

LINAÕLI KASUTAMINE KANABROILERI-, VUTI- JA KÜÜLIKULIHA LIPIIDIDE RIKASTAMISEKS Ω -3-RASVHAPETEGA

A. Lember, H. Tikk, V. Tikk, K. Tamm, A. Karus, S. Kuusik, M. Rei

Eesti Maaülikool

Viimasel aastakümnel on ω -6- ja ω -3-rasvhapete õige vahekord olnud toiduteaduses enim diskuteeritav probleem. Läänemaailmas on kaasajal peamiseks rasvaallikateks taimsed rasvad, kusjuures tavainimese ratsioonis on ω -6/ ω -3-rasvhapete vahekord 15 ja rohkem. Rahva tervise eest seisvate organisatsioonide soovitus on seejuures, et inimese päevasest energiatarbist moodustaks α -linoleenhape (ALA, C18:3 ω -3) 1% ja eikosapentaenhape (EPA, C20:5 ω -3) koos dokosaheksaenhappega (DHA, C22:6 ω -3) 0,3%.

EPA+DHA selline päevane tarbenorm on tunduvalt kõrgem, kui Euroopa ja Põhja-Ameerika elanikud tavalise päevase toiduratsiooniga saavad. Belgias läbiviidud uurimustes moodustas EPA+DHA inimeste päevase ratsiooni kogue energiast ainult 0,12% (290 mg), millest 45% saadi kalast (Arnouts, 2005). Uurimistöös tehakse järeldus, et munades, piimas ja lihas tuleb tõsta ω -3-rasvhapete kontsentratsiooni, rikastades neid määrani, mis tagaks nende päevase tarbenormi tavainimese ratsioonis.

Ulatuslikult on ω -6- ja ω -3-rasvhapete osatähtsust ja nende vahelist suhet võitluses südame-veresoonkonna haigustega uurinud paljud teadlased. Olgu siin näiteks toodud M. L. Burri jt (1989), A. P. Simopoulose (1991), W. E. Connor jt (1994) tööd. E. A. Siguel (1996) leidis, et polüküllastumata rasvhapete mõjul alaneb veres suhe üldkolesterool/HDL-kolesterool (kõrge tihedusega lipoproteiinid).

ω -3-rasvhapped kuuluvad polüküllastumata ühealuseliste karboksüülhapete hulka ning neil on oluline osa inimorganismi elutegevuses, näiteks prostaglandiinide sünteesil organismis. Sünteesitavad ained reguleerivad vere hüübimist ning arterite ahenemist-laienemist, vähendavad vere kolesteroolisisaldust, mõjutades samas ka rakkude ainevahetusprotsesse (Sardesai, Detroit, 1992; Salem, 1989; Cave, 1991; Ferretti *et al.*, 1991; Simopoulos, Salem, 1992). Inimese päevane ω -3-rasvhapete tarve on keskmiselt 0,4–0,8 g (Leskanich, Noble, 1997; Farrell, 1997; The importance..., 1998). Tavatoiduainete kasutamisel tekib inimesel ω -3-rasvhapete puudus. ω -3-rasvhappeid leidub küll rikkalikult külmade vete kalade rasvas ning mitmetes taimsetes õlides, kuid õli neelamine pole enamikule inimestest vastuvõetav. Mitmete firmade toodetavad ω -3-rasvhapeterikkad õlikapslid on aga kallid. Seetõttu on kogu maailmas asutud otsima võimalusi tavatoiduainete rikastamiseks ω -3-rasvhapetega.

Võtmesõnad: ω -3-rasvhapped, monoküllastumata rasvhapped, polüküllastumata rasvhapped, linaõli, liha lipiidide rasvhappeline koostis.

1. Seniseid tulemusi broileriliha ja -rasva rasvhappelise koostise mõjutamisel Eestis

EPMÜ loomakasvatusteaduste instituudis 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 (H. Tikk jt, 1999). Vuttide sööda 3% linaõli lisand suurendas ω -3-rasvhapete sisaldust (üldlipiidides) rinnalihastes 4,6%-lt 11,1%-le, reielihastes vastavalt 8,7%-lt 14,0%-le, nahas isegi 1,8%-lt 9,7%-le. Kanabroileriliha, õigemini selles leiduva rasva (kaasa arvatud sisemine rasv) rikastamiseks ω -3-rasvhapetega on Eestis EMÜ väikelooma ja linnukasvatuse osakonnas 1999. aastast alates läbi viidud rida katseid (Hämmal, V. Tikk, 1999; H. Tikk jt, 1999; Hämmal jt, 2000; Hämmal jt, 2001; X. Tikk, Лембер, 2003; Hämmal, 2004), kus broileritele söödeti lina ja rapsiõli ning nende segusid.

4% rapsiõli sisaldus broilerite tavasöödas andis kahe kuu jooksul broilerite üksikute kudede ω -3-rasvhapete sisalduseks üldlipiididest järgmised näitajad (V. Tikk jt, 2000): rinnaliha – 8,5; reieliha – 6,1; nahk – 4,5; sisemine rasv – 4,3%. 100 g broileri 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 kasutamist broilerite söödas ja nende mõju broilerirasva ω -3-rasvhapete sisaldusele (Hämmal jt, 2000). Katsete tulemused näitasid, et põhiliselt rapsiõli kasutades ei suudeta broilerirasva ω -3-rasvhapete sisaldust suurendada üle 4–7% üldlipiidide kogusest. Seda ei saa pidada küllaldaseks, et soovitada tarbijale hakata julgemini kasutama ka kanabroilerite nahka ja rasva.

2003. a broileritega läbiviidud linaõli söötmiskatses leiti, et

- 1) 2 ja 3% linaõli lisand kanabroilerite söödas ei mõjuta oluliselt broilerite keha anatoomilist koostist;
- 2) 2% linaõli lisand broilerite söödas suurendab ω -3-rasvhapete sisalduse broilerirasvas ligikaudu kahekordseks, kuid seda ei saa pidada küllaldaseks kanabroilerite nn terviseliha tootmiseks;
- 3) 3% linaõli lisand broilerite söödas suurendas ω -3-rasvhapete sisalduse broilerirasvas keskmiselt viiekordseks, seda juba ka kahepäevase söötmise korral;
- 4) 2 ja 3% linaõli lisamise tagajärjel muutus broilerite rasvas ω -6- ja ω -3-rasvhapete suhe inimese toitumise seisukohast väga soodsaks – 2% linaõli lisamisel 3,2-le, 3% linaõli lisamisel 1,7-le (H. Tikk, Lember, 2004).

1.1. Kanabroilerite liha ja rasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamine 2,5 ja 3,5% linaõli söötmisega

1.1.1. Katse põhjendus ja eesmärk

Seni läbiviidud katsetes söödeti lina- ja rapsiõliga rikastatud segajämsööta broileritele kogu kasvuperioodi (kuni 56 päeva) kestel või alates nende kasvatamise teisest kasvuperioodist, 29. elupäevast kuni tapmiseni. Et uued broilerikrossid saavad tapaküpseks üha varem, juba 37–39-päevastena, tuleb lühenedud teise kasvuperioodi kestel nende söödas ilmselt kasutada suuremaid õlikoguseid.

Eeltoodust lähtudes planeeriti käesolevas katses kanabroileritega

- uurida 10-päevase söötmisperioodi järel (29.–39. elupäeval) segajämsöötaatele lisatud 2,5 ja 3,5% linaõli mõju broileriliha ja rasva üldlipiidide ω -3-rasvhapete sisaldusele;
- uurida eeltoodud linaõli koguste mõju broilerite tapasaagisele ning jala- ja rinnalihaste osatähtsusele rümbas;
- uurida linaõliga söödatud broilerite liha maitseomadusi.

1.1.2. Katsete meetodika

Katse viidi läbi 8.–18. novembrini 2004. a A/S-s Tallegg ja kahes Tartumaa erafarmis Roiul ja Lasval. 8. novembril osteti Talleggist 40 28-päevast kanabroilerit, kellest moodustati erafarmides 2 katserühma, kummaski 20 broilerit.

I katserühma broilerite põhisoõdaks on broilerite granuleeritud segajämsööt, millele lisati 2,5% linaõli.

II katserühma broilerite põhisoõdaks on sama granuleeritud segajämsööt, millele lisati 3,5% linaõli. Põhisoõdaks olev granuleeritud kanabroilerite teise kasvujärgu segajämsööt sisaldas 21,2% toorproteiini ja 1 kg-s 13,2 MJ metaboliseeruvat energiat.

Kontrollrühma linnud kasvatati tapaküpseks samas Talleggi lindlas, kust pärinesid I ja II katserühma linnud. Nende söödaks oli sama granuleeritud segajämsööt mis I ja II katserühmas, kuid õli lisamata. I ja II katserühma ja kontrollrühma lindude katsetapmine toimus samal päeval, 18.11.04. Tapmisel võeti igalt linnult vereproov.

