	$0,16 \pm 0,07$	$0,18 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,01$	NS
Σ PUFA	$61,3 \pm 4,7$	$52,5 \pm 3,1$	$54,8 \pm 8,2$	$52,4 \pm 4,6$	$48,3 \pm 2,8$	NS
Telítetlenségi index	$352,6 \pm 24,9$	$294,2 \pm 18,9$	$309,7 \pm 51,7$	$294,7 \pm 18,9$	$277,8 \pm 15,5$	NS

3. kísérlet

A fogassüllő testösszetételének és növekedésének vizsgálata állati illetve növényi eredetű zsírokat (halolaj illetve lenolaj) tartalmazó tápok etetése mellett

A mért takarmányfogyasztás ($147,7 \pm 22,9$; $154,8 \pm 17,5$; $171,4 \pm 20,8$; $159,6 \pm 5,5$; $154,6 \pm 16,4$ g/akvárium) kísérletben sem a takarmány zsírtartalma sem az olajforrás nem mutatott statisztikailag is igazolható különbségeket a csoportok (6%, 12%-halolaj, 18%-halolaj, 12%-lenolaj, 18%-lenolaj) közt, noha a halolajos 18 %-os zsírtartalmú csoport esetében egy kb. 10%-kal magasabb értéket tapasztaltam.

A takarmányértékesítés ($0,6$ - $0,7$ g/g) esetében sem, volt a csoportok közt semelyik kezelés hatására sem különbség, azonban ki kell emelni, hogy ezek az értékek kiemelkedően számítanak.

Ennek a kísérletnek az SGR értékei ($0,82 \pm 0,15$; $0,76 \pm 0,19$; $0,88 \pm 0,19$; $0,77 \pm 0,06$; $0,84 \pm 0,36$) alacsonyabbnak bizonyultak mint a kettes kísérletben tapasztaltak. Ez azonban a nagyobb korosztálynak köszönhető valószínűleg, hiszen a napi tömeggyarapodás mintegy

kétszerese volt az előző kísérletének (0,57-0,69 g/nap). A magasabb zsírtartalmú tápok tendenciájában magasabb növekedést eredményeztek, azonban ez statisztikailag nem volt igazolható.

Az előző kísérlethez hasonlóan a test fehérjetartalma nem változott egyik kezelés hatására sem. A szárazanyag tartalom és a zsírtartalom esetében a takarmány zsírtartalmával együtt növekedett a halhúsban mért érték ($p < 0,05$), noha a lenolajos kiegészítés esetében a 18% zsírtartalmú táp etetésekor elmaradt ez a növekedés. Csak a hamutartalmat befolyásolta szignifikánsan a zsírforrás: a halolajos csoportban csökkenést mutatott ($p < 0,05$).

Noha a takarmányok zsírtartalma nem volt hatással a filé zsírsavösszetételére, a különböző zsírforrások eltérően alakították annak zsírsav profilját. A telített zsírsavak közül a lenolaj csökkentette a pentadekánsav, palmitinsav, heptadekánsav részarányát a filében. Másrészt a heptadekánsav esetében a halolaj etetés szignifikáns növekedést okozott. Érdekes módon a páratlan szénláncú zsírsavak relatív érzékenynek bizonyultak a kezelésekre. Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül az olajsav mennyisége nőtt, míg a vakcénsav mennyisége csökkent a lenolaj kiegészítésnél. Ezzel ellentétesen a halolaj növelte a vakcénsav arányát. A PUFA esetében a lenolaj csökkentő hatású volt az arachidon sav, az EPA, és a DHA tartalomra nézve azonban megemelte az α -linolénsav tartalmat. A halolaj kiegészítés megemelte az EPA és a dokozapentaénsav tartalmat.

A lenolaj kiegészítés (mind a 12 és a 18% esetén) az összes telített zsírsav mennyisége csökkent a halhúsban. Noha a különbség nem volt szignifikáns az olajsav tartalom változása miatt az egyszerűen telítetlen zsírsavak mennyisége is nőtt a lenolajos csoportokban. A PUFA mennyiségét nem befolyásolta egyik zsírforrás sem, azonban ezek összetétele a filében mind a halolaj mind a lenolaj kiegészítés hatására eltért a kiegészítés nélküli csoporttól. Az n3 zsírsavak mennyisége egyik kezelés hatására sem tért el, míg az n6 mennyisége gyengén növekedett a halolajos csoportban, ami az n3/n6 arány szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést okozta a két kezelt csoport viszonylatában (4. táblázat).

