



Különböző haltápokkal takarmányozott afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) és tokhibrid (*Acipenser ruthenus* x *Acipenser baeri*) halakból származó filék tápanyagtartalom- és zsírsavszerkezet-vizsgálata

SZATHMÁRI LÁSZLÓ¹ – SZILÁGYI GÁBOR² – KÁLDY JENŐ¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

² Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet
Kisbajcs

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben részletezett vizsgálatok célja az afrikai harcsa és a tokhibrid zsírsavszerkezetének javítása különböző adalékokat tartalmazó takarmányok segítségével. A szerzők az afrikai harcsa takarmányozási kísérletekben négyféle Aller Aqua focus, (AAf) Aller A. f. lenolaj kiegészítéssel (AAI), Aller A. f. halolaj kiegészítéssel (AAh) és Aqua bio catfish (Abc), míg a tok-hibrid nevelése során kétféle Aller Aqua sturgeon (AAs) és Aller Aqua s. lenolaj kiegészítéssel (AAsl) takarmány hatását vizsgálták. A harcsaminták vizsgálatai szerint a legmagasabb fehérjearányt (18,25%) az Aqua bio táppal etetett, míg a legmagasabb zsírtartalmat (átlag 6,49%) a lenolajjal kezelt halak mutatták. A tokhibrid filéiben a kontrolltáp etetése után jelentkeztek magasabb fehérje- és zsírtartalomértékek (átlag 18,15% és 7,47%). A harcsák nevelése során a legelőnyösebb filé zsírsavszerkezetet a halolajjal kiegészített táp etetése eredményezte, mivel a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya elérte a 32,50% értéket. A tokhibrid esetében a lenolajjal kezelt táp okozott magasabb PUFA arányt (36,26%). A táplálkozásélettani szempontból lényeges n-6/n-3 arány a halolajjal kezelt harcsamintákban (0,91) és a kontrolltápot fogyasztó tokhibridek filéiben (0,52) volt szűkebb. Ezért a fent említett minták n-3-tartalma volt a legmagasabb. Az (EC) No1924/2006 direktíva szerint a termékek megfelelnek az „omega-3 zsírsavforrás” kritériumának. A Nutrition Board Institute of Medicine of the National Academies ajánlásai alapján a szerzők meghatározták a legmagasabb n-3-tartalmú filék ajánlott napi fogyasztásának mértékét nők és férfiak részére.

Kulcsszavak: olajkiegészítésű takarmány, kémiai összetétel, PUFA-tartalom, n-6/n-3 arány, ajánlott halfogyasztás.