Igast rühmast kaaluti, valiti ja tapeti 10 lindu (5 emas- ja 5 isaslindu), tapetud lindude rümbad ja söödavad siseelundid kaaluti, rümbad jahutati. Rümbast eraldati rinna- ja jalalihased, need kaaluti ja võeti proovid zootehniliseks analüüsiks (kuivaine, toorproteiin, toortuhk ja toorrasv) ning rasvhappeliseks analüüsiks. Proovid rasvhapete määramiseks võeti iga linnu jalalihastest, sisemisest rasvast ja nahast koos nahaaluse rasvakihiga. Iga proov võeti kahes korduses: liha analüüsiks ja rasva rasvhappeliseks analüüsiks.

Katse lõpus toimus tapetud kontrollrühma ja 3,5% linaõli saanud (II katserühm) kanabroilerite keedetud rinnaliha (lõhn, konsistents, mälumisjäak, maitse), rinnalihast valmistatud puljongi ja kondipuljongi (värvus, läbipaistvus, rasva olukord, lõhn, maitse) organoleptiline degustatsioon.

1.1.3. Katsete tulemused

Tabelis 1.1 esitatud tulemused linaõli söötmise mõjust broilerite keha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogilisele koostisele näitavad mõnevõrra suuremat kana- ja kukkbroilerite kehamassi tapmisel, samuti suuremat lindude tapasaagist katserühmades võrreldes kontrollrühma lindudega.

Tabel 1.1. Sööda erineva linaõlisisalduse mõju kanabroilerite keha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogilisele koostisele (n=5) %

Näitaja	Söödas 2,5% linaõli		Söödas 3,5% linaõli		Kontrollrühm (linaõlita sööt)		
	I rühm		II rühm				
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	
Kehamass kg	1,99	2,31	1,73	2,14	1,79	2,06	
Rümba mass kg	1,50	1,74	1,28	1,57	1,28	1,48	
Tapasaagis %	75,38	75,32	73,99	73,36	71,49	72,02	
Söödavate rupskite väljatulek rümbast:							
kael	g	66,40	73,20	47,00	60,86	36,42	49,46
	%	4,45	4,20	3,68	3,87	2,85	3,34
süda	g	10,40	14,00	10,04	12,30	9,58	11,04
	%	0,70	0,81	0,79	0,78	0,75	0,75
maks	g	52,40	64,00	50,94	57,60	40,62	41,60
	%	3,49	3,67	3,99	3,67	3,17	2,81
lihasmagu	g	32,80	43,00	40,02	35,66	29,90	30,00
	%	2,22	2,47	3,17	2,27	2,34	2,02
Rinnalihased	g	367,20	378,80	340,96	397,84	343,29	368,22
rümbast	%	24,58	21,77	26,45	25,34	26,82	24,88
Jalalihased	g	322,80	336,00	284,20	355,61	297,98	330,78
rümbast	%	21,56	19,29	22,27	22,65	23,28	22,35

Materjali statistilisel töötlemisel osutus tõenäoseks ainult I rühma ja kontrollrühma lindude tapasaagiste diferents ($P < 0,05$). Teised tabelis 1.1 esitatud näitajate diferentsid osutusid rühmasisese varieeruvuse ja väikese arvu (5 isendit) tõttu mitteusutavaiks ($P > 0,05$).

Tabelis 1.2 esitatud broilerite rinna- ja jalalihaste keemilise analüüsi tulemused ei luba teha järeltõttu linaõli söötmise mõjust broilerite rinna- ja jalalihaste keemilisele koostisele, rühmadevahelised diferentsid nii rasva- kui ka valgusisalduse osas olid selleks liiga väikesed.

Tabel 1.2. Sööda erineva linaõlisisalduse mõju kanabroilerite lihaste keemilisele koostisele ($n=5$) %

Näitaja	Söödas 2,5% linaõli		Söödas 3,5% linaõli		Kontrollrühm (linaõlita sööt)	
	I rühm		II rühm			
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Rinnalihased:						
vett %	75,7	75,3	75,6	75,9	75,0	75,5
valku %	22,0	22,5	22,5	22,3	23,1	22,8
tuhka %	1,14	1,09	1,18	1,12	1,17	1,12
rasva %	1,6	1,4	1,2	1,2	1,4	1,1
Jalalihased:						
vett %	78,2	77,9	77,8	77,7	78,0	77,5
valku %	18,4	19,3	18,7	18,7	18,6	18,3
tuhka %	1,02	1,04	1,03	0,99	0,95	0,96
rasva %	2,8	2,5	2,8	3,2	2,9	3,2

Tabelites 1.3–1.9 on esitatud katse- ja kontrollrühmade kana- ning kukkbroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis (%-des lipiididest). Eeltoodud tabelites esitatud analüüsides ($n=5$) keskmiste andmete alusel saab teha järgmised üldistused.

1. Linaõli 2,5%-line söötmine (I katserühm) 10 päeva kestel suurendas ω -3-rasvhapete kogust kanabroilerite nahas ja nahaalusel rasvkoes, sisemises rasvas ja jalalihaste rasvas 3,8; 4,1 ja 3,6 korda, kukkbroileritel 3,3; 4,3 ja 4,2 korda. Absoluutväärtuses suurenes ω -3-rasvhapete sisaldus kanabroileritel 5,43; 7,16 ja 6,31%-le ning kukkbroileritel vastavalt 6,01; 7,31 ja 6,46%-le eeltoodud kudede lipiididest. Kontrollrühma kanabroileritel olid need näitajad 1,67, 1,74 ja 1,76%, kukkbroileritel 1,80; 1,72 ja 1,55%. Keskmiselt (♀♀+♂♂) suurenes I katserühmas ω -3-rasvhapete sisaldus nahas ja nahaalusel rasvas, sisemises rasvas ning jalalihaste rasvas vastavalt 3,1, 4,2 ja 3,9 korda.

2. Linaõli 3,5%-ne söötmine (II katserühm) 10 päeva kestel andis veelgi suuremat efekti ω -3-rasvhapete transformeerimise osas uuritud kudede lipiididesse. Kanabroileritel suurenes nahas ja nahaalusel rasvkoes, sisemises rasvas ja jalalihaste rasvas ω -3-rasvhapete kogus 4,2; 4,1 ja 4,5 korda, kukkbroileritel vastavalt 4,1; 5,1 ja 5,0 korda. Absoluutväärtuses suurenes ω -3-rasvhapete sisaldus kanabroileritel 6,95; 7,19 ja 7,98%-le ning kukkbroileritel vastavalt 7,39; 8,79 ja 7,74%-le nimetatud kudede lipiididest. Keskmiselt (♀♀+♂♂) suurenes II katserühmas ω -3-rasvhapete sisaldus eeltoodud kudedes 3,8; 4,6 ja 4,8 korda, seega märgatavalt rohkem kui I katserühma lindudel.

3. Olulisema osa määratud ω -3-rasvhapetest moodustas α -linoleenhape (18:3n3). Nahas ja nahaalusel ning sisemises rasvas oli pika ahelaga ω -3-rasvhapeid (20:5n3; 22:5n3 ja 22:6n3) ainult 0,20–0,76%, jalalihaste rasvas keskmiselt 1,90%.

4. ω -3-rasvhapete summaarne suurenemine toimus peamiselt α -linoleenhappe (18:3n3) arvel, vähem palmitiinhappe (16:0) ja oleiinhappe (18:1) sisalduse vähenemise tõttu uuritud kudede lipiidides.

5. Uuritud kudede lipiidide ω -6-rasvhapete sisaldus katse- ja kontrollrühmas usutavalt ei erinenud.

6. Linaõli 2,5- ja 3,5%-ne lisand söödas vähendas enamiku uuritud kudede lipiidides küllastunud ja monoküllastumata rasvhapete sisaldust, v.a jalaliha lipiidid, kus kanabroileritel oli see näitaja kõikides rühmades ühtlane. Kukkbroileritel rasvhapete sisaldus kudedes suurenes.

7. Linaõli söötisel suurenes kordi ω -3-rasvhapete sisaldus uuritud kudedes, ω -6-rasvhapete tase jäi aga suhteliselt stabiilseks. Seetõttu tabelites 1.3–1.9 esitatud ω -6 ja ω -3 suhe oli I katserühma lindude uuritud kudedes võrreldes kontrollrühmaga vähenenud 3,3–4,1 korda, II katserühmas 4,2–5,0 korda. Katserühmades oli see suhe nahas ja nahaalusel rasvas 3,42–4,64, sisemises rasvas 2,87–5,58, jalalihaste rasvas 3,65–4,31. Kontrollrühma lindudel oli see näitaja vastavalt 14,50–14,64, 15,34–16,60 ja 15,78–18,75.

8. Hästi seonduvad kontrollrühma lindude erinevate kudede rasvhappelise analüüsi andmed tabelis 1.9 esitatutega. Veidi suurem ω -3-rasvhapete sisaldus tabelis 1.9 esitatud analüüsil viitab 3–5% maisi- või rapsiõli sisaldusele broilerite lõppratsioonis.