4. táblázat A főbb zsírsavcsoportok alakulása a 3. kísérletben

	Alap (6%)	Halolaj (12%)	Halolaj 18%	Lenolaj 12%	Lenolaj (18%)	(P=) Zsír	(P=) Forrás
Σ Telített	24,9 \pm 0,69a	25,7 \pm 1,06a	25,5 \pm 0,3a	20,7 \pm 1,7b	20,9 \pm 1,93b	NS	0,001
Σ monoenoic	16,0 \pm 4,2	15,8 \pm 3,3	18,5 \pm 4,6	20,8 \pm 3,5	18,5 \pm 2,4	NS	NS
Σ n3	46,9 \pm 4,7	48,9 \pm 5,4	45,7 \pm 5,7	44,6 \pm 3,2	46,7 \pm 2,8	NS	NS
Σ n6	11,6 \pm 0,9	8,9 \pm 1,1	9,5 \pm 1,0	13,2 \pm 1,9	13,3 \pm 2,0	NS	NS
n6 / n3	3,61 \pm 0,56	4,59 \pm 0,90	4,18 \pm 0,91	3,18 \pm 0,52	3,31 \pm 0,70	NS	0,024
Σ PUFA	59,01 \pm 3,67	58,39 \pm 4,33	55,96 \pm 4,39	58,42 \pm 3,08	60,60 \pm 0,68	NS	0,023
Telítetlenségi index	315,2 \pm 23,0	318,2 \pm 29,2	302,3 \pm 27,9	267,0 \pm 23,1	277,8 \pm 25,1	NS	0,030

4. kísérlet

A testösszetétel és a növekedés vizsgálata kőszüllőn, azonos fehérje-, de eltérő energiatartalmú tápok etetése mellett.

A kőszüllő testösszetételének és növekedésének vizsgálata állati illetve növényi eredetű zsírokat (halolaj illetve lenolaj) tartalmazó tápok etetése mellett.

A fogassüllőn végzett kísérletek alapján a kőszüllő esetében a két vizsgálati célt egy kísérletben összeállítva végeztem el (kísérleti csoportok: 6%-os alaptáp, 12 és 18%-os halolajos táp, 12 és 18%-os lenolajos táp, 24%-os táp). A fogassüllővel ellentétben a kőszüllő eltérően reagált a növényi olaj etetésére. A tényleges takarmányfogyasztás (101,42±14,23; 109,37±3,18; 100,72±9,93; 60,82±4,73; 73,22±2,81; 101,71±4,71g/akvárium) a lenolajos csoportokban alacsonynak bizonyult: gyakorlatilag a lenolajos tápokot részben visszautasították a halak.

Az alacsony fogyasztás egy alacsonyabb növekedést is eredményezett (0,53±0,25; 0,75±0,05; 0,52±0,26; 0,04±0,02; 0,18±0,06; 0,81±0,07 g/nap) és egy magasabb takarmányértékesítési rátát (1,21±0,16; 1,04±0,07; 1,99±1,64; 16,02±10,58; 3,12±0,92; 0,90±0,05). Ez utóbbi paraméter esetében a kezelések közül nem csak a zsírforrás hanem a zsírtartalom is szignifikáns hatással volt az értékekre. Az eltérő zsírtartalom a többi esetben nem volt szignifikáns hatással a növekedési paraméterekre, noha az a magasabb zsírtartalmú tápot fogyasztó csoportok tendenciájában nagyobb növekedést mutattak.