BEVEZETÉS, IRODALOM

Az elmúlt évtizedben tapasztalt kedvező folyamatok ellenére Magyarországon a halfogyasztás még mindig nagyon alacsony. 2011-ben az egy főre jutó mennyiség 3,99 kg/fő/év volt, szemben az EU-ban regisztrált 22 kg/fő/év értékkel (Jámborné és Bardócz 2012). A kínálatban egyre jobban meghatározóvá válnak az intenzív rendszerekben tenyésztett halfajok, mint az afrikai harcsa és a tokfélék. Kísérleteink alap gondolata az volt, hogy lenolajjal és halolajjal kiegészített takarmányokkal növeljük a kísérleti halak filéinek többszörösen telítetlen omega-3 és omega-6 zsírsavtartalmát azon célból, hogy egészségvédő, illetve -megtartó ételmiszert állítsunk elő. A halhús a zsírsavösszetétel miatt előnyös táplálkozásélettani hatású. A zsíradékokat alkotó zsírsavakat kémiai tulajdonságaik alapján (a szénláncban előforduló kettős kötések szerint) csoportosíthatjuk, telített (SFA), egyszeresen telítetlen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavakra. A PUFA két további frakcióra osztható, az n-6 és az n-3 zsírsavcsoportokra (Kovács 1999). A legtöbb mérsékelt égővi halfaj esetében a zsír nem az izomszövetben, hanem a májban raktározódik és szezonálisan ingadozik (Murray és Burt 2001). Az n-6 sorozatú zsírsavak fő forrásai a növényi olajok, míg n-3 sorozatú zsírsavakat elsősorban halolajokban, főként tengeri halakban találhatunk (Csapó és Csapóné 2003). In vitro állatkísérletek eredményei bizonyítják, hogy a hosszú szénláncú zsírsavak, mint az eikozapentaénsav (EPA) és a dokozahexaénsav (DHA) gátolják a mell- és prosztatarák kialakulását. Neuringer et al. (1988) által közölt kutatási eredmények szerint a kívánatos n-6/n-3 arány a funkcionális ételmiszerekben 4:1, 6:1, tehát az egészségmegőrző ételmiszerek esetében elsődleges cél a fent említett zsírsav arányának szűkítése. Ez lehetővé teszi, hogy csökkenjen a tumoros, trombózisos és allergiás megbetegedések kialakulásának kockázata (Okuyama et al. 1996). A tág n-6/n-3 arány növeli a kardiovaszkuláris elégtelenségből adódó halálozások számát (Halmy 1998). A különböző összetételű haltakarmányok alkalmazása Chukwu és Shaba (2009) szerint eltérő tápanyag-összetételű filét eredményezett afrikai harcsa esetében. A zsírósszetétel változása markánsabb volt, mint a víztartalomé. Bíró et al. (2008) eredményei azt igazolták, hogy takarmányozással a filé telítetlen zsírsav tartalma növelhető az afrikai harcsánál. A funkcionális ételmiszer előállítására tehát ennél a fajnál megoldható. A tilapiamintákban a növényi olajos kezeléseket követően sem az EPA, sem a DHA arány nem növekedett. A növényiolaj-kiegészítés egyik faj esetében sem befolyásolta kedvezőtlenül a termelési mutatókat, tehát a halolaj helyettesítése növényi olajokkal megoldható. Bencze et al. (2003) szerint a haltakarmányban alkalmazott olajok nem befolyásolták a füstölt atlanti lazacfilé nedvességtartó képességét és állagát, de a tárolás és a hőmérséklet erősen redukálta a zsírtartóképeséget, amely nem okozott szelektív zsírsavvesztést. A Lake Superior-ból (USA) származó nyolc halfaj filéinek pácolása, füstölése, vagy gyorsfagyasztott tárolása során csökkent az összes lipidtartalom, de az omega-3 zsírsavak aránya alig változott, a vizsgált fajok kiváló zsírsavösszetételt mutattak magas EPA és DHA részarányal (Wang et al. 1990). Castro et al. (2007) három halfajban (ponty, tilapia, tambaqu) vizsgálták a zsírsavszerkezet változását a tárolás és gasztronómiai beavatkozás során. Megállapították, hogy a tárolási idő és a hőkezelési módok nem befolyásolták a minták zsírsavprofilját.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az afrikai harcsát a Győri „Előre” Htsz-ben kialakított átfolyó vizes rendszerben (2x2 m), míg a tokhibridet Káldy Jenő recirkulációs medencéiben (4x1 m) neveltük. 160 db afrikai harcsát és 80 db tok hibridet helyeztünk a medencékbe. A kísérleti halak tömege a harcsáknál 350–400 g, míg a tokhibridek esetében 250–270 g volt. A harcsák 4 csoportba, a hibridek 2 csoportba lettek osztva. A kísérlet időtartama alatt naponta kétszer mértük a víz hőmérsékletét és oldott oxigéntartalmát. A tokhibrid kísérletekben 18–20 °C, míg az afrikai harcsa esetében 24–25 °C volt a nevelővíz hőmérséklete. Az oldott oxigén tartalom 6–8 mg/l érték között változott. A vízátfolyás mértéke a tokhibrid nevelőedényeiben 49–50 l/min, míg az afrikai harcsa medencéiben 40–45 l/min volt. A kísérleti haltápok az alábbiak voltak: Abc (Aqua bio catfish 45/18), AAF (Aller Aqua focus 37/12), AAI (Aller Aqua 37/12 5% lenolaj kiegészítéssel), AAh (Aller Aqua 37/12 5% halolaj kiegészítéssel). A zárójelben lévő számok a tápok emészthető fehérje- és nyerszsírtartalmát mutatják. A tokhibrid AAs (Aller Aqua sturgeon 42/12) toktápot kapott. A kísérleti takarmány az AAsI módosított változata 5% lenolajat tartalmazott. Az 1. táblázat a kísérleti tápok tápanyag-összetételét mutatja.

1.táblázat Kísérleti tápok tápanyag-összetétele

Table 1. Chemical composition of experimental fish diets

Haltáp (1)	Sz. anyag (%) (2)	Ny.fehérje (%) (3)	Ny.zsír (%) (4)	N ment. k. (%) (5)	Ny.hamu (%) (6)	Ny.rost (%) (7)
Aller A. focus (8)	89	37	12	31	7	4
Aller A. + lenolaj (9)	89	37	17	31	7	4
Aller A. + halolaj (10)	89	37	17	31	7	4
Aqua Bio catfish (11)	90	45	15	16	8	2
Aller A. sturgeon (12)	90	45	15	21	8	2
Aller A. + lenolaj (13)	90	45	20	21	8	2

(1) diet, (2) dry matter, (3) crude protein, (4) crude fat, (5) NFE, (6) crude ash, (7) fibre, (8) AAF, (9) AAI, (10) AAh, (11) ABc catfish diet, (12) AAs, (13) AAsI

A takarmányok napi adagja az elzsírosodás elkerülése miatt a teljes testtömeg 1%-a volt. A kísérlet az olajkiegészítést tartalmazó tápokra történő szoktatás után 60 napig tartott. Kéthetente megmértük a halakat és a tömeggyarapodáshoz igazítottuk a takarmányadagokat. A vizsgálati időszak végén mintát vettünk a kontroll- és kísérleti állományokból úgy, hogy 5–5 db halat filéztünk. A laboratóriumi vizsgálatok során meghatároztuk a halhús tápanyagtartalmát és a zsírsavak szerkezetét. A vizsgálatokat a Pannon Egyetem Georgikon Kar Takarmányozástani Laboratóriumában végezték a Magyar Takarmánykódex 2004 szabványai alapján. A zsírsavszerkezet meghatározása gázkromatográfiás módszerrel történt. A kapott adatok elemzése egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) a Statistica Statsoft Version 11 programmal történt.

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A 2. táblázatban közölt eredmények szerint a tokhibrid esetében a kontrolltáp, míg az afrikai harcásánál az Aqua bio táp mutatott magasabb nyersfehérjeértéket (27,4% és 25,6%).

2. táblázat Kísérleti minták tápanyag-összetétele

Table 2. Chemical composition of sample fillets

Halfaj (1)	Takarmány (2)	Sz. anyag (%) (3)	Ny.fehérje (%) (4)	Ny.zsír (%) (5)
Afrikai harcsa (6)	Aller Aqua focus	26,21±1,97 ^a	17,79±1,67 ^b	5,82±1,06 ^a
	Aller A. + lenolaj	25,64±1,04 ^a	17,91±1,65 ^{bc}	5,04±0,53 ^a
	Aller A. + halolaj	25,88±2,02 ^a	17,15±0,52 ^a	6,49±0,14 ^a
	Aqua Bio catfish	25,06±0,99 ^a	18,25±1,27 ^c	4,69±0,22 ^a
Tokhibrid (7)	Aller A. sturgeon	27,92±1,8 ^b	18,15±0,34 ^a	7,47±1,85 ^b
	Aller A. + lenolaj	25,72±1,53 ^a	18,10±0,49 ^a	5,86 ±1,70 ^a

Az átlagértékek azonos oszlopon belül eltérő jelöléssel szignifikáns eltérést mutatnak ($P < 0,05$ konfidencia szinten)
Mean values marked with different superscript within same columns and are significantly different at ($P < 0,05$) confidence level
(1) fish race, (2) diet, (3) dry matter, (4) crude protein, (5) crude fat, (6) African catfish, (7) sturgeon hybrid

A zsírsavösszetétel vizsgálati eredményei a 3–4. táblázatban láthatók.

3. táblázat Afrikai harcsa minták zsírsavszerkezete az összes nyerszsírtartalom %-ában

Table 3. Fatty acid composition of African catfish samples in rate of total lipid content

Takarmány (1)	SFA (%) (2)	MUFA (%) (3)	PUFA (%) (4)	n-6 (%) (5)	n-3 (%) (6)
Aller A. focus (7)	30,16±1,86 ^{abc}	34,87±2,37 ^a	28,66±1,33 ^a	14,8±0,98 ^a	14,04±2,34 ^{bc}
Aller A. + lenolaj (8)	30,96±1,39 ^c	32,79±2,77 ^a	31,82±1,21 ^b	17,52±0,93 ^b	13,95±0,72 ^b
Aller A. + halolaj (9)	28,49±1,54 ^{ab}	34,42±1,95 ^a	32,50±2,29 ^b	14,82±1,13 ^a	16,26±1,43 ^c
Aqua Bio catfish (10)	29,04±0,63 ^b	33,51±1,01 ^a	30,68±2,69 ^{ab}	18,67±1,55 ^b	11,64±2,02 ^a

Az átlagértékek azonos oszlopon belül eltérő jelöléssel szignifikáns eltérést mutatnak ($P < 0,05$ konfidencia szinten)
Mean values marked with different superscript within same columns and are significantly different at ($P < 0,05$) confidence level
(1) diet, (2) SFA rate, (3) MUFA rate, (4) PUFA rate (5) n-6 rate, (6) n-3 rate, (7) Aaf, (8) AAl, (9) AAh, (10) ABc

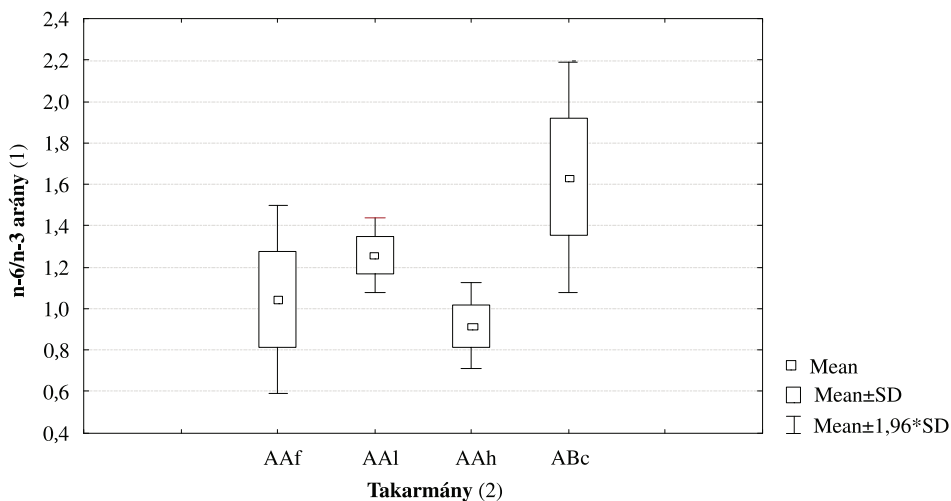
4. táblázat Tokhibridminták zsírsavszerkezete az összes nyerszsírtartalomra vonatkoztatva

Table 4. Fatty acid composition of sturgeon hybrid samples in rate of total lipid content

Takarmány (1)	SFA (%) (2)	MUFA (%) (3)	PUFA (%) (4)	n-6 (%) (5)	n-3 (%) (6)
Aller A. sturgeon (7)	23,79±0,58 ^b	34,53±0,87 ^b	30,71±2,34 ^a	10,58±0,84 ^a	20,13±2,34 ^a
Aller A. + lenolaj (8)	21,61±0,38 ^a	32,00±0,59 ^a	36,26±0,68 ^b	16,65±0,91 ^b	19,62±1,25 ^a

Az átlagértékek azonos oszlopon belül eltérő jelöléssel szignifikáns eltérést mutatnak ($P < 0,05$ konfidencia szinten)
Mean values marked with different superscript within same columns and are significantly different at ($P < 0,05$) confidence level
(1) diet, (2) SFA rate, (3) MUFA rate, (4) PUFA rate, (5) n-6 rate, (6) n-3 rate, (7) AAs, (8) AAl

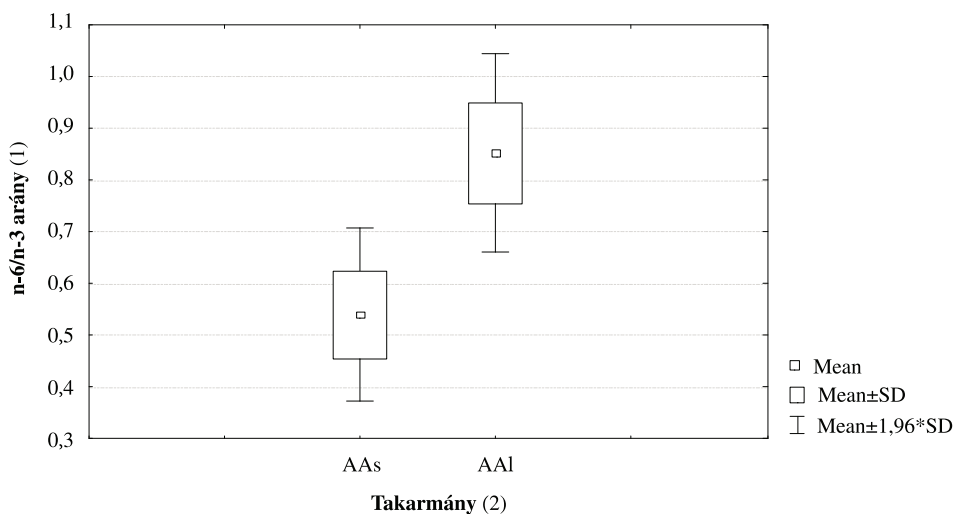
A lenolaj-kiegészítéssel etetett tokhibrid esetében 36,26% PUFA-tartalmat mutattak az összes zsír arányában, míg az afrikai harcsa minták legelőnyösebb PUFA arányát (32,11%) a halolajjal takarmányozott halak filéi adták.



1. ábra n-6/n-3 arány afrikai harcsa filében

Figure 1. n-6/n-3 rate in African catfish samples

(1) n-6/n-3 rate, (2) fish diet



2. ábra n-6/n-3 arány tokhibridfilében

Figure 2. n-6/n-3 rate in sturgeon samples

(1) n-6/n-3 rate, (2) fish diet

A PUFA csoport meghatározó az egészséges táplálkozásban, mert ez tartalmazza az omega-3 és omega-6 zsírsavakat (1–2. ábra, 5. táblázat). Az n-6/n-3 arány tekintetében a kontrolltáppal kezelt tokhibrid prezentált előnyösebb értéket (0,54). Az afrikai harcса kísérletekben az arány a halolaj-kiegészítéssel etetett halak filéiben volt a legjobb (0,91).

5. táblázat Kísérleti minták n-3-tartalma

Table 5. n-3 fatty acid content in experimental samples

Halfaj (1)	Takarmány (2)	Ny.zs. n-3 (%) (3)	Ny.zsír (g/100 g) (4)	Filé n-3 (g/100 g) (5)
Afrikai harcса (6)	Linseed suppl	14,04	5,82	0,82
	Aller A. + lenolaj	13,95	5,04	0,71
	Aller A. + halolaj	16,26	6,49	1,06
	Aqua Bio	11,64	4,69	0,55
Tokhibrid (7)	Aller A. sturgeon	20,13	7,47	1,51
	Aller A. + lenolaj	19,64	5,86	1,16

(1) fish species, (2) diet, (3) n-3 content rate in total lipid, (4) lipid content in fillet, (5) n-3 content in fillet, (6) African catfish, (7) sturgeon hybrid

Az Európai Unió (EC) No1924/2006 sz. direktívája értelmében a kísérleti halminták megfelelnek az „omega-3 zsírsavak forrása” kritériumának. A szerzők a Nutrition Board, Institute of Medicine (2005) ajánlása alapján, mely szerint a férfiaknak 1,6 g, a nőknek 1,1 g a napi n-3 zsírsavszükséglete, kiszámolták a napi ajánlott fogyasztást a legelőnyösebb zsírsavösszetétel mutató halfilékből. Az adatokat a 6. táblázat szemlélteti.

6. táblázat Javasolt napi fogyasztás a minőségi halfilékből

Table 6. Recommended daily intake of quality fish fillets

Halfaj (1)	Nők (g/nap) (2)	Férfiak (g/nap) (3)
Afrikai harcса (4)	96	139
Tokhibrid (5)	72	105

(1) fish species, (2) g/day for women, (3) g/day for men, (4) African catfish, (5) sturgeon hybrid

Examination of chemical contents and fatty acid composition of fillets derived from African catfish (*Clarias gariepinus*) and sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus* x *Acipenser baeri*) fed by various fish diets

LÁSZLÓ SZATHMÁRI¹ – GÁBOR SZILÁGYI² – JENŐ KÁLDY¹

¹ University of West Hungary
Faculty of Agriculture and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

² Győri "ELŐRE" Fisheries Cooperative
Kisbajcs

SUMMARY

Present experiments are aimed to investigate different feeding systems in order to improve the fatty acid composition of African catfish and sturgeon hybrid. During the experiment with African catfish four types fish diets were tested such as Aller Aqua focus, Aller A. f. supplemented with linseed oil, Aller A. f. supplemented with fish oil and Aqua bio catfish food. The sturgeon hybrids were fed by diets of Aller aqua sturgeon and Aller A. s. supplemented with linseed oil. The highest protein content (18.25%) was measured in the catfish samples fed by Aqua Bio diet, while the most increased lipid content (6.49%) was observed in the fillet produced by the use of fish oil supplemented diet. In the case of sturgeon the control diet resulted highest protein and fat values (18.15% and 7.47%). The fatty acid composition in the catfish group fed by fish oil supplemented diet demonstrated the best PUFA content value (32.50%). In the trial of sturgeon hybrid feeding the linseed supplemented diet resulted the most favourable PUFA value (36.26) The n-6/n-3 ratio was most narrow (0.91) in fillets of catfish fed by fish oil supplemented diet, while in the case of sturgeon hybrid the control resulted the better value (0.52). Therefore, the above mentioned samples presented the most favourable n-3 contents (1.15 and 1.52 g/100 g). According the Regulation (EC) No1924/2006 fillets of experimental fish are „sources of omega-3 fatty acids.” On the basis of recommendation of Food and Nutrition Board Institute of Medicine of the National Academies author have calculated the recommended health protecting daily intakes of experimental fish for both genders.

Keywords: oil supplemented diets, chemical composition, PUFA content, n-6/n-3 ratio, recommended fish consume.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bencze, A. M. – Regost, C. – Lampe, J.* (2003): Holding capacity, texture and fatty acid profile of smoked fillets of Atlantic salmon fed diets containing fish oil or soybean oil. *Food Research international*. **36**, (3) 231–239.
- Biró J. – Molnár T. – Szabó G. – Hancz Cs.* (2008): Az afrikai harcra és a nílusi tilápia húsmínőségének és zsírsavprofiljának alakulása különböző olajkiegészítések hatására. 50. Jubileumi Georgikon Napok, Keszthely 2008. szeptember 25–26. 6. (ISBN 978-963-9639-32-4.)
- Castro, F. A. F. – Pinheiro, H. M. – Campos, F. M. – Costa, N. M. B. – Silva, M. T. C. – Franceschin, S. C. C.* (2007): Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*. **103**, 1080–1090.
- Chuckwu, O. – Shaba, I. M.* (2009): Effects of drying methods on proximate compositions of catfish (*Clarias gariepinus*). *World Journal of Agricultural Sciences*. **5**, 114–116.
- Csapó J. – Csapóné K. Zs.* (2003): Élelmiszer-kémia (Food chemistry). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Food and Nutrition Board* (2005): Institute of Medicine of the National Academies.
- Halmy Cs.* (1998): Omega-3 zsírsavak lehetséges szerepe szisztémás gyulladásos válasz szindrómában. (Role of omega-3 fatty acids in the inflammation response syndrome.) *Táplálkozás – Allergia – Diéta*. **3**, 2–8.
- Jámborné D. K. – Bardócz T.* (2012): Magyarország halgazdálkodása 2011-ben. *Halászat*. **105**, (3) 3–5.
- Kovács Á.* (1999): Az élelmiszertudomány alapjai II. Élelmiszerkémia. (Food chemistry.) Pécsi Orvostudományi Egyetem, Pécs.
- Murray, J. – Burt, J. R.* (2001): The composition of fish FAO Torry advisory note 38. Online at <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm>
- Neuringer, M. – Anderson, G. J. – Connor, W. E.* (1988): The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Annual Review of Nutrition*. **8**, 517–541.
- Okujama, H. – Kobayashi, T. – Watanabe, S.* (1996): Dietary fatty acids – The n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Progress in Lipid Research*. **35**, (4) 409–457.
- Wang, Y. J. – Mille, L. A. R. – Perren, P. B.* (1990): Addis Omega-3 Fatty Acids in Lake Superior Fish *Journal of Food Science*. **55**, (1) 71–73.
- Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council (OJ L 404, 30.12.2006, P. 9) 26.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZATHMÁRI László
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár Vár 2.
E-mail: szathmaril@mtk.nyime.hu