

## Ω-3-RASVHAPETE SISALDUSE SUURENDAMISEST LINNUKASVATUSSAADUSTES

J. Hämmal, V. Tikk, H. Tikk, M. Viigimaa, S. Kuusik

**SUMMARY:** *On increasing ω-3 fatty acid content in poultry products. During the last decade dietologists all over the world have focused their studies on ω-3 fatty acids that are known for their ability of inhibiting platelet aggregation and thus reducing the risk of atherosclerosis and heart attacks. Moreover, in many cases their positive effect on the share of different cholesterol fractions in blood plasma has been observed. Favourable results have been obtained in the studies of the effect of ω-3 fatty acids on the diets for pregnant women and premature children. Therefore the possibilities of enriching regular foodstuffs with ω-3 fatty acids are being studied worldwide. To prevent high cardiovascular mortality in Estonia, an investigation into the possibilities of enriching chicken and quail eggs as well as broiler and quail meat with ω-3 fatty acids was initiated at the Institute of Animal Science of the Estonian Agricultural University in 1997. The experiments of enriching the chicken eggs and hen broiler meat were carried out on the poultry farms of the Sakala Poultry Breeding Co-operative and Tamsalu TERKO, the enrichment trials of quail eggs and meat on the quail farm of Järveotsa farmstead. The experiments on quail egg consumption were conducted in the Department of Cardiology of the Tartu University Clinic. The results, based on ten research works, indicated that linseed oil, rapeseed oil and linseed cake in chicken and quail diets enabled a 6- to 8-fold increase in the ω-3 fatty acid content of egg yolk and meat fat. The nutrition experiments, conducted with young healthy mail volunteers, confirmed that consumption of ω-3 fatty acid enriched quail eggs reduced the platelet aggregation, thus decreasing the risk of heart attacks as well.*

### Probleemi olemus

Viimasel aastakümnel on ω-3-rasvhapped olnud kogu maailma dietoloogide tähelepanu keskpunktis eelkõige oma võime tõttu vähendada vereliistakute kleepuvust ja seega ka ateroskleroosi ning infarktiohtu. Paljudel juhtudel on täheldatud ka nende positiivset mõju erinevate kolesteroolitüüpide vahekorrale vereplasmas. Uuritud on ka ω-3-rasvhapete kasulikkust enneaegsete laste ja rasedate toidusedelis. Vastav ülevaade sellealastest maailmakirjandusest on varem J. Hämmali ja V. Tiku poolt avaldatud Agraarteaduse 1999. a. II numbris.

Kõige rikkalikumaks ω-3-rasvhapete allikaks on külmade vete kalade rasv. Hulgaliselt sisaldub neid ka mõnede õlitaimede (lina, raps) seemnetes. Enamikule inimestest ei meeldi nimetatud aineid otseselt toiduks kasutada. Mitmete välisfirmade poolt toodetavad ω-3-rasvhapete rikkad õlikapslid on suhteliselt kallid. Seetõttu on kogu maailmas otsitud võimalusi tavatoiduainete rikastamiseks ω-3-rasvhapetega, eriti α-linoleenhapetega. On leitud, et kanad omastavad munarebusse hästi ω-3-rasvhappeid söödale lisatavatest õlidest, mistõttu on asunud tootma ω-3-rasvhapetega rikastatud toidumune. Sellealastest uurimustest annab ülevaate eelnimetatud Agraarteaduse artikkel.

Eestis on inimese surma põhjustest esikohal südame-veresoonkonna haigused, mistõttu on väga oluline kasutada kõiki võimalusi nende haiguste ennetamiseks. Tänu SA Eesti Teadusfond grandile nr. 3150 osutus ka Eestis võimalikuks alustada uurimistööd kohalike loomsete toiduainete rikastamiseks ω-3-rasvhapetega. Käesolev artikkel annab ülevaate selle uurimistöö senistest põhilistest tulemustest.

### Materjal ja meetodika

Katsed vuti- ja kanamunade ning vuti- ja kanabroileriliha rikastamiseks ω-3-rasvhapetega on läbi viidud aastatel 1998...2000. Katsebaasideks olid Järveotsa vutifarm, Sakala Linnukasvatusühistu (praegu OÜ Põltsamaa Linnukasvatus), Kehtna Kontrollkanala ja Tamsalu TERKO kanafarm. Katsete üldine skeem on toodud tabelis 1. Katseid alustati 1998. a. linaõli kui kirjanduse andmetel kõige paljutootavama aine lisamisega lindude söödale. Linaõli kõrge hinna tõttu võeti uurimisobjektideks ka rapsiõli ja õlide segud ning linakook. Kasutati ainult Eestis toodetud taimseid õlisisid. Läbiviidud katseid võib vaadelda järgmiste iseseisvate uuringutena:

- 1) vutimunade rebu ω-3-rasvhapete sisalduse suurendamine linaõli erinevate koguste kasutamisel söödas;
- 2) kanamunade rebu ω-3-rasvhapete sisalduse suurendamine linaõli erinevate koguste kasutamisel söödas ning selle mõju kanade toodangunäitajatele;
- 3) vuttide ja kanade erinev võime omastada söödast ω-3-rasvhappeid 2 ja 4% linaõli lisamisel ratsioonile;

Tabel 1. Katsete üldine skeem aastatel 1998...2000  
 Table 1. The common plan of trials in 1998-2000

Ratsioonis kasutatud ω-3-rasvhapete rikas sööt <i>Supplemented linseed oil, rapeseed oil, and linseed cake content in the ration</i>	Uuritav objekt, katse koht ja toimumise aeg <i>The object of measurement, place and year</i>				
	vutimunad <i>quail eggs</i>	vutiliha <i>quail meat</i>	kanamunad <i>hen eggs</i>		kanabroi- leriliha <i>hen broiler meat</i>
			valge- koorelised <i>white shells</i>	pruuni- koorelised <i>brown shells</i>	
1	2	3	4	5	6
Linaõli <i>Linseed oil</i>					
2%	1998 Järveotsa			1998 Sakala	
3%	1999 Järveotsa	2000 Järveotsa			
4%	1998-2000 Järveotsa	1998 Järveotsa		1998 Sakala	
Rapsiõli <i>Rapeseed oil</i>					
1,5%					1999 TERKO
2%			1998-2000 TERKO		
2,5%			1999 TERKO		
3%			1998 TERKO	1998 TERKO	
3,5%				1999 TERKO	
4%			2000 TERKO	2000 TERKO	1999 TERKO
4,5%				1999 TERKO	
5%				1998 TERKO	
Õlide segud <i>Mixed oils</i>					
1% linaõli + 4% rapsiõli <i>1% linseed oil + 4% rapeseed oil</i>					1999 TERKO
1% linaõli + 5% rapsiõli <i>1% linseed oil + 5% rapeseed oil</i>					1999 TERKO
1,5% linaõli + 3% rapsiõli <i>1.5% linseed oil + 3% rapeseed oil</i>					1999 TERKO
1,5% linaõli + 3,5% rapsiõli <i>1.5% linseed oil + 3.5% rapeseed oil</i>				1999 TERKO	

Tabeli 1 järg / Table 1 continue

1	2	3	4	5	6
Õlide segud koos linakoogiga <i>Mixed oils with linseed cake</i> 1% linaõli + 3% rapsiõli + 6% linakooki <i>1% linseed oil + 3% rapeseed oil + 6% linseed cake</i> 1% linaõli + 3% rapsiõli + 4% linakooki <i>1% linseed oil + 3% rapeseed oil + 4% linseed cake</i> 1% linaõli + 2% rapsiõli + 4% linakooki <i>1% linseed oil + 2% rapeseed oil + 4% linseed cake</i>				2000 TERKO  2000 TERKO  2000 TERKO	
Standardsööt jõudlus-kontrollkanalas <i>Standard feed without linseed and rapeseed products</i>			1998, 1999 Kehtna	1998, 1999 Kehtna	

- 4)  $\omega$ -3-rasvhapete omastatavuse sõltuvus kanade munemiskuust 4,5% rapsiõli lisamisel kanade ratsioonile;
- 5) rapsiõli erinevate koguste ühekuisse söötmise mõju pruuni- ja valgekoorelisi mune munevate kanade munade rebude  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldusele;
- 6) munarebude  $\omega$ -3-rasvhapete sisalduse suurendamine lina- ja rapsiõli erinevate segude ja linakoogi kasutamise korral munakanade ratsioonis;
- 7) erinevate kanakrosside munarebude  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldus standardratsiooni kasutamise korral;
- 8)  $\omega$ -3-rasvhapete sisalduse suurendamine vutilihas linaõli kasutamisega ratsioonis;
- 9)  $\omega$ -3-rasvhapete sisalduse suurendamine broilerilihas ja -rasvas rapsiõli ning õlide segude kasutamisel ratsioonis;
- 10) tavaliste ja  $\omega$ -3-rasvhapetega rikastatud vutimunade tarbimise mõju inimese verenäitajatele.

### Katseobjektid

1. Järveotsa farmis prantsuse päritoluga lihavutid. Katserühmades 60 vutti. Vutte peeti puurides.
2. Sakala Linnukasvatuseühistus krossi Lohmann brown D-liini kanad (munevad pruunikoorelisi mune). Katserühmades 30–50 kana. Linde peeti sügavallapanul.
3. Tamsalu TERKO-s osalesid kanad ja broilerid katsetes tervete lindlatäite kaupa. Katsebroilerid kuulusid krossi Ross, katsekanad krossidesse ISA brown ja Shaver 2000. (Katserühmade suurus põhjustas ka katse hajutatuse mitmele aastale.) Kanu peeti puurides, broilereid sügavallapanul.
4. Kehtna Kontrollkanalas olid katselindudeks vastaval aastal individuaaljõudluskontrollile allutatud kanad, keda peeti ja söödeti vastavalt kontrollkanala meetodikale. Katses osalesid kanad krossidest Shaver 288, Hisex white, Hisex brown, ISA brown ja Lohmann brown.
5. Inimkatsed toimusid Maarjamõisa haigla laboratooriumi baasil, osalesid terved meesüliõpilased, katserühmas 25 meest. Katse kohapealseks juhendajaks oli dotsent M. Viigimaa. Katsealusele söödeti 8 vutimuna päevas 2 nädala jooksul, katseeriade vahe oli 1 kuu.

### Katsetes kasutatud söödad

Lindkatsetes kasutatud segajõusöödad vastasid koostiselt ja toitainete sisalduselt Eestis soovitatud lindude söötmisnormidele (Tikk, Piirsalu, 1997). Näiteid kasutatud segajõusöötade kohta on toodud tabelis 2.

**Tabel 2.** Katsetes kasutatud vuttide ja kanade katsesöötade koostisi  
**Table 2.** The content of feedstuffs for the hens and quails in the trials

Sööda komponent % Feedstuffs	Ratsioonis In the diet			
	Järveotsa 1998 Järveotsa 1998	Järveotsa 2000 Järveotsa 2000	Sakala 1998 Sakala 1998	TERKO 1999 TERKO 1999
1	2	3	4	5
Nisu Wheat	37,0	37,7	31,5	30,0
Oder Barley	10,0	10,0	18,2	17,1
Nisukliid Wheat bran	3,0	3,0	11,0	15,0
Päevalillesrott Sunflower oil meal	5,0	5,0	20,0	11,0
Kalajahu Fish meal	4,5	4,5	–	1,5
Söödapärm Torula yeast	3,5	3,0	5,8	4,0
Sojasrott Soybean oil meal	22,0	23,0	–	6,0
Rapsiõli Rapeseed oil	–	–	–	4,5
Linaõli Linseed oil	4,0	3,0	4,0	–
Söödakriit Fodder chalk	2,0	2,0	2,7	2,2
Lubjakivijahu Ground limestone	7,0	6,8	5,0	7,3
Monokaltsiumfosfaat Monocalciumphosphate	1,0	1,0	0,8	0,4
Premiks Premix	1,0	1,0	1,0	1,0
Ratsioon sisaldas %: Nutrients in ration:				
toorproteiini crude protein	21,80	21,94	16,52	17,37
toorkiudu crude fibre	4,81	4,84	5,82	5,07
lüsiini lysine	1,24	1,25	0,79	0,80
metioniini +tsüstiini methionine + cyctine	0,73	0,73	0,77	0,75
kaltsiumi calcium	3,96	3,95	3,90	3,88
üldfosforit phosphorus	0,83	0,84	0,77	0,78

Tabeli 2 järg / Table 2 continue

1	2	3	4	5
naatriumi <i>sodium</i>	0,20	0,20	0,20	0,20
metaboliseeruvat energiat MJ/kg	12,20	11,80	11,43	11,40
ME MJ/kg				
kcal/100 g	291,17	281,53	272,76	272,08
Segajõusööda 1 tonnile lisati: <i>For the 1 t mixed feed were supplemented:</i>				
Mikroelemente g <i>Mikroelements g</i>				
mangaani <i>manganese</i>	70	70	75	50
tsinki <i>zinc</i>	50	50	60	65
rauda <i>iron</i>	50	50	40	30
vaske <i>copper</i>	8	8	6	6
joodi <i>iodine</i>	0,6	0,6	0,6	0,7
seeleni <i>selenium</i>	0,2	0,2	0,1	0,1
koobaltit <i>cobalt</i>	0,7	0,7	0,2	0,3
Vitamiine g <i>Vitamins g</i>				
A, retinool mln. RÜ <i>Vitamin A, million IU</i>	10	10	10	7
D <sub>3</sub> kolekaltsiferool mln. RÜ <i>Vitamin D<sub>3</sub>, million IU</i>	1,5	1,5	2	1,5
E, dialfatokoferool <i>Vitamin E</i>	30	30	13	10
K, menadioon <i>Vitamin K</i>	2	2	2	2
B <sub>1</sub> , tiamiin <i>Vitamin B<sub>1</sub></i>	4	4	2	1,5
B <sub>2</sub> , riboflaviin <i>Vitamin B<sub>2</sub></i>	6	6	5	3
B <sub>3</sub> , pantoteenhape <i>Vitamin B<sub>3</sub></i>	30	30	10	10
B <sub>4</sub> , koliinkloriid <i>Vitamin B<sub>4</sub></i>	1500	1500	500	500
B <sub>5</sub> , nikotiinhape <i>Vitamin B<sub>5</sub></i>	50	50	30	15
B <sub>6</sub> , püridokiin <i>Vitamin B<sub>6</sub></i>	6	6	3	4
B <sub>e</sub> , foolhape <i>Vitamin B<sub>e</sub></i>	1	1	0,5	0,5

Tabeli 2 järg / Table 2 continue

1	2	3	4	5
B <sub>12</sub> , kobalamiin <i>Vitamin B<sub>12</sub></i>	0,025	0,025	0,020	0,025
H, biotiin <i>Vitamin H</i>	0,2	0,2	0,08	0,1
C, askorbiinhape <i>Vitamin C</i>	50	50	50	50

Katsesöötades kasutatud lina- ja rapsiõli keskmine rasvhappeline koostis on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Katsetes kasutatud lina- ja rapsiõli keskmine rasvhappeline koostis  
Table 3. The content of fatty acids in linseed and rapeseed oil

Rasvhape <i>Fatty acid</i>	Linaõli <i>Linseed oil</i>	Rapsiõli <i>Rapeseed oil</i>
Müristiinhape C14:0 <i>Myristic acid</i>	0,1	0,1
Palmitiinhape C16:0 <i>Palmitic acid</i>	4,8	4,4
Palmitoleenhape C16:1 <i>Palmitoleic acid</i>	0,1	–
Steariinhape C18:0 <i>Stearic acid</i>	3,6	1,9
Oleiinhape C18:1 <i>Oleic acid</i>	14,9	59,6
Linoolhape C18:2ω-6 <i>Linoleic acid</i>	15,7	22,2
α-linoleenhape C18:3ω-3 <i>α-linolenic acid</i>	60,7	10,5
Eikoseenhape C20:1 <i>Eicosenoic acid</i>	0,1	1,3
	100,0	100,0

Söodaratsioonidesse lisatud linaõli osteti Mooste Katsejaamast ja sisaldas analüüsiandmeil 60,7% α-linoleenhapet, rapsiõli osteti AS Weroli tehastest ja sisaldas 10,5% α-linoleenhapet.

Inimkatsetes kasutatud rikastatud vutimunade rebude keskmine ω-3-rasvhapete sisaldus oli järgmine: α-linoleenhapet 4,3%, dokosapentaenenhapet 0,4%, eikosapentaenenhapet 0,5%, dokosaheksaenenhapet 1,7%, kokku ω-3-rasvhappeid munas seega 6,9% üldlipiididest. Vuttide sööt sisaldas seejuures 3% linaõli.

### Analüüsid

Rasvhappeid määras EPMÜ LKI keemia osakonna ökokeemia laboratooriumis keemik S. Kuusik. Erinevused määratud rasvhapete arvus sõltusid laboratooriumi võimalustest ning meetodika täiendamisest. Iga kanamunade analüüsi proov koosnes 3 munakollasest (munad võetud katselindudelt randomiseeritult), analüüsikordusi oli 2...4. Tulemuste tabelites toodud näitajad on korduste keskmised. Rasvhapped määrati järgmise meetodika alusel.

0,5 g uuritavale massile lisatakse kindel kogus C15 hapet. Saadud segule lisatakse 10 ml kloroformi-metanooli segu (2:1). Segu jäetakse seisma mõneks tunniks, siis filtreeritakse ja lisatakse 2 ml destilleeritud vett. Tekkinud 2 kihist eraldatakse alumine ja aurutatakse kokku (Folch *et al.*, 1957). Saadusele lisatakse 4...5 ml toluooli. Saadud lahusest viiakse 0,5 ml väikesesse korgiga (1,8 ml) vialli, kuhu lisatakse 1 ml 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lahust metanoolis. Suletakse, soojendatakse 50° juures ja jäetakse seisma paariks päevaks. Seisnud lahusele lisatakse katseklaasis 2,5 ml 5% CaCl<sub>2</sub> vesilahust. Estrid ekstraheeritakse saadud lahusest petrooleetriga (2×2,5 ml). Petrooleetri fraktsioon pestakse 2 ml 2% bikarbonaadi lahusega, siis fraktsiooni kuivatatakse ja analüüsitakse gaaskromatograafiliselt. Kasutatakse gaaskromatograafi 3700 ja leekionisatsioonidetektorit, kolonniks on 30m

Carbofax. Kandegaasiks on 0,6 atm lämmastik. Aurutuskambri ja detektori temperatuur on 250°, kolonni t° 5 minutit 200°, siis 4 minutit 240°.

Verenäitajate analüüsid tehti Maarjamõisa haigla biokeemia laboratooriumis üldkasutatavate meetodikate alusel.

Vuti- ja kana(broileri)liha rasvhappelise koostise analüüsid tehti EPMÜ LKI keemia osakonna ökokeemia laboratooriumis, igas katses rühmas analüüsiti 3 linnurümbalt võetud rinna- ja reielihase, naha (koos nahaaluse rasvaga) ning sisemise rasva proovid. Kasutati eelkirjeldatud määramismeetodeid. Vutiliha võeti analüüsiks pärast 14-päevast katsesöötmist, kanabroileriliha pärast 1-kuist katsesöötmist.

Andmetöötlusprogrammina rakendati KROM-8, mis teeb kromatogrammi parameetrite alusel ka arvutused.

Lina- ja rapsiõli söötmise katsetes korraldati iga katse lõpuosas munade degusteerimine 8-liikmelise komisjoni poolt, selgitamaks munade võimalikku kõrvalmaitset või -lõhna. Kõik proovid anti degusteerijatele ette nummerdatult, täideti vastavad protokollid.

Katseandmete variatsioon-statistilisel töötlemisel kasutati programmi Excel.

## Katsete tulemused

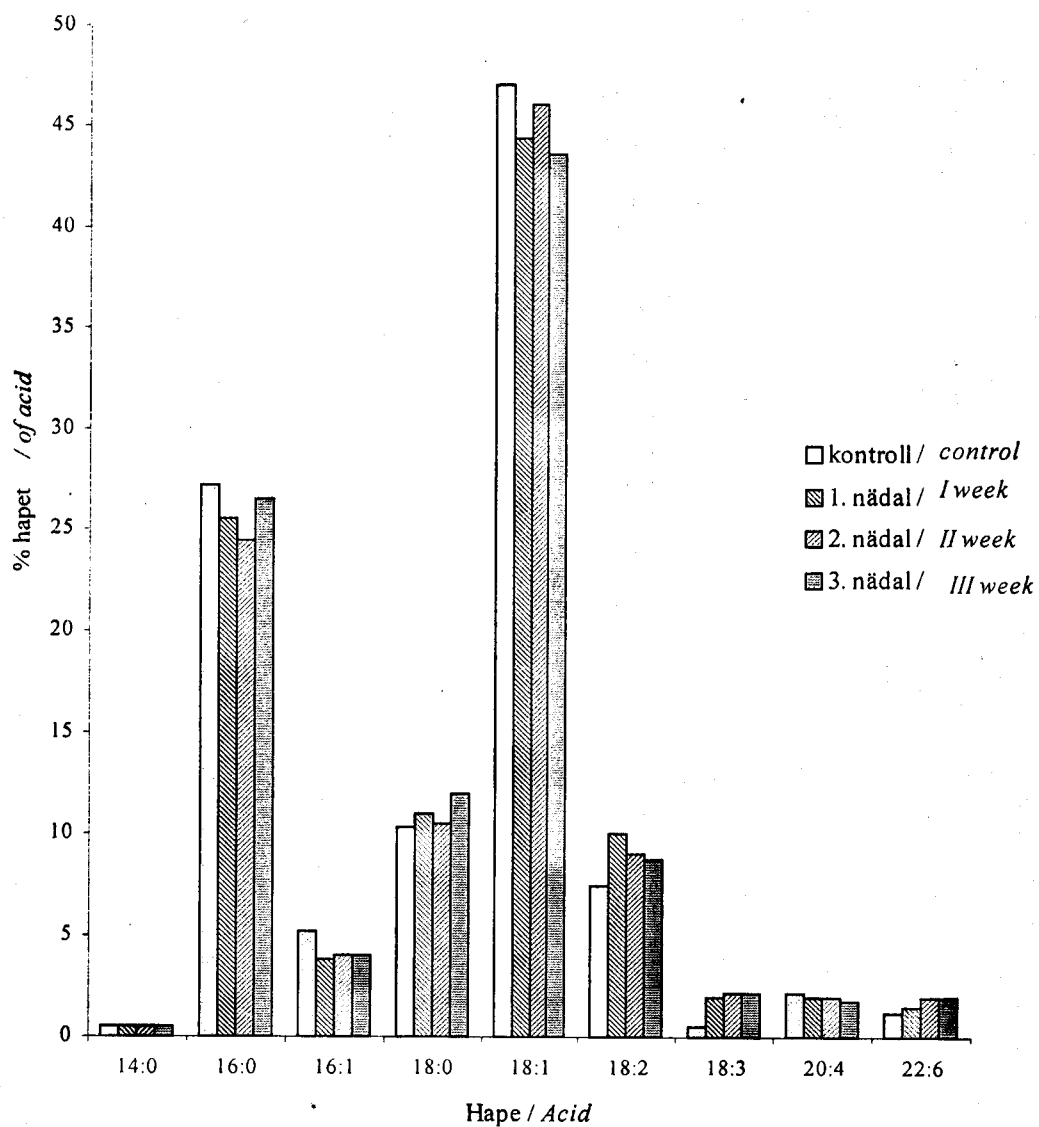
### 1. Vutimunade rebu $\omega$ -3-rasvhapete sisalduse suurendamine linaõli erinevate koguste kasutamisel söödas

Kolme katsenädala jooksul toimunud muutusi vutimunade rebu rasvhappelises koostises 2 ja 4% linaõli lisamise korral vuttide ratsioonile kajastavad tabelid 4 ja 5 ning joonised 1 ja 2.

**Tabel 4.** Rasvhapete sisalduse muutus vutimunade rebus 1–3 katsenädala jooksul 2% linaõli sisaldava ratsiooni korral

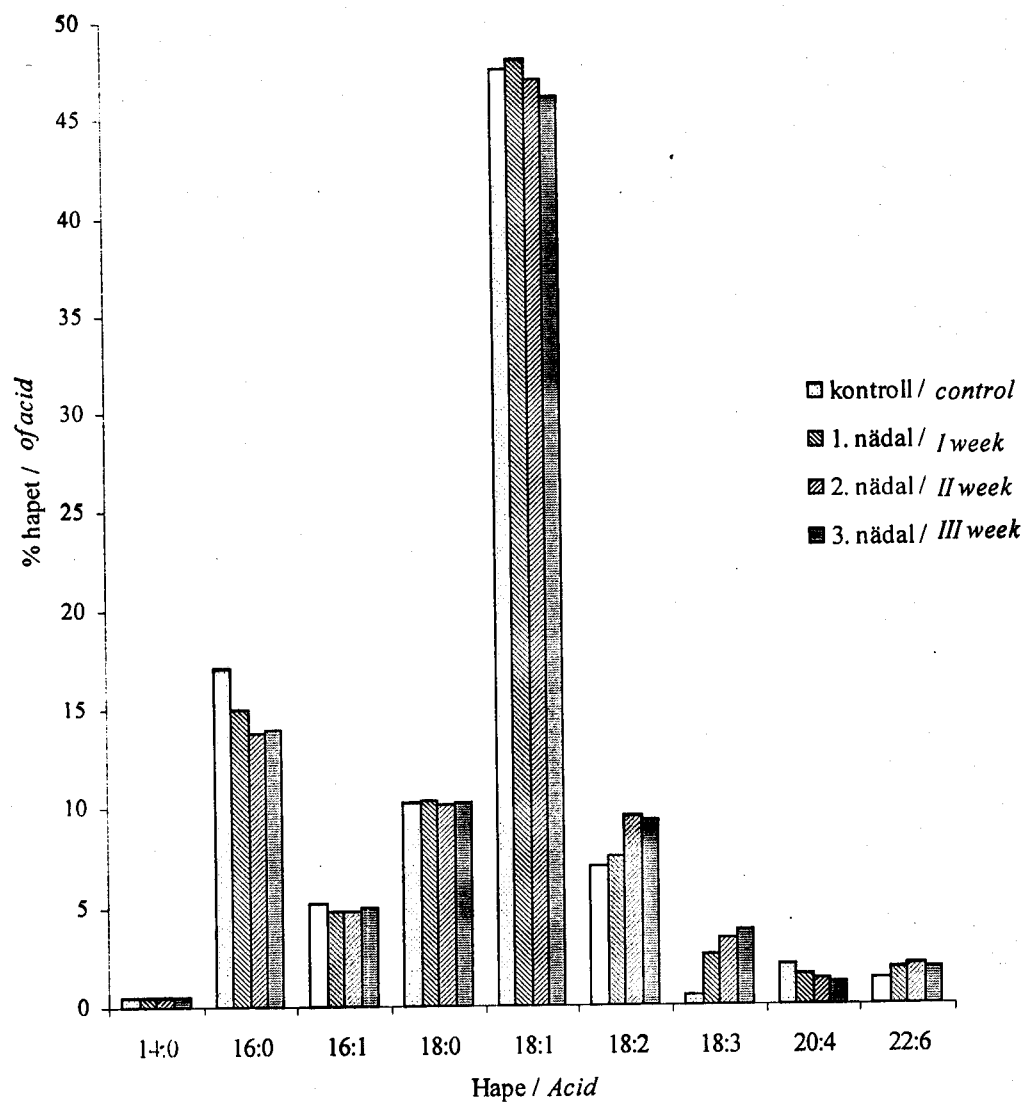
**Table 4.** Effect of 2% linseed oil supplement on fatty acid composition of quail egg yolk during the 1–3 trial weeks

Rasvhape Fatty acid		% üldlipiididest % of total lipids			
		Kontrollrühm Control group	Katsesühm Trial group		
			I nädal I week	II nädal II week	III nädal III week
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,5	0,5	0,5	0,5
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	26,4	25,5	24,8	26,7
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	5,3	4,2	4,5	4,5
Steariinhape Stearic acid	C18:0	10,4	11,0	10,8	11,0
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	46,8	44,8	46,2	44,2
Linoolhape Linoleic acid	C18:2 $\omega$ -6	7,4	9,6	8,4	8,2
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid	C18:3 $\omega$ -3	0,5	1,6	1,8	1,9
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4 $\omega$ -6	1,7	1,5	1,4	1,3
Dokosaheksaeenhape Docosahexaenoic acid	C22:6 $\omega$ -3	1,0	1,3	1,6	1,7
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid Total $\omega$ -3 fatty acids		1,5	2,9	3,4	3,6



Joonis 1. Rasvhapete sisalduse muutus rebus 1–3 katsenädala jooksul 2%-se linaõli lisandiga ratsiooni korral  
 Figure 1. Effect of 2% linseed oil supplement on fatty acid composition of quail egg yolk during 1–3 trial weeks





Joonis 2. Rasvhapete sisalduse muutus rebus 1–3 katsenädala jooksul 4%-se linaõli lisandiga ratsiooni korral  
 Figure 2. Effect of 4% linseed oil supplement on fatty acid composition of quail egg yolk during 1–3 trial weeks

Tabelite 4 ja 5 andmetest nähtub, et katsegruppide vuttide munarebudes suurenes polüküllastumata rasvhapete osatähtsus märgatavalt juba pärast 1. katsenädalat (α-linoleenhappe osas P<0,01).