9. Esitatud ω -3-rasvhapete kogused tagaksid 100 grammi I katserühma kukkbroilerite nahka ja nahaalust rasvkudet (sisaldab 64,0% rasva), sisemist rasva (sisaldab 90% rasva) ja jalalihaseid (sisaldavad 8,5% rasva) tarbides täiskasvanud inimesele ω -3-rasvhapete 4,8-, 8,2- ja 0,7 kordse päevase tarbenormi (0,8 g). Sama rühma kanabroilerite puhul oleksid vastavad arvud 4,4, 8,0 ja 0,6 päevast ω -3-rasvhapete tarbenormi.

3,5% linaõli söötisel broileritele segajõusööda koostises on eeltoodud näitajad veelgi kõrgemad.

10. Kontrollrühma ja II katserühma (3,5% linaõli söödas) broilerite rinnaliha, rinnaliha- ja kondipuljongi degusteerimise tulemused olid paremad kontrollrühmas. 5-pallises hindamissüsteemis (34 degustaatorit) oli kontrollrühma broilerite keedetud rinnaliha lõhn 0,38 (absoluutväärtus 4,49) ja maitse 0,30 (absoluutväärtus 4,47) hindepalli võrra paremad. Rinnaliha puljongi degusteerimise tulemused olid samasuunalised, vastavalt 0,41 (4,35) ja 0,14 (4,38) ning 0,03 (3,56) ja 0,30 (3,71) hindepalli.

Et fikseeritud lõhna ja maitse absoluutnäitajad olid kõrged, ei ole 3,5% linaõli söötmine broileritele oluliselt mõjutanud broileriliha maitseomadusi, veelgi väiksem on see mõju ilmselt 2,5% linaõli söötmisel.

Tabel 1.3. I katserühma kanabroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse		Sisemine		Jalalihaste	
	rasvaga		rasv		rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
14:0 müristiinhape	0,60	0,04	0,67	0,03	0,78	0,14
15:0 pentadekaanhape	0,08	0,02	0,09	0,02	0,08	0,03
16:0 palmitiinhape	19,71	1,08	20,28	1,16	20,99	1,44
16:1 palmitoleenhape	3,84	0,72	3,70	0,73	3,08	0,72
17:0 heptadekaanhape	0,18	0,07	0,12	0,02	0,15	0,07
17:1 heptadetsenhape	0,05	0,03	0,03	0,02	0,10	0,04
18:0 steariinhape	5,39	0,69	5,84	0,48	6,41	1,02
18:1 oleiinhape	39,06	0,82	36,12	1,19	35,71	2,00
18:2n6 linoolhape	24,66	1,01	25,07	1,09	23,99	0,88
18:3n3 α -linoleenhape	5,23	0,48	6,88	0,92	5,38	0,61
20:0 eikosaanhape	0,08	0,02	0,04	0,02	0,09	0,02
20:1 eikoseenhape	0,37	0,06	0,33	0,04	0,32	0,03
20:2n6 eikosadienhape	0,16	0,05	0,17	0,02	0,41	0,20
20:4n6 arahhidoonhape	0,22	0,01	0,20	0,07	1,33	0,74
20:5n3 eikosapentaenhape	0,04	0,03	0,12	0,03	0,21	0,07
22:4n6 dokosatetraenhape	0,17	0,02	0,18	0,02	0,25	0,12
22:5n3 dokosapentaenhape	0,10	0,01	0,11	0,03	0,48	0,26
22:6n3 dokosaeksaenhape	0,06	0,01	0,05	0,01	0,24	0,21
Küllastunud rasvhapped	26,06	1,12	27,04	1,24	28,50	2,23
Monoküllastumata rasvhapped	43,79	0,78	40,81	1,44	39,30	2,52
n6 polüküllastumata rasvhapped	25,21	1,00	25,62	1,12	25,98	1,23
n3 polüküllastumata rasvhapped	5,43	0,50	7,16	0,92	6,31	0,40
n6/n3	4,64	0,61	5,58	0,53	4,13	0,33
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,38	0,01	0,55	0,04	1,98	1,05
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,20	0,03	0,28	0,04	0,93	0,51

Tabel 1.4. I katserühma kukkbroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse		Sisemine		Jalalihaste	
	rasvaga		rasv		rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
14:0	0,61	0,06	0,66	0,04	0,77	0,08
15:0	0,07	0,02	0,07	0,01	0,11	0,01
16:0	19,53	1,59	19,70	0,90	20,68	0,88
16:1	4,35	0,72	3,99	0,75	2,76	0,63
17:0	0,17	0,03	0,12	0,02	0,15	0,05
17:1	0,06	0,04	0,03	0,03	0,14	0,12
18:0	5,09	0,42	5,16	0,70	6,96	0,72
18:1	38,40	1,51	36,63	1,51	33,74	2,57
18:2n6	24,73	2,97	25,39	1,89	24,10	1,91
18:3n3	5,60	0,58	6,63	0,31	4,58	0,80
20:0	0,07	0,02	0,05	0,01	0,11	0,08
20:1	0,33	0,04	0,28	0,09	0,32	0,07
20:2n6	0,18	0,03	0,21	0,05	0,62	0,25
20:4n6	0,32	0,06	0,14	0,05	2,65	1,10
20:5n3	0,09	0,02	0,14	0,03	0,45	0,19
22:4n6	0,09	0,03	0,26	0,08	0,43	0,19
22:5n3	0,21	0,08	0,38	0,13	1,01	0,43
22:6n3	0,10	0,02	0,16	0,04	0,42	0,19
Küllastunud rasvhapped	25,54	1,95	26,23	0,69	28,79	1,22
Monoküllastumata rasvhapped	43,80	2,09	41,77	2,46	37,06	3,09
n6 polüküllastumata rasvhapped	25,32	3,00	25,71	2,07	27,80	2,77
n3 polüküllastumata rasvhapped	6,01	0,57	7,31	0,13	6,46	0,41
n6/n3	4,21	0,44	3,52	0,33	4,31	0,45
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,59	0,06	0,40	0,14	3,70	1,49
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,40	0,012	0,70	0,21	1,88	0,79

Tabel 1.5. II katserühma kanabroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse		Sisemine		Jalalihaste	
	rasvaga		rasv		rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
14:0	0,61	0,05	0,56	0,05	0,72	0,15
15:0	0,07	0,01	0,06	0,01	0,10	0,02
16:0	19,58	1,61	19,44	1,56	20,82	2,20
16:1	4,06	0,81	3,95	0,97	2,50	0,76
17:0	0,16	0,04	0,11	0,02	0,19	0,06
17:1	0,03	0,01	0,08	0,03	0,18	0,20
18:0	5,18	0,43	4,98	0,69	6,95	1,49
18:1	38,10	1,06	38,43	1,56	30,70	3,73
18:2n6	24,25	1,41	24,22	1,28	24,70	1,23
18:3n3	6,38	0,75	6,43	0,60	5,26	1,83
20:0	0,05	0,03	0,03	0,01	0,14	0,03
20:1	0,37	0,11	0,33	0,06	0,30	0,13
20:2n6	0,24	0,07	0,21	0,04	0,90	0,41
20:4n6	0,23	0,05	0,12	0,02	3,24	1,53
20:5n3	0,05	0,05	0,04	0,01	0,69	0,31
22:4n6	0,12	0,04	0,29	0,06	0,58	0,38
22:5n3	0,31	0,11	0,43	0,19	1,36	0,62
22:6n3	0,21	0,04	0,29	0,08	0,67	0,37
Küllastunud rasvhapped	25,64	1,57	25,18	1,58	28,91	3,55
Monoküllastumata rasvhapped	43,44	1,16	44,01	1,81	33,82	4,28
n6 polüküllastumata rasvhapped	24,60	1,45	24,94	1,29	29,43	1,54
n3 polüküllastumata rasvhapped	6,95	0,72	7,19	0,60	7,98	0,83
n6/n3	3,54	0,29	3,47	0,29	3,72	0,41
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,59	0,07	0,62	0,10	4,73	2,24
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,57	0,08	0,76	0,26	2,72	1,25

Tabel 1.6. II katserühma kukkbroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse		Sisemine		Jalalihaste	
	rasvaga		rasv		rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
14:0	0,61	0,05	0,66	0,04	0,72	0,13
15:0	0,05	0,01	0,07	0,01	0,12	0,10
16:0	19,49	1,30	20,04	1,11	20,35	1,17
16:1	3,81	0,57	3,54	0,69	2,48	0,57
17:0	0,12	0,04	0,10	0,03	0,22	0,17
17:1	0,07	0,04	0,07	0,03	0,17	0,16
18:0	5,24	0,69	5,66	0,62	6,76	1,80
18:1	37,56	1,52	35,46	1,43	32,87	4,74
18:2n6	24,68	1,70	24,70	1,29	24,51	1,72
18:3n3	6,86	1,51	8,19	1,53	5,68	1,47
20:0	0,05	0,01	0,04	0,03	0,09	0,02
20:1	0,33	0,04	0,34	0,06	0,31	0,07
20:2n6	0,19	0,03	0,21	0,04	0,63	0,34
20:4n6	0,24	0,07	0,15	0,04	2,52	1,82
20:5n3	0,07	0,04	0,05	0,02	0,45	0,27
22:4n6	0,16	0,03	0,17	0,04	0,51	0,41
22:5n3	0,28	0,08	0,21	0,07	1,11	0,79
22:6n3	0,19	0,06	0,34	0,11	0,50	0,35
Küllastunud rasvhapped	25,57	1,81	26,57	1,22	28,25	2,85
Monoküllastumata rasvhapped	42,58	1,93	40,34	1,92	35,93	5,24
n6 polüküllastumata rasvhapped	25,27	1,75	25,23	1,31	28,16	3,03
n3 polüküllastumata rasvhapped	7,39	1,54	8,79	1,54	7,74	0,85
n6/n3	3,42	0,67	2,87	0,53	3,65	0,28
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,59	0,21	0,53	0,18	3,66	2,51
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,54	0,20	0,60	0,21	2,06	1,40

Tabel 1.7. Kontrollrühma kanabroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse rasvaga		Sisemine rasv		Jalalihaste rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
	14:0	0,59	0,04	0,58	0,05	0,69
15:0	0,08	0,02	0,08	0,01	0,11	0,05
16:0	22,38	0,88	21,64	0,54	21,11	0,66
16:1	4,89	0,67	4,75	0,51	4,16	0,63
17:0	0,09	0,03	0,13	0,02	0,17	0,04
17:1	0,04	0,02	0,08	0,05	0,24	0,23
18:0	5,14	0,44	4,99	0,27	6,21	1,16
18:1	40,41	1,60	40,71	1,61	37,69	3,71
18:2n6	23,43	0,73	24,05	1,62	24,27	1,47
18:3n3	1,38	0,16	1,36	0,15	1,27	0,15
20:0	0,04	0,01	0,04	0,01	0,06	0,02
20:1	0,46	0,09	0,40	0,07	0,36	0,07
20:2n6	0,31	0,08	0,43	0,07	0,97	0,58
20:4n6	0,29	0,09	0,16	0,04	1,78	1,09
20:5n3	0,02	0,01	0,09	0,02	0,14	0,17
22:4n6	0,18	0,04	0,22	0,05	0,41	0,26
22:5n3	0,15	0,03	0,16	0,03	0,26	0,17
22:6n3	0,12	0,03	0,13	0,02	0,10	0,14
Küllastunud rasvhapped	28,32	1,26	27,45	0,66	28,36	1,86
Monoküllastumata rasvhapped	46,57	1,93	46,97	1,84	42,51	4,05
n6 polüküllastumata rasvhapped	24,21	0,70	24,87	1,64	27,43	2,06
n3 polüküllastumata rasvhapped	1,67	0,16	1,74	0,15	1,76	0,31
n6/n3	14,50	1,41	16,60	1,44	15,78	1,82
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,78	0,17	0,81	0,19	3,16	1,90
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,29	0,06	0,38	0,11	0,50	0,45

Tabel 1.8. Kontrollrühma kukkbroilerite erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk koos nahaaluse rasvaga		Sisemine rasv		Jalalihaste rasv	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
	14:0	0,61	0,04	0,59	0,08	0,69
15:0	0,09	0,01	0,09	0,04	0,13	0,08
16:0	21,40	0,97	20,92	1,40	21,03	0,87
16:1	4,69	1,12	4,67	0,85	4,08	0,64
17:0	0,11	0,02	0,15	0,05	0,16	0,05
17:1	0,04	0,02	0,06	0,04	0,15	0,07
18:0	4,92	0,77	4,54	0,59	5,69	1,13
18:1	39,33	1,03	40,42	1,21	37,89	2,75
18:2n6	25,71	2,61	25,66	2,10	25,22	2,51
18:3n3	1,45	0,06	1,33	0,11	1,13	0,18
20:0	0,06	0,03	0,06	0,02	0,05	0,01
20:1	0,40	0,03	0,39	0,06	0,38	0,14
20:2n6	0,28	0,04	0,32	0,05	0,78	0,47
20:4n6	0,40	0,07	0,21	0,07	1,80	0,79
20:5n3	0,03	0,02	0,08	0,03	0,08	0,04
22:4n6	0,16	0,04	0,20	0,06	0,41	0,19
22:5n3	0,17	0,03	0,18	0,06	0,23	0,11
22:6n3	0,15	0,03	0,13	0,02	0,10	0,08
Küllastunud rasvhapped	27,18	1,22	26,35	1,53	27,76	1,97
Monoküllastumata rasvhapped	45,23	1,99	46,46	1,36	42,53	2,76
n6 polüküllastumata rasvhapped	26,55	2,58	26,39	2,15	28,21	2,28
n3 polüküllastumata rasvhapped	1,80	0,08	1,72	0,11	1,55	0,28
n6/n3	14,64	1,64	15,34	0,59	18,75	3,89
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,84	0,18	0,73	0,27	2,99	1,32
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,35	0,11	0,39	0,12	0,41	0,21

Tabel 1.9. Tartu turult ostetud importbroileri koiva erinevate kudede lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Nahk	Rasv	Liha
14:0	0,49	0,46	0,57
15:0	0,06	0,05	0,07
16:0	24,00	24,14	23,49
16:1	5,54	5,53	4,88
17:0	0,14	0,15	0,18
17:1	0,12	0,08	0,26
18:0	4,54	4,34	6,93
18:1	41,18	41,89	36,55
18:2n6	20,41	20,26	21,25
18:3n3	2,08	2,09	1,80
20:0	0,02	0,01	0,04
20:1	0,32	0,33	0,20
20:2n6	0,12	0,04	0,66
20:4n6	0,23	0,12	2,23
20:5n3	0,05	0,04	0,10
22:4n6	0,52	0,36	0,44
22:5n3	0,11	0,06	0,24
22:6n3	0,07	0,05	0,11
Küllastunud rasvhapped	29,25	29,15	31,28
Monoküllastumata rasvhapped	47,84	48,30	42,04
n6 polüküllastumata rasvhapped	21,28	20,78	24,58
n3 polüküllastumata rasvhapped	2,31	2,24	2,25
n6/n3	9,21	9,28	10,92
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,87	0,52	3,33
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,23	0,15	0,45

1.1.4. Kokkuvõte ja järeldused

Katse eesmärgiks oli broilerite söödale 2,5 ja 3,5% linaõli lisamise ja selle 10 päevase söötmisega suurendada erinevate kudede lipiidides ω -3-rasvhapete sisaldust sellises koguses, mis lubaks broilerite nahka koos nahaaluse rasvaga ja sisemist rasva kasutada südame-veresoonkonna jt haigusi ennetava (ravi)toiduainena. Eeltoodule lisaks uuriti ka linaõli mõju broilerite keha ja lihakeha morfoloogiale ja broileriliha keemilisele koostisele ning maitseomadustele.

Katsest selgus, et

- 2,5 ja 3,5% linaõli lisamine broilerite söödale mõjutas usutavalt kõikidest katserühmadest ainult I katserühma kana- ja kukkbroilerite tapasaagist. Ülejäänud näitajate osas usutavaid diferentse ei leitud;
- linaõli lisamine broilerite söödale ei mõjutanud nende rinna- ja jalalihaste keemilist koostist;
- 2,5% linaõli lisamine 10 päeva kestel suurendas broilerite nahas ja nahaaluses rasvas, sisemises rasvas ja jalalihaste rasvas ω -3-rasvhapete kogust kanabroileritel vastavalt 3,8; 5,1 ja 3,0 korda, kukkbroileritel vastavalt 3,8, 5,1 ja 4,2 korda. 3,5% linaõli lisamisel olid need näitajad (♀♀) vastavalt 4,6; 4,8 ja 4,5 ning (♂♂) 4,7; 6,2 ja 5,0 korda suuremad;
- broileritele 2,5 ja 3,5% linaõli söötmine segajõusööda koostises tõstis uuritud kudedes ω -3-rasvhapete koguse tasemele, mis võimaldab ω -3-rasvhapetega rikastatud broilerite nahka koos nahaaluse rasvaga ja sisemist rasva kasutada kui väärtuslikke toiduaineid;
- samaaegselt ω -3-rasvhapete sisalduse suurenemisega uuritud kudedes vähenes kordades ω -6- ja ω -3-rasvhapete suhe, mis tunduvalt tõstis rikastatud kudede hinnalisust toitumisteaduse seisukohalt;
- degusteerimisel osutusid uuritud näitajad kontrollrühma lindude lihas mõnevõrra paremaiks kui 3,5% linaõli saanud lindude lihas;
- broilerite liha rikastamiseks ω -3-rasvhapetega sobib antud katseandmeid aluseks võttes neile 10 päeva kestel enne realiseerimist 2,5% linaõli söötmine segajõusööda koostises. 3,5% linaõli söötmine on mõnevõrra kallim, ω -3-rasvhapete kogused kudedes on küllaldased ka 2,5% linaõli korral ja arvatavasti paranevad sel puhul ka liha degusteerimishäitajad.

2. Vutibroilerite liha kvaliteedi tõstmine ω -3-rasvhapetega rikastamise abil

2.1. Katsete põhjendus ja eesmärk

Tavatoiduainete rikastamine ω -3-rasvhapetega, koronaarhaigusi, vähktõbe ja rida teisi haigusi ennetavate ainete, on nüüdisajal eesmärgiks paljudes maailma riikides.

Vutiliha on üldtunnustatud dieettoiduaine. Vutiliha üldlipiididest moodustavad ω -3-rasvhapped keskmiselt 1,4% (Decker, Cantor, 1992).

Erialases kirjanduses puuduvad andmed vutiliha rikastamise kohta ω -3-rasvhapetega, v.a EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi väikelooma ja linnukasvatuse osakonnas tehtud uurimistööd.

1998. a söödeti Järveotsa vutifarmis 21–42-päevastele vutibroileritele segajõusööda koostises 4% linaõli. Rinna- ja reielihaga ning rasva analüüsides selgus, et ratsiooni rikastamine 4% linaõliga suurendas vuttide rinna- ja reielihaste ω -3-rasvhapete sisaldust võrreldes kontrollrühma näitajatega praktiliselt kahekordseks, rasvas 3,4-kordseks. Võrreldes kontrollrühma lindude rinna- ja reielihaste ning rasva α -linoleenhappe sisaldust katserühma lindude vastavate näitajatega, selgus, et viimaste α -linoleenhappe (18:3n3) sisaldus oli suurenenud vastavalt 2,6%-lt 7,8%-le, 2,3%-lt 5,7%-le ja 3,0%-lt 10,2%-le. Samal ajal suurenes dokosaheksaeenhappe (22:6n3) sisaldus reie- ja rinnalihastes vastavalt 1,2%-lt 2,2%-le ja 1,5%-lt 2,3%-le. Eikosapentaeenhapet (20:5n3) oli rasvas nii kontroll- kui ka katserühma proovides väga vähe, alla 0,05% (H. Tikk jt, 1999; Хяммал и др., 1999).

2000. a Järveotsa vutifarmis läbiviidud katse vutiliha rikastamiseks ω -3-rasvhapetega oli analoogne eeltooduga, kuid segajõusöödas kasutati katserühma vuttidele 3% linaõli ja lisaks uuriti ka naha (koos nahaaluse rasvaga) rasvhapete sisaldust, sest selgus, et vutirümba nahk sisaldab kuni 40% rasva. Võrreldes kontrollrühma näitajatega suurendas 3% linaõli lülitamine ratsiooni ω -3-rasvhapete sisaldust rinnalihaste lipiidides 2,4, reielihastes 1,6, nahas ja nahaaluses rasvas 5,4 ning rasvas 5,9 korda. Eeltoodud viisil rikastatud vutiliha tuleb lugeda väga perspektiivseks toiduaineks. 100 g vutirasva vastaks ω -3-rasvhapete sisalduselt seega 65-le ω -3-rasvhapetega rikastatud vutimunale. Rikastatud vutimuna ühes grammis rebus sisaldub 30 mg ω -3-rasvhappeid, 1 g-s nahas ja nahaaluses rasvas 39 ning sisemises rasvas 75 mg ω -3-rasvhappeid (Hämmal jt, 2001; H. Tikk jt, 2002; Hämmal, 2004).

Esitatud kahe katse tulemusena selgus, et vutid on võimelised ω -3-rasvhappeid lihaste, naha ja sisemise rasva lipiididesse talletama suuremal määral kui munarebu lipiididesse. 3% linaõli vutibroilerite segajõusöödas on küllaldane, et tõsta vutiliha väga tervisliku toiduaine tasemele.

Linaõli on küllalt kallis ja selle söötmine tõstaks oluliselt vutiliha omahinda, seepärast püüti alljärgnevalt esitatud kahe katse abil asendada vutibroilerite ratsioonis linaõli odavamate kohalike söötadega, linakoogi ja linaseemnetega.

2.2. Katsete meetodika

2.2.1. Vutiliha ja -rasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamine kohalike ω -3-rasvhapete poolest rikaste söötade abil (I katse)

2004. a septembris toimunud esimeses katses söödeti Järveotsa vutifarmis prantsuse lihatõugu noorvuttidele alates 21. elupäevast kuni 42. elupäevani lisaks vutitibude segajõusöödale: I katserühmas 8% linaseemneid; II katserühmas 10% linakoogi. Kontrollrühmas söödeti ainult segajõusööta.

Vutitibude segajõusööt sisaldas 22,6% toorproteiini ja 1 kg-s 12,85 MJ metaboliseeruvat energiat. Segajõusööt sisaldas ka 4% rapsiõli.

Linaseemned ja -kook võeti katsesse, asendamaks kallist linaõli, mis oli seni andnud häid tulemusi ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamisel linnukasvatussaadustes.

Katse- ja kontrollrühmi peeti võrdsetes tingimustes sügavallapanul tihedusega 50 lindu 1 m²-l. Sööt oli lindudel ees vabalt.

42-päevastelt tapeti igast katserühmast 5 emasvutti. Individuaalselt kaaluti linnud enne tapmist, hiljem nende lihakehad, kaelad, südamed, maksad, lihasmaod, rinna- ja jalalihased.

Keemiliselt analüüsiti segajõusöödad, vuttide väljaheidet, rinna- ja jalalihased. Rasvhappeline koostis analüüsiti söötadel, linaseemnetel, linakoogil, katselindude rinna- ja jalalihastel, nahal ja sisemisel rasval. Keemiline analüüs tehti EMÜ loomaarstiteaduskonna toiduteaduste osakonna laboratooriumis, rasvhappeline analüüs ökokeemia laboratooriumis.

2.2.2. Vutiliha ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamiseks kasutatavate kohalike söötade koguste täpsustamine (II katse)

Teine katse viidi läbi eelnevalt kirjeldatud katse tulemuste põhjal eesti tõugu vutibroileritega. Katse toimus 2004. a oktoobris-novembris Järveotsa vutifarmis. 5. oktoobril koorunud vutitibud kasvatati 1.–28. elupäevani sügavallapanul võrdsetes tingimustes ja ühesuguse söödaga. 28-päevastest vutitibudest moodustati 3 katserühma, igas 200 tibu, kes paigutati noorlindlas eraldi sektsioonidesse. Katsevuttide edasine söötmine oli

erinev: I rühm sai granuleeritud põhisoõta + 6% linaseemneid; II rühm granuleeritud põhisoõta + 12% linakooki. III rühm (kontrollrühm) sai granuleeritud põhisoõta, mis sisaldas 22,8% toorproteiini ja 12,68 MJ/kg metaboliseeruvat energiat.

Katsesöötmise algas 3. novembril. Katsevutte peeti võrdsetes tingimustes ja söödeti isukohaselt. 17. novembril, 42-päevaselt tapeti igast rühmast 5 keskmise kehamassiga isas- ja 5 emasvutti. Eriuuringuteks koguti neilt individuaalselt verd. Enne tapmist vutid kaaluti. Individuaalselt kaaluti ka vutirümbad, söödavad siseelundid (süda, maks, lihsmagu), rinnalihased ja jalalihased. Keemilisteks analüüsideks võeti proovid rinnalihastest, jalalihastest, nahast ja sisemisest rasvast. Kogutud proovidest määrati kuivaine, keemiliselt mineraalainete, toorproteiini ja toorrasva sisaldus ning proovides oleva rasva rasvhappeline koostis. Keemilised analüüsid tehti samades laboratooriumides, kus eelmise katse analüüsidki.

2.2.3. Kasutatud söötade keemiline koostis

Katses kasutatud söödaratsioonide keemiline koostis on kordamise vältimiseks toodud katsete tulemusi käsitlevas osas (tabel 2.4), kus nad on toitainete omastamise selgitamiseks vajalikud. Katsesöötade toorrasva- ja ω -3-rasvhapete sisaldus on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1. Katsesöötade toorrasva- ja ω -3-rasvhapete sisaldus

Söödad	Sisaldab	Toorrasv sisaldab	ω -3-rasvhapete sisaldus	ω -3-rasvhapete sisaldus
	toorrasva %	ω -3-rasvhappeid %	1 g söödas mg	päevases (30 g) ratsioonis mg
Linaseeme	32,77	47,77	157	–
Linakook	13,46	48,50	65	–
Segajõusööt lina- seemnetega (8%)	9,72	13,50	13	390
Segajõusööt lina- koogiga (10%)	5,94	23,71	14	420
Segajõusööt lisanditeta	4,73	10,77	5	150
Linaõli	96,00	52,97	509	–

2.3. Katsete tulemused

2.3.1. Vutiliha ja -rasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamine kohalike ω -3-rasvhapete poolest rikaste söötade abil (I katse)

2.3.1.1. Katsevuttide liha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogiline koostis

Katsetapmise ja sellele järgnenud keha ja lihakeha (rümba) anatoomilis-morfoloogilise analüüsi keskmised tulemused on esitatud tabelis 2.2.

Tabeli 2.2 andmetest selgub, et olulisi erinevusi põhinäitajate, tapasaagise ning rinna- ja jalalihaste osas katserühmade vutibroileritel ei esinenud. Veidi suurem, kui võrrelda linaseemne ja linakoogi katserühmade lindude näitajaid, oli linaseemnerühma vuttide tapasaagis ja rinnalihaste osatähtsus rümbas. Seega tuleks tapasaagise ja rinnalihaste osatähtsuse alusel eelistada linaseemnerühma söötmistüüpi.

Tabel 2.2. Linaseemnete ja -koogi mõju 42-päevaste emasvutibroilerite keha ja lihakeha koostisele (n=5)

Näitaja	Katserühm		
	I, söödas 8% linaseemneid	II, söödas 10% linakooki	kontrollrühm
Kehamass g	284,4	285,2	280,8
sellest			
lihakeha g	186,0	184,8	182,0
tapasaagis %	65,4	64,8	64,8
maks %	1,9	2,0	1,8
süda %	1,1	0,7	0,7
lihsmagu %	2,1	1,5	1,3
kael %	2,7	2,8	3,4
Lihakehast %			
rinnalihased	31,4	29,5	28,9
jalalihased	19,4	20,3	17,9

2.3.1.2. Katsevuttide liha, naha ja rasva keemiline koostis ning söötade seeduvus

Katsevuttide liha keemiline koostis on esitatud tabelis 2.3, millest selgub, et vutiliha oli küllaltki rasvarikas. Esitatud analüüside alusel sisaldasid rinnalihased 5,7–7,7% ja jalalihased 14,7–17,2% toorrasva. Kõige rohkem oli toorrasva linakoogi katserühma vuttide rinna- ja jalalihastes, vastavalt 7,72 ja 17,62%. Toorproteiini oli seevastu linakoogi katserühma vuttidel lihastes kõige vähem. Liha keemilise koostise analüüsi alusel tuleks eelistada linakoogirühma söötmistüüpi.

Katseperioodil määratud söötade ja lindude poolt väljutatud rooja analüüside alusel määrati lihtsustatult ka söödaratsioonide toitainete seeduvus (tabel 2.4).

Tabel 2.3. Katsevuttide liha keemiline koostis %

Katserühm ja lihaliik	Proov sisaldas			
	kuivainet	toorproteiini	toortuhka	toorrasva
Söödas 8% linaseemneid				
rinnalihased	29,85	22,88	1,28	5,69
jalalihased	34,46	18,26	1,19	15,01
Söödas 10% linakooki				
rinnalihased	31,22	22,21	1,29	7,72
jalalihased	36,18	17,64	0,92	17,62
Kontrollrühm				
rinnalihased	31,26	23,69	1,11	6,46
jalalihased	34,79	19,08	1,02	14,69

Tabelist 2.4 järeldub, et madalaim oli kõigi analüüsitud toitainete seeduvus linaseemnerühmas, eriti toorkiu osas. Järgnesid linakoogi- ja kontrollrühma lindude seeduvusnäitajad. Ilmselt vähendab linaseemnerühma lindude ratsiooni suur toorrasvasisaldus (9,72%) (vt tabel 2.1) mõnevõrra toitainete omastamist seedeprotsessis. Tabeli 2.4 alusel tuleks eelistada linakoogirühma söötmistüüpi.

Tabel 2.4. Toitainete omastamine vuttide poolt erinevatest ratsioonidest

Näitajad, %	Katserühmad		
	I, linaseeme 8%	II, linakook 10%	kontroll
Toorproteiin			
söödas	21,56	24,06	22,62
roojas	9,86	9,82	7,84
seeduvus	54,27	59,19	65,34
Toorrasv			
söödas	9,72	5,94	4,73
roojas	1,13	0,26	0,25
seeduvus	88,38	95,62	94,42
Toortuhk			
söödas	12,49	11,81	18,33
roojas	9,59	7,77	7,39
seeduvus	23,22	34,21	41,32
Toorkiud			
söödas	8,05	8,98	8,75
roojas	7,27	5,74	4,74
seeduvus	9,69	36,08	48,46

2.3.1.3. Katsevuttide liha, naha ja rasva rasvhappeline koostis

Katsevuttide rümpadelt eraldatud rinna- ja jalalihaste, naha ja sisemise rasva rasvhappeline koostis on esitatud tabelites 2.5, 2.6 ja 2.7. Nendes tabelites toodud andmete võrdlemisel selgub, et enamiku ω -3-rasvhapetest vuttide rasvas moodustab α -linoleenhape (C18:3n3), isegi kuni 98%. Kõigi kolme tabeli andmete võrdlemisel selgub ka, et suurim on rinnalihastes oleva rasva ω -3-rasvhapete sisaldus. Järgnevad jalalihaste, sisemise rasva ja nahas oleva rasva ω -3-rasvhapete sisaldus. Tabelitest selgub, et rohkem talletasid sisemisse rasva ja nahas olevasse rasva ω -3-rasvhappeid linaseemnerühma vutid

(7,29 ja 5,97%), veidi vähem linakoogirühm (6,96 ja 5,12%). Võrrelduna kontrollrühma lindudega sisaldas linaseemnerühma vuttide sisemine rasv 2,6 ja nahas olev rasv 2,4 korda rohkem ω -rasvhappeid. Linakoogirühmas olid vastavad näitajad 2,5 ja 2,0 korda suuremad.

Tabel 2.5. Kontrollsöödale lisatud 8% linaseemnete mõju vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappelisele koostisele (% üldlipiididest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihased	Jalalihased	Nahk	Sisemine rasv
C14:0	0,79	0,87	0,80	0,73
C16:0	14,92	14,18	14,37	13,20
C16:1	3,65	4,42	4,35	3,54
C18:0	5,07	3,59	4,00	3,49
C18:1	34,07	36,87	42,35	38,28
C18:2n6	30,62	30,89	27,32	32,68
C18:3n3	7,24	7,55	5,86	7,22
C20:0	0,12	0,09	0,11	0,10
C20:1	0,66	0,68	0,63	0,63
C20:4n6	1,11	0,25	0,09	0,05
C20:5n3	0,47	0,20	0,05	0,06
C22:5n3	0,12	0,10	×	×
C22:6n3	1,17	0,30	0,06	0,01
∑ Küllastunud rasvhapped	20,90	18,73	19,28	17,52
∑ Monoküllastumata rasvhapped	38,38	41,97	47,33	42,45
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	31,73	31,14	27,41	32,73
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	9,00	8,15	5,97	7,29
n6/n3	3,53	3,82	4,59	4,49

Tabel 2.6. Kontrollsöödale lisatud 10% linakoogi mõju vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappelisele koostisele (% üldlipiididest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihased	Jalalihased	Nahk	Sisemine rasv
C14:0	0,76	0,78	0,72	0,77
C16:0	15,37	15,02	14,60	13,25
C16:1	3,28	3,59	4,03	3,50
C18:0	5,43	4,67	3,82	3,77
C18:1	33,27	36,92	42,52	38,21
C18:2n6	32,02	30,49	28,46	32,73
C18:3n3	6,90	6,62	5,06	6,92
C20:0	0,12	0,09	0,07	0,12
C20:1	0,57	0,53	0,58	0,66
C20:4n6	0,97	0,43	0,07	0,04
C20:5n3	0,32	0,18	0,03	0,03
C22:5n3	0,09	0,08	×	×
C22:6n3	0,90	0,60	0,03	0,01
∑ Küllastunud rasvhapped	21,68	20,56	19,21	17,91
∑ Monoküllastumata rasvhapped	37,12	41,04	47,13	42,37
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	32,99	30,92	28,53	32,77
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	8,21	7,48	5,12	6,96
n6/n3	4,02	4,13	5,57	4,71

Tabel 2.7. Kontrollsöödaga söödud vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappeline koostis (% üldlipiidest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihased	Jalalihased	Nahk	Sisemine rasv
C14:0	0,71	0,77	0,79	0,87
C16:0	15,55	14,37	14,81	14,88
C16:1	4,07	3,71	4,59	4,41
C18:0	4,78	3,30	4,16	4,35
C18:1	36,88	38,77	43,37	39,31
C18:2n6	32,15	34,57	29,04	32,59
C18:3n3	3,28	3,32	2,47	2,78
C20:0	0,07	0,10	0,10	0,08
C20:1	0,47	0,52	0,53	0,65
C20:4n6	1,01	0,18	0,08	0,05
C20:5n3	0,34	0,10	0,04	0,03
C22:5n3	0,03	0,03	×	×
C22:6n3	0,65	0,26	0,02	0,00
∑ Küllastunud rasvhapped	21,11	18,54	19,86	20,18
∑ Monoküllastumata rasvhapped	41,42	43,00	48,49	44,37
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	33,16	34,75	29,12	32,64
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	4,30	3,71	2,53	2,81
n6/n3	7,71	9,37	11,51	11,62

2.3.1.4. I katse kokkuvõte

1. Erineva ratsiooniga üleskasvatatud vuttide kehamassid oluliselt ei erinevad. Tapasaagise ja rinnalihaste osatähtsuse alusel rümbast tuleks eelistada linaseemnerühma söötmistüüpi.

2. Ratsiooni toitainete seeduvuse ja liha keemilise koostise alusel tuleks eelistada samuti linaseemnerühma söötmistüüpi.

3. Sisemise rasva, nahas oleva rasva, samuti rinna- ja jalalihastes oleva rasva ω -3-rasvhapete sisaldus oli suurim samuti linaseemnerühma söötmistüübi puhul. Selle rühma lindude erinevate kehaosade rasv sisaldas ω -3-rasvhappeid kogustes (7–8% üldlipiidest), mis on omased nn terviseliha.

Kokkuvõtlikult 2004. a septembris-oktoobris Järveotsa talu Matjama vutifarmis läbi viidud katsetest selgus, et 4% rapsiõli sisaldav sööt (katses kontrollrühm) ei ole küllaldane tagamaks vutiliha kõrgendatud ω -3-rasvhapete sisaldust (sisemises rasvas 2,81% ω -3-rasvhappeid). 10% linakoogi lisamine ratsioonile (katses linakoogirühm) suurendas sisemises rasvas ω -3-rasvhapete sisalduse 6,96%-ni, 8% linaseemnete lisamine (linaseemnerühm) 7,29%-ni.

Eeltoodud arvestades planeeriti II katse eesmärkideks:

- lühendada ω -3-rasvhapete poolest rikaste söödalisaandite söötmisaega 3 nädalalt 2 nädalale alates 28. elupäevast;
- vähendada lisatavat linaseemnete kogust ja suurendada linakoogi kogust katserühmades. Senised analüüsid näitasid, et 8% linaseemnetega viidi ratsiooni juurde 2,6% linaõli, 10% linakoogiga vaid 1,3% linaõli;
- uurida ω -3-rasvhapete omastatavust erinevatest söötadest 42-päevastel vutibroileritel.

2.3.2. Vutiliha ja -rasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamine kohalike ω -3-rasvhapete poolest rikaste söötade eelneva katse tulemuste alusel korregeeritud koguste ja lühema söötmisperioodi abil (II katse)

Eelneva katsega võrreldes vähendati vuttide katseratsioonides linaseemne kogus 6%-le ja tõsteti linakoogi kogus 12%-le ning katsesöötade söötmisaeg lühendati 2 nädalale.

2.3.2.1. Katsevuttide liha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogiline koostis

Vutibroilerite keha ja lihakeha anatoomilis-morfoloogiline koostis on esitatud tabelis 2.8, millest selgub, et vuttide kehamass katserühmades oluliselt ei erinevad, olles siiski nii emas- kui ka isasvuttidel veidi suurem linaseemnerühmas. Ka linakoogirühma vutid ületasid mitteoluliselt kontrollrühma vuttide kehamassi. Tapasaagis oli parim samuti linaseemnerühma vuttidel. Rinna- ja jalalihaste osatähtsuses rümbas ei leitud katserühmade vahel olulisi erinevusi, kuigi kokkuvõtlikult olid ka siin linaseemnerühma lindude keskmised näitajad veidi paremad kui teistes katserühmades.

Tabel 2.8. ω -3-rasvhapete poolest rikaste söödakomponentide mõju vutibroilerite keha ja lihakeha anotoomilis-morfoloogilisele koostisele (n=5)

Vutibroilerite keha koostis	I söödale lisatud 6% linaseemneid		II söödale lisatud 12% linakooki		Kontrollrühm	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
	Kehamass g	256,80	226,80	242,80	227,60	241,60
Rümba mass g	170,60	155,00	152,80	150,80	159,60	149,00
Tapasaagis %	66,44	68,41	63,00	66,22	66,19	67,98
Söödavate siseelundite väljatu- tulek kehmassist:						
kael g	8,84	8,34	11,38	9,80	9,72	9,40
%	3,47	3,67	4,69	4,34	4,03	4,32
süda g	2,46	2,15	2,22	2,18	2,36	2,04
%	0,95	0,93	0,92	0,96	0,98	0,93
maks g	7,10	4,86	7,06	6,32	5,72	4,92
%	2,76	2,15	2,89	2,77	2,37	2,23
lihasmagu g	5,00	3,53	3,82	4,90	4,12	2,98
%	1,94	1,54	1,56	2,14	1,70	1,37
Rinnalihased g	49,60	46,40	42,00	45,60	46,80	44,00
rümbast %	29,11	29,86	27,48	30,20	29,34	29,44
Jalalihased g	33,60	30,80	28,80	30,00	31,60	29,60
rümbast %	19,70	19,88	18,85	19,95	19,78	19,88

2.3.2.2. Katselindude rinna- ja jalalihaste keemiline koostis

Katsevuttide rinna- ja jalalihaste keemiline koostis on esitatud tabelis 2.9. Tabeli alusel võib tõdeda, et rinnalihaste keskmine keemiline koostis rühmiti oluliselt ei erinenud. Mõnevõrra rohkem oli rinnalihastes rasva siiski linakoogirühmas. Ka jalalihaste keemiline analüüs näitas, et veidi suuremates kogustes toorrasva ja toorproteiini sisaldasid linakoogirühma vuttide jalalihased.

Tabel 2.9. Sööda erineva linaõli sisalduse mõju vutibroilerite lihaste keemilisele koostisele (n=5)

Lihaste keemiline koostis	I söödale lisatud 6% linaseemneid		II söödale lisatud 12% linakooki		Kontrollrühm	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
	Rinnalihased:					
vett %	74,5	74,8	74,0	74,5	74,3	74,6
toorproteiini %	22,2	22,4	22,0	22,0	22,0	22,1
toortuhka %	1,22	1,23	1,23	1,24	1,26	1,25
toorrasva %	2,8	2,7	3,7	2,9	2,7	2,5
Jalalihased:						
vett %	77,3	75,7	75,5	75,6	76,2	76,0
toorproteiini %	18,6	18,9	19,5	19,5	19,5	19,9
toortuhka %	1,01	1,05	1,08	1,10	1,07	1,16
toorrasva %	3,1	4,3	3,9	4,2	3,5	3,3

2.3.2.3. Katsevuttide rinnalihaste, naha ja sisemise rasva rasvhappeline koostis

Katsevuttide rinnalihaste, naha ja sisemise rasva rasvhappeline koostis on toodud katserühmiti tabelites 2.10, 2.11 ja 2.12. Tabelitest selgub, et suurim oli ω -3-rasvhapete sisaldus linaseemnerühma vuttide rinnalihaste, naha ja sisemise rasva üldlipiidides: rinnalihaste üldlipiidides 11,27, naha üldlipiidides 12,36 ja sisemise rasva üldlipiidides 13,63%. Linakoogirühmas olid eeltoodud näitajad 9,12; 9,34 ja 8,95%, kontrollrühmas vastavalt 4,95; 3,88 ja 3,53%. Seega ületavad linaseemnerühma eeltoodud näitajad kontrollrühma näitajaid 2,3-, 3,2- ja 3,9-kordselt. Linakoogirühmas olid need näitajad võrreldes kontrollrühmaga 1,8; 2,4 ja 2,5 korda suuremad. Arvutustes on kasutatud emas- ja isaslinde keskmiisi andmeid, sest sugupooliti rühmasiseselt need oluliselt ei erinenud.

Tabel 2.10. Kontrollsöödale lisatud 6% linaseemnete mõju vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappelisele koostisele (% üldlipiididest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihsed		Nahk		Sisemine rasv	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
C14:0	0,55	0,56	0,96	0,97	0,84	0,87
C15:0	0,09	0,12	0,15	0,14	0,12	0,13
C16:0	20,22	19,76	18,06	17,82	18,88	18,37
C16:1	2,93	2,46	3,41	3,07	3,68	2,59
C17:0	0,14	0,13	0,22	0,21	0,17	0,16
C17:1	0,07	0,28	0,06	0,06	0,05	0,03
C18:0	10,35	11,43	6,04	6,32	5,42	6,58
C18:1	25,41	23,73	35,04	34,33	36,15	35,13
C18:2n6	19,70	20,05	22,39	23,49	19,90	21,67
C18:3n3	7,63	7,03	11,56	11,50	12,87	12,74
C20:0	0,08	0,05	0,09	0,07	0,06	0,07
C20:1	0,32	0,57	0,91	1,10	0,78	0,86
C20:4n6	3,17	3,55	0,21	0,18	0,16	0,12
C20:5n3	2,32	2,54	0,31	0,21	0,30	0,21
C22:5n3	0,91	0,83	0,18	0,18	0,20	0,16
C22:6n3	0,61	0,69	0,42	0,35	0,45	0,34
∑ Küllastunud rasvhapped	31,43	32,05	25,51	25,53	25,48	26,16
∑ Monoküllastumata rasvhapped	28,73	27,04	39,42	38,56	40,65	38,61
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	22,87	23,60	22,60	23,67	20,06	21,79
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	11,47	11,07	12,47	12,24	13,82	13,44
n6/n3	2,0	2,1	1,87	1,97	1,51	1,70

Tabel 2.11. Kontrollsöödale lisatud 12% linakoogi mõju vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappelisele koostisele (% üldlipiididest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihsed		Nahk		Sisemine rasv	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
C14:0	0,50	0,68	1,02	1,05	0,88	0,93
C15:0	0,11	0,09	0,16	0,13	0,09	0,11
C16:0	19,53	20,48	17,87	18,91	20,84	20,58
C16:1	3,84	3,65	4,44	4,80	5,33	4,36
C17:0	0,08	0,18	0,15	0,18	0,12	0,13
C17:1	0,17	0,18	0,05	0,06	0,04	0,03
C18:0	8,89	9,01	5,51	5,40	5,13	5,43
C18:1	29,88	29,81	37,37	37,97	40,40	38,25
C18:2n6	20,55	19,59	22,33	20,98	18,12	19,28
C18:3n3	6,24	6,38	8,86	8,38	7,42	9,24
C20:0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,06
C20:1	0,79	0,63	1,24	1,17	0,83	0,87
C20:4n6	2,71	2,55	0,17	0,16	0,10	0,11
C20:5n3	1,77	1,90	0,23	0,24	0,20	0,23
C22:5n3	0,61	0,48	0,13	0,12	0,09	0,10
C22:6n3	0,42	0,43	0,36	0,35	0,34	0,30
∑ Küllastunud rasvhapped	29,21	30,54	24,81	25,77	27,13	27,24
∑ Monoküllastumata rasvhapped	34,68	34,27	43,10	44,00	46,60	43,51
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	23,26	22,14	22,50	21,14	18,22	19,38
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	9,04	9,19	9,59	9,09	8,05	9,87
n6/n3	2,6	2,4	2,36	2,53	2,71	2,11

Tabel 2.12. Kontrollsöödaga söödetud vutibroilerite liha, naha ja sisemise rasva rasvhappeline koostis (% üldlipiididest, n=5)

Rasvhappe lihtsustatud tähistus	Rinnalihased		Nahk		Sisemine rasv	
	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
C14:0	0,61	0,57	1,12	1,14	0,98	1,04
C15:0	0,08	0,08	0,15	0,13	0,10	0,10
C16:0	21,17	22,81	21,66	22,75	21,71	23,79
C16:1	4,95	3,96	6,35	5,72	6,03	5,87
C17:0	0,12	0,17	0,18	0,13	0,16	0,14
C17:1	0,23	0,07	0,10	0,07	0,06	0,05
C18:0	9,03	10,07	5,62	5,92	4,67	5,59
C18:1	31,90	28,90	41,05	40,68	43,96	42,50
C18:2n6	18,12	17,73	18,46	18,27	17,31	16,59
C18:3n3	2,12	1,73	3,20	2,90	2,88	2,56
C20:0	0,09	0,10	0,07	0,10	0,05	0,06
C20:1	0,62	0,57	1,07	1,19	0,96	0,98
C20:4n6	2,97	3,68	0,18	0,17	0,15	0,10
C20:5n3	1,62	1,97	0,21	0,20	0,28	0,18
C22:5n3	0,53	0,65	0,12	0,19	0,13	0,12
C22:6n3	0,58	0,69	0,48	0,44	0,55	0,35
∑ Küllastunud rasvhapped	31,10	33,80	28,78	30,16	27,67	30,71
∑ Monoküllastumata rasvhapped	37,70	33,50	48,57	47,66	51,01	49,40
∑ n6 polüküllastumata rasvhapped	21,09	21,41	18,64	18,44	17,46	16,68
∑ n3 polüküllastumata rasvhapped	4,85	5,04	4,01	3,74	3,85	3,20
n6/n3	4,3	4,2	4,65	4,99	4,59	5,30

Kokkuvõtlikult selgus selles katses erinevate kehakudede üldlipiidide rasvhappelisel analüüsil järgmist.

Rinnalihaste lipiidides sisaldas ω -3-rasvhappeid katserühmades kuni 11,47%. Seejuures rohkem kui poole sellest ω -3-rasvhapete hulgast moodustas α -linoleenhape (C18:3n3).

Sisemise rasva ja naha üldlipiidides oli ω -3-rasvhapete sisaldus oodatust suurem – sisemises rasvas sugupoolte keskmisena linaseemnerühmas 8,95%, naha üldlipiididest linaseemnerühmas 12,36% ja linakoogirühmas 9,34%.

Toitainete seeduvuse ja rümba erinevate kudede keemilise koostise alusel korrigeeritud ratsioonide kasutamisel saavutati katsevuttide rinnalihaste, naha ja sisemise rasva üldlipiidides kõrge ω -3-rasvhapete tase. Nii linaseemnerühmas kui ka linakoogirühmas moodustas ω -3-rasvhapete osatähtsus üldlipiididest 9,0–13,6%. Need näitajad ületavad tunduvalt eesmärgiks seatud 7–8% piirid ja tagavad 100 g sellise vutiliha (sisaldab keskmiselt 5% rasva) söömisel inimesele 0,6–0,8 g ω -3-rasvhappeid. See kogus vastab 75–100% täiskasvanud inimese ω -3-rasvhapete päevasele vajadusele.

2.3.3. Kokkuvõte

Vutiliha ja vutirasva ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamiseks kohalike ω -3-rasvhapete poolest rikaste söötade abil korraldati kaks katset Järveotsa talu Matjama vutifarmis 2004. a septembris-oktoobris.

Esimeses katses söödeti 3 nädala kestel (21.–42. elupäevani) vutibroileritele katserühmades põhirsiooni koostises 8% linaseemet või 10% linakooki. Parimad olid tulemused 8% linaseemneid sisaldava ratsiooni kasutamisel.

Esimese katse tulemusi aluseks võttes korrigeeriti teises katses ratsioonides ω -3-rasvhapete poolest rikaste söötade koguseid: erinevate katserühmade ratsioonidesse viidi nüüd 6% linaseemneid ja 12% linakooki. Neid ratsioone kasutati viimasel kahel vuttide kasvunädalal.

Teises katses saavutati toitainete seeduvuse alusel korrigeeritud ratsioonide söötmisel katsevuttide rümpade erinevate kudede üldlipiidide täiesti rahuldav ω -3-rasvhapete sisaldus, 8,1–13,8%. 6% linaseemneid või 12% linakooki sisaldanud ratsioone võib kahe tapaeelse nädala kestel soovitada ω -3-rasvhapetega rikastatud, nn tervise-vutiliha tootmiseks.

3. Küülikuliha rikastamine ω -3-rasvhapetega

Küülikute söötmisalaseid uuringuid viimasel 30 aastal võtavad kokku (kuni 2003. aastani) F. Lebase (2003) koostatud küülikute söötmiskatsete tabelid. Leidub vaid neli tööd, kus on kasutatud linaseemet ja linakooki. Angooraküülikute söötmisel vahetati 60% maapähklikoogi proteiini edukalt linaseemnejahuga (Singh, Negi, 1987); linaseemnejahu ei sobinud 11% ulatuses sojajahu asendajaks küülikute kasvuratsioonis (Gippert, 1980); 8%-ne linaseemnete söötmine ei vähendanud oluliselt küülikuliha kvaliteeti (Cavani *et al.*, 2003); linaseemnekooki võib edukalt kasutada küülikute kasvuratsioonis (Johnston, Berrio, 1984). Linaõli söötmise kohta katseküülikutele ei olnud üldtõudud ulatuslikus artiklis andmeid esitatud.

Küülikuliha on rasvavaene. Kolesteroolitasemelt (164 mg/100 g) on ta toiduainena märgatavalt eelistatum kui kanabroileriliha (220 mg/100 g) või veiseliha (230 mg/100 g). Teisalt märgitakse, et küülikulihas on palju küllastumata ja polüküllastumata rasvhappeid, mille päritolu ei ole alati endogeenne (Ouhayoun *et al.*, 1987), vaid on söötmise tulemus. Erialakirjanduses leidub aga ka väiteid, et lisades küülikute ratsioonile lina- või sojaõli, annavad need lihale ebameeldiva maitse ja lõhna, sest sisaldavad rikkalikult polüküllastumata rasvhappeid, eriti linoolhapet, mis kergesti hapendub (rääsib). Kui aga lisatud rasv on kakaorasv (steariinhapperikas), on toodetud küülikuliha kõrgete organoleptiliste omadustega (Ouhayoun *et al.*, 1987).

Möödunud sajandi lõpul alustati kampaaniat suurendamiseks toitainetes ω -3-rasvhapete osatähtsust, samaaegselt langetades ω -6/ ω -3-rasvhapete suhet toiduainetes, soovitatavalt 5:1–6:1 (British..., 1993). ω -6/ ω -3 suhe on küülikute jalaliha lipiidides 11:1, küüliku sisemise rasva lipiidides 8,5:1 (Ramirez *et al.*, in press). Seetõttu oleks selle suhte muutmine inimtoitlustuse seisukohalt huvitav.

Vähe on katsematerjali, kus on püütud söötades leiduvate ω -3-rasvhapete abil mõjutada küülikuliha polüküllastumata rasvhapete sisaