

ω -3-RASVHAPETE SISALDUSE SUURENDAMINE KANABROILERILIHAS

H. Tikk, A. Lember

ABSTRACT. *Increasing the content of the ω -3-fatty acids in the chicken meat. Broilers' (♀♀) diet at the age from 28 to 42 days contained 2% (I group) and 3% (II group) of linseed oil. The II group was supplemented with linseed oil diet (3%) up to their age of 56 days. Carcasses of slaughtered birds were analyzed, content of ω -3 fatty acids in intermuscular, abdominal and skin + subcutaneous fat, as well as in skin were estimated. It was concluded, that an average content of ω -3 fatty acids in the fat of different regions was not significantly different ($P > 0.05$). Feeding the diet containing linseed oil increased the ω -3 fatty acid content in the broilers fat by 2.8 times (I group, 2% linseed oil in the diet) and by 4.8 times (II group, 3% linseed oil in the diet) compared with control group (without oil). Feeding the linseed oil containing diets (3%) until to the age of 56 days increased the ω -3 fatty acids content by 5.6 times. Based on the trial data and ω -3 fatty acids consumption, and considering also an average human requirement (0.8 g a day), about 110–200 g of chicken meat should be consumed a day (in the 2nd and 1st group, respectively).*

Keywords: *broiler's meat, linseed oil, ω -3-fatty acids.*

ω -3-rasvhapped linnukasvatustsaaduste kvaliteedi tõstjana

ω -3-rasvhapped kuuluvad polüküllastumata ühealuseliste karboksüülhapete hulka ning neid vajab inimorganism igapäevases elutegevuses. Neil on oluline osa prostaglandiinide sünteesis. Sünteesitavad ained reguleerivad vere hüübimist ning arterite ahenemist-laienemist, vähendavad vere kolesteroolisisaldust, mõjutades samas ka rakkude ainevahetusprotsesse (Sardesai, Detroit, 1992).

Ulatuslikult on ω -3- ja ω -6-rasvhapete osatähtsust võitluses südame-veresoonkonna haigustega uurinud paljud teadlased. Olgu siin näiteks toodud M. L. Burri jt (1989), A. P. Simopoulose (1991) ja W. E. Connori jt (1994) tööd. E. Siguel (1996) leidis, et polüküllastumata rasvhapete mõjul alaneb veres suhe üldkolesterool/HDL-kolesterool (kõrge tihedusega lipoproteiinid). Põhjaliku uurimuse erinevate õlide söötmise mõjust vere kolesteroolisisaldusele viisid läbi J. K. Chan jt (1991). Võrreldi tavatoitujate ja katsealuste, kelle toidus 75% rasvadest oli asendatud kas päevalille-, oliivi- või erinevate rapsisortide õliga, vere kolesteroolisisaldust. Üldkolesterool langes 18%, LDL-kolesterool (madala tihedusega lipoproteiinid) 22% ja VLDL-kolesterool (väga madala tihedusega lipoproteiinid) 41%.

Mitmete teadlaste uurimused on näidanud, et linaseemnete ja linaõli lisamine toidule on suurendanud α -linoleenhappe kogust plasma fosfolipiidides (Mantzioris jt, 1994).

Inimese päevane ω -3-rasvhapete tarve on keskmiselt 0,4–0,8 g (Leskanich, Noble, 1997; The importance..., 1998). Tavatoiduainetega ei saa inimene piisavalt ω -3-rasvhappeid. ω -3-rasvhappeid leidub küll rikkalikult külmade vete kalade rasvas ning mitmetes taimsetes õlides, kuid õli neelamine pole enamikule inimestest vastuvõetav. Mitmete firmade poolt toodetavad ω -3-rasvhapetega õlikapslid on aga kallid. Seetõttu on kogu maailmas asunud otsima võimalusi tavatoiduainete rikastamiseks ω -3-rasvhapetega.

Juba eelmise sajandi 80-ndatel aastatel leiti, et kanad omastavad munarebusse hästi ω -3-rasvhapped söödale lisatud õlidest ning selle põhjal hakati tootma nn tervisemune (Wellstead, 1996).

Juba 1992. a soovitas D. Farrell kasutada ω -3-rasvhapete taseme tõstmiseks inimese vereplasmas nn rikastatud kanamune. Munades ω -3-rasvhapete taseme tõstmiseks lisati kanade söödale tursamaksaõli või linaseemnejahu (Farrell, 1994). J. Zhirong ja J. Sim (1993) tulid järeldusele, et polüküllastumata rasvhapetega rikastatud kahe kanamuna söömine päevas võimaldas katsealustel hoida vere üldkolesterooli ja LDL-kolesterooli sisaldust stabiilsena ning tõsta ω -3-rasvhapete kontsentratsiooni veres. ω -3-rasvhapetega rikastatud munadel leiti olevat võime alandada vererõhku ja vereplasma triglütseriidide sisaldust (Hargis, van Elswyk, 1991). L. K. Ferrier jt (1995) leidsid 28 katsealuse andmetel, et rikastatud munade toime tõuseb ω -3-rasvhapete tase inimese vereliistakute fosfolipiidides, mis omakorda vähendab liistakute aktiivsust ja kokkukleepumise ohtu. Ka P. K. Mayo jt (1995) teatasid, et rikastatud munade kaudu nädala jooksul saadud 800 mg ω -3-rasvhappeid vähendas märgatavalt vereliistakute agregatsiooni katsealuste veres.

1–2 ω -3-rasvhapetega rikastatud muna söömine päevas katab inimese päevase ω -3-rasvhapete tarve. EPMÜ Loomakasvatustsüsteemis ETF rahalisel toetusel (grant 3150) läbi viidud uurimuse põhjal hakati tervisemune tootma ka Eestis Tamsalu TERKO-s (Hämmal jt, 1999, 2000), hiljem Talleggis. Eestis toodetavast 2 miljonist vutimunast on enamik rikastatud ω -3-rasvhapetega (Hämmal, 2004, Tikk jt, 1999).

Et linnuliha tarbimine Eestis järjekindlalt suureneb, kerkis ka probleem linnuliha rikastamisest ω -3-rasvhapetega, muutmaks linnurasv tarbijale tervislikumaks.

Broileriliha rasvhappelisest koostisest

Järgnevalt ei analüüsita broilerite lihakeha koostisosade dieetilist väärtust, vaid vaadeldakse nende rasva rasvhappelist koostist. Lisaks lihastes sisalduvale rasvale, mida on küll äärmiselt vähe, on broilerite lihakehas arvestatavates kogustes (4–5% tapasaagisest) sisemist ja nahaalust rasva. Just viimase kvaliteedi tõstmine peaks olema põhieesmärgiks, sest paljud tarbijad ei kasuta broilerinahka söögiks üldse, kartes selle rasva suurt kolesteroolisisaldust. Tulemusi broileriliha (tegelikult lihas sisalduva rasva) rasvhappelise koostise analüüsimisel on toodud tabelis 1. Eri uurijate tulemuste erinevus sõltub ilmselt lindude erinevast söötmistasest ja ratsiooni koostisest. Kokkulangevus tõestab, et valge liha rasvas sisaldub rohkem ω-3-rasvhappeid kui punases lihas, kuid et valge liha rasvasisaldus on äärmiselt väike (0,3–0,7%), pole see tarbijale eriti oluline. Punase liha rasvasisalduseks saadi EPMÜ ökokeemia laboratooriumi andmetel 1,3–2,0%, broilerinaha rasvasisalduseks 30–42%. Sisemises rasvas ja nahaalus rasvkoos oli üldlipiidide sisaldus 58–70%.

Tabel 1. Kanabroileriliha rasvhappeline koostis, % üldlipiididest
Table 1. Fatty acid composition of chicken meat, % of total lipids

Rasvhape Fatty acid	Ratnayake <i>et al.</i> , 1989			Ackman <i>et al.</i> , 1988	
	valge liha white meat	punane liha dark meat	nahk skin	valge liha white meat	punane liha dark meat
Palmitiinhape / Palmitic acid C 16:0	23,8	22,6	24,0	22,7	21,3
Palmitoleenhape / Palmitoleic acid C 16:1	4,5	6,3	7,8	4,4	6,0
Steariinhape / Stearic acid C 18:0	7,5	7,6	5,1	×	×
Oleiinhape / Oleic acid C 18:1	29,1	32,0	39,4	29,5	37,7
Linooleenhape / Linoleic acid C 18:2	17,8	18,3	18,2	19,1	16,2
α-linoleenhape / α-linolenic acid C 18:3ω-3	0,5	0,7	1,0	0,6	0,8
Eikoseenhape / Eicosenoic acid C 20:1	0,5	0,5	0,6	×	×
Eruukhape / Erucic acid C 22:1	0,4	0,6	0,4	×	×
Arahhidoonhape / Arachidonic acid C 20:4	5,0	3,7	0,6	6,0	3,3
Eikosapentaenhape / Eicosapentaenoic acid C 20:5ω-3	0,7	0,6	0,4	0,5	0,1
Dokosapentaenhape / Tocosapentaenoic acid C 22:5ω-3	0,9	0,5	0,1	0,9	0,4
Dokosaheksaenhape / Tocosahexaenoic acid C 22:6ω-3	1,8	1,0	0,1	1,0	0,3
Kokku ω-3-rasvhappeid / Total ω-3 fatty acids	3,9	2,8	1,6	3,0	1,6

Broileriliha ω-3-rasvhapete sisaldust on õnnestunult suurendatud kalajahu lisamisega ratsioonile (Ackman jt, 1988), samuti kalaõli kasutades (Miller jt, 1969; Miller, Robisch, 1969), kuid seejuures on probleemiks broilerilihale peatselt lisanduv ebameeldiv kalalõhn või -maitse (Holdas, May, 1966).

Erialakirjanduses on rohkesti andmeid erinevat liiki kalast valmistatud kalajahu söötmise kohta kanabroileritele valge liha (rinna- ja tiivalihased) ning punase liha (jalalihased) rasvhappelise koostise muutmiseks (Ackman jt, 1988; Ratnayake jt, 1989). Kalaõli, linaõli ja linaseemnejahu söötmistulemuste kohta on andmeid märgatavalt vähem. 8,2% lina- ja 8,2% kalaõli võrdleval söötmisel saadi rinna- ja jalalihaste lipiidides ω-3-rasvhappeid rohkem linaõli söötmisel (Lopez-Ferrer jt, 1999). Ameerika heeringaõli ja linaõli söötmisel saadi ka otse vastupidiseid tulemusi, paremaks osutus heeringaõli (United..., 1987). 3% linaseemnejahu söötmine kanabroileritele on 6.–7. elunädalal suurendanud broilerirasva ω-3-rasvhapete sisaldust 1,07%-lt 6,06%-le (Ahn jt, 1998). Seega, lina- ja kalaõlide söötmise andmed näitavad, et nad tõstavad kanabroilerite lihas ja rasvas ω-3-rasvhapete sisaldust tunduvalt.

Seniseid tulemusi broilerite liha ja rasva rasvhappelise koostise mõjutamisel Eestis

EPMÜ Loomakasvatuseinstituudis alustati uuringuid linnuliha rikastamiseks eelmise sajandi lõpuaastail. Selgitati, et vutid on edukalt võimelised omastama söödast ω-3-rasvhappeid. Lisades vuttide söödale vastavalt 3 ja 4% linaõli, suurenes oluliselt ka ω-3-rasvhapete sisaldus vutilihhas (Tikk jt, 1999). 3% linaõli lisand vuttide söödas tõstis ω-3-rasvhapete sisalduse (üldlipiididest) rinnalihastes 4,6%-lt 11,1%-le, reielihastes vastavalt 8,7-lt 14,0-le, nahas isegi 1,8%-lt 9,7%-le. Kanabroilerite juures uuriti rapsiõli söötmise mõju. 4% rapsiõli sisaldus broilerite tavasöödas 2 kuu jooksul andis broilerite üksikute kudede ω-3-rasvhapete sisalduseks üldlipiidides järgmised näitajad (Tikk jt, 2000): rinnaliha 8,5; reieliha 6,1; nahk 4,5 ja sisemine rasv 4,3%. 100 g kanabroileri reieliha sisaldab sellisel juhul keskmiselt 0,15 g ω-3-rasvhappeid, 100 g nahka ~1,7 g. Samas katses määrati ka importbroilerite rasva ω-3-rasvhapete sisaldust, mis osutus praktiliselt olematuks – 0,8% üldlipiididest.

Eestis on uuritud ka rapsi- ja vähese koguse linaõli segude kasutamise mõju broilerite söödas broilerirasva ω -3-rasvhapete sisaldusele (Hämmal jt, 2000). Katsete tulemused näitasid, et põhiliselt rapsiõli kasutades ei suudeta broilerirasva ω -3-rasvhapete sisaldust tõsta suuremaks kui 4–7% üldlipiidide kogusest. Seda ei saa pidada siiski küllaldaseks, et soovitada tarbijale hakata julgemini kasutama ka kanabroilerite nahka ja rasva.

J. Hämmali (2004) poolt esitatud andmetel, kus kanabroileritele söödeti teise kasvujärgu segajõusööda koostises 2 nädala kestel 1,5 ja 4% rapsiõli, sisaldas 4% rapsiõli saanud lindude nahk ja rasv α -linoleenhapet 3,8 ja 3,1 korda rohkem kui kontrollrühma lindudel. Reie- ja rinnalihhas oli lipiidide α -linoleenhappe sisaldus tunduvalt väiksem, vastavalt 1,9 ja 1,8 korda.

100 g nahka koos rasvaga sisaldas 1292 mg ja 100 g sisemist rasva 3702 mg ω -3-rasvhappeid. Seega jätkuks 100 g sellisest broilerinahast koos rasvaga 1,5 päevaks, 100 g sisemisest rasvast aga 4,6 päevaks täiskasvanud inimese ω -3-rasvhapete tarbeks. Keskmiseks ω -3-rasvhapete tarbenormiks peetakse täiskasvanud inimesele 800 mg päevas. 1,5% rapsiõli lisamisel kanabroilerite segajõusöödale olid tulemused tunduvalt tagasihoidlikumad ega ole praktikas kasutatavad.

Eelnevatest uurimistöödest ja EPMÜ Loomakasvatusinstituudis saadud tulemused ω -3-rasvhapete omastamisel erinevatest söödaõldest ei andnud rahuldavat vastust – mida, kui palju ja kui pika aja kestel tuleb kanabroileritele sööta, et broilerite rasva üldlipiididest ω -3-rasvhapete osatähtsus oleks 8–10%.

Kanabroilerite rasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamine linaõli söötmisega

Katse meetoodika

Katse viidi läbi erafarmides Roiul ja Pikasillal 29-päevaste broilerikrossi Ross 308 kuuluvate kanabroilerite emaslindudega, kes osteti firmalt Tallegg. Kontrollrühm jäeti Talleggi Ranna osakonna lindlasse nr 5. Igas katserühmas oli 10 emasbroilerit. Kõikide linnurühmade põhisoöt oli ühesugune segajõusööt (tabel 2), millele I katserühmas (Roiul) lisati 2% linaõli, II katserühmas (Pikasillal) 3% linaõli.

Tabel 2. Katsebroilerite segajõusööda koostis, %

Table 2. The content of feedstuff for the broilers in the trials, %

Söödakomponendid / <i>The components of feedstuff</i>	Kogus/Amount
Nisu/ <i>Wheat</i>	49,51
Sojasrott / <i>Soybean oil meal</i>	26,21
Oder/ <i>Barley</i>	10,00
Lindude jäätmejahu / <i>Chickens waste meal</i>	6,00
Söödaõli/ <i>Oil</i>	1,20
Broileripremiks/ <i>Premix</i>	1,20
Teokarbid/ <i>Limestone</i>	1,10
Monokaltsiumfosfaat/ <i>Monocalciumphosphate</i>	1,00
NaCl	0,33
Metioniin/ <i>Methionine</i>	0,26
L-lüsiin/ <i>L-lysine</i>	0,19
Segajõusööt sisaldas / <i>Nutrients in ration:</i>	
metaboliseeruvat energiat / <i>metabolizable energy kcal/kg</i>	3095
metaboliseeruvat energiat / <i>metabolizable energy, MJ/kg</i>	12,968
kuivainet / <i>dry matter, %</i>	87,91
toorproteiini / <i>crude protein, %</i>	22,16
seeduvat proteiini / <i>digestible protein, %</i>	18,14
toorasva / <i>crude fat, %</i>	7,72
toorkiudu / <i>crude fibre, %</i>	2,74
Ca, %	1,11
omastatavat fosforit / <i>digestible phosphorus, %</i>	0,43
üldfosforit / <i>total phosphorus, %</i>	0,67
Na, %	0,17
K, %	0,79
Mn, mg/kg	27,50
Zn, mg/kg	26,44
Fe, mg/kg	97,07
Cu, mg/kg	6,47

Kasutatud segajõusööda koostis vastas Eestis soovitatud kanabroilerite söötmisnormidele (Tikk, Piirsalu, 1997). Linaõli sisaldas 56,8% ω-3-rasvhappeid (üldlipiididest). Katsesöötasid söödeti broileritele 2 nädalat, siis tapeti 5 mõlema katserühma ja 5 kontrollrühma broilerit (42-päevastena). 56-päevastena tapeti II katserühma 4 nädalat linaõliga katsesööta saanud 5 broilerit.

Katselindude tapmisel fikseeriti nende keha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogiline koostis ja võeti rasvaproovid sisemisest, nahaalusest ja lihastevahelisest rasvast. Rasvaproovides määrati nende rasvhappeline koostis. Keemiline analüüs toimus EPMÜ ökokeemia laboratooriumis, analüüsis keemik S. Kuusik. Kasutati gaaskromatograafi 3700 ja leekionisatsioonidetektorit. Andmetöötlusprogrammina rakendati KROM-8.

Katse tulemused

Katsetapmise tulemused on toodud kokkuvõtlikult tabelis 3. Katse- ja kontrollrühma broilerite elusmass ja keha anatoomiline analüüs näitasid, et linaõli lisa söötmine ei mõjutanud statistiliselt usutavalt elusmassi ega enamikku broilerite keha anatoomilise koostise määratud näitajatest ($P > 0,05$). Katselindude elusmass ületas seejuures aga krossi Ross 308 vastavat näitajat (Ross 308, i.a.) keskmiselt 6,7% ehk 164 g võrra, mis viitab katselindude peale söötis- pidamistingimustele, aga ka antud broilerikrossi kasvaintensiivsuse suurele geneetilisele potentsiaalile. Katselindude tapasaagis kontrollrühmas (69,7%) ning I ja II katserühmas (69,6 ja 70,0%) oli praktiliselt võrdne krossi Ross 308 broilerite rinnalihaste (18,57%) ja jalalihaste (22,55%) väljatuleku osas lihakehast, võrrelduna tabelis 3 toodud katseandmetega. 56-päevastel kanabroileritel olid katses toodud näitajad tunduvalt kõrgemad, kuid jäid samuti krossi Ross 308 standardnäitajate tasemele. Ainsana erines oluliselt kuu aega 3% linaõli saanud broilerite (II katserühm, 56-päevased) maksa osatähtsus lihakehas, olles selles katserühmas ainult 2,7% ($P < 0,05$). Ülejäänud rühmades oli maksa osatähtsus lihakehas 3,7–3,9%. Sisemise rasva sisaldus oli üksikute isendite kaupa väga varieeruv ja suurenes seoses vanusega, kuid seda ei saa seostada ainult linaõli lisa söötmisega.

Tabel 3. Katselindude keha keskmine anatoomiline koostis g (n=5)

Table 3. The anatomy composition of broilers bodys and carcassis (n=5)

Näitajad <i>Items</i>	Kontrollrühm <i>Control group</i>		I katserühm, 2% linaõli <i>I trial group 2% linseed oil</i>		II katserühm, 3% linaõli <i>II trial group 3% linseed oil</i>		II katserühm, 56-päevased, 3% linaõli <i>II trial group, 56 days old 3% linseed oil</i>	
	g	%	g	%	g	%	g	%
	Elusmass / <i>Live weight</i>	2449		2453	×	2408	×	3248
Lihakeha/ <i>Carcass</i>	1706	69,7	1707	69,6	1686	70,0	2374	73,1
Süda/ <i>Heart</i>	49	2,1	51	2,1	52	2,2	59	1,8
Lihasmagu/ <i>Gizzard</i>	74	3,0	73	3,0	77	3,2	72	2,2
Maks/ <i>Liver</i>	96	3,9	94	3,8	90	3,7	87	2,7
Sisemine rasv / <i>Abdominal fat</i>	27	1,1	23	0,9	33	1,4	57	1,8
Kael/ <i>Neck</i>	89	3,6	91	3,7	90	3,7	125	3,8
Mittesöödavad siseelundid ja veri <i>Inedible internal organs and blood</i>	408	16,6	414	16,9	380	15,8	474	14,6
% lihakehast / <i>% of carcass:</i>								
jalad/ <i>legs</i>	×	22,6	×	23,0	×	22,8	×	24,2
rinnalihased / <i>breast meat</i>	×	18,1	×	18,3	×	18,0	×	19,1

Eeltoodust hoopis erinevaks kujunes broilerite erinevate rasvkude (sisemine rasv, lihastevaheline rasv, nahk koos nahaaluse rasvaga) ω-3-rasvhapete sisalduse võrdlus. Tabeli 4 andmed näitavad kindlat seost uuritud rasvade ω-3-rasvhapete sisalduse ja söödud linaõli koguse vahel. Kontrollrühma broilerite rasva keskmine ω-3-rasvhapete sisaldus oli 2,06% üldlipiididest, 2% linaõli lisamisel söödale vastavalt 5,84% ja 3% linaõli puhul 10,07%. Pikemaajaline, 4-nädalane ω-3-rasvhapete rikka lisandi söötmine tõstis broilerite rasvade keskmise ω-3-rasvhapete sisalduse 11,64% üldlipiididest. Üle 10%-list ω-3-rasvhapete sisaldust broilerirasvas võib juba lugeda inimorganismile tervistavalt mõjuvaks.

Sisemise, lihastevahelise ja nahaaluse rasva (koos nahaga) mass moodustab 42-päevases 1,7 kg kana-broilerirühmas ligikaudu 4,5% (Lind jt, 1993). II katserühmas saadi broilerirühma rasvade keskmiseks ω-3-rasvhapete sisalduseks 10,07%. Seega oli II katserühma broilerirühmpades 76 g (1700 g×4,5%) rasva ja selles 7,653 g ω-3-rasvhappeid ning 200 g sellise broileriliha tarbimisel kaetakse täielikult ühe täiskasvanud inimese päevane ω-3-rasvhapete tarve (0,8 g).

Katsetest selgus ka, et linaõli 4-nädalane söötmine ei suurendanud väga ulatuslikult ω-3-rasvhapete sisaldust broilerite rasvas, võrrelduna linaõli 2-nädalase söötmisega. Saadud analüüsiandmete alusel võib arvata, et pikemaajaline 3%-line linaõli lisa söötmine ei suurenda oluliselt katselindude rasva ω-3-rasvhapete sisaldust.

Tabel 4. 42-päevaste broilerite rasvade keskmine rasvhappeline koostis (% üldlipiididest, n=5)**Table 4.** Fatty acid composition of 42 day old broilers fat (% of total lipids)

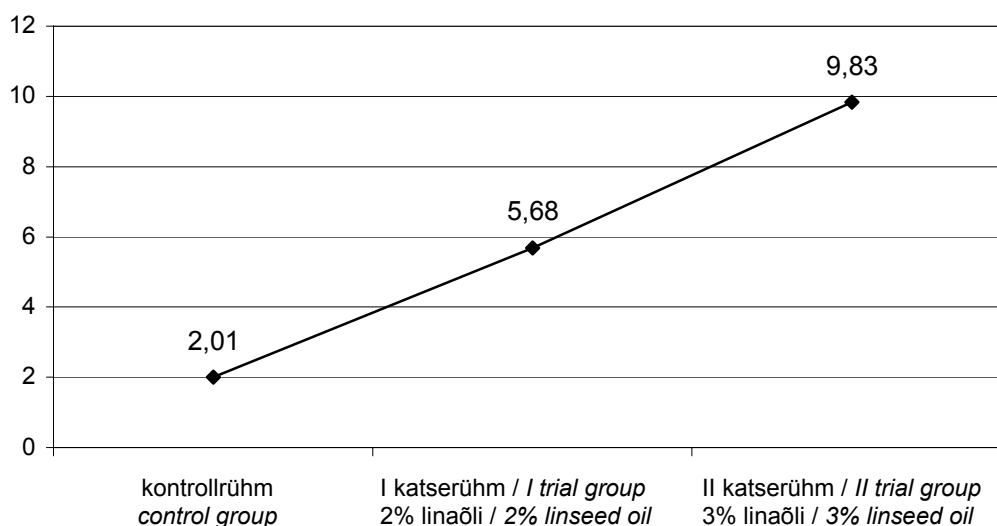
Rasvhape <i>Fatty acid</i>	Sisemine rasv <i>Abdominal fat</i>	Lihaste- vaheline rasv <i>Intermuscular fat</i>	Nahk+naha- alune rasv <i>Skin+sub- cutaneous fat</i>	Keskmine <i>Average,</i> \bar{x}	Standard- hälve <i>Standard deviation,</i> s
<i>Kontrollrühm / Control group</i>					
Müristiinhape / <i>Myristic acid</i> 14:0	0,63	0,65	0,64	0,64	0,01
Palmitiinhape / <i>Palmitic acid</i> 16:0	23,16	23,84	24,21	23,73	0,53
Palmitoleenhape / <i>Palmitoleic acid</i> 16:1	6,06	5,74	5,38	5,73	0,34
Steariinhape / <i>Stearic acid</i> 18:0	5,45	5,57	5,90	5,64	0,23
Oleiinhape / <i>Oleic acid</i> 18:1	42,41	42,19	41,77	42,12	0,33
Linoolhape / <i>Linoleic acid</i> 18:2 ω -6	19,41	19,17	19,23	19,27	0,13
α -linoleenhape / <i>α-linolenic acid</i> 18:3 ω -3	2,02	2,02	1,99	2,01	0,02
Eikoseenhape / <i>Eicosenoic acid</i> 20:1	0,61	0,56	0,59	0,59	0,02
Arahhidoonhape / <i>Arachidonic acid</i> 20:4 ω -6	0,19	0,19	0,26	0,21	0,04
Eikosapentaenhape / <i>Eicosapentaenoic acid</i> 20:5 ω -3	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01
Dokosapentaenhape / <i>Docosapentaenoic acid</i> 22:5 ω -3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Dokosaheksaenhape / <i>Docosahexaenoic acid</i> 22:6 ω -3	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00
Σ Kokku ω -3 / <i>Total ω-3</i>	2,07	2,08	2,03	2,06	0,02
<i>I katserühm / I trial group</i>					
Müristiinhape / <i>Myristic acid</i> 14:0	0,65	0,63	0,66	0,65	0,01
Palmitiinhape / <i>Palmitic acid</i> 16:0	22,46	22,49	22,85	22,60	0,21
Palmitoleenhape / <i>Palmitoleic acid</i> 16:1	5,62	5,60	5,54	5,59	0,04
Steariinhape / <i>Stearic acid</i> 18:0	6,03	5,82	5,76	5,87	0,15
Oleiinhape / <i>Oleic acid</i> 18:1	39,68	40,19	40,25	40,04	0,31
Linoolhape / <i>Linoleic acid</i> 18:2 ω -6	18,78	18,76	18,65	18,73	0,07
α -linoleenhape / <i>α-linolenic acid</i> 18:3 ω -3	5,94	5,69	5,41	5,68	0,27
Eikoseenhape / <i>Eicosenoic acid</i> 20:1	0,50	0,51	0,51	0,51	0,01
Arahhidoonhape / <i>Arachidonic acid</i> 20:4 ω -6	0,16	0,16	0,21	0,18	0,03
Eikosapentaenhape / <i>Eicosapentaenoic acid</i> 20:5 ω -3	0,06	0,05	0,06	0,06	0,01
Dokosapentaenhape / <i>Docosapentaenoic acid</i> 22:5 ω -3	0,07	0,07	0,08	0,07	0,00
Dokosaheksaenhape / <i>Docosahexaenoic acid</i> 22:6 ω -3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Σ Kokku ω -3 / <i>Total ω-3</i>	6,10	5,84	5,59	5,84	0,26
<i>II katserühm / II trial group</i>					
Müristiinhape / <i>Myristic acid</i> 14:0	0,54	0,59	0,57	0,57	0,02
Palmitiinhape / <i>Palmitic acid</i> 16:0	19,65	20,44	20,31	20,13	0,43
Palmitoleenhape / <i>Palmitoleic acid</i> 16:1	4,71	4,56	4,55	4,61	0,09
Steariinhape / <i>Stearic acid</i> 18:0	5,25	5,31	5,42	5,33	0,09
Oleiinhape / <i>Oleic acid</i> 18:1	39,28	39,67	39,41	39,46	0,20
Linoolhape / <i>Linoleic acid</i> 18:2 ω -6	19,25	19,19	19,16	19,20	0,05
α -linoleenhape / <i>α-linolenic acid</i> 18:3 ω -3	10,43	9,37	9,68	9,83	0,55
Eikoseenhape / <i>Eicosenoic acid</i> 20:1	0,49	0,47	0,47	0,48	0,01
Arahhidoonhape / <i>Arachidonic acid</i> 20:4 ω -6	0,17	0,16	0,19	0,17	0,01
Eikosapentaenhape / <i>Eicosapentaenoic acid</i> 20:5 ω -3	0,10	0,08	0,09	0,09	0,01
Dokosapentaenhape / <i>Docosapentaenoic acid</i> 22:5 ω -3	0,09	0,12	0,09	0,10	0,02
Dokosaheksaenhape / <i>Docosahexaenoic acid</i> 22:6 ω -3	0,05	0,04	0,06	0,05	0,01
Σ Kokku ω -3 / <i>Total ω-3</i>	10,67	9,61	9,92	10,07	0,55

Tabel 4. järg

Rasvhape <i>Fatty acid</i>	Sisemine rasv <i>Abdominal fat</i>	Lihaste- vaheline rasv <i>Intermuscular fat</i>	Nahk+naha- alune rasv <i>Skin+sub- cutaneous fat</i>	Keskmine <i>Average,</i> \bar{x}	Standard- hälve <i>Standard deviation,</i> s
II katserühm, 56-päevased / II trial group, 56 days old broilers					
Müristiinhape / <i>Myristic acid</i> 14:0	0,53	0,55	0,55	0,54	0,01
Palmitiinhape / <i>Palmitic acid</i> 16:0	18,27	18,77	18,67	18,57	0,26
Palmitoleenhape / <i>Palmitoleic acid</i> 16:1	3,82	3,91	4,02	3,92	0,10
Steariinhape / <i>Stearic acid</i> 18:0	5,87	5,68	5,80	5,78	0,09
Oleiinhape / <i>Oleic acid</i> 18:1	38,13	39,15	39,24	38,84	0,62
Linoolhape / <i>Linoleic acid</i> 18:2ω-6	20,29	19,96	20,04	20,10	0,17
α-linoleenhape / <i>α-linolenic acid</i> 18:3ω-3	12,33	11,20	10,87	11,47	0,77
Eikoseenhape / <i>Eicosenoic acid</i> 20:1	0,47	0,48	0,51	0,49	0,02
Arahhidoonhape / <i>Arachidonic acid</i> 20:4ω-6	0,11	0,16	0,14	0,14	0,02
Eikosapentaenhape / <i>Eicosapentaenoic acid</i> 20:5ω-3	0,08	0,07	0,06	0,07	0,01
Dokosapentaenhape / <i>Docosapentaenoic acid</i> 22:5ω-3	0,08	0,06	0,07	0,07	0,01
Dokosaheksaenhape / <i>Docosahexaenoic acid</i> 22:6ω-3	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01
Σ Kokku ω-3 / <i>Total ω-3</i>	12,52	11,36	11,04	11,64	0,75

Et linaõli on küllalt kallis (ligikaudu 22 kr/kg) ja kanabroilerid tapetakse praegusel ajal 38–42 päeva vanuses, tuleks katsetega täpsustada, kas 10%-list lipiidide ω-3-rasvhapete sisaldust on võimalik saavutada kiiremini kui kahe nädalase söötmise järel 3% linaõliga. Majanduslikult huvipakkuv oleks ka selgitada, kas 3% linaõli on ratsioonis võimalik asendada sama koguse linaõli sisaldavate linaseemnete ja linakoogiga.

Joonisel 1 on graafiliselt näidatud kõige olulisema ω-3-rasvhappe – α-linoleenhappe – sisalduse muutumist broilerite rasvades linaõli söötmise mõjul. 3%-ne linaõli lisand katserühma broilerite söödas võrrelduna kontrollrühma vastava näitajaga suurendas α-linoleenhappe koguse rasvades ligikaudu viiekordseks.



Joonis 1. α-linoleenhappe keskmine sisaldus 42-päevaste kanabroilerite rasvas sööda erineva linaõli sisalduse korral
Figure 1. The average content of α-linolenic acid in 42 day old broilers fat in feeding different amounts linseed oil

Kokkuvõte ja järeldused

Katse eesmärgiks oli broilerite söödale linaõli lisamise abil suurendada kanabroilerite erinevates rasvades ω-3-rasvhapete kogust, muutes seega rasva ja rasvarikka naha inimese toiduna tervislikumaks. Katsest selgus, et:

- 2 ja 3% linaõli lisand kanabroilerite söödas ei mõjuta oluliselt broilerite keha anatoomilist koostist;
- 2% linaõli lisand broilerite söödas suurendab ω -3-rasvhapete sisalduse broileri rasvas ligikaudu kahekordseks, kuid seda ei saa pidada küllaldaseks nn terviseliha tootmiseks;
- 3% linaõli lisand broilerite söödas suurendas ω -3-rasvhapete sisalduse broilerirasvas keskmiselt viiekordseks, seda juba kahe nädalase söötmise korral. 10–11% ω -3-rasvhapete sisaldus üldlipiidides vähendaks oluliselt rasvades sisalduva kolesterooli negatiivset toimet inimorganismile ja peaks inimeste teadvuses vähendama ka hirmu broilerite naha ja rasva tarbimise ees;
- 10%-line ω -3-rasvhapete sisaldus broilerirasvas tagab 200 g sellise liha söömisel ühe täiskasvanud inimese ω -3-rasvhapete päevase vajaduse;
- sisemise, lihastevahelise ja nahaaluse rasva + naha ω -3-rasvhapete sisaldus usutavalt ei erinenud, mistõttu katsetöös võib kasutada ainult sisemise rasva analüüsi;
- LKI ökokeemia laboratooriumis kasutatav ω -3-rasvhapete määramise meetodika tagab sellise täpsuse, et välistab vajaduse paralleelproovideks.

Kasutatud kirjandus

- Ackman, R. G., Lamothe, F., Hulan, H. W., Proudfoot, F. G. 1988. The broiler chicken – its current and potential role as a source of long-chain N-3 fatty acids in our diets. – N-3 news. *Unsaturated Fatty Acid and Health*, vol. III, March, 1, p. 1–4.
- Ahn, C.-N., Choe, H.-S., Bak, B.-H. 1998. Effects of the feeding level and term of full fat flax seed on the fatty acids and plasma cholesterol content in the broiler. – *Proceedings of the 8th World Conference on Animal Production*, June 28, July 4, 1998, Seoul, p. 874–875.
- Burr, M. L., Fehily, A. M., Gilbert, J. F. 1989. Effects of changes in fat, fish and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART). – *Lancet*, 2, p. 757–761.
- Chan, J. K., Bruce, V. M., McDonald, B. E. 1991. Dietary alpha-linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering blood cholesterol in normolipidemic men. – *American Journal of Clinical Nutrition*, 53, p. 1230–1234.
- Connor, W. E., Kritchevsky, D., Carroll, K. K. 1994. Nutrition and disease update. – *Heart disease*, 1, p. 137.
- Farrell, D. J. 1994. Manipulating the composition of the egg to improve human health. – *Asia Pacific Nutrition*, p. 21–30.
- Ferrier, L. K., Caston, L., Leeson, S. 1995. α -linolenic acid and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hens fed flaxseed: influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. – *American Journal of Clinical Nutrition*, 62, p. 81–86.
- Hargis, P. S., van Elswyk, M. E. 1991. Modifying yolk fatty acid composition to improve health quality of eggs. – *Fat and Cholesterol Reduced Foods: Technologies and strategies*. – Houston, Texas, p. 249–260.
- Holdas, A., May, K. N. 1966. Fish oil and fishy flavour of eggs and carcasses of hens. – *Poultry Science*, 45, p. 1405–1407.
- Hämmal, J. 2004. Võimalusi linnukasvatustsaaduste rikastamiseks ω -3-rasvhapetega ning nende mõju inimese tervisele. – Väitekirja põllumajandusteaduse doktori teaduskraadi taotlemiseks. Tartu, 143 lk.
- Hämmal, J., Tikk, V. 1999. ω -3 ja ω -6 rasvhapped, nende sisaldus söötades, linnukasvatustsaadustes ja mõju inimese tervisele (kirjanduse ülevaade). – *Agraarteadus*, 2, lk 89–122.
- Hämmal, J., Tikk, V., Tikk, H., Kuusik, S. 2000. On affecting the fatty acid composition of the chicken broiler's fat. – *Eight Baltic Poultry Conference in Finland*. – Turku, p. 22–24.
- Leskanich, C. O., Noble, R. C. 1997. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. – *World's Poultry Science Journal*, vol. 53, No. 6, p. 155–183.
- Lind, V., Piirsalu, M., Tikk, H., Tikk, V. 1993. Linnukasvatus III. Koostanud V. Tikk. Tartu, 179 lk.
- Lopez-Ferrer, S., Baucelis, M. D., Barroeta, A. C., Grashorn, M. A. 1999. n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oils. – *Poultry Science*, 78, 3, p. 356–365.
- Mantzioris, E., James, M. J., Gibson, R. A., Cleland, L. G. 1994. Dietary substitution with an alpha-linolenic acid-rich vegetable oil increases eicosapentaenoic acid concentrations in tissues. – *American Journal of Clinical Nutrition*, 29, p. 1304–1309.
- Mayo, P. K., van Elswyk, M. E., Kubena, K. S. 1995. Shell eggs as a vehicle for dietary omega-3 fatty acid: influence on serum lipids and platelet aggregation in humans. – *Journal of American Dietetic Association*, 95, p. A10.
- Miller, D., Robich, P. 1969. Comparative effect of herring, menhaden and safflower oils on broiler tissues fatty acid composition and flavor. – *Poultry Science*, 48, p. 2146–2157.
- Miller, D., Leong, K. C., Smith, P. 1969. Effect of feeding and withdrawal of menhaden oil on the ω -3-and ω -6 fatty acid content of broilers tissue. – *Journal of Food Science*, 34, p. 136–141.
- Ratnayake W. M. N., Ackman, R. G., Hulan, H. W. 1989. Effect of redfish meal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42-day-old broiler chickens. – *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 49, p. 59–74.
- Ross 308 i.a. – Aviagen Limited, Scotland, 15 p.

- Sardesai, V. M., Detroit, M. I. 1992. Nutritional role of polyunsaturated fatty acids. – *Journal of Nutritional Biochemistry*, No. 3, p. 154–166.
- Siguel, E. 1996. A new relationship between total/high density lipoprotein cholesterol and polyunsaturated fatty acids. – *Lipids*, 31, Suppl. S, p. 51–56.
- Simopoulos, A. P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. – *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, p. 438–463.
- Zhirong, J., Sim, J. 1993. Consumption of n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched eggs and changes in plasma lipids of human subjects. – *Nutrition*, 9, p. 513–518.
- The importance of omega-3 fatty acids for adults and children. Internet, 1998, <http://www.flaxcouncil.ca/flaxnut11.html>.
- Tikk, H., Hämmal, J., Kuusik, S., Möttus, E. 1999. Polyunsaturated fatty acids content of quail eggs and meat by feeding of the linseed oil. – *Proceedings of the International Conference and Exhibition on Veterinary Poultry*, July 28–30, 1999. – Beijing, China, p. 307–308.
- Tikk, H., Piirsalu, M. 1997. Põllumajanduslindude soovitatavad söötmisnormid Eestis. Tartu, 90 lk.
- Tikk V., Tikk, H., Kuusik, S., Hämmal, J. 2000. Broileriliha rasvhappelisest koostisest. – *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised*, 12, Tartu, lk 89–90.
- United States Patent N 4918104. Method and composition for increasing the concentration of omega-3 polyunsaturated fatty acids in poultry and poultry eggs and poultry and and eggs resulting therefrom. Authors C.S. Schwartz, W.S. Weiss. – Internet <http://biotechnfoods.com/pufa100f11.html>
- Wellstead, D. 1996. ISE turned to omega-3 eggs. – *World Poultry*, 12, 1, p. 50–51.

Increasing the content of the ω -3-fatty acids in the chicken meat

H. Tikk, A. Lember

Summary

Cases of cardiovascular diseases and subsequent deaths are very frequent in Estonia and worldwide. Heart disease are not only a medical problem but also are depending on life style and nutrition. The attention of world nutritionists has been focused on ω -3-fatty acids, mostly because of their ability to reduce the risk of atherosclerosis. The good source of ω -3-fatty acids is the fat of cold-water fish, but also these fatty acids contain in seeds of oil plants (flax, rape). Since 1997 the possibilities of enriching the quail and hen eggs with ω -3-fatty acids have been studied in the Department of Small Animals and Poultry of the Institute of Animal Science of the Estonian Agricultural University.

Broiler chicken's meat as a source of ω -3-fatty acids is still less studied. In the present paper the results of the trials carried out on chicken broilers fed diets containing linseed oil are presented.

Table 1 gives some literature data of fatty acid composition in chicken legs (dark meat) and chest (white meat). Trials on chicken broilers Ross 308 have been carried out. To the diet (Table 2) of chickens 2% and 3% of linseed oil was added (I and II trial groups, respectively). Linseed oil contained 56,8% of ω -3-fatty acids (of the total amount of fatty acids). Broilers were fed diet containing linseed oil during 2 weeks before slaughtering at the age of 42 days.

Five broilers of the 2nd group (3% linseed oil in the diet) were slaughtered later, at the age of 56 days. Results of body composition of chickens are presented in Table 3.

According to the data, consumption of linseed oil in four weeks did not significantly influence the ω -3-fatty acid content in chickens fat compared with 2-weeks tested period. From the trials were concluded:

- tested linseed oil content (2 and 3%) in the diet of broilers did not influence their morphological content of carcasses;
- 2% of linseed oil in the diet increased twice the ω -3-fatty acid content in the fat;
- 3% of linseed oil in the diet increased an average 5 times the ω -3-fatty acid content in the inner fat;
- ω -3-fatty acid content in the inner fat, subcutaneous fat and intermuscular fat did not differ significantly.