I katserühmas suurenes munarebu linoolhappe (C18:2n-6) sisaldus 29,2%, (α-linoleenhappe (C18:3n-3) sisaldus 239,1% ja dokosaheksaeenhappe (C22:6n-3) sisaldus 25% võrra, II katserühmas vastavalt 3,7%, 414,1% ja 45,0% võrra. Inimorganismile kasulike α-linoleenhappe ja dokosaheksaeenhappe tegelik osakaal rebu rasvhapetes suurenes 4% linaõli lisamisel ratsioonile 0,5-lt 3,3%-ni ja 1,0-lt 1,6%-ni. Arahhidoonhappe (C20:4n-6) sisaldus vähenes I katserühma munarebus 12% ja II katserühma munarebudes 34,7% võrra. Selle rasvhappe osatähtsus vähenes 4% linaõlisisalduse korral ratsioonis katseperioodi jooksul 1,7%-lt 1,0%-ni. Olulised muutused munarebude rasvhappelises koostises lõpevad juba II katsenädala lõpuks, kusjuures polüküllastumata hapete sisaldus tõuseb ratsiooni 4% linaõlisisalduse korral ulatuslikumalt kui 2% linaõli kasutamise korral.

Munarebu lipiidide summaarne sisaldus ratsiooni muutusest tingitult usutavalt ei muutu. Kontrollgrupi munarebus oli lipiide 27,4%, teise ja kolmanda nädala analüüsidest oli keskmine lipiidide hulk 26,5%.

Katse kokkuvõttena võib nentida, et 4% linaõli lisamine vuttide söödale suurendab nende munarebus ω-3 rasvhapete kogust ning muudab ω-3-ja ω-6-rasvhapete omavahelist suhet soodsamas suunas.

**Tabel 5. Rasvhapete sisalduse muutus vutimunade rebus 1–3 katsenädala jooksul 4% linaõlisisaldusega ratsiooni korral**

*Table 5. Effect of 4% linseed oil supplement on fatty acid composition of quail egg yolk during the 1–3 trial weeks*

Rasvhape Fatty acid	% üldlipiididest % of total lipids				
	Kontrollrühm Control group	Katserühm Trial group			
		I nädal I week	II nädal II week	III nädal III week	
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,5	0,5	0,5	0,5
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	26,4	24,5	23,2	23,5
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	5,3	4,5	4,6	4,8
Steariinhape Stearic acid	C18:0	10,4	10,6	10,2	10,3
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	46,8	47,2	46,6	46,1
Linoolhape Linoleic acid	C18:2ω-6	7,4	7,7	9,1	8,9
α-linoleenhape α-linolenic acid	C18:3ω-3	0,5	2,4	3,2	3,3
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4ω-6	1,7	1,1	1,0	1,0
Dokosaheksaeenhape Docosahexaenoic acid	C22:6ω-3	1,0	1,5	1,6	1,6
Σ ω-3 rasvhappeid Total ω-3 fatty acids		1,5	3,9	4,8	4,9

2. Kanamunade rebu ω-3-sisalduse suurendamine linaõli erinevate koguste kasutamisel söödas ning selle mõju kanade toodangunäitajatele

Kokku 8 nädalat kestnud katses selgus (tabel 6), et sööda 2 ja 4% linaõlisisaldus ei vähendanud oluliselt küllastatud rasvhapete (müristiin-, palmitiin- ja steariinhape) kogust rebu lipiidides. 4% linaõli lisamine ratsioonile vähendas mõnevõrra palmitiinhappe ja arahhidoonhappe sisaldust rebus.

Linaõli lisamine kanade söödale vähendas aga tunduvalt ω-6-rasvhapete osatähtsust rebu lipiidides (tabel 6). 2% linaõli söötisel oli linool-, arahhidoon-, dokosatetraeen- ja dokosapentaeenhappe sisaldus summaarselt vähenenud 14,5% võrra ehk keskmiselt 936 mg-lt 802 mg-le. Linaõli mõjul suurenes rebus ω-3-rasvhapete hulk. α-linoleen-, dokosapentaeen- ja dokosaheksaeenhappe sisaldus suurenes juba 2-nädalase 2% linaõli söötise

järele hüppeliselt (2,7 korda). Keskmisena suurenes  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldus 6-nädalase katse kestel 2,6 korda: 132 mg-lt katse algul 340 mg-le katse kestel.  $\omega$ -6- ja  $\omega$ -3-rasvhapete vahekord muutus katse kestel 7,1:1-lt 2,4:1-le (tabel 6).

**Tabel 6.** Kanade munarebu  $\omega$ -rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest) linaõli kasutamisel söödakomponendina  
**Table 6.** Content of  $\omega$ -fatty acids (% of total lipids) of egg yolk from hens given linseed oil diet

$\omega$ -rasvhape ja määramise aeg <i><math>\omega</math>-fatty acid and time of estimation</i>	Munarebu sisaldab <i>In egg yolk</i>		
	Kontrollrühm <i>Control group</i>	I katserühm – söödas 2% linaõli <i>I trial group – in diet 2% linseed oil</i>	II katserühm – söödas 4% linaõli <i>II trial group – in diet 4% linseed oil</i>
1	2	3	4
$\alpha$ -linoleenhape C18:3 $\omega$ -3 <i><math>\alpha</math>-linolenic acid</i>			
enne katset <i>before the trial</i>	0,7	0,7	0,8
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	1,0	3,8	6,9
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	0,7	3,7	5,7
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	0,7	3,3	5,0
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	1,1	1,3	1,4
Dokosapentaenenhape C22:5 $\omega$ -3 <i>Docosapentaenoic acid</i>			
enne katset <i>before the trial</i>	0,3	0,2	0,3
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	0,3	0,4	0,5
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	0,1	0,3	0,4
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	0,2	0,3	0,4
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	0,2	0,2	0,1
Dokosaheksaenenhape C22:6 $\omega$ -3 <i>Docosahexaenoic acid</i>			
enne katset <i>before the trial</i>	1,1	1,3	1,1
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	1,1	1,8	1,6
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	1,0	1,7	1,7
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	0,9	1,7	1,9
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	1,3	1,3	1,4
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid <i>Total <math>\omega</math>-3 fatty acids</i>			
enne katset <i>before the trial</i>	2,1	2,2	2,2

Tabeli 6 järg / Table 6 continue

1	2	3	4
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	2,4	6,0	9,0
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	1,8	5,7	7,8
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	1,8	5,3	7,3
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	2,6	2,8	2,9
<b>ω-3-rasvhappeid mg/rebus</b> <b>Total ω-3 fatty acids mg/yolk</b>			
enne katset <i>before the trial</i>	126	132	132
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	144	360	540
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	108	342	468
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	108	318	438
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	156	168	174
<b>Linoolhape C18:2ω-6</b> <b>Linoleic acid</b>			
enne katset <i>before the trial</i>	13,8	13,4	14,0
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	15,1	11,9	13,6
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	13,5	12,4	13,5
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	12,9	12,8	13,7
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	14,2	14,9	14,5
<b>Arahhidoonhape C20:4ω-6</b> <b>Arachidonic acid</b>			
enne katset <i>before the trial</i>	1,6	1,7	1,6
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	1,6	1,0	0,8
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	1,5	1,0	0,9
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	1,5	1,0	0,9
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	1,4	1,3	1,4
<b>Dokosatetraeenhape C22:4ω-6</b> <b>Docosatetraenoic acid</b>			
enne katset <i>before the trial</i>	0,1	0,2	0,2
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	0,2	<0,05	<0,05

Tabeli 6 järg / Table 6 continue

1	2	3	4
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	0,1	<0,05	<0,05
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	0,1	<0,05	<0,05
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	0,1	0,1	0,1
<b>Dokosapentaenhape C22:5<math>\omega</math>-6</b> <b><i>Docosapentaenoic acid</i></b>			
enne katset <i>before the trial</i>	0,3	0,3	0,3
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	0,2	<0,05	<0,05
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	0,2	<0,05	<0,05
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	0,2	<0,05	<0,05
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	0,2	<0,05	0,1
<b><math>\Sigma</math> <math>\omega</math>-6-rasvhappeid</b> <b><i>Total <math>\omega</math>-6 fatty acids</i></b>			
enne katset <i>before the trial</i>	15,8	15,6	16,1
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	17,1	12,9	14,4
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	15,3	13,4	14,4
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	14,7	13,8	14,6
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	15,9	16,3	16,0
<b><math>\omega</math>-6-rasvhappeid mg/rebus</b> <b><i>Total <math>\omega</math>-6 fatty acids mg/yolk</i></b>			
enne katset <i>before the trial</i>	948	936	966
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	1026	774	864
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	918	804	864
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	882	828	876
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	954	978	960
<b><math>\Sigma</math> <math>\omega</math>-6 : <math>\Sigma</math> <math>\omega</math>-3</b>			
enne katset <i>before the trial</i>	7,5	7,1	7,3
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start</i>	7,1	2,1	1,6
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start</i>	8,5	2,4	1,8
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start</i>	8,2	2,6	2,0
2 nädalat pärast katset <i>2 weeks after the end of the trial</i>	6,1	5,8	5,5

Ratsioonis 4% linaõli kasutamine mõjutas ω-6-rasvhapete sisaldust munarebus veidi vähem kui 2% linaõli. 6-nädalase katseperioodi keskmisena vähenes ω-6-rasvhapete sisaldus 966 mg-lt 868 mg-le ehk 10.1%. ω-3-rasvhapete üleminek linaõlist munarebusse oli aga märgatavalt suurem kui 2%-lise linaõli söötmisel. Katse kestel suurenes ω-3-rasvhapete sisaldus rebus 132 mg-lt keskmiselt 482 mg-le ehk 3.7 korda, esimese 2 katsenäda järel isegi 4,1 korda. ω-6- ja ω-3-rasvhapete vahekorraks saadi katse keskmisena 1.8:1.

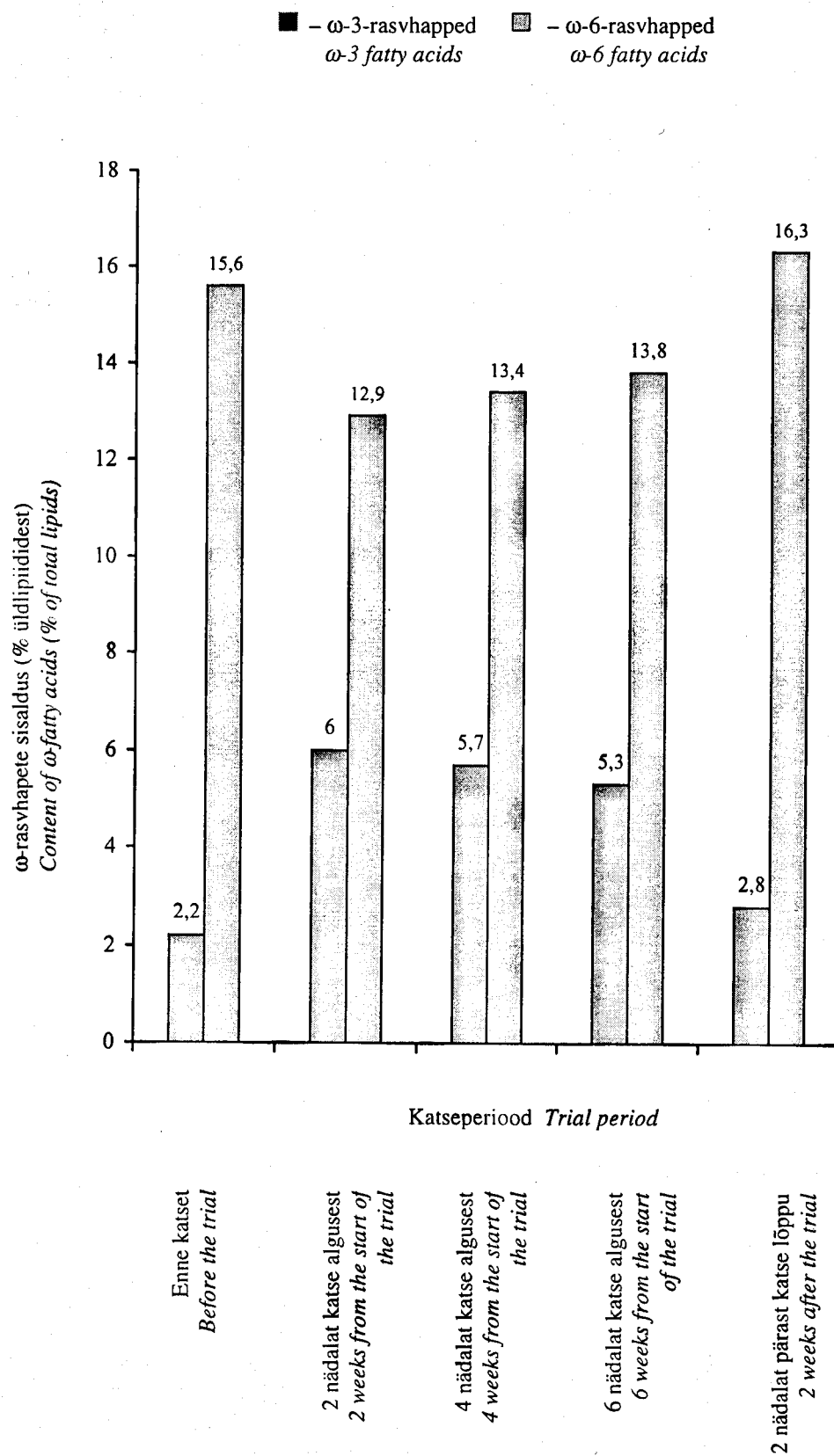
Graafiliselt on katserühmade munarebude ω-3- ja ω-6-rasvhapete suhteline sisaldus esitatud joonisel 3 ja 4.

Kanade munemisintensiivsus ja munade morfoloogilised näitajad on esitatud tabelis 7. Tabelist 7 selgub, et 2% linaõli lisamine söödale suurendas kogu katseperioodil ( $P < 0,05$ ) usutavalt kanade munemisintensiivsust. 4% linaõli lisamine suurendas katse algul samuti usutavalt kanade munemisintensiivsust, katse lõpul osutus munemisintensiivsus aga usutavalt (keskmiselt 4,1%) madalamaks kui 2% linaõli lisandiga katserühmas. Muna keskmist massi, muna indeksit ja munakoore tugevust erinevad linaõlikogused ei mõjutanud.

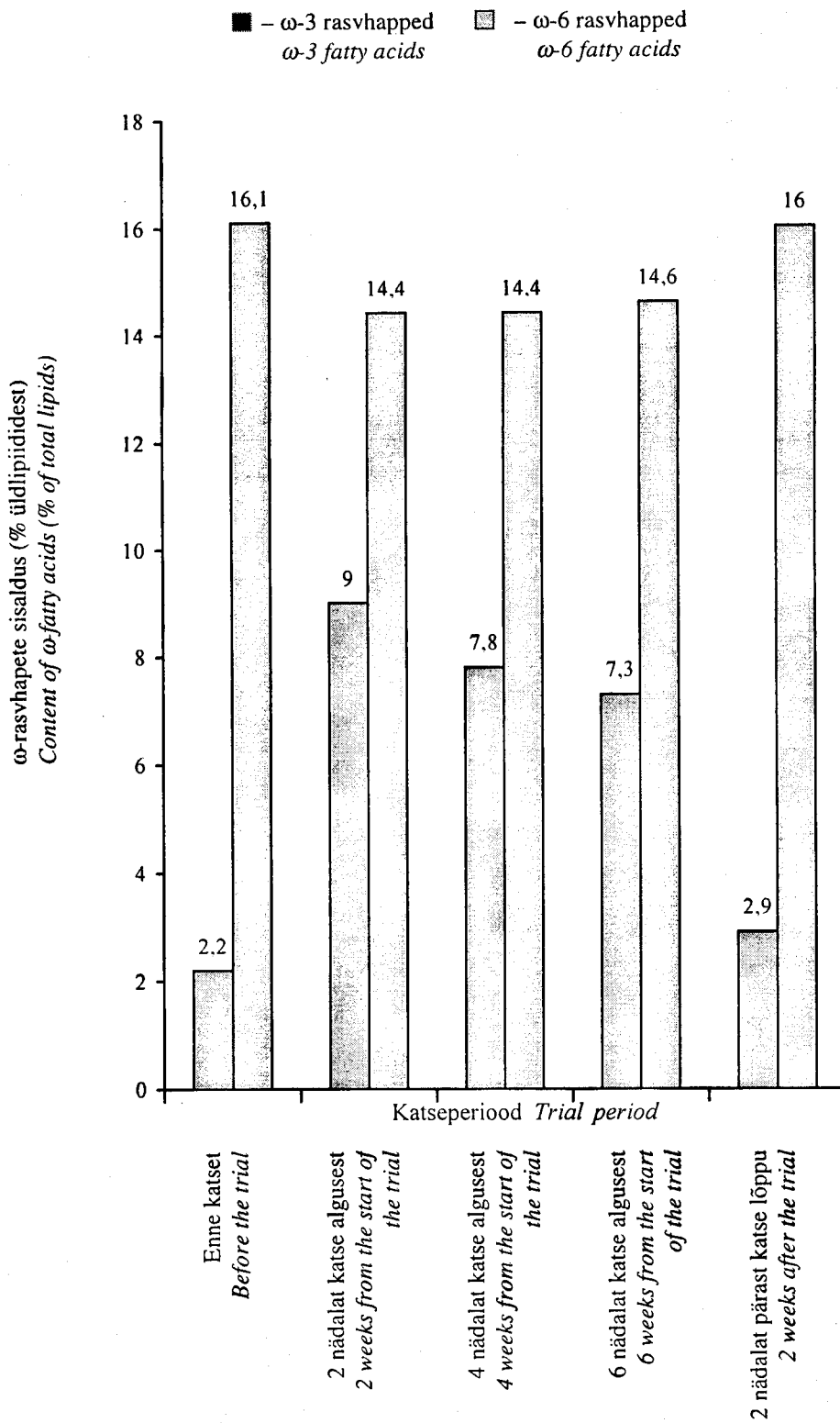
**Tabel 7.** Kanade (n=30) munemisintensiivsus ja munade füüsikalisi näitajaid linaõli kasutamisel sööda-komponendina

**Table 7.** Laying intensity of the hens and physical characteristics of the eggs (n=30) in feeding linseed oil

Katserühm ja katsejärg <i>Trial group and trial period</i>	Munemis-intensiivsus % <i>Laying intensity %</i>	Muna keskmine mass g <i>Average egg weight g</i>	Muna indeks <i>Egg index</i>	Munakoore tugevus N <i>Shell strength N</i>
I rühm – söödas 2% linaõli <i>Group I – 2% flaxseed oil in diet</i>				
Enne katse algust <i>Before the trial</i>	75,4	$\bar{x}$ 62,9 s 10,4	74,5 4,3	38,6 5,9
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks from the start of the trial</i>	77,8	$\bar{x}$ 63,0 s 9,7	75,8 3,9	32,4 6,2
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks from the start of the trial</i>	82,2	$\bar{x}$ 65,2 s 11,4	75,9 3,8	30,1 5,8
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks from the start of the trial</i>	81,4	$\bar{x}$ 66,1 s 9,3	74,7 3,1	30,8 6,3
2 nädalat pärast katse lõppu <i>2 weeks after the trial</i>	76,8	$\bar{x}$ 67,0 s 9,7	75,2 4,0	30,3 6,7
II rühm – söödas 4% linaõli <i>Group II – 4% flaxseed oil in diet</i>				
Enne katse algust <i>Before the trial</i>	74,9	$\bar{x}$ 62,5 s 8,3	75,9 4,8	39,6 6,1
2 nädalat katse algusest <i>2 weeks after the start of the trial</i>	78,3	$\bar{x}$ 64,5 s 11,8	77,7 4,6	33,0 5,7
4 nädalat katse algusest <i>4 weeks after the start of the trial</i>	76,5	$\bar{x}$ 65,7 s 10,4	76,2 5,4	30,6 6,2
6 nädalat katse algusest <i>6 weeks after the start of the trial</i>	74,3	$\bar{x}$ 64,8 s 9,9	75,6 3,6	30,9 5,9
2 nädalat pärast katse lõppu <i>2 weeks after the trial</i>	73,8	$\bar{x}$ 66,7 s 10,2	75,0 4,1	29,7 5,3



Joonis 3.  $\omega$ -3- ja  $\omega$ -6-rasvhapete sisaldus munarebus (kanade ratsioonis 2% linaõli)  
Figure 3. Content of  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids in egg yolk (2% linseed oil in diet)



Joonis 4. ω-3- ja ω-6-rasvhapete sisaldus munarebus (kanade ratsioonis 4% linaõli)  
 Figure 4. Content of ω-3 and ω-6 fatty acids in egg yolk (4% linseed oil in diet)



Katsest järeldus:

1. 2 ja 4% linaõli lisamine munejate kanade ratsioonile ei vähendanud oluliselt küllastatud rasvhapete sisaldust munarebus.
2. Linaõli lisamine söödale suurendas munarebu  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldust.
3. Linaõli lisamine parandas tunduvalt  $\omega$ -6- ja  $\omega$ -3-rasvhapete vahekorda munarebus, seega oli linaõli sobiv nn. tervisemunade tootmiseks.
4. 4% linaõli pidev söötmine võib vähendada munejate kanade munemisintensiivsust.
5. 2 nädalat pärast linaõli söötmise lõpetamist langes munarebu  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldus katse algusega võrreldes keskmiselt 2 korda.

3. Vuttide ja kanade erinev võime omastada söödast  $\omega$ -3-rasvhappeid 2 ja 4% linaõli lisamisel ratsioonile

Võrdlevad andmed vuttide ja kanade võime kohta omastada linaõliga rikastatud söödast  $\omega$ -3-rasvhappeid on toodud tabelis 8.

**Tabel 8.** Vuttide ja munakanade munarebu  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldus linaõli kasutamisel sööda-komponendina (% üldlipiididest)

**Table 8.** Content of  $\omega$ -3 fatty acids (% of total lipids) of quail and hen eggs yolk in linseed oil diet

Sööda iseloomustus ja proovide võtmise aeg <i>Characteristic of the food and the time of taking samples</i>	$\omega$ -3-rasvhape <i><math>\omega</math>-3 fatty acid</i>		
	$\alpha$ -linoleenhape <i><math>\alpha</math>-linolenic acid</i> C18:3 $\omega$ -3	dokosaheksaeenhape <i>docosahexaenoic acid</i> C22:6 $\omega$ -3	$\Sigma$ $\omega$ -3
<u>Vutid</u> <i>Quails</i>			
Standardne segajõusööt, enne katset <i>Standard diet, before the trial</i>	0,5	1,0	1,5
Söödas 2% linaõli, söödetud 7 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 7 days</i>	1,6	1,3	2,9
Söödas 2% linaõli, söödetud 14 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 14 days</i>	1,8	1,6	3,4
Söödas 2% linaõli, söödetud 21 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 21 days</i>	1,9	1,7	3,6
Söödas 4% linaõli, söödetud 7 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 7 days</i>	2,4	1,5	3,9
Söödas 4% linaõli, söödetud 14 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 14 days</i>	3,2	1,6	4,8
Söödas 4% linaõli, söödetud 21 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 21 days</i>	3,3	1,6	4,9
<u>Kanad</u> <i>Hens</i>			
Standardne segajõusööt, enne katset <i>Standard diet, before the trial</i>	0,7	1,1	1,8
Söödas 2% linaõli, söödetud 7 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 7 days</i>	3,5	1,6	5,1
Söödas 2% linaõli, söödetud 14 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 14 days</i>	3,8	1,8	5,6
Söödas 2% linaõli, söödetud 28 päeva <i>In the diet 2% linseed oil, 28 days</i>	3,7	1,7	5,4
Söödas 4% linaõli, söödetud 7 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 7 days</i>	6,3	1,5	7,8
Söödas 4% linaõli, söödetud 14 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 14 days</i>	6,9	1,6	8,5
Söödas 4% linaõli, söödetud 28 päeva <i>In the diet 4% linseed oil, 28 days</i>	5,7	1,7	7,4

Tabeli andmed näitavad, et vutimunade rebu ω-3-rasvhapete sisaldus tõuseb linaõli lisamisel söödale 1–3 nädala jooksul pidevalt, kuid jääb seejuures tunduvalt alla vastavale kanamunade rebu ω-3-rasvhapete sisaldusele. Kanamunade rebu ω-3-rasvhapete sisaldus saavutab nii 2 kui ka 4% linaõli lisamisel söödale kõrgeima väärtuse 2 nädala jooksul, kuid seejärel hakkab aeglaselt langema. Viimast fakti tõestavad ka tabelites 6 ja 7 toodud andmed.

Katsest järeldub, et munakanade võime omastada linaõlist ω-3-rasvhappeid ja talletada neid munarebusse on parem kui vuttidel, kuid selle võime langustendents ilmneb kanadel varem kui vuttidel.

**4. ω-3-rasvhapete omastatavuse sõltuvus kanade munemiskuust 4,5% rapsiõli lisamisel kanade ratsioonile**

Erialakirjanduse andmed, samuti rapsiõliga läbi viidud eelkatsed näitasid linaõliga võrreldes rapsiõlis sisalduvate ω-3-rasvhapete halvemat omastatavust kanade poolt. Seetõttu valiti mitmekuiseks uurimistööks kanade ratsiooni veidi suurem rapsiõlisisaldus, kui seda oli vastavas uuringus linaõliga (4%). Katses kasutati firma ISA brown kanu, katse algas II munemiskuust, katsekuu pikkus oli 28 päeva.

**Table 9.** Munarebu rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest) 4,5% rapsiõli lisamisel kanade söödale  
*Table 9. Content of fatty acids (% of total lipids) in egg yolk from hens rapeseed oil diet*

Rasvhape <i>Fatty acid</i>		I katsekuu <i>I trial month</i>		II katsekuu <i>II trial month</i>		III katsekuu <i>III trial month</i>	
		Kontroll- rühm <i>Control group</i>	Katse- rühm <i>Trial group</i>	Kontroll- rühm <i>Control group</i>	Katse- rühm <i>Trial group</i>	Kontroll- rühm <i>Control group</i>	Katse- rühm <i>Trial group</i>
Müristiinhape <i>Myristic acid</i>	C14:0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
Palmitiinhape <i>Palmitic acid</i>	C16:0	24,5	22,6	23,8	21,8	24,4	24,0
Palmitoleenhape <i>Palmitoleic acid</i>	C16:1	4,0	3,2	4,2	3,4	4,3	3,2
Steariinhape <i>Stearic acid</i>	C18:0	8,2	7,65	8,1	8,3	8,0	8,3
Oleiinhape <i>Oleic acid</i>	C18:1	46,2	42,3	45,2	44,6	46,4	43,6
Linoolehape <i>Linoleic acid</i>	C18:2ω-6	11,3	17,4	12,0	16,6	12,4	15,9
α-linoleenhape <i>α-linolenic acid</i>	C18:3ω-3	0,3	2,2	0,4	1,9	0,4	1,5
Arahhidoonhape <i>Arachidonic acid</i>	C20:4ω-6	1,7	1,4	1,6	1,4	1,8	1,4
Dokosapentaenhape <i>Docosapentaenoic acid</i>	C22:5ω-3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Dokosaheksaenhape <i>Docosahexaenoic acid</i>	C22:6ω-3	0,9	1,6	0,8	1,4	0,9	1,3
Σ ω-3-rasvhappeid <i>Total ω-3 fatty acids</i>		1,3	4,0	1,3	3,5	1,4	3,0
Σ ω-6-rasvhappeid <i>Total ω-6 fatty acids</i>		13,0	18,8	13,6	18,0	14,2	17,3
ω-6 : ω-3		10,0	4,7	10,5	5,1	10,1	5,8
60-grammise muna rebu sisaldab ω-3-rasvhappeid mg <i>Content of ω-3 fatty acids in the yolk of 60 g egg mg</i>		74,8	230	74,8	201	75,1	172

Munarebu rasvhappeline koostis (% üldlipiididest) katse jooksul on toodud tabelis 9 ja graafiliselt joonisel 5. Tabeli andmed tõestavad, et 4,5% rapsiõli lisandi korral söödas omastavad munarebud seda kõige paremini 1. söötiskuu jooksul (4,0% üldlipiididest moodustasid  $\omega$ -3-rasvhapped), kuid see jääb tunduvalt maha vastavast näitajast 4% linaõli kasutamise korral (1. kuu lõpul 7,8% üldlipiididest, tabel 6). Edasi ilmnes  $\omega$ -3-rasvhapete omastatavuses kindel langustendents, mis III katsekuu lõpuks viis  $\omega$ -3-rasvhapete sisalduse üldlipiidides 3,0%-ni. Selline sisaldus  $\omega$ -tervisemuna tootmises on ilmselt vähene. Kanade munemisintensiivsusele ja munade kvaliteedile (tabel 10) rapsiõli lisamine olulist mõju ei avaldanud ( $P>0,05$ ). Mõningane kanade munemisintensiivsuse langus katse kestel on seletatav kanade vananemisega ja on sellele kanakrossile iseloomulik (ISA brown..., 1998).

**Tabel 10.** Katsekanade produktiivsus ja munade füüsilisi näitajaid 4,5% rapsiõli kasutamisel sööda-komponendina

**Table 10.** Productivity of the hens and physical characteristics of the eggs by feeding 4,5% rapeseed oil

Näitajad Items	Katseperiood Trial periods							
	Enne katse algust Before the trial		1. katsekuu lõpus 1st trial month		2. katsekuu lõpus 2nd trial month		3. katsekuu lõpus 3rd trial month	
	Kontroll-rühm Control group	Katserühm Trial group	Kontroll-rühm Control group	Katserühm Trial group	Kontroll-rühm Control group	Katserühm Trial group	Kontroll-rühm Control group	Katserühm Trial group
Munemisintensiivsus % Laying intensity %	89,8	89,9	94,2	94,6	93,0	93,5	92,7	92,2
Kana päevane munamass g Hen's egg mass g/day	50,6	50,5	55,4	55,6	55,9	55,7	57,1	56,4
Söödakulu 1 kg munamassi tootmiseks kg Feed conversion per 1 kg egg production kg	1,96	1,94	2,15	2,13	2,14	2,15	2,12	2,09
Suremus Mortality %	0,44	0,44	1,30	1,31	1,77	1,75	1,87	1,77
Muna keskmine mass g Average egg weight g	$\bar{x}$ 56,4 s 8,4	56,2 9,7	58,6 8,7	58,8 9,9	60,4 8,7	60,3 10,4	62,3 10,5	61,9 11,3
Muna indeks Egg index	$\bar{x}$ 75,8 s 5,8	76,7 6,9	76,1 9,2	76,4 8,2	76,0 6,9	77,7 7,1	76,8 7,7	77,5 6,8
Munakoore paksus mm Shell thickness mm	$\bar{x}$ 0,330 s 0,031	0,341 0,029	0,351 0,042	0,358 0,033	0,350 0,037	0,366 0,407	0,342 0,040	0,354 0,035

Degusteerimistel ei täheldatud rapsiõli suhteliselt rohke lisamise tõttu munade maitstes ega lõhnas mingeid muutusi.

Katsest järeldus:

1. Kanade võime omastada söödast  $\omega$ -3-rasvhappeid ja talletada neid munarebusse oli sööda 4,5% rapsiõlisisalduse korral katsete andmetel 1,5–2 korda väiksem kui sööda ligikaudu sama suure linaõlisisalduse korral. Selle katse ja varasemate katsete andmetel hakkas kanadel  $\omega$ -3-rasvhapete omastamisvõime aeglaselt langema pärast 1. katsekuud.
2. 4,5% rapsiõlisisaldus kanade ratsioonis ei taganud  $\omega$ -3-rasvhapetega rikastatud nn. tervisemunade tootmist (munarebu lipiidides vähemalt 0,6%  $\omega$ -3-rasvhappeid).

5. Rapsiõli erinevate koguste ühekuise söötmise mõju pruuni- ja valgekoorelisi mune munevate kanade munade rebude ω-3 rasvhapete sisaldusele

Tabelites 11 ja 12 on kokku võetud kahe katseaasta (1998...1999) keskmised tulemused erinevate rapsiõlikoguste kasutamise kohta munejate kanade ratsioonides. Kõik analüüsid on tehtud pärast katsesööda 1 kuu pikkust söötmist.

**Tabel 11.** Valgekooreliste munade rebude rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest)  
**Table 11.** The content of fatty acids (% of total lipids) in yolk of white shell eggs

Rasvhape <i>Fatty acid</i>		Sööt sisaldas <i>In the feed</i>				
		Kontroll- sööt, ilma rapsiõlita <i>Control, no rapeseed oil</i>	2% rapsiõli <i>2% rape- seed oil</i>	2,5% rapsi- õli <i>2.5% rape- seed oil</i>	3% rapsiõli <i>3% rape- seed oil</i>	4% rapsiõli <i>4% rape- seed oil</i>
Müristiinhape <i>Myristic acid</i>	C14:0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Palmitiinhape <i>Palmitic acid</i>	C16:0	24,5	23,8	23,7	23,5	21,9
Palmitoleenhape <i>Palmitoleic acid</i>	C16:1	3,7	3,1	3,5	3,0	4,1
Steariinhape <i>Stearic acid</i>	C18:0	8,6	8,7	7,9	8,7	8,5
Oleiinhape <i>Oleic acid</i>	C18:1	44,1	44,2	44,9	44,1	46,7
Linoolhape <i>Linoleic acid</i>	C18:2ω-6	15,0	15,3	15,5	15,8	14,3
α-linoleenhape <i>α-linolenic acid</i>	C18:3ω-3	0,3	1,5	1,4	2,5	3,2
Eikoseenhape <i>Eicosenoic acid</i>	C20:1	0,3	0,2	0,3	<0,05	0,2
Arahhidoonhape <i>Arachidonic acid</i>	C20:4ω-6	1,5	1,6	1,4	1,8	1,3
Eikosapentaenhape <i>Eicosapentaenoic acid</i>	C20:5ω-3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
Dokosapentaenhape <i>Docosapentaenoic acid</i>	C22:5ω-3	<0,05	0,2	0,2	<0,05	<0,05
Dokosaheksaenhape <i>Docosahexaenoic acid</i>	C22:6ω-3	0,7	1,2	1,2	1,3	0,9
Σ ω-3-rasvhappeid <i>Total ω-3 fatty acids</i>		1,0	2,9	2,8	3,8	4,2
Σ ω-6-rasvhappeid <i>Total ω-6 fatty acids</i>		16,5	16,9	16,9	17,6	15,6
ω-6 : ω-3		16,5	5,8	6,0	4,6	3,7
60-grammise muna rebu sisaldab ω-3-rasvhappeid mg <i>Content of ω-3 fatty acids in the yolk of 60 g egg mg</i>		108	167	161	218	242

Tabel 12. Pruunikooreliste munade rebude rasvhapete sisaldus (% üldlipiididest)  
 Table 12. The content of fatty acids (% of total lipids) in yolk of brown shell eggs

Rasvhape Fatty acid		Sööt sisaldas In the feed				
		Kontroll- sööt, ilma rapsiõlita Control, no rapeseed oil	3,5% rapsi- õli 3.5% rape- seed oil	4% rapsiõli 4% rape- seed oil	4,5 % rapsi- õli 4.5% rape- seed oil	5% rapsiõli 5% rape- seed oil
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	23,2	22,6	22,6	24,0	22,2
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,8	3,2	3,3	3,2	3,4
Steariinhape Stearic acid	C18:0	7,8	7,6	7,5	8,3	7,0
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	43,1	42,9	42,3	43,6	45,6
Linoolhape Linoleic acid	C18:2 $\omega$ -6	16,9	17,4	17,2	15,9	16,2
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid	C18:3 $\omega$ -3	0,3	2,2	2,2	2,1	1,9
Eikoseenhape Eicosenoic acid	C20:1	0,3	0,3	<0,05	0,3	0,4
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4 $\omega$ -6	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid	C20:5 $\omega$ -3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5 $\omega$ -3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6 $\omega$ -3	0,7	1,7	1,6	1,9	1,7
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid Total $\omega$ -3 fatty acids		1,1	4,1	4,0	4,2	3,8
$\Sigma$ $\omega$ -6-rasvhappeid Total $\omega$ -6 fatty acids		18,7	18,9	18,6	17,3	17,6
$\omega$ -6 : $\omega$ -3		17,0	4,6	4,7	4,1	4,6
60-grammise muna rebu sisaldab $\omega$ -3-rasvhappeid mg Content of $\omega$ -3 fatty acids in the yolk of 60 g egg mg		110	236	230	242	219

Tabelite 11 ja 12 andmetest nähtub, et pruunikooreliste munade rebudesse talletati söödast  $\omega$ -3-rasvhappeid samal tasemel kui (näiteks 4% rapsiõlisisalduse korral ratsioonis omastasid kanad rebusse  $\omega$ -3-rasvhappeid vastavalt 4,0 ja 4,2% üldlipiididest) valgekooreliste munade rebudesse. Selgus ka, et ratsioonis sisalduv rapsiõli kogus polnud kindlas seoses kanade poolt omastatud  $\omega$ -3-rasvhapete kogusega (pruunikooreliste munade puhul näiteks sisaldas üks 60 g muna ratsiooni 4,5% rapsiõlisisalduse korral 0,242 g  $\omega$ -3-rasvhappeid, 5% sisalduse korral aga 0,219 g). Arvestades ka eelmise katse tulemusi, ei saa soovitada suurendada rapsiõli kogust kanade ratsioonis üle 4%. Samal ajal on ka selge, et 2 ja 2,5% rapsiõli lisamine kanade ratsioonile ei anna soovitud tulemusi  $\omega$ -3-rasvhapete taseme tõstmiseks munarebus, kuigi see suurenes

2–3 korda. Ka 3...4,5% rapsiõli kasutamine kanade ratsioonis pole veel küllaldane saavutamaks nn. tervisemunale vajalikku ω-3-rasvhapete sisaldust munarebus.

Katsetest järeldus:

1. Nii pruuni- kui ka valgekooreliste munade rebudes on 2...5% rapsiõli lisamisega kanade ratsioonile võimalik tõsta ω-3-rasvhapete taset 2–3 korda.
2. ω-3-rasvhapete taset munarebudes aitab paremini tõsta 3,5%...4,0% rapsiõlisisaldus ratsioonis.
3. Ainult rapsiõli abil pole võimalik saavutada munarebudes nn. tervisemunade tootmiseks vajalikku ω-3-rasvhapete taset (munas ~ 0,4–0,5 g ω-3 rasvhappeid).
6. Munarebude ω-3-rasvhapete sisalduse suurendamine lina- ja rapsiõli erinevate segude ning linakoogi kasutamise korral munakanade ratsioonis

Eelnevatest katsetest oli selgunud, et linaõli kasutamisel on algul ω-3-rasvhapete omastatavus suur, kuid see võime hakkab kiiresti vähenema, rapsiõliga pole aga võimalik saavutada munarebude sellist ω-3-rasvhapete sisaldust (6,5...8 protsenti üldlipiididest), et mune saaks turustada nn. tervisemunadena. Tervisemunade ω-3-rasvhapete sisaldus peaks erialase kirjanduse andmetel (Farrell, 1997; Food..., i.a.) olema 0,4...0,5 g. Inimesele vajalikuks koguseks loetakse seejuures 0,1...0,4 g ω-3-rasvhappeid päevas (Leskanich, Noble, 1997; Products..., i.a.; The importance..., 1997).

Eeltoodu põhjal uuriti ka võimalusi kanamunade rebu ω-3-rasvhapete koguse suurendamiseks mitmesuguste õlide ja õlikookide segude abil. Katsete toimusid 1999. ja 2000. a. Paremaid tulemusi andnud segude kasutamisel saadud munarebude rasvhappeline koostis on toodud tabelis 13.

Katset näitasid, et rapsi- ja linaõli segude kasutamisel saadi vajaliku ω-3-rasvhapete sisalduse tasemega kanamunad. Linaõli suhteliselt kõrge hinna tõttu püüti selle kogus segudes hoida madalal ja võeti kasutusele ka linakook, milles linaõlisisaldus on ~ 10%. Katset näitasid, et 4% linakoogisisaldus ratsioonis andis isegi paremaid tulemusi kui 6% lisamine. See näitab, et ω-3-rasvhapete omastamisel konkreetsetest söötadest on oma kindlad piirid. Tabelis 13 toodud segude kasutamisel kanade söödana saadi munarebudes selline ω-3-rasvhapete kontsentratsioon, mis lubas Tamsalu TERKO-l hakata taotlema luba nn. tervisemunade tootmiseks. Vajalike dokumentide loetelusse lisasid käesoleva artikli autorid tervisemunade tootmise vajalikkuse põhjenduse ning seniste tootmiskatsete põhjal saavutatud ω-3 rasvhapete sisalduse määramistulemused. Seega on tervisemunade tootmise alustamine Tamsalu TERKO-s toimunud otseselt tänu grandid 3150 eraldamisele ETF poolt. Turustamisluba saadi ja 1999. aasta aprillikuust on vabariigis müügil Tamsalu TERKO ω-3 tervisemunad. Kanade täpset söödaraatsiooni firma ei avalikusta, munade kontrollanalüüside tulemused on toodud tabelis 14. Tootmist alustati pruunikooreliste munadega, 2000. a. lisandusid sellele ka valgekoorelist munad. Tervisemunad leidsid tarbijakonnas hea vastuvõtu ja 1999. a. toodeti neid majandis ~ 750 000. Eestis hakati samal ajal nn. tervisemune tootma ka Talleggis Soomest ostetud litsentsi põhjal.

Tabeli 14 andmed tõestavad, et Tamsalu TERKO ω-3 tervisemunad sisaldavad küllaldaselt ω-3-rasvhappeid, et katta nendega inimese päevane tarve.

Katsete käigus toimus ka otsene võrdluskatse õlidega rikastatud söödast ω-3-rasvhapete omastamise kohta valge- ja pruunikoorelisi mune munevate kanadega (tabel 13).

Selgus, et ω-3-rasvhapetega tugevasti rikastatud söödast omastavad pruunikoorelisi mune munevad kanad neid tunduvalt paremini (pruunikooreliste munade rebudes 7,6%, valgekooreliste munade rebudes 6,7% ω-3-rasvhappeid).

Katsetes parimaid tulemusi andnud, 2% rapsiõli, 1% linaõli ja 4% linakooki sisaldanud Tamsalu TERKO munakanade segajõusööda üldlipiidide rasvhappeline koostis oli järgmine (%):

müristiinhape	– 0,2;
palmitiinhape	– 8,2;
palmitoleenhape	– 0,7;
steariinhape	– 2,8;
oleiinhape	– 36,6;
linoolhape	– 26,3;
α-linoleenhape	– 24,4;
eikoseenhape	– 0,8, ω-3-rasvhappeid seega 24,4.

**Tabel 13.** Munarebude rasvhappeline koostis teise katsekuu lõpus (% üldlipiididest) õlide segude ja linakoogi kasutamisel kanade söödas

**Table 13.** The content of fatty acids in yolk of hen eggs (% of total lipids) in feeding the mixture of oils and linseed cake

Rasvhape Fatty acid		Sööt sisaldas In the feed				
		3,5% rapsiõli, 1,5% linaõli 3,5% rape- seed oil, 1,5% linseed oil	3% rapsiõli, 1% linaõli, 6% lina- kooki 3% rape- seed oil, 1% linseed oil, 6% linseed cake	3% rapsiõli, 1% linaõli, 4% lina- kooki 3% rape- seed oil, 1% linseed oil, 4% linseed cake	2% rapsiõli, 1% linaõli, 4% lina- kooki 2% rape- seed oil, 1% linseed oil, 4% linseed cake	2% rapsiõli, 1% linaõli, 4% linakooki 2% rapeseed oil, 1% linseed oil, 4% linseed cake
		Pruunikoorelised munad Brown shell eggs				Valgekoore- lised munad White shell eggs
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	21,0	20,3	20,1	21,6	22,8
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,3	3,8	4,0	3,2	3,1
Steariinhape Stearic acid	C18:0	8,3	7,3	7,4	8,6	9,7
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	42,7	47,1	45,6	43,5	44,0
Linoalhape Linoleic acid	C18:2 $\omega$ -6	16,6	13,8	14,7	13,7	12,0
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid	C18:3 $\omega$ -3	4,3	3,8	4,7	4,9	4,6
Eikoseenhape Eicosenoic acid	C20:1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4 $\omega$ -6	1,1	1,1	0,9	1,2	1,2
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid	C20:5 $\omega$ -3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5 $\omega$ -3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6 $\omega$ -3	1,8	1,9	1,7	2,2	1,8
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid Total $\omega$ -3 fatty acids		6,5	6,0	6,9	7,6	6,7
$\Sigma$ $\omega$ -6-rasvhappeid Total $\omega$ -6 fatty acids		17,7	14,9	15,6	14,9	13,2
60-grammise muna rebu sisaldab $\omega$ -3-rasvhappeid mg Content of $\omega$ -3 fatty acids in the yolk of 60 g egg mg		374	345	397	437	385
$\Sigma$ $\omega$ -6 : $\Sigma$ $\omega$ -3		2,7	2,5	2,3	2,0	2,0

**Tabel 14.** Tamsalu TERKO pruunikooreliste ω-3 tervisemunade rebude rasvhappeline koostis (% üldlipiididest). Söödas 1% linaõli, 2% rapsiõli ja 4% linakooki

**Table 14.** The content of fatty acids (% of total lipids) in yolk of Tamsalu TERKO brown shell healthy eggs. Feed contains 1% linseed oil, 2% rapeseed oil and 4% linseed cake

Rasvhape Fatty acid		Mai May 1999	November November 1999	Mai May 2000
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,2	0,3	0,3
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	19,7	20,8	20,0
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,4	4,4	3,8
Steariinhape Stearic acid	C18:0	7,8	7,0	7,7
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	43,2	44,4	44,3
Linoolhape Linoleic acid	C18:2ω-6	17,3	14,6	14,5
α-linoleenhape α-linolenic acid	C18:3ω-3	4,7	5,2	5,5
Eikoseenhape Eicosenoic acid	C20:1	0,2	0,1	0,3
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4ω-6	1,3	0,8	0,9
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid	C20:5ω-3	0,1	0,1	0,1
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5ω-3	0,2	0,4	0,5
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6ω-3	1,8	1,9	2,1
Σ ω-3-rasvhappeid Total ω-3 fatty acids		6,8	7,6	8,2
Σ ω-6-rasvhappeid Total ω-6 fatty acids		18,6	15,4	15,4
60-grammise muna rebu sisaldab ω-3-rasvhappeid mg Content of ω-3 fatty acids in the yolk of 60 g egg mg		391	437	472
ω-6 : ω-3		2,7	2,0	1,9

#### 7. Erinevate kanakrosside munarebude ω-3-rasvhapete sisaldus standardse ratsiooni kasutamise korral

Katsed viidi läbi Eestis enam levinud kanakrosside kanade ω-3-rasvhapete omastamisvõime selgitamiseks, et leida sobivamaid kanakrosse plaanitavate ω-3 tervisemunade tootmiseks. Erialasest kirjandusest oli teada, et nii erinevad linnuliigid (Bitman, Wood, 1980; Shanaway, 1994) kui ka erinevate krosside kanad (Scheideler jt., 1998) erinevad rasvhapete omastamisvõime poolest. Kehtna Linnukasvatuse Kontrollkanalas võrdluskatsetel olevate kanade munade analüüsimisel saadud tulemusi kajastavad tabelid 15...17.



**Tabel 15.** Erinevate kanakrosside munarebude (n=3) rasvhappeline koostis (% üldlipiidest) 4. munemiskuul  
**Table 15.** The egg yolk (n=3) fatty acid content (% of total lipids) of different crosses of hen in the 4<sup>th</sup> month of laying

Rasvhape Fatty acid	Kanakross ja selle päritolu / Chicken cross and its origin					
	Shaver 288 Soomest Shaver 288 from Finland	Hisex white Hollandist Hisex White from Holland	Hisex brown Hollandist Hisex Brown from Holland	ISA brown Soomest ISABrown from Finland	ISA brown Pandiverest ISA Brown Pandivere Poultry Farm	Lohmann brown Sakalast Lohmann Brown Sakala Poultry Farm
Müristiinhape Myristic acid	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
C14:0						
Palmitiinhape Palmitic acid	25,0	25,3	25,6	26,1	26,3	24,7
C16:0						
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	4,1	4,1	4,2	4,5	4,5	3,4
C16:1						
Steariinhape Stearic acid	8,7	8,4	8,2	7,9	7,4	8,6
C18:0						
Oleiinhape Oleic acid	44,3	46,9	49,4	47,6	46,2	48,8
C18:1						
Linoolhape Linoleic acid	12,5	12,0	9,7	10,7	12,0	11,2
C18:2 $\omega$ -6						
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2
C18:3 $\omega$ -3						
Eikoseenhape Eicosenoic acid	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
C20:1						
Arahhidoonhape Arachidonic acid	1,8	1,6	1,7	1,6	1,6	2,0
C20:4 $\omega$ -6						
Dokosatetraeenhape Docosatetraenoic acid	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
C22:4 $\omega$ -6						
Dokosapentaeenhape Docosapentaenoic acid	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
C22:5 $\omega$ -6						
Dokosapentaeenhape Docosapentaenoic acid	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
C22:5 $\omega$ -3						
Dokosaheksaäänhape Docosaheksaenoic acid	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8
C22:6 $\omega$ -3						
$\Sigma$ $\omega$ -3	1,1	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0
$\Sigma$ $\omega$ -6	13,1	12,6	10,2	11,4	12,6	12,0

Määramistulemused näitavad, et ühesuguse söötmise korral omastavad  $\omega$ -3-rasvhappeid munarebusse veidi paremini Shaver 288 ja Hisex white krosside kanad (1,3% üldlipiidest), kuid erinevus ei ole statistiliselt usutav ( $P>0,05$ ). Kõige vähem omastasid munarebusse uuritud krosside hulgast  $\omega$ -3-rasvhappeid Hisex brown kanad (1,1% üldlipiidest). Sama tendents oli täheldatav ka  $\omega$ -6-rasvhapete omastamise juures. Leiti ka, et  $\omega$ -3-rasvhapete omastamisvõime standardsest söödast suureneb seoses kanade vanusega, kuid ka see omadus polnud statistiliselt usutav.

**Tabel 16.** Erinevate kanakrosside munarebude (n=3) rasvhappeline koostis (% üldlipiididest) 5. munemiskuul  
**Table 16.** The egg yolk (n=3) fatty acid content (% of total lipids) of different hen crosses in the 5<sup>th</sup> month of laying

Rasvhape Fatty acid	Kanakross ja selle päritolu Chicken cross and its origin					
	Shaver 288 Soomest Shaver 288 from Finland	Hisex white Hollandist Hisex White from Holland	Hisex brown Hollandist Hisex Brown from Holland	ISA brown Soomest ISA Brown from Finland	ISA brown Pandiverest ISA Brown Pandivere Poultry Farm	Lohmann brown Sakalast Lohmann Brown Sakala Poultry Farm
Müristiinhape Myristic acid C14:0	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5
Palmitiinhape Palmitic acid C16:0	26,0	27,1	27,5	27,2	28,4	27,0
Palmitoleenhape Palmitoleic acid C16:1	4,2	4,4	4,6	5,5	6,4	4,7
Steariinhape Stearic acid C18:0	8,9	8,4	8,3	7,8	7,8	8,7
Oleiinhape Oleic acid C18:1	48,6	47,3	49,3	47,3	45,6	48,6
Linoolhape Linoleic acid C18:2ω-6	8,9	9,6	7,3	9,0	8,7	7,8
α-linoleenhape α-linolenic acid C18:3ω-3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3
Eikoseenhape Eicosenoic acid C20:1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Arahhidoonhape Arachidonic acid C20:4ω-6	1,6	1,8	1,6	1,5	1,5	1,6
Dokosatraeenhape Docosatetraenoic acid C22:4ω-6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid C22:5ω-6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid C22:5ω-3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid C22:6ω-3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9
Σ ω-3	1,3	1,2	1,1	1,4	1,2	1,2
Σ ω-6	10,5	11,4	8,9	10,5	10,2	9,4

**Tabel 17.** Erinevate kanakrosside munarebude (n=3) rasvhappeline koostis (% üldlipiidest) 9. munemiskuul ja kõikide määramiste keskmisena

**Table 17.** The egg yolk (n=3) of fatty acid content (% of total lipids) of different hen crosses in the 9<sup>th</sup> month of laying and average of all determinations

Rasvhape Fatty acid	Kanakross ja selle päritolu / Chicken cross and its origin					
	Shaver 288 Soomest Shaver 288 from Finland	Hisex white Hollandist Hisex White from Holland	Hisex brown Hollandist Hisex Brown from Holland	ISA brown Soomest ISA Brown from Finland	ISA brown Pandiverest ISA Brown Pandivere Poultry Farm	Lohmann brown Sakalast Lohmann Brown Sakala Poultry Farm
Müristiinhape Myristic acid C14:0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Palmitiinhape Palmitic acid C16:0	26,6	26,3	25,8	26,1	24,7	26,2
Palmitoleenhape Palmitoleic acid C16:1	5,2	5,7	5,4	5,4	5,0	5,2
Steariinhape Stearic acid C18:0	7,9	8,0	8,0	7,8	7,5	7,7
Oleiinhape Oleic acid C18:1	47,9	47,0	48,9	48,9	51,5	49,1
Linoolhape Linoleic acid C18:2 $\omega$ -6	8,7	8,8	8,1	8,0	7,5	7,6
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid C18:3 $\omega$ -3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4
Eikoseenhape Eicosenoic acid C20:1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Arahhidoonhape Arachidonic acid C20:4 $\omega$ -6	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
Dokosatetraeenhape Docosatetraenoic acid C22:4 $\omega$ -6	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Dokosapentaeenhape Docosapentaenoic acid C22:5 $\omega$ -6	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
Dokosapentaeenhape Docosapentaenoic acid C22:5 $\omega$ -3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Dokosaheksaäänhape Docosaheksaenoic acid C22:6 $\omega$ -3	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9
$\Sigma \omega$ -3	1,6	1,7	1,3	1,3	1,5	1,4
$\Sigma \omega$ -6	10,3	10,6	9,8	9,9	9,3	9,5
Määramiste keskmine / Average of all determinations						
$\omega$ -3	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,2
$\omega$ -6	11,3	11,5	9,6	10,6	10,7	10,3
$\omega$ -6 : $\omega$ -3	8,7	8,8	8,7	8,8	8,9	8,6

8. ω-3-rasvhapete sisalduse suurendamine vutilihas linaõli kasutamisega ratsioonis

Linaõliga rikastatud vutisöötade kasutamise tulemused on toodud tabelites 18 ja 19. 1998. a. katse näitas, et ratsiooni rikastamine linaõliga suurendas vuttide erinevates kehaosades ω-3-rasvhapete sisaldust ligikaudu kahekordselt (P<0,05). Kahenädalane 4% linaõliga rikastatud sööda söötmine suurendas α-linoleenhappe sisalduse vuttide reie- ja rinnalihastes ning rasvas vastavalt 2,6%-lt 7,8%-le, 2,3%-lt 5,7%-le ja 3,0%-lt 10,2%-le. Samal ajal suurenes dokosaheksaenhappe sisaldus reie- ja rinnalihastes vastavalt 1,2%-lt 2,2%le ja 1,5%-lt 2,3%-le.

**Tabel 18.** Vutiliha rasvhappeline koostis (% üldlipiididest) 4% linaõli kasutamisel söödakomponendina  
**Table 18.** The content of fatty acids (% of total lipids) of quail meat in feeding 4% linseed oil

Rasvhape Fatty acid	Kontrollrühm Control group			Katserühm (söödas 4% linaõli) Trial group (in diet 4% linseed oil)		
	rinnaliha breast meat	reieliha leg meat	rasv fat	rinnaliha breast meat	reieliha leg meat	rasv fat
Müristiinhape Myristic acid C14:0	0,7	0,9	1,0	0,7	0,7	0,7
Palmitiinhape Palmitic acid C16:0	23,1	22,3	24,4	19,2	18,6	18,5
Palmitoleenhape Palmitoleic acid C16:1	5,7	6,9	8,7	6,5	6,2	7,3
Steariinhape Stearic acid C18:0	12,8	11,8	7,3	11,3	10,5	6,4
Oleiinhape Oleic acid C18:1	26,1	31,6	40,4	29,8	31,4	39,3
Linoolhape Linoleic acid C18:2ω-6	18,5	16,5	14,6	17,9	18,1	17,0
α-linoleenhape α-linolenic acid C18:3ω-3	2,3	2,6	3,0	5,7	7,8	10,2
Eikoseenhape Eicosenoic acid C20:1	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4
Arahhidoonhape Arachidonic acid C20:4ω-6	5,5	4,5	<0,05	5,3	3,4	<0,05
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid C20:5ω-3	0,4	0,3	<0,05	0,5	0,4	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid C22:5ω-3	0,9	0,9	<0,05	0,5	0,6	<0,05
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid C22:6ω-3	1,5	1,2	<0,05	2,3	2,2	<0,05
Σ ω-3-rasvhappeid total ω-3 fatty acids	5,1	5,0	3,0	9,0	11,0	10,2
Σ ω-6-rasvhappeid total ω-6 fatty acids	24,0	21,0	14,6	23,2	21,5	17,0
ω-6 : ω-3	4,7	4,2	4,9	2,6	2,0	1,7

**Tabel 19.** Vutiliha rasvhappeline koostis (% üldlipiididest) 3% linaõli kasutamisel söödakomponendina  
**Table 19.** The content of fatty acids (% of total lipids) of quail meat in feeding 3% linseed oil

Rasvhape Fatty acid	Kontrollrühm Control group				Katserühm (söödas 3% linaõli) Trial group (in diet 3% linseed oil)			
	rinnaliha breast meat	reieliha leg meat	nahk skin	rasv fat	rinnaliha breast meat	reieliha leg meat	nahk skin	rasv fat
Müristiinhape Myristic acid C14:0	1,0	1,0	1,2	1,1	0,8	0,9	1,0	0,9
Palmitiinhape Palmitic acid C16:0	20,6	19,2	20,2	19,7	16,8	15,9	15,8	15,9
Palmitoleenhape Palmitoleic acid C16:1	5,6	4,0	6,3	6,6	5,6	4,8	6,0	5,8
Steariinhape Stearic acid C18:0	10,6	16,0	6,9	6,7	7,6	12,9	4,9	5,0
Oleiinhape Oleic acid C18:1	36,3	26,0	46,5	47,2	37,1	28,3	43,6	43,5
Linoolhape Linoleic acid C18:2 $\omega$ -6	15,9	16,5	16,3	16,1	18,2	18,5	18,3	19,3
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid C18:3 $\omega$ -3	1,4	1,3	1,7	1,5	8,1	6,7	9,6	9,0
Eikoseenhape Eicosenoic acid C20:1	0,5	0,2	0,6	0,9	0,5	0,3	0,5	0,8
Arahhidoonhape Arachidonic acid C20:4 $\omega$ -6	4,9	8,5	0,2	0,1	2,3	4,6	0,1	0,1
Eikosapentaenenhape Eicosapentaenoic acid C20:5 $\omega$ -3	0,3	0,5	0	0	0,6	1,1	0	0
Dokosapentaenenhape Docosapentaenoic acid C22:5 $\omega$ -3	0,4	0,8	0	0	0,3	0,6	0	0
Dokosaheksaenenhape Docosahexaenoic acid C22:6 $\omega$ -3	2,5	6,1	0,1	0,1	2,1	5,6	0,1	0,1
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid total $\omega$ -3 fatty acids	4,6	8,7	1,8	1,6	11,1	14,0	9,7	9,1
$\Sigma$ $\omega$ -6-rasvhappeid total $\omega$ -6 fatty acids	20,8	25,0	16,5	16,2	20,5	23,1	18,4	19,4
$\omega$ -6 : $\omega$ -3	4,5	2,9	9,2	10,1	1,8	1,7	1,9	2,1

2000. a. katse 3% linaõlisisaldusega söödaga andis vutiliha rikastamise mõttes veelgi paremaid tulemusi (tabel 19).  $\alpha$ -linoleenhappesisaldus vuttide erinevates kudedes tõusis keskmiselt 5 korda ( $P < 0,05$ ), nahas näiteks 1,3%-lt 9,6%-le, rasvas 1,5% 9,0%-le.  $\omega$ -3-rasvhapete üldine sisaldus lihastes suurenes keskmiselt 2 korda, kusjuures dokosapentaenenhappe ja dokosaheksaenenhappe sisaldused kontroll- ja katserühma vuttide lihastes oluliselt ei erinevad.

$\omega$ -6-rasvhapete sisalduses ei olnud standard- ja rikastatud ratsiooni kasutamise korral statistiliselt olulist vahet. Analüüsides ilmnes ka, et vuttide rasv ja nahk on tunduvalt oleiinhapperikkamad kui nende lihaskude.

Katsete tulemusena võib vutiliha ja -rasva rikastamiseks  $\omega$ -3-rasvhapetega soovitada 3% linaõli kasutamist vuttide ratsioonis.

9. ω-3 rasvhapete sisalduse suurendamine broilerilihas ja -rasvas lina- ja rapsiõli ning õlide segude kasutamisega ratsioonis

Kanabroileriliha dieetilisi omadusi ja selle rasvhapete sisaldust on alati kõrgelt hinnatud (Yau jt., 1991), kuid paljud inimesed ei julge süüa broilerite nahka selle kõrge rasvasisalduse tõttu. Käesolevas uurimuses selgitati, milline on rasvhapete vahekord kanabroilerite erinevates kehaosades ning milline on neis ω-3-rasvhapete osatähtsus. Tabel 20 annab võrdlusülevaate Tamsalu TERKO broilerite tavasöödaga (4% rapsiõli) söödud broilerite erinevate kehaosade rasva rasvhappelisest koostisest ja Tartu turult ostetud importbroilerite rasva vastavast koostisest.

**Tabel 20. Broileriliha rasvhappeline koostis (% üldlipiididest / n=6)**  
**Table 20. Fatty acid composition (% of total lipids) of broiler meat (n=6)**

Rasvhape Fatty acid		Rinnaliha Breast meat	Reieliha Leg meat	Nahk Skin	Sisemine rasv Abdominal fat	Importbroileri rasv Fat of imported broilers
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	22,4	18,6	19,5	20,5	24,8
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,0	4,4	4,7	4,7	7,7
Steariinhape Stearic acid	C18:0	8,6	9,5	5,3	5,4	6,7
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	33,8	35,9	44,0	43,9	41,6
Linoolhape Linoleic acid	C18:2ω-6	18,6	21,4	20,0	19,3	16,9
α-linoleenhape α-linolenic acid	C18:3ω-3	2,3	3,2	4,2	4,0	0,7
Eikoseenhape Eicosanoic acid	C20:1	0,7	0,6	0,9	0,8	0,4
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4ω-6	3,7	2,8	0,3	0,1	0,4
Eikosapentaenhape Eicosapentaenic acid	C20:5ω-3	1,2	0,6	0,1	0,1	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5ω-3	2,0	0,9	0,1	0,1	<0,05
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6ω-3	3,0	1,4	0,1	0,1	<0,05
Σ ω-3-rasvhappeid Total ω-3 fatty acids		8,5	6,1	4,5	4,3	0,8
Σ ω-6-rasvhappeid Total ω-6 fatty acids		22,3	24,2	20,3	19,4	17,3
ω-6 : ω-3		2,6	3,9	4,5	4,5	21,6

Analüüsid näitasid, et

- 1) ω-3-rasvhapete kogusisaldus on rinnalihaste lipiidides suhteliselt kõrge (P>0,05);
- 2) broilerite nahas ja sisemises rasvas on α-linoleenhapesisaldus ~ 1,5 korda kõrgem kui lihaskoe lipiidides, seega sobivad ka need tervislike toiduainete hulka (P<0,05);
- 3) ω-6-rasvhapete kogus broilerite erinevates kehaosades ei erine statistiliselt usutavalt;
- 4) Tamsalu TERKO söödaga söödud broilerite lihakeha lipiidides sisaldub 3–5 korda rohkem α-linoleenhapet kui importbroilerite lipiidides (P>0,05).

Katsest järeldub, et 4% rapsiõlisisaldusega ratsioon garanteerib broilerilihale ja -rasvale suhteliselt kõrge inimese tervisele kasulike ω-3-rasvhapete sisalduse. Samuti on selge, et importbroilerite veidi madalam hind ei kompenseeri nende lipiidides äärmiselt madalat ω-3-rasvhapete sisaldust. Tamsalu TERKO broilerite lihasrasvas oli samal ajal ω-6- ja ω-3-rasvhapete vahekord (2,6...4,5) lähedane inimtervise suhtes ideaalsele (4...5), importbroilerite rasvas oli see aga 21,6.

Et broilerilihas sisaldub suhteliselt vähe rasva, siis inimestevise ja -tootumise seisukohalt on oluline teada broilerite nahaaluse ja sisemise rasva rasvhappelise koostise. Erinevate söödaratsioonidega söödud broilerite rasvade rasvhapete omavahelised vahekorrad erinevad tunduvalt. Vastavad katsetulemused on toodud tabelites 21 ja 22.

**Tabel 21.** Kanabroilerite (n=3) nahaaluse rasva rasvhappeline koostis (% üldlipiididest)  
**Table 21.** Fatty acid composition (% of total lipids) of broiler's subcutaneous fat (n=3)

Rasvhape Fatty acid		Sööt sisaldas / Feed contained					
		1,5% rapsiõli 1.5% rape- seed oil	4% rapsiõli 4% rape- seed oil	1% linaõli + 4% rapsiõli 1% linseed oil + 4% rape- seed oil	1% linaõli + 5% rapsiõli 1% linseed oil + 5% rape- seed oil	1,5% linaõli + 3% rapsiõli 1,5% linseed oil + 3% rape- seed oil	Impor- ditud broilerid Fat of impor- ted broilers
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,5	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	14,9	21,7	12,9	17,7	20,2	24,3
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,5	4,6	2,6	4,3	5,2	9,4
Steariinhape Stearic acid	C18:0	5,0	6,1	3,8	5,8	6,5	5,3
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	49,6	43,8	48,1	48,0	43,5	42,8
Linoolhape Linoleic acid	C18:2 $\omega$ -6	22,9	18,1	24,0	18,1	15,2	16,6
$\alpha$ -linoleenhape $\alpha$ -linolenic acid	C18:3 $\omega$ -3	2,6	3,7	7,3	4,8	8,4	0,7
Eikoseenhape Eicosenoic acid	C20:1	1,0	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4 $\omega$ -6	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid	C20:5 $\omega$ -3	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5 $\omega$ -3	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6 $\omega$ -3	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid Total $\omega$ -3 fatty acids		2,7	4,0	7,4	4,9	8,5	0,8
$\Sigma$ $\omega$ -6-rasvhappeid Total $\omega$ -6 fatty acids		22,9	18,2	24,0	18,1	15,2	16,6
$\omega$ -6 : $\omega$ -3		8,5	4,6	3,2	3,7	1,8	20,8
$\Sigma$ küllastatud rasvhappeid $\Sigma$ saturated fatty acids		20,4	28,5	17,2	24,1	27,5	30,2

**Tabel 22.** Kanabroilerite (n=3) sisemise rasva rasvhappeline koostis (% üldlipiididest)  
**Table 22.** Fatty acid composition (% of total lipids) of broiler's abdominal fat (n=3)

Rasvhape Fatty acid		Sööt sisaldas / Feed contained					
		1,5% rapsiõli 1.5% rape- seed oil	4% rapsiõli 4% rape- seed oil	1% linaõli + 4% rapsiõli 1% linseed oil + 4% rape- seed oil	1% linaõli + 5% rapsiõli 1% linseed oil + 5% rape- seed oil	1,5% linaõli + 3% rapsiõli 1,5% linseed oil + 3% rape- seed oil	Impor- ditud broilerid Fat of impor- ted broilers
Müristiinhape Myristic acid	C14:0	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,6
Palmitiinhape Palmitic acid	C16:0	14,5	20,4	12,6	17,1	20,7	25,1
Palmitoleenhape Palmitoleic acid	C16:1	3,8	5,3	3,1	5,3	4,9	9,1
Steariinhape Stearic acid	C18:0	4,8	4,9	3,7	5,3	5,8	5,5
Oleiinhape Oleic acid	C18:1	50,3	44,4	48,2	47,8	42,3	42,0
Linoolhape Linoleic acid	C18:2ω-6	22,7	19,0	23,8	17,8	16,2	16,6
α-linoleenhape α-linolenic acid	C18:3ω-3	2,4	4,1	7,3	5,1	8,8	0,7
Eikoseenhape Eicosenoic acid	C20:1	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6	0,4
Arahhidoonhape Arachidonic acid	C20:4ω-6	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Eikosapentaenhape Eicosapentaenoic acid	C20:5ω-3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosapentaenhape Docosapentaenoic acid	C22:5ω-3	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dokosaheksaenhape Docosahexaenoic acid	C22:6ω-3	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Σ ω-3-rasvhappeid Total ω-3 fatty acids		2,5	4,3	7,4	5,2	8,9	0,8
Σ ω-6-rasvhappeid Total ω-6 fatty acids		22,7	19,1	23,8	17,8	16,2	16,6
ω-6 : ω-3		9,1	4,4	3,2	3,4	1,8	20,8
Σ küllastatud rasvhappeid Σ saturated fatty acids		19,8	26,0	16,8	22,9	27,2	31,2

Katsetulemused näitasid, et sisemise ja nahaaluse rasva rasvhappelises koostises ei olnud statistiliselt usutavaid erinevusi ( $P < 0,05$ ). Imporditud broilerite rasv sisaldas küllastatud rasvhappeid rohkem kui katserühmade broilerite rasv, enamikul juhtudel oli erinevus ka statistiliselt tõenäoline ( $P < 0,05$ ). Sisemise ja nahaaluse rasva ω-3-rasvhapete suhteline sisaldus ei erinenud üksteisest oluliselt. Imporditud broilerite rasvas oli ω-3-rasvhappeid 3...10 korda vähem kui spetsiaalsööta dega söödetud broilerite rasvas ( $P < 0,05...0,01$ ).

Katsest järeldub, et õlisegude kasutamisel broilerite söödas oli broilerite rasva ω-3-rasvhapete sisaldus statistiliselt usutavalt suurem kui ainult rapsiõli kasutamise korral. Rikastatud sööda kasutamise korral sisaldus



1 kg broilerilihas (rasvasisaldus ~8%) sama palju  $\omega$ -3-rasvhappeid kui 8...10  $\omega$ -3-rasvhapetega rikastatud tervisemunas.

#### 10. Tavaliste ja $\omega$ -3 rasvhapetega rikastatud vutimunade tarbimise mõju inimese verenäitajatele

$\omega$ -3-rasvhapete positiivne mõju inimese vereliistakute kleepuvuse vähendamisel ja kolesteroolitaseme alandamisel on leidnud kinnitust paljude teadlaste uurimustes.  $\omega$ -3-rasvhapetega rikastatud vutimunade mõju inimese verenäitajatele seni uuritud ei olnud. Noorte tervete meeste verenäitajate muutumist kahe nädalase igapäevase vutimunade söömise järel kajastavad tabelid 24 ja 25, söödud vutimunade rasvhappelise koostis tabel 23. Rikastatud vutimunade  $\omega$ -3-rasvhapete sisaldus oli ~3 korda kõrgem kui standardsetel vutimunadel. Peab lisama, et ka standardsetes vutimunades oli  $\omega$ -6- ja  $\omega$ -3-rasvhapete omavaheline suhe ideaalilähedane, nii et ka nendel peaks olema inimese verenäitajatele positiivne mõju.

**Tabel 23.** Tavaliste (n=8) ja rikastatud (n=8) vutimunade rasvhappeline koostis (% üldlipiididest)  
**Table 23.** The yolk (n=8) fatty acid composition of the quail eggs (% of total lipids)

Rasvhape <i>Fatty acid</i>	Standardsed vutimunad <i>Standard quail eggs</i>	Rikastatud vutimunad <i>Enriched quail eggs</i>
Müristiinhape C14:0 <i>Myristic acid</i>	0,4	0,5
Palmitiinhape C16:0 <i>Palmitic acid</i>	25,2	24,9
Palmitoleenhape C16:1 <i>Palmitoleic acid</i>	5,7	5,2
Steariinhape C18:0 <i>Stearic acid</i>	8,9	9,2
Oleiinhape C18:1 <i>Oleic acid</i>	48,8	48,4
Linoolhape C18:2 $\omega$ -6 <i>Linoleic acid</i>	7,7	7,2
$\alpha$ -linoleenhape C18:3 $\omega$ -3 <i><math>\alpha</math>-linolenic acid</i>	0,5	3,3
Eikoseenhape C20:1 <i>Eicosenoic acid</i>	0,2	0,1
Arahhidoonhape C20:4 $\omega$ -6 <i>Arachidonic acid</i>	1,6	1,3
Eikosapentaenhape C20:5 $\omega$ -3 <i>Eicosapentaenoic acid</i>	0,2	0,2
Dokosapentaenhape C22:5 $\omega$ -3 <i>Docosapentaenoic acid</i>	0,1	0,3
Dokosaheksaenhape C22:6 $\omega$ -3 <i>Docosahexaenoic acid</i>	0,9	1,6
$\Sigma$ $\omega$ -3-rasvhappeid <i>Total <math>\omega</math>-3 fatty acids</i>	1,7	5,4
$\Sigma$ $\omega$ -6-rasvhappeid <i>Total <math>\omega</math>-6 fatty acids</i>	9,3	8,5
$\omega$ -6 : $\omega$ -3	5,5	1,6

**Tabel 24.** Standardsete ja ω-3-rasvhapetega rikastatud vutimunade mõju inimese (n=25) vereliistakute agregatsioonile

Table 24. The effect of consumption of standard and omega-3 enriched quail eggs on platelet aggregation of human (n=25)

Verenäitaja <i>Measured blood parameters</i>	Standardset vutimunad <i>Standard quail eggs</i>	Rikastatud vutimunad <i>Enriched quail eggs</i>
Vereliistakute agregatsioon <i>Platelet aggregation %</i>		
spontaanne <i>spontaneous</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	2,6±1,3	3,8±1,8
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	3,0±1,6	3,1±2,3
indutseeritud 0,25 μM/l ADP <i>induced 0.25 μM/l ADP</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	4,3±2,4	7,9±6,9
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	5,6±3,6	6,4±6,0
indutseeritud 1,0 μM/l ADP <i>induced 1.0 μM/l ADP</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	23,3±25,4	37,4±29,5
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	28,4±25,5	29,9±28,2
indutseeritud 0,25 μM/l adrenaliiniga <i>induced 0.25 μM/l ADP</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	44,6±27,3	52,2±23,7
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	50,1±31,7	50,1±26,1
indutseeritud 0,25 μM/l ADP <i>induced 0.25 μM/l ADP</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	52,8±29,9	65,9±22,2
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	59,9±29,6	66,3±23,6

Katsetulemused ei vastanud päriselt erialakirjanduse põhjal eeldatule. Verenäitajate muutused polnud alati statistiliselt usutavad ja mõnel puhul saadi oodatule vastupidiseid tulemusi.

Standardsete ja rikastatud vutimunade mõju vereliistakute agregatsioonile oli erinev. Vutimunade kahe-nädalase söömise järel vereliistakute agregatsioon standardsete munade korral hoopis suurenes, rikastatud munade korral vastavalt eeldatule vähenes (3,8%-lt 3,1%-le). Ka agregatsiooni indutseerimise korral adeniinofosfaadi või adrenaliiniga olid suurenemis- ja vähenemistendentsid analoogilised. Vere kolesteroolisisaldust mõjutasid vutimunad vähe, standardsete munade söömise korral ilmnes tendents kolesteroolisisalduse vähenemisele, rikastatud munade korral suurenemisele. HDL-kolesterooli sisalduse osas oli mõlemal juhul mõju vähenemise suunas. Standardset vutimunad vähendasid veidi ka LDL-kolesterooli ja triglütseriidide sisaldust veres.

Vutimunade söömine ei mõjutanud oluliselt ka vere lipoproteiinide suhtelist sisaldust. Katse jooksul suurenes mõlemal juhul beetalipoproteiinide hulk, vähenes alfalipoproteiinide hulk.

**Tabel 25.** Standardsete ja  $\omega$ -3-rasvhapetega rikastatud vutimunade mõju inimese (n=25) vereseerumi lipiidi- ja lipoproteiinisaldusele

**Table 25.** The effect of consumption of standard and  $\omega$ -3 enriched quail eggs on content of serum lipids and lipoproteins in human blood (n=25)

Verenäitaja <i>Measured blood parameters</i>	Standardsed vutimunad <i>Standard quail eggs</i>	Rikastatud vutimunad <i>Enriched quail eggs</i>
Kolesterool <i>Cholesterol mmol/l</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	4,6±0,8	4,8±0,9
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	4,5±0,9	5,1±1,0
LDL-kolesterool <i>LDL cholesterol mmol/l</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	2,5±0,6	3,2±0,8
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	2,4±0,8	3,2±1,3
HDL-kolesterool <i>HDL cholesterol mmol/l</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	1,4±0,3	1,5±0,4
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	1,3±0,2	1,4±0,6
Triglütseriidid <i>Triglycerides mmol/l</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	1,6±0,6	1,1±0,7
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	1,4±0,6	1,2±0,7
Lipoproteiini fraktsioonid <i>Lipoprotein fractions %</i>		
külomikronid <i>chylomicrons</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	0,5±0,4	0,3±0,1
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	0,4±0,5	0,4±0,4
beetalipoproteiinid <i>betalipoproteins</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	54,9±7,5	51,5±5,9
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	53,6±9,4	52,7±5,8
prebeetalipoproteiinid <i>prebetalipoproteins</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	10,8±7,0	10,7±5,8
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	14,3±6,5	12,2±6,7
alfalipoproteiinid <i>alphalipoproteins</i>		
enne katset <i>before the trial</i>	33,9±10,9	37,5±6,8
2 nädala pärast <i>after 2 weeks</i>	31,4±9,8	34,7±6,9

Katse põhjal võib järeldada:

- 1) standardsete ja rikastatud vutimunade lisamine tervete noorte meeste menüüle ei vähendanud statistiliselt usutavalt nende vere kolesteroolisisaldust ega muutnud oluliselt lipoproteiinide vahetkorda;
- 2) ω-3-rasvhapetega rikastatud vutimunade tarbimine vähendas märgatavalt vereliistakute agregatsiooni (erinevus pole statistiliselt tõenäone), olles seega üheks infarktiohu ennetajaks.

## Kokkuvõte ja järeldused

ETFi grandil 3150 toetusel 1998...2000. a. läbi viidud katsed on andnud veendumuse, et ω-3-rasvhapete sisaldust kohalikes linnukasvatussaadustes on võimalik kohalike söötadega suurendada. Et ω-3-rasvhapetel ning ω-6- ja ω-3-rasvhapete omavahelisel suhtel on oluline osa südamehaiguste ennetamisel ja mitmete teiste haiguste ravil, peaks ω-3-rasvhapetega rikastatud toiduainetel olema väga vajalik koht elanikkonna toidusedelis.

ω-3-rasvhapetega rikastatud spetsiaalsete munade tootmise alustamine vabariigis suurendab ilmselt ka tarbijaskonna usaldust munade toiduks kasutamisel. Välismaa mõjul kipub ka meie elanikkonna hulgas levima eelarvamulik hoiak munade tarbimise kohta, kuna kardetakse munade suhteliselt kõrget kolesteroolisisaldust.

Uurimistöö tulemuste põhjal võib nentida ja soovitada järgmist.

1. Kohalike toorainete (rapsiõli, linaõli, linakook) kasutamisega kanade ja vuttide söödaratsioonides on võimalik munade ω-3-rasvhapete sisaldust tõsta 3...5 korda. Seejuures tuleb arvestada, et
  - ainult rapsiõli kasutamisega ei saada kanade munarebude ω-3-rasvhapete taseme tõstmisel soovitud tulemusi;
  - munakanade ratsioonides 4% linaõli pikemaajalisel kasutamisel halvenes kanadel ω-3-rasvhapete omastamisvõime ning langes ka kanade munemisintensiivsus;
  - ω-3-rasvhapete omastamisvõime maksimum asub 2-3 nädala piires alates katse algusest;
  - kanamunade rebu ω-3-rasvhapete taseme tõstmiseks on seniste katsete põhjal osutunud parimaks seguks sööt, mis sisaldab 2% rapsiõli, 1% linaõli ja 4% linakooki;
  - vutimunade rebu ω-3-rasvhapete sisaldust on võimalik edukalt suurendada 4% linaõli kasutamisega ratsioonis. Seejuures muutub inimese tervisele soodsamas suunas ka ω-6- ja ω-3-rasvhapete omavaheline suhe;
  - standardsöötade või ainult rapsiõli sisaldava ratsiooni kasutamisel ei mõjuta kanade erinevatesse krossidesse kuulumine oluliselt ω-3-rasvhapete omastamisvõimet. Õlisegude kasutamise korral omastavad ω-3-rasvhappeid paremini pruunikoorelisi mune munevad kanad;
  - standardsöötade kasutamise korral ei erinevad oluliselt erinevate kanakrosside ω-3-rasvhapete omastamisvõime.
2. Uurimistöö põhjal Tamsalu TERKO tootma hakatud ω-tervisemunad sisaldavad ω-3-rasvhappeid koguses, mis katab inimese päevase tarbe (0,39...0,47g). ω-6- ja ω-3-rasvhapete omavaheline suhe on seejuures ideaalne.
3. Kohalike söötade kasutamisega on võimalik suurendada vuti- ja broileriliha ω-3-rasvhapete sisaldust:
  - vutiliha ja -rasva rikastamiseks ω-3-rasvhapetega sobib ratsioon, milles on 3% linaõli;
  - 4% rapsiõlisisaldusega ratsioon annab broilerilihale mitmekordselt (~5 korda) suurema ω-3-rasvhapete sisalduse, kui seda on importbroileritel. ω-6- ja ω-3-rasvhapete omavaheline suhe on rikastatud broileriliha erinevatel osadel ja rasval 2,6...4,5, importbroilerirasval seejuures 5 korda kõrgem, s.o. 21.6;
  - õlisegude kasutamine suurendas broilerirasva ω-3-rasvhapete sisaldust rohkem kui ainult 4% rapsiõli kasutamine;
  - broileriliha ja -rasva rikastamiseks ω-3-rasvhapetega sobis paremini ratsioon, milles oli 1,5% lina- ja 3% rapsiõli;
  - õlisegude kasutamise korral söödas sisaldus 1 kg broilerilihaga sama palju ω-3-rasvhappeid kui oli 8...10 ω-3-rasvhapetega rikastatud tervisemunas;
  - taimeõlisid sisaldava sööda kasutamisel sisaldasid ka broilerinahk ja -rasv nii palju ω-3-rasvhappeid, et neid võis kasutada ω-3-rasvhapetega rikastatud tervisliku toiduainena.
4. Võrreldes tavaliste ja rikastatud vutimunade mõju tervete noorte meeste verenäitajatele, selgus:
  - kahepäevane tavaliste või rikastatud vutimunade tarbimine ei mõjutanud oluliselt vere kolesteroolisisaldust;
  - rikastatud vutimunad mõjusid vereliistakute nii spontaanset kui ka indutseeritud agregatsiooni (kleepuvust) vähendavalt, mistõttu vähenes ka infarktioht.

## Kirjandus

- Bitman, J., Wood, D. L. Cholesterol and cholesteryl esters of eggs from various avian species. – Poultry Science, 59, p. 2014...2023, 1980.
- Farrell, D. J. The importance of eggs in a healthy diet. – Poultry International, 1997, September, p. 72...78.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G. A. simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. – Journal of Biochemical Chemistry, 226, p. 497...509, 1957.
- Food sources of alpha-linolenic acid (ALA). – Internet, i.a. – <http://flaxcouncil.ca/flaxcouncil.ca/flaxnut15.htm>
- Hämmal, J., Tikk, V.  $\omega$ -3- ja  $\omega$ -6-rasvhapped, nende sisaldus söötades, linnukasvatussaadustes ja mõju inimese tervisele (kirjanduse ülevaade). – Agraarteadus, nr. 2, lk. 89...122, 1999.
- ISA brown. Commercial Layers. Management Guide. – Worldwide Layer Breeder Operations, France, 1998. – 32 p.
- Leskanich, C. O., Noble, R. C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. – World's Poultry Science Journal, 53, 6, p. 155...183, 1997.
- Products for the food and pharmaceutical industry. – Technical information of BASF Health & Nutrition, i.a. – 173 p.
- Scheideler, S. E., Jaroni, D., Froning, G. W. Strain and age effects on egg composition from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. – Poultry Science, 77, 2, p. 192...196, 1998.
- Shanaway, M. M. Quail production systems. A review. – Food and Agriculture Organisation of the United Nations. – Roma, 1994. – 145 p.
- The importance of eggs in a healthy diet. – Poultry International, September, p. 72...76, 1997.
- Tikk, H., Piirsalu, M. Põllumajanduslindudele soovitatavad söötmisnormid Eestis. – Tartu, 1997. – 90 lk.
- Yau, J.-C., Denton, J. H., Bailey, C. A., Sams, A. R. Customizing the fatty acid content of broiler tissues. – Poultry Science, 70 p. 167...172, 1991.