A halak teljes testének kémiai összetétele jelentős különbségeket mutatott. A szárazanyag nyerszsír és a nyershamu esetében mind a zsírtartalom mind a zsírforrás hatása szignifikánsnak bizonyult. A 18 és 24%-os zsírtartalmú tápot fogyasztó csoport szárazanyag (25,95 illetve 27,0% vs. 23,06%) és zsírtartalma (6,42 illetve 7,26% vs. 4,08%) szignifikánsan magasabbnak bizonyult, mint a 0-kontroll, és mindkét paraméter a halolajos kezelésnél a takarmány zsírtartalmával együtt változott. A test fehérje tartalma a kiegészítés nélküli (6%-os) csoportban (16,00% vs. 14,86-15,43%) volt a legmagasabb, a többi csoport nem tért el egymástól. A lenolajos kiegészítés szignifikánsan magasabb hamutartalmat (4,76-4,84% vs. 4,22-4,53%) eredményezett, míg a 24%-os csoportban a hamutartalom csökkent.

A zsírsavösszetétel tekintetében a zsírtartalom a telített zsírsavakra (lauril-, mirisztin-, pentadekán-, heptadekán-, sztearinsav) növelő hatással, míg a telítetlen zsírsavak közül a linolelaidin-, palmitoleinsavra, az EPA-ra, valamint a dokozapentaénsavra növelő, míg a linolelaidinsavra csökkentő hatással volt. A zsírforrások esetében a lenolajos és a halolajos kiegészítés között, a palmitin-, olaj-, arachidon- és dokozahexaénsav kivételével, minden zsírsavnál szignifikáns eltérést tapasztaltunk. Noha ez a különbség az α -linolénsav és az EPA esetében akár 5% eltérést is jelentett a csoportok közt, összességében a telített zsírsavak aránya (halolajos csoport 27,49% és lenolajos csoport 27,09%), a MUFA aránya (14,1% és 12,8%) valamint a PUFA aránya (58,4% és 60,1%) esetében sem mutatkozott szignifikánsnak. Hasonlóan az n3 aránya (49,0 és 50,6%) és az n6 aránya (9,15% és 9,29%) sem tért el jelentősen.

5. kísérlet

Telített és telítetlen növényi zsírokat tartalmazó tápok etetésének vizsgálata fogassüllőn.

Noha a lenolajos takarmányt a fogassüllő, a kőszüllővel ellentétben teljesen elfogadta, a tesztelt növényi olajok közül a repceolajos kiegészítést részlegesen visszautasította. A tényleges takarmányfogyasztás ebben a csoportban (39,56±11,29 g/akvárium) alacsonyabbnak bizonyult, mint a napraforgó olajos és szójaolajos csoportok fogyasztása (50,40±4,58 illetve 53,27±9,93 g/akvárium), azonban ez a különbség a nagy szórásoknak köszönhetően statisztikailag nem volt igazolható. A takarmánypazarlás mértéke (63 vs. 52-53g g/akvárium) azonban a repces csoportban kb. 10%-kal magasabb volt, mint a másik két csoportban és a különbség ebben az esetben szignifikáns is volt.

A takarmányfogyasztásban megfigyelhető tendencia a növekedésben ($0,18\pm 0,18$; $0,36\pm 0,07$; $0,48\pm 0,27$ g/nap) is nyomon követhető volt, azonban a különbségek itt sem bizonyultak statisztikailag igazolhatónak.

A kísérlet kezdetekor mért alapértékhez képest, mindhárom csoport szárazanyag tartalma szignifikánsan megnőtt ($22,78$ vs. $26,97$; $27,04$, $26,11\%$). A zsírtartalom hasonlóan alakult ($1,99$ vs. $5,38$; $5,49$; $4,69\%$) a szárazanyag tartalomhoz azonban itt a szójaolajos csoport elzsírosodása alacsonyabb mértékű volt. A fehérjetartalom a három csoportban $17,6$ és $18,0$ % közt mozgott, szignifikáns különbség nem mutatkozott. A hamutartalom ($42,9$ - $45,2\%$) szintén nem tért el egyik csoportban sem.

A repceolaj kiegészítés bár alacsonyabb takarmányfelvételt okozott, a filé zsírsavösszetételére erőteljes hatással volt. A palmitinsav, olajsav, nevronsav és α -linolénsav esetében szignifikáns növekedést okozott etetése, míg a dokozapentaénsav esetében a napraforgó olaj kiegészítéssel azonosan csökkentette a test zsírsavtartalmát. A α -linolénsavnál a repceolajhoz hasonlóan a szójaolaj is megnövelte a filében mérhető mennyiséget. Az arachidonsav mennyisége mindhárom kezelés esetében csökkent.

A telített zsírsavak aránya mindhárom növényi olaj kiegészítés mellett csökkent de a repceolajnál szignifikáns is volt. Bár az egyszeresen telítetlen zsírsavak mennyisége növekvő, míg a PUFA mennyisége csökkenő tendenciát mutatott a növényi olaj kiegészítésnél ezek eltérései még a leginkább különböző repceolaj esetében sem voltak igazolhatóak. Az n_3 mennyisége a repceolaj etetésekor szignifikánsan csökkent, a másik két növényi olaj esetében a csökkenés köztes értéket eredményezett az alapértékhez képest. Az n_9 mennyisége szintén a repceolajos kiegészítésnél nőtt meg jelentősen. Az n_3/n_6 arány mindhárom csoportban csökkent a különbség a repceolajnál és a szójaolajnál volt igazolható. A telítetlenségi index a repceolaj esetében mutatta a legalacsonyabb értéket (5. táblázat).

5. táblázat A főbb zsírsavcsoportok alakulása a 5. kísérletben

	Alap	Repce	Napraforgó	Szója	(P=)
Σ Telített	$25,64\pm 5,5a$	$23,20\pm 1,3b$	$24,08\pm 9,6ab$	$24,32\pm 11,4ab$	0,034
Σ monoenoic	$16,05\pm 3,61$	$28,22\pm 4,84$	$21,49\pm 6,01$	$21,77\pm 6,01$	NS
Σ PUFA	$58,31\pm 3,10$	$48,59\pm 4,72$	$54,43\pm 5,28$	$53,91\pm 4,88$	NS
Σ n_3	$48,58\pm 5,21a$	$35,84\pm 6,26b$	$40,40\pm 2,26ab$	$38,74\pm 5,81ab$	0,074
Σ n_6	$9,73\pm 2,17$	$12,74\pm 1,56$	$14,03\pm 3,28$	$15,17\pm 2,02$	NS
Σ n_9	$10,76\pm 2,59a$	$19,78\pm 3,70b$	$14,46\pm 3,11ab$	$14,58\pm 3,32ab$	0,052
n_3/n_6	$5,22\pm 1,51a$	$2,88\pm 0,89b$	$2,96\pm 0,53ab$	$2,60\pm 0,61b$	0,035
Telítetlenségi index	$317,2\pm 23,8a$	$256,3\pm 29,7b$	$281,5\pm 15,6ab$	$272,8\pm 28,3ab$	0,088

6. kísérlet

Telített és telítetlen növényi zsírokat tartalmazó tápok etetésének vizsgálata kősüllőn

A kősüllő esetében, eltérően a lenolajos kiegészítéstől, a vizsgált három növényi olaj nem okozott takarmányozási problémákat. A tényleges takarmányfelvételben nem volt különbség ($149,86\pm 3,04$; $155,73\pm 18,59$; $152,00\pm 16,73$ g/akvárium) és a takarmány pazarlás alacsony szinten maradt ($29,52\pm 2,70$; $37,80\pm 9,28$; $33,69\pm 4,62$ g/akvárium). A kősüllők kiváló takarmányértékesítést mutattak a növényi olajokat tartalmazó tápoknál ($0,97$ - $1,15$ g/g).

Bár a tömeggyarapodásban ($0,53\pm 0,01$; $0,50\pm 0,19$; $0,52\pm 0,06$ g/nap) a csoportok nem mutattak eltérést, a kísérlet végére a napraforgó olajos kiegészítés mellett nagyobb mértékű szén-növekedés mutatkozott az állományban (CV%: $37,83\pm 8,68$ vs. $22,75\pm 3,11$, illetve $26,67\pm 11,21$ %).

A testösszetételben jelentős hatást csak a zsírtartalom esetében tapasztaltam: a napraforgó olaj etetése mintegy 2%-kal emelte a test zsírtartalmát a kontrol értékhez képest, míg a másik két csoport köztes helyet foglalt el (3,14% vs. 4,41; 5,2 és 4,82%). A szárazanyag tartalom (24,86 vs. 25,36-26,49%) a fehérje tartalom (17,44 vs 16,57-17,48%) és a hamu tartalom (4,29 vs. 3,94-4,82%) nem változott jelentősen a kezelések hatására.

Az eltérő növényi olajok a kősüllőnél a fogassüllőhöz hasonló hatást fejtettek ki a zsírsavösszetételre. Elsősorban a repceolaj alakította át a filé összetételét: szignifikánsan csökkentette az eikozadiénsav, míg megnövelte az olajsav, α -linolénsav és arachidsav mennyiségét. Az utóbbi arányát a napraforgóolaj kiegészítés jelentősen csökkentette, míg a az eikozatrién sav mennyiségét növelte a filében. A szójaolaj kiegészítés csökkentette az olajsav arányát. A dokozapentaén sav mennyisége mindhárom növényi olaj kiegészítés etetésekor csökkent a filében.

Bár az egyes zsírsavak mennyiségét befolyásolták a növényi olajok, az egyes csoportokra már nem voltak szignifikáns hatással a kősüllő esetében. Noha a fogassüllőnél tapasztalhatóhoz hasonlóan a repceolaj kiegészítés etetésekor az egyszerűen telítetlen zsírsavak (főleg az n9-es olajsav) mennyisége nőtt, és a PUFA enyhén csökkent, ezek a különbségek nem igazolhatóak statisztikailag a kősüllőnél (6. táblázat).

6. táblázat A főbb zsírsavcsoportok alakulása a 6. kísérletben

	Alap	Repce	Napraforgó	Szója	(P=)
Σ Telített	24,13 \pm 0,19	25,09 \pm 0,50	26,21 \pm 1,20	26,55 \pm 2,37	NS
Σ monoenoic	19,94 \pm 4,21	23,79 \pm 3,34	17,93 \pm 3,92	16,23 \pm 3,49	NS
Σ PUFA	55,94 \pm 4,01	51,13 \pm 2,90	55,91 \pm 2,80	57,21 \pm 2,19	NS
Σ n3	43,35 \pm 6,78	39,35 \pm 4,05	38,24 \pm 5,99	43,41 \pm 3,89	NS
Σ n6	12,59 \pm 2,81	11,78 \pm 1,15	17,66 \pm 3,41	13,80 \pm 2,12	NS
Σ n9	13,58 \pm 2,39	19,03 \pm 2,70	13,52 \pm 2,85	12,22 \pm 2,51	NS
n3/n6	3,62 \pm 1,19	3,39 \pm 0,71	2,27 \pm 0,84	3,22 \pm 0,76	NS
Telítetlenségi index	295,54 \pm 32,64	273,95 \pm 19,71	275,54 \pm 26,21	295,97 \pm 17,94	NS

7.-8 kísérlet

A testösszetétel és a növekedés vizsgálata fogassüllő és kősüllő eltérő takarmányozási ráták mellett

A három vizsgált takarmányozási ráta mindkét faj esetében hasonló eredményeket hozott.

A fogassüllő esetében a takarmányozás a rátáknak megfelelően növekedett ($15,65\pm 7,57$; $29,95\pm 4,90$; $58,90\pm 4,59$ g/akvárium). Ez elméletileg megfelel az elvárásoknak, azonban az elfogyasztott takarmány rendkívül alacsony növekedést eredményezett (SGR: $0,44\pm 0,20$; $0,77\pm 0,11$; $0,69\pm 0,11$ %/nap). Az alacsony értékek ellenére a különbségek a csoportok közt statisztikailag igazolhatóak ($p < 0,05$), és a 2%-os napi takarmányadag mellett tapasztaltam a legjobb növekedést. Ez azonban egy látszólagos tendencia, mivel a CV% értékeket megvizsgálva ($29,59\pm 11,23$; $46,59\pm 6,18$; $39,99\pm 8,91$ %) azt tapasztalhatjuk, hogy a

legnagyobb szóródás is ebben a csoportban figyelhető meg, tehát a nagy növekedés lényegében néhány egyed kiugró teljesítményének köszönhető. A takarmányértékesítés a növekedéshez hasonlóan alakult ($1,44 \pm 0,25$; $1,07 \pm 0,10$; $1,19 \pm 0,11$ g/g) szintén a 2%-os csoport mutatta a legjobb értéket ($p < 0,05$).

A kősüllő takarmányfogyasztása ($53,28 \pm 0,82$; $77,39 \pm 15,10$; $76,72 \pm 8,80$) az 1%-os csoportnál nem biztosította a halak számára a szükséges mennyiséget ($p < 0,05$), míg a 3% etetése pazarláshoz vezetett, hiszen a tényleges fogyasztás a 2%-os csoporténak megfelelően alakult. A növekedés a fogassüllőtől eltérően kielégítő volt, (SGR: $0,92 \pm 0,06$; $1,28 \pm 0,16$; $1,25 \pm 0,14$ %/nap), a 2 és 3%-os csoport növekedése szignifikánsan felülmúlta az 1%-os csoportét ($p < 0,05$), azonban egymástól nem különböztek. A takarmányértékesítés ($0,89 \pm 0,05$; $0,85 \pm 0,02$; $0,90 \pm 0,07$ g/g) nem különbözött egyik csoportnál sem.

A testösszetétel sem, a kősüllő sem a fogassüllő esetében nem mutatott eltéréseket a különböző napi takarmányadagok alapján. Az értékeket a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat A testösszetétel alakulása a 7. és 8. kísérletekben

Paraméter	n	1%		2%		3%	
		süllő	kősüllő	süllő	kősüllő	süllő	kősüllő
Szárazanyag	3	$23,96 \pm 0,66$	$23,80 \pm 0,57$	$24,45 \pm 0,89$	$24,91 \pm 1,22$	$24,09 \pm 0,48$	$23,38 \pm 2,47$
Nyersfehérje	3	$16,35 \pm 0,29$	$17,20 \pm 0,60$	$17,03 \pm 0,47$	$18,45 \pm 1,26$	$16,65 \pm 0,12$	$16,33 \pm 1,60$
Nyerszsír	3	$3,16 \pm 0,55$	$3,34 \pm 0,51$	$3,30 \pm 0,71$	$4,22 \pm 0,60$	$3,18 \pm 0,29$	$3,80 \pm 1,08$
Nyershamu	3	$3,21 \pm 0,47$	$3,49 \pm 0,26$	$4,06 \pm 0,23$	$3,44 \pm 0,07$	$4,10 \pm 0,14$	$3,44 \pm 0,53$

Összefoglalás

Granulált táp etetése mellett a fogassüllő ivadékok kiemelkedő növekedést produkálnak. A kősüllő mesterséges takarmányon elért növekedéséről eddig semmilyen irodalmi adattal nem rendelkezünk. Specziár és Bíró (2002) az 1+ korosztály növekedési rátáját 2 %/nap körülnek becsülte a Balatonban, s bár ez az adat nem összevethető a jelen kísérletben elért eredményekkel, legalábbis érdekes, hogy mi is hasonló értékeket mértünk. A fogassüllőnél a telepítési sűrűséget vizsgálva 2,08 g/l sűrűségig nem találtunk a különböző sűrűségű csoportok közt szignifikáns eltérést a tömeggyarapodás, takarmányfogyasztás, takarmányértékesítés tekintetében (Molnár et al 2004). A kősüllővel hasonló tapasztalatokat szereztünk.

A fogassüllőnél általam kapott SGR eredmények hasonlóak az irodalomban (Zakes et al. 2003, 2004) közltekkel. A takarmányértékesítési ráta egy rendkívül kedvező értéket mutatott, és párhuzamosan csökkent a tápok zsírtartalmának növekedésével a kísérletben. Noha Zakes et al. (2004) a legjobb takarmányértékesítést 10% zsírtartalom mellett találta a vizsgálatomban az FCR tovább javult a magasabb zsírtartalmak mellett is. A kősüllő esetében is a fogassüllőnél kapott eredményekhez hasonlóakat kaptam. A test zsírtartalma a 18 % és a fölötti takarmány zsírtartalom hatására káros irányban változik, amelyet nem kísér ezzel azonos nagyságú tömeggyarapodás, növekedés.

Az alternatív olajforrások közül a süllővel ellentétben, a kősüllő részlegesen visszautasította a lenolajos tápok, mely csökkent gyarapodáshoz is vezetett. Azonban a másik három növényi olaj kiegészítés esetében (repce, napraforgó, és szója) nem lépett fel semmilyen takarmányozási vagy növekedési probléma a kősüllőnél. A fogassüllő esetében az alternatív olajforrások nem okoztak a kősüllőnél tapasztaltnal azonos mértékű takarmányvisszautasítást, noha a repceolaj etetése mellett a süllő alacsonyabb takarmányfelvételt és növekedést mutatott. A takarmányok zsírsavösszetétele mindkét fajnál befolyásolta a test zsírsavösszetételét. Ebből a szempontból a természeteshez legközelebb álló zsírsavösszetételt a repceolaj kiegészítés eredményezte, mely mindkét faj esetében a másik két olaj

kiegészítéshez képest jelentős eltéréseket okozott az egyes zsírsavak mennyiségében. Az olajsav, és az α -linolénsav mennyiségének növekedése a fogassüllő esetében igazolhatóan, míg a kősüllőnél tendenciájában befolyásolta a telített zsírsavak, az n3 és n9-es zsírsavak mennyiségét, az n3/n6 arány és a telítetlenségi index alakulását.

A takarmányozási ráta vizsgálata az általam tanulmányozott értékek mellett nem vezetett pontos eredményekre. Bár tendenciájában mindkét faj esetében a növekvő ráta jobb növekedést eredményezett a kapott növekedés a süllőnél nem volt kielégítő és a testösszetétel sem változott jelentősen, ami megerősíteni látszik, hogy további 2%-nál magasabb napi adagok tesztelése is szükséges lehet ennek a paraméternek a megállapításához.

Felhasznált Irodalom

Molnar, T., Hancz, Cs., Molnar, M. & Horn P., (2004) The effects of diet and stocking density on the growth and behaviour of pond pre-reared pikeperch under intensive conditions. J. Appl. Ichthyol., 20, 105–109.

Zakes´, Z., Szkudlarek, M., Woz´niak, M., Demska-Zakes´, K. & Czerniak, S. (2003) Effect of feeding regimes on growth, within – group weight variability, and chemical composition of the juvenile zander, *Sander lucioperca* (L.), body. EJPAU Fisheries, 6, 1–9. <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue1/fisheries/art-04.html>.

Zakes´, Z., Przybyl, A., Woz´niak, M., Szczepkowski, M. & Mazurkiewicz, J. (2004) Growth performance of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) fed graded levels of dietary lipids. Czech. J. Anim. Sci., 49, 156–163.

A hároméves támogatási időszak alatt végzett munkából az alábbi közlemények jelentek meg:

Impakt faktoral rendelkező folyóiratban:

T. Molnár, A. Szabó, G. Szabó, C. Szabó & C. Hancz: 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. p. (IF:0,788) **Független hivatkozások száma: 2**

Konferencia kiadványban

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

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

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

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

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

Molnár T. - Stettner G. - Szabó G. - Hancz Cs. 2005: A növekedés és a testösszetétel vizsgálata fogassüllőn, azonos fehérje-, de eltérő energiatartalmú tápok etetése mellett. Growth and body composition of pikeperch fed on isoproteic feeds containing different raw fat content. *Halászatfejlesztés*. 30. 143-146. p. (XXIX. Halászati Tudományos Tanácskozás. HAKI, Szarvas, 2005. május 4-5.)

Molnár, T. - Stettner, G. - Müller, T. - Szabó, G. - Hancz, Cs. 2004: A telepítési sűrűség hatásának vizsgálata az intenzíven nevelt kősüllő (*Stizostedion volgensis*) növekedésére és takarmányértékesítésére. *Halászatfejlesztés*. 29. 75-81. p.

Kaposvár, 2008-02-27.

Dr. Molnár Tamás
tudományos munkatárs