

EESTI KALAKASVANDUSTE KARPkala RASVHAPPELINE KOOSTIS

T. Paaver, S. Kuusik, R. Gross, E. Mõttus, T. Tohver

ABSTRACT. *Fatty acid composition of common carp flesh in Estonian fish farms.* Fatty acid composition of carp fillet from three Estonian fish farms was determined in three subsequent years. Significant differences were found between years and fish farms. In 1999 the content of omega3 acids was lower than in all fish farms in 1998. Carps reared at high density and fed intensively with grain had high content of lipids but these fish had lower proportion of PUFA and omega3 fatty acids in their fat. The proportion of PUFA and omega3 acids in the fats of fish from farm III, producing the most fatty fish was low (10 and 2.7%, respectively) compared to the fish reared on natural food (23% and 12%) in fish farm I. No differences were found between the fish given wheat as supplementary feed and fish kept on natural food in a test pond of fish farm I. This indicates the low proportion of grain in the food ration of carp in this fish farm. The main factor influencing the percentage of PUFA in carp flesh is the highly variable (38–53% in different fish farms and years) content of oleic acid.

Keywords: common carp, fatty acids.

Sissejuhatus

Kalakasvatustoodangu kõrgema kvaliteedi vastu tuntava huvi suurenemise tõttu pööratakse tänapäeval suurt tähelepanu ka kalarasvade rasvhappelisele koostisele. Polüküllastamata rasvhapped on hädavajalikud rakumembraanide ja neuraalkudede koostisosad ning tarvilikud mitmete hormoonide ja prostanoidide sünteesimiseks. Kõrgtehnoloogilises ühiskonnas elavate inimeste toidus napib just neid polüüneenseid rasvu. Väljapääsu nähakse polüküllastamata rasvhapete poolest rikast kalaõli sisaldavate kapslite tarvitamises nn loodusravimina. Paraku on kapslites müüdava kalaõli kvaliteet tihti madal (Brilla, Landerholm, 1990). Eesti hinnataustal on tegemist ka kalli tootega. Mõistlikum on suurendada looduslike polüküllastamata rasvu sisaldavate toiduainete tarbimist, seetõttu kasvab nõudlus selliste kalatoodete järele. Kalaliha üheks oluliseks kvaliteedinäitajaks on kujunenud temas leiduvate polüüneensete rasvhapete, eriti n3 seeriasse kuuluvate (meditsiinis levinud nomenklatuuri järgi oomega-3, millist terminit edaspidi traditsiooni järgides kasutame) hapete sisaldus. Kalade rasvhappelise koostis varieerub väga suurtes piirides, sõltudes nii kala päritolust (mage- või mereveest), kasvukeskkonna temperatuurist, toitumisest ja kalaliha rasvasisaldusest (Ahlgren *et al.*, 1994; Steffens 1999). Suhteliselt suur on oomega-3 polüküllastamata rasvhapete sisaldus merekalades, kes toituvad neid rasvhappeid sünteesivatest planktoniorganismidest (Jobling, 1993). Samuti on palju oomega-3-happeid kalakasvandustest pärineva vikerforelli lihas, sest neid forelle toidetakse vaid ookeanikalast valmistatud kalajahust koosneva söödaga. Mageveekalades on enamasti suhteliselt rohkem oomega-6 seeriasse kuuluvaid rasvhappeid, sest nende toiduks on viimaseid rohkesti sisaldavad selgrootud. Samal ajal suudavad mageveekalad edukalt pikendada ja desatureerida toiduga saadud rasvhappeid. Eesti kalakasvatuse üheks tähtsaks objektiks on karpkala, keda söödetakse põhiliselt teraviljaga. Ent lisaks teraviljale toitub karpkala tiigi looduslikust toidubaasist – mageveeselgrootutest, mis võivad olla talle polüküllastamata rasvhapete allikaks. Käesoleva uuringu eesmärgiks oli selgitada välja Eesti kalakasvandustes kasvatatud karpkala liha rasvhappelise koostis, eriti polüküllastamata, sh oomega-3 hapete sisaldus temas, ja uurida nende näitajate muutumist sõltuvalt kasvandusest ja aastast.

Materjal ja meetodika

Kolmel aastal (1998–2000) uuriti kolmest Eesti kalakasvandusest pärinevate turustamissuuruses (kolmesuvisete) 1–2 kg raskuste karpkalade lihast ekstraheeritud rasvade rasvhappelise koostist. Igal aastal uuriti igast kalakasvandusest 2–5 kala (tabel 1). Söötmissüsteemis neis kasvandustes oli erinev. I kalakasvanduses söödeti kalu nisuga mõõdukalt ja loodusliku toidu osatähtsus söödaratsioonis oli suur. II kasvanduses oli nisu osatähtsus kalade toiduratsioonis suurem. III kasvanduses söödeti kalu odra või odra ja nisu seguga intensiivselt, sest selle kasvanduse tiikide looduslik toidubaas on suhteliselt vaene ja asustustihedus suur. Lisaks I kasvanduse tootmistiidikes viljaga söödetu kaladele uuriti 1998. aastal sama kasvanduse katsetiikides üksnes looduslikul toidul olnud kalu. 1999. a määrati ka kõigis kolmes kasvanduses karpkala söötmiseks kasutatud teravilja rasvhappelise koostis.

Karpkala liha prooviks võeti sügisel, tavalisel kala turustamise ajal 12 mm laiune ristlõige kala rümbast seljauime eest, ning külmutati. Vahetult enne rasvhapete analüüsi lihaproov homogeniseeriti. Samade kalade

pikemat aega säilitatud proovide kordusanalüüs näitas, et selle koostis ei erinenud värskest analüüsitud proovi omast. Kala ja kalasöödade rasvhappeline koostis määrati loomakasvatusinstituudi ökokeemia laboratooriumis. Rasvhapete määramiseks ekstraheeriti lipiidid kloroformi-metanooli seguga, rasvhapped viidi happekatalüütiliselt metanooli keskkonnas metüülestriks ja kromatografeeriti 25 m × 0,25 mm Carbowax DB-5 kapillaarkolonnil temperatuuril 200–240 °C.

Iga üksiku happe sisalduse analüüs oleks olnud liiga keerukas ja seetõttu lähtuti vajadusest hinnata karpkala liha kvaliteeti inimitoidu seisukohast. Tähelepanu koondati olulisematele rasvhappelise koostise näitajatele, milleks olid polüküllastamata rasvhapete (edaspidi kasutame ingliskeelset lühendit PUFA), oomega-3-hapete, samuti asendamatute oomega-3-rasvhapete (20:5n3, lühendatult EPA ja 22:6n3, lühendatult DHA) osatähtsus kõigist rasvhapetest (%), oomega-3- ja oomega-6-hapete sisalduse vahetegur ja oomega-3-hapete sisaldus grammides 100 g kalaliha toormassi kohta, st protsentuaalne sisaldus toormassis.

Tabel 1. Eesti kalakasvanduste karpkala liha rasvhappeline koostis (1998–2000 keskmised) ja 1999. a karpkala söödaks kasutatud teravilja koostis

Table 1. Fatty acid composition of carp flesh (average for 1998–2000) and grain used as fish feed in 1999

Rasvhape (% kogu rasvhapete sisaldusest) <i>Fatty acid (%)</i>	Kalakasvandus, söötmissrežiim ja sööt <i>Fish farm, feeding, feed</i>						
	I			II		III	
	Looduslikul toidul <i>Natural food</i>	Nisuga söödetud kala <i>Wheat fed fish</i>	Nisu <i>Wheat</i>	Nisuga söödetud kala <i>Wheat fed fish</i>	Nisu <i>Wheat</i>	Odraga söödetud kala <i>Barley fed fish</i>	Oder <i>Barley</i>
14:0	1,57	1,59	0,90	1,35	0,70	1,02	0,50
16:0	18,24	18,66	17,00	17,98	16,20	17,32	21,10
18:0	4,54	4,72	1,30	6,48	0,80	5,57	1,20
16:1	11,86	11,09	0,80	9,98	0,60	10,92	1,30
18:1	38,49	38,07	16,30	46,45	12,90	53,56	14,30
20:1	2,67	2,62	0,80	2,72	1,20	2,42	1,20
18:2n6	7,79	9,02	56,40	7,22	59,90	5,64	53,20
18:3n3	4,80	4,09	4,00	1,70	6,30	0,77	6,00
18:4n3	0,91	0,84		0,34		0,11	
20:3n9	0,41	0,43		0,30		0,19	
20:3n6	0,14	0,25		0,45		0,49	
20:3n3	0,39	0,42		0,36		0,24	
20:4n6	1,74	1,80		1,17		0,93	
20:4n3	0,57	0,48		0,22		0,10	1,20
20:5n3	2,76	2,62		1,37		0,60	
22:4n6	0,20	0,19		0,13		0,11	
22:5n6	0,16	0,21		0,16		0,16	
22:5n3	0,97	0,91		0,51		0,28	
22:6n3	1,56	1,90		1,06		0,60	
PUFA% kokku	22,40	23,15		14,99		10,22	
n3% kokku	11,96	11,26		5,56		2,70	
n6% kokku	10,03	11,47		9,13		7,33	
n3:n6	1,22	1,00		0,60		0,37	
Rasvhapete sisaldus % toormassist <i>Fatty acid content in wet weight (%)</i>	4,90	3,98	0,70	5,93	0,80	8,17	1,00
Kalade ja vilja proovide arv <i>N of fish and grain samples</i>	7	19	1	13	1	9	1
Kala keskmine mass g <i>Average weight of fish, g</i>	1767	1327	–	1281	–	1419	–

Tulemused ja arutelu

Karpkala liha rasvhappeline koostise erinevused kalakasvanduste ja aastate lõikes

Kolme Eesti kalakasvanduse karpkalade liha rasvhappeline koostis erines tunduvalt (tabel 1). III kasvanduses oli kalaliha lipiidide sisaldus kõrgeim ja PUFAde osatähtsus rasvhapetest väiksem, samuti oli seal väiksem asendamatute rasvhapete EPA ja DHA sisaldus ning oomega-3 : oomega-6 hapete vahekord (tabel 1, joonis 1–4). PUFAde sisaldus, asendamatute rasvhapete sisaldus oli suurim ning oomega-3- ja oomega-6-hapete vahekord kõrgeim I kalakasvanduses, II kasvanduses olid need näitajad vahepealsed. Seejuures kõikus viimases kalakasvanduses oomega-3-hapete sisaldus nii aastate lõikes kui isendite vahel kõige enam (joonis 2). I kasvanduses üksnes looduslikul toidul olnud kalade näitajad ei erinenud samas kasvanduses samal aastal viljaga söödud kalade omadest.

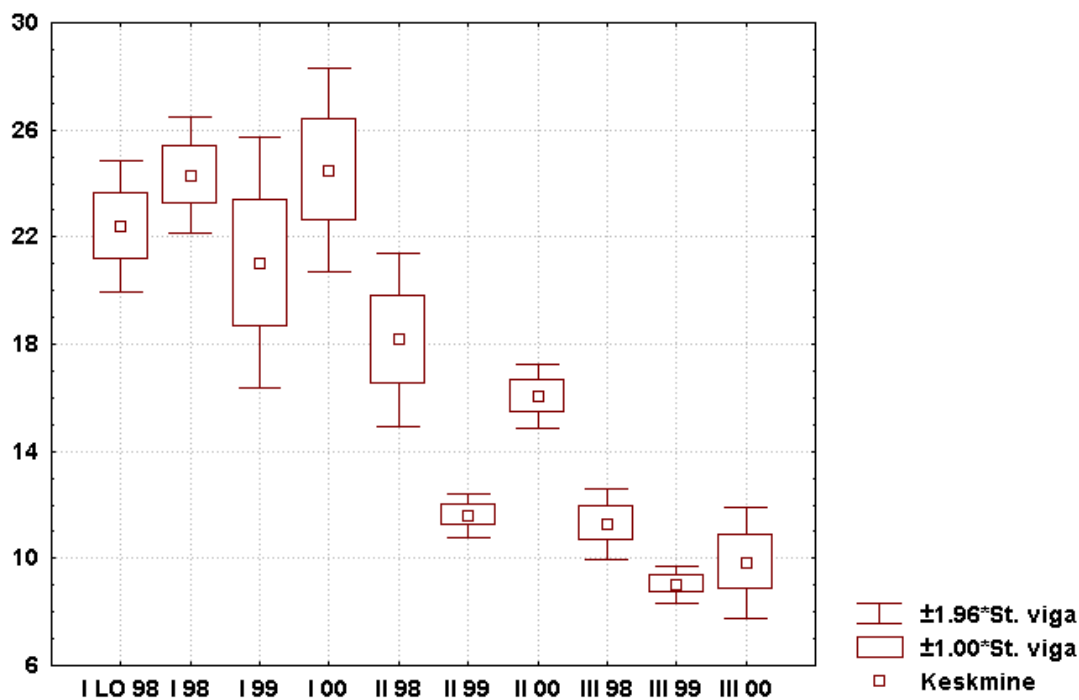
Peaaegu kõigis uuritud näitajates ilmnisid aastate vahel olulised erinevused. 1999. aastal oli karpkala oomega-3-hapete sisaldus kõigis kalakasvandustes usutavalt väiksem kui 1998. aastal, II kasvanduses ka väiksem kui 2000. aastal. Oomega-3- ja oomega-6-hapete suhe oli 1999. a kõigis kasvandustes madalam kui 1998. a I ja III kasvanduses. Ka PUFAde sisaldus oli II ja III kasvanduses 1999. aastal väiksem kui 1998. aastal. 1999. a oli söötmiseks kasutatud vilja rasvhappeline koostis kolmes kasvanduses väga sarnane (tabel 1). 1998. aastal sööta ei analüüsitud. Ei ole võimatu, et 1998. aastal oli kõigis kasvandustes teravilja alfa-linoleenhappe (18:3 n3) sisaldus suurem ja see põhjustas kalade suurema oomega-3-hapete sisalduse. Aastatevahelisi erinevusi võis põhjustada ka temperatuuri või loodusliku toidubaasi muutumine. Kuigi toidu koostis on tavaliselt peamine kala rasvhappelise koostist määrav tegur (Steffens, 1997), võib ka keskkonna temperatuur mõjutada kalade rasvhapete ainevahetust ja seeläbi kalaliha koostist (Farkas *et al.*, 1980; Viola *et al.*, 1988). Madalamal temperatuuril on küllastamata rasvhapete sisaldus kalalihas suurem. Üldjuhul on kalade rasvhappeline koostise muutumine siiski seotud tõeliselt madalate temperatuuridega, näiteks kohanemisega külmale talvele, mitte aga suviste temperatuuride väikeste kõikumistega, ja pole usutav, et kasvusuve tingimused põhjustasid kala rasvhappeline koostise suuri muutusi. Võib muidugi ka oletada, et tiigi selgrootute fauna ja nende biokeemiline koostis erinesid aastati sõltuvalt vee- ja temperatuurirežiimist, kuid seda on tagantjärele raske tõestada.

Teravilja ja kalaliha koostis erines oluliselt (tabel 1). Kõige olulisemad erinevused seisnesid viljarasvade suuremas linoolhappe- (18:2 n6) ja väiksemas oleiinhappe- (18:1) sisalduses ning peaaegu täielikus pikema süsinikuaahelaga (üle 18 süsiniku) rasvhapete puudumises teraviljas. Karpkala jaoks on pikaahelaliste PUFAde peamine allikas nähtavasti looduslik toit, kuigi mageveekalad suudavad ka ise pikendada polüküllastamata rasvhapete molekule (Jobling, 1993; Steffens, 1997). I kasvanduses looduslikul toidul olnud kalade rasvhappeline koostis oli põhijoontes sarnane kalade toiduobjektideks olevate veeselgrootute koostisega (Bell *et al.*, 1994). Peamine erinevus nende vahel seisneb karpkala liha suuremas oleiinhappesisalduses ning väiksemas alfa-linoleenhappe ja toitumise seisukohalt olulise EPA sisalduses. Kasvandustevahelisi erinevusi põhjustab arvatavasti erinev asustustihedus ja looduslik toidubaas nende tiikides ning sellest tulenev teravilja erinev osatähtsus toidus. Kalakasvatavate andmeil on III kasvanduses tiigid suhteliselt elustikuvaesed, asustustihedus kõrge ja vilja osatähtsus ratsioonis ilmselt suur, I kasvanduses aga on loodusliku toidu tähtsus karpkala jaoks kõige suurem. Erinevuste puudumine looduslikul toidul olnud ja viljaga söödud kalade vahel I kasvanduses võib olla põhjustatud vilja vähesest osatähtsusest viimaste toidus.

I ja II kasvanduse karpkala koostis oli põhinäitajates sarnane Saksamaa, Ungari ja Tšehhi Vabariigi tiikides kasvatatud karpkaladega (Csengeri, Farkas, 1978; Vacha, Trvzicka, 1995; Füllner, Wirth, 1997) erinedes siiski Kesk-Euroopa kaladest madalama DHA osatähtsuse poolest (1–2% Eestis, 2,5–5% Kesk-Euroopas). III kasvanduse karpkala PUFAde ja oomega-3-hapete sisaldus oli aga tunduvalt madalam (vastavalt 10 ja 2,7%) kui Saksamaal ja Tšehhis (vastavalt 18–26 ja 8–10%). Võib arvata, et neis Kesk-Euroopa riikides on tiikide looduslik produktioon suurem kui Eestis III kasvanduses. Euroopa looduslike mageveekalade (Aggelousis, Lazos, 1991) PUFAde, sh eriti oomega-3-hapete sisaldus oli suurem või sama, mis Eestis looduslikul toidul olnud karpkalal.

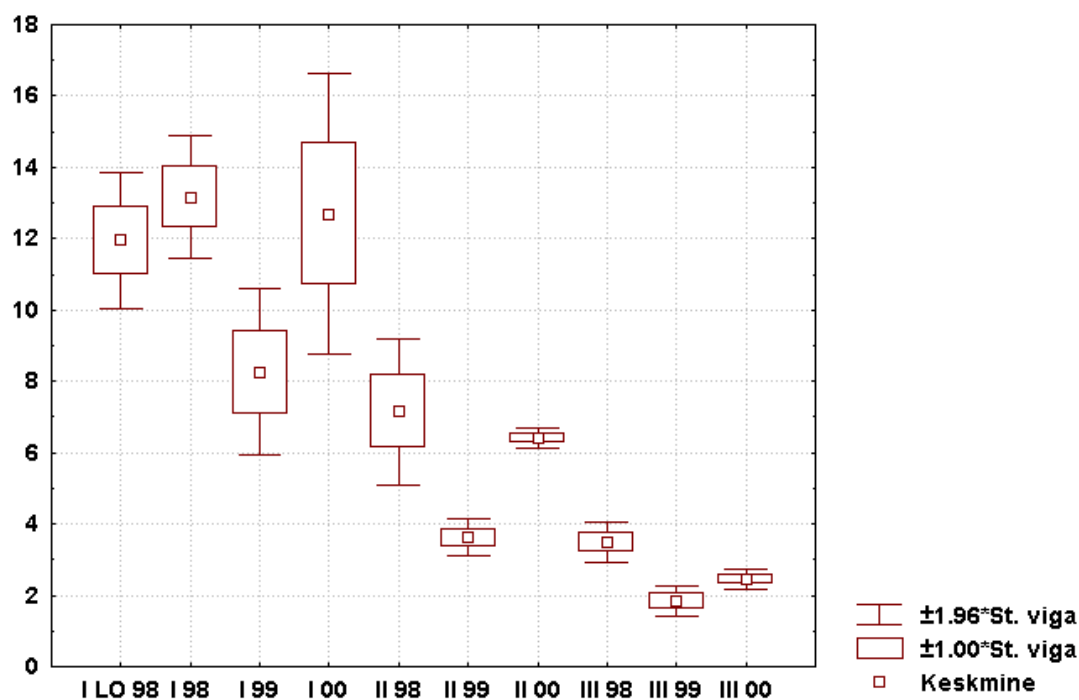
Seosed erinevate rasvhapete sisalduse vahel kalaliha rasvades

Kogu uuritud materjali tervikuna analüüsid selgub, et PUFAde osatähtsus on tugevas negatiivses korrelatsioonis rasvhapete üldsisaldusega kalas, seega ka kala rasvasisaldusega (joonis 5). Seetõttu oligi teistest rasvasemates III kalakasvanduse kalades PUFAde, eriti oomega-3- ja asendamatute rasvhapete osatähtsus rasvhapetest kõige madalam. Sarnast seost on leitud ka teiste kalade, näiteks linaski puhul (Steffens *et al.*, 1998; Vacha, Trvzicka, 1998). Ent PUFAde kõrge osatähtsus rasvhapetes ei näita veel üheselt kalaliha kvaliteeti, sest inimese toidusse jõudev PUFAde absoluutkogus sõltub kalaliha rasvasisaldusest, mis kõigub suurtes piirides, ja PUFAde koosseisust. Kuigi rasvasemates kalades on PUFAde osakaal väiksem ja rasvhapete koostis ebasoodsam, saab tarbija ka sellisest kalast tema suurema rasvasisalduse tõttu küllalt palju polüküllastamata ja asendamatuid rasvhappeid, sh oomega-3-happeid (joonis 4). III kasvanduse kalade oomega-3-rasvhapete üldsisaldus ei erinenud oluliselt II kasvanduse 1998. ja 1999. aasta valimi omast, samuti I kasvanduse 1999. aasta valimist. Inimesele vajalikuks oomega-3-hapete koguseks loetakse 0,3–0,4 g päevas (Steffens, 1997). Eesti



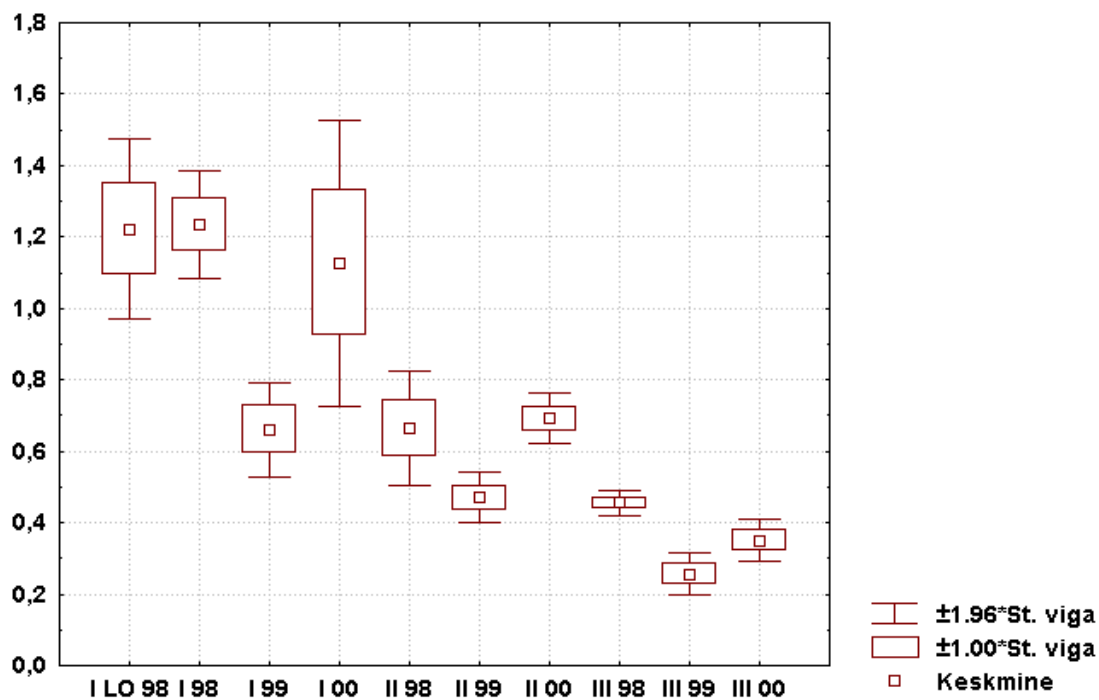
Joonis 1. Küllastamata rasvhapete (PUFA) sisaldus (% rasvhapetest) karpkala lihas. Valimi tähistuses on I, II ja III kalakasvanduste numbrid ja 98, 99 ning 00 vastavalt aastad 1998, 1999 ja 2000. Lühend LO tähendab looduslikul toidul olnud kalu

Figure 1. Content of PUFA (% of fatty acids) in carp



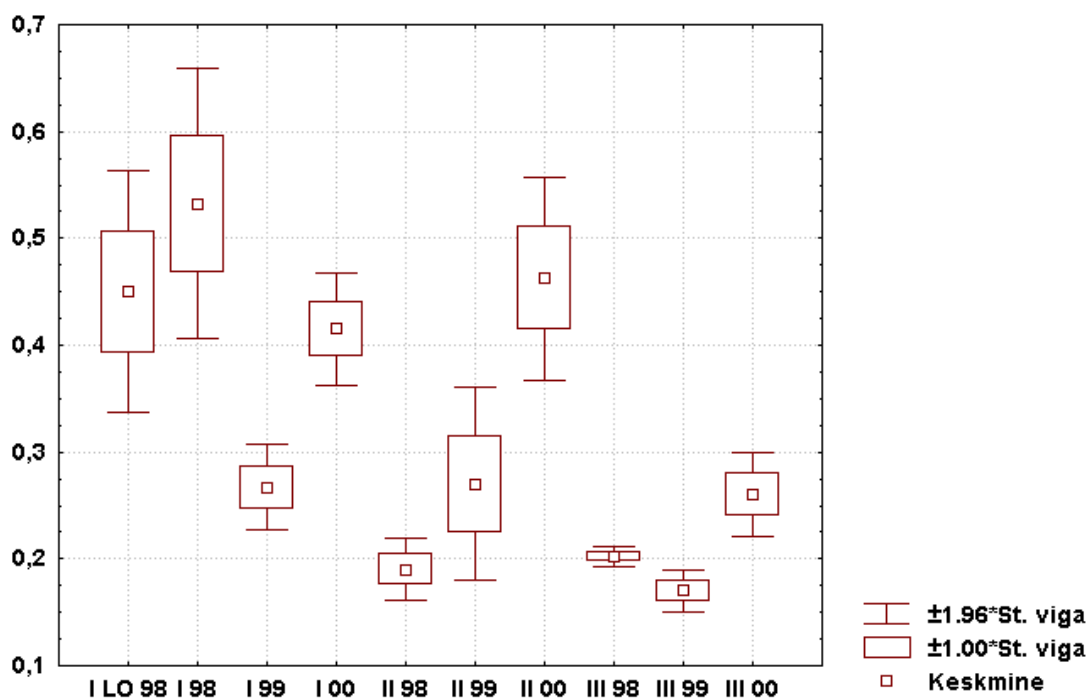
Joonis 2. Oomega-3-rasvhapete sisaldus (% rasvhapetest) karpkala lihas. Valimi tähistuses on I, II ja III kalakasvanduste numbrid ja 98, 99 ning 00 vastavalt aastad 1998, 1999 ja 2000. Lühend LO tähendab looduslikul toidul olnud kalu

Figure 2. Content of omega3 fatty acids (% of fatty acids) in carp flesh. I, II, III – fish farms, 98, 99, 00 – years, LO – natural food



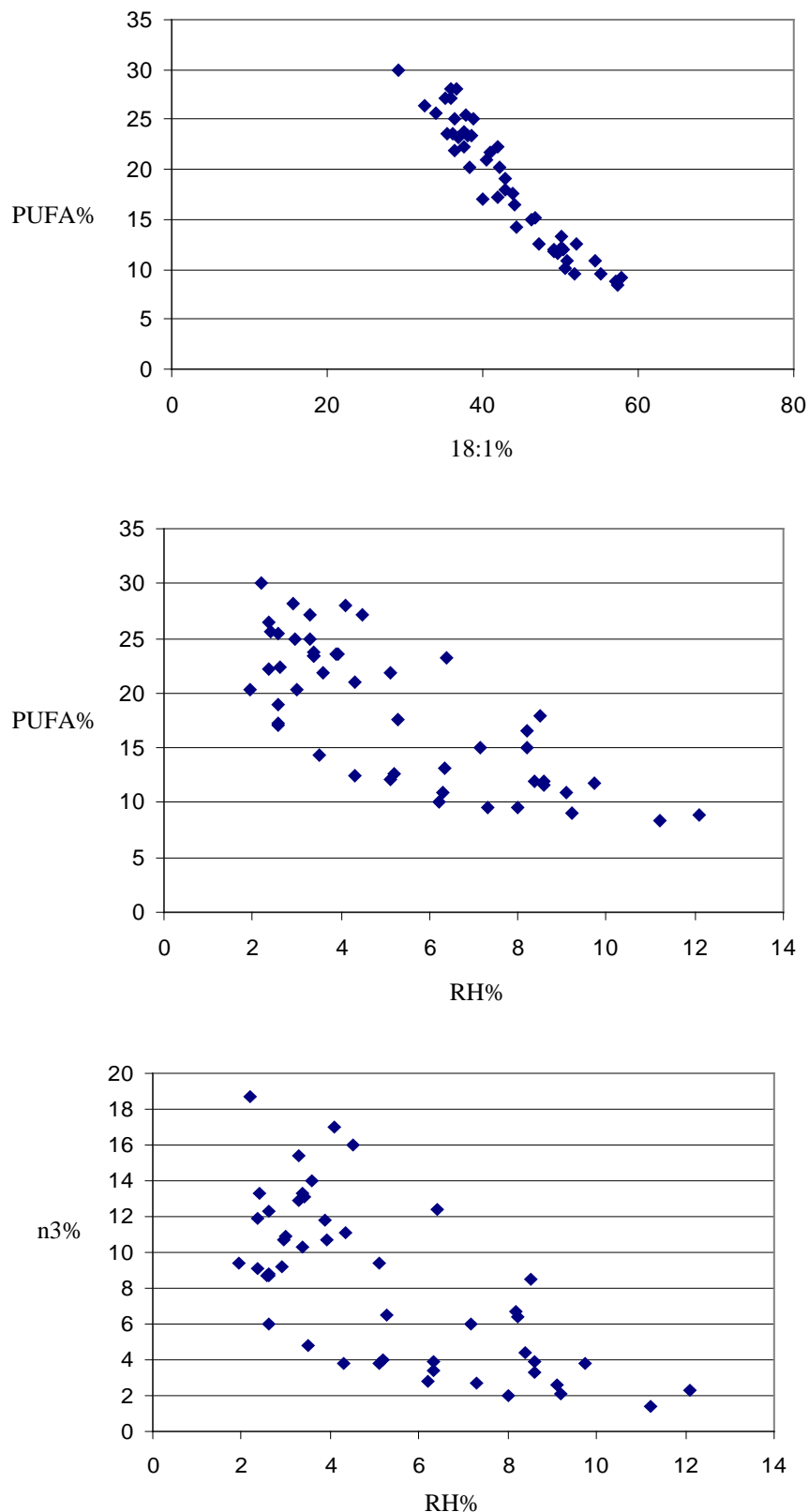
Joonis 3. Omega-3- ja omega-6-rasvhapete sisalduse suhe karpkala lihas. Valimi tähistuses on I, II ja III kalakasvanduste numbrid ja 98, 99 ning 00 vastavalt aastad 1998, 1999 ja 2000. Lühend LO tähendab looduslikul toidul olnud kalu

Figure 3. Omega3:omega6 ratio in carp flesh



Joonis 4. Omega-3-rasvhapete sisaldus (%) karpkala lihas. Valimi tähistuses on I, II ja III kalakasvanduste numbrid ja 98, 99 ning 00 vastavalt aastad 1998, 1999 ja 2000. Lühend LO tähendab looduslikul toidul olnud kalu

Figure 4. Content of omega3 fatty acids in carp flesh (% of wet weight)



Joonis 5. Polüküllastatud rasvhapete sisalduse (PUFA%) seos oleiinhappe (18:1%) ja üldise rasvhapete sisaldusega (RH%) ning oomega-3-hapete sisalduse (n3%) seos rasvhapete sisaldusega

Figure 5. Relationships between content of PUFA (%), oleic acid (%), content of fatty acids in carp flesh and content of omega3 fatty acids

karpkalad sisaldasid 0,2–0,5 g oomega-3-rasvhappeid 100 g toormassi kohta, mis on tunduvalt vähem kui lõhe- lastes või heeringlastes (kus see ületab 1–2 g), kuid ei erine oluliselt mageveekalade tavalistest näitajatest. Oluline kvaliteedi komponent on aga mõnede tähtsate rasvhapete sisaldus. Näiteks oli III kasvanduse rasvasemates kalades EPA-sisaldus rasvades väiksem. Selle happe vajakajääk soodustab inimesel südame arütmia teket (Nair *et al.*, 1997) ja immuunsuse vähenemist (Adler *et al.*, 1997). Dokosapentaenhapete 22:5n6 ja 22:5n3 osakaal vähenes samuti kala rasvasisalduse suurenemisel. Ka see vähendab oluliselt PUFAde kvaliteeti, sest viimati mainitud rasva koostisosad on eriti tarvilikud nägemise ja ajutegevuse toetamisel, eriti vajalikud on need rasvad rasedatele ja rinnaga last toitvatele naistele (Henderson *et al.*, 1992). Ainukesena kasvas rasvasisalduse suurenemisega 20:3 n6 osakaal rasvhapetest, selle happe mõju organismi talitlusele on aga väike – teatud olukorras võib selle kogus soodustada teiste vajalike ainete, muu hulgas ka prostanoidide biosünteesi organismis.

Peamine ja kõige muutlikum komponent kalaliha rasvhappelises koostises oli oleiinhape (18:1), mis moodustas 37–57% rasvhapete kogusisaldusest (tabel 1). Selle happe sisaldus oli PUFAde sisaldust määravaks teguriks (joonis 5). Täheldati ka tugevat negatiivset seost oleiinhappe ja oomega-3-hapete, oomega-6-hapete, nende suhte, EPA- ja DHA-sisalduse vahel karpkalas. Oleiinhappesisaldus ei olnud üheski kasutatud teravilja-söödas suur (ümmarguselt 13–16% rasvhapetest) ja seetõttu võib arvata, et teravilja metabolismi käigus sünteesivad karpkalad täiendava koguse oleiinhapet. Intensiivset oleiinhappe sünteesi karpkala kasvuperioodil kirjeldasid juba Farkas jt (1980). Karpkala liha oleiinhappesisalduse tõusu süsivesikuterikka söödaga söötmisel on täheldanud ka teised autorid (Geri *et al.*, 1995; Steffens *et al.*, 1998). Rasvarikas karpkalas on oleiinhappe osatähtsus kõrgeim ja seal leidub suhteliselt vähem polüüneenseid rasvhappeid.

Inimtoidu kvaliteedi seisukohalt oluliste PUFAde, eriti oomega-3-hapete suhteline sisaldus karpkalas väheneb intensiivsest viljaga söötmisest tuleneva lipiididesisalduse suurenemisega. Tervislikuma ja kvaliteetsema toodangu saamise huvides on soovitatav intensiivse kalakasvatuse tingimustes rikastada karpkalasööta kala- või taimeõliga, mis sisaldab polüküllastamata oomega-3-rasvhappeid.

Kokkuvõte

Kolmes Eesti kalakasvanduses toodetud karpkala liha rasvhappeline koostis erines oluliselt nii kasvanduste kui kolme uuritud aasta vahel. Kasvandustevaheliste erinevuste põhjuseks oli arvatavasti loodusliku toidu erinev osakaal söödana kasutatud teravilja suhtes. Söödateravilja koostis oli kasvandustes sarnane. Rasvasemad kalad sisaldasid suhteliselt vähem polüküllastamata rasvhappeid, eriti oomega-3-happeid. Looduslikul toidul kasvatatud karpkalade liha koostis ei erinenud samas kasvanduses viljaga sööditud kalade omast, sest vilja osatähtsus ratsioonis ei olnud ilmselt valdav. Peamiseks kalaliha polüküllastamata rasvhapete sisaldust määravaks komponendiks oli tugevasti varieeruv oleiinhappe- (18:1) sisaldus. Kasvatatud karpkala sisaldab 0,2–0,5 g oomega-3-rasvhappeid 100 g toormassi kohta, mis sarnaneb teiste mageveekalade liha koostisega, kuid on tunduvalt madalam ookeanikalade või ookeanikalaga sööditud tiigikalade vastavast näitajast.

Uurimust finantseeriti ETF grantidest 2614 ja 4826.

Kirjandus

- Adler, A. J., Holub, B. J. Effect of garlic and fish-oil supplementation on serum lipid and lipoprotein concentrations in hypercholesterolemic men. – *Am. J. Clin. Nutr.*, 65, p. 445–50, 1997.
- Aggelousis, G., Lazos, E. S. Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. – *J. Food Composition and Analysis*, 4, 1, p. 68–76, 1991.
- Ahlgren, G., Blomqvist, P., Boberg, M., Gustafsson, I. B. Fatty acid content of the dorsal muscle – an indicator of fat quality in freshwater fish. – *J. Fish Biology*, 45, p. 131–157, 1994.
- Bell, J. G., Ghioni, C., Sargent, J. R. Fatty acid compositions of 10 freshwater invertebrates which are natural food organisms of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*): a comparison with commercial diets. – *Aquaculture*, 128, p. 301–313, 1994.
- Brilla, L. R., Landerholm, T. E. Effect of fish oil supplementation and exercise on serum lipids and aerobic fitness. – *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 30 (2), p. 173–180, 1990.
- Csengeri, I., Farkas, T., Majoros, F., Olah, J., Szalay, M. Effect of feeds on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). – *Aquacult. Hung.*, 1, p. 24–34, 1978.
- Farkas, T., Csengeri, I., Majoros, F., Olah, J. Metabolism of fatty acids in Fish. III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp, *Cyprinus carpio* L. 1758. – *Aquaculture*, 20, p. 29–40, 1980.
- Füllner, G., Wirth, M. Der Einfluss der Ernährung auf die Körper- und Fettsäurezusammensetzung des Europäischen Welses. – *Fischer und Teichwirt* 7, S. 282–285, 1997.

- Geri, G., Lupi, P., Parisi, G., Dell, A. M., Martini, A., Ponzetta, M. P. Morphological characteristics and chemical composition of muscle in the mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) as influenced by body weight. – *Aquaculture*, 129, 1–4, p. 323–327, 1995.
- Henderson, R. A., Jensen, R. G., Lammi-Keefe, C. J., Ferris, A. M., Dardick, K. R. Effect of fish oil on the fatty acid composition of human milk and maternal and infant erythrocytes. – *Lipids* 27 (11), p. 863–869, 1992.
- Jobling, M. Nutrition, diet formulation and feeding practices. – In: *Salmon Aquaculture*. Ed. Heen, K., Monahan, R., Utter, F. Fishing News Books. Oxford. London. p. 83–127, 1993.
- Nair, S. S., Leitch, J. W., Falconer, J., Garg, M. L. Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action. – *J. Nutr.*, 127, p. 383–393, 1997.
- Steffens, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish of humans. – *Aquaculture*, 151, p. 97–119, 1997.
- Steffens, W. Fütterung und Fischqualität. – *Fischer & Teichwirt*, 11, S. 440–443, 1999.
- Steffens, W., Wirth, M., Füllner, G. Fatty acid composition of tench (*Tinca tinca* L.) under different nutritional conditions. – *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 45, 3, p. 353–359, 1998.
- Takeuchi, T., Watanabe, T. The effects of starvation and environmental temperature on proximate and fatty acid compositions of carp and rainbow trout. – *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48 (9), p. 1307–1316, 1982.
- Vacha, F., Tvrzicka, E. Content of polyunsaturated fatty acids and cholesterol in muscle tissue of tench (*Tinca tinca*), common carp (*Cyprinus carpio*) and hybrid of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) with silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 42, 1–2, p. 151–157, 1995.
- Vacha, F., Tvrzicka, E. Polyunsaturated fatty acid proportion in fat of tench (*Tinca tinca*) under different rearing conditions. – *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 45, 3, p. 337–346, 1998.
- Viola, S., Mokady, S., Behar, D., Cogan, U. Effects of polyunsaturated fatty acids in feeds of tilapia and carp. 1. Body composition and fatty acid profiles at different environmental temperatures. *Aquaculture*, 75, p. 127–137, 1988.

Fatty Acid Composition of Common Carp Flesh in Estonian Fish Farms

T. Paaver, S. Kuusik, R. Gross, E. Mõttus, T. Tohver

Summary

Fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets from three Estonian fish farms was determined in 1998–2000. The stocking density and feeding regime were different in these fish farms. Lipids were extracted from a cross section of the fillet of commercial size (1–1.5 kg) carps with chloroform and methanol and fatty acids determined by means of capillary chromatography in the laboratory of ecochemistry of the Institute of Animal Science. Significant differences of fatty acid composition were found between years and fish farms (Table 1, Fig. 1–4). In 1999 the content of omega3 acids was significantly lower than in all fish farms in 1998 (Fig. 1–4). The fish from farm III which were kept at high density and fed intensively with grain had the high content of lipids but at the same time low proportion of PUFA and omega3 fatty acids in their fat. The proportion of PUFA and omega3 acids of the total fatty acids in the fat of these fish (10 and 2.7%, respectively) was low compared to the fish reared on natural food (23% and 12%). No differences were found between the fish fed with wheat in commercial ponds in the fish farm I and fish kept on only natural food in a test pond of the same fish farm. This indicates low proportion of grain in the food ration of carp in this particular fish farm. The main factor influencing the percentage of PUFA in carp flesh is the highly variable (fluctuating between 38 and 53% in different fish farms and years) content of oleic acid (Fig 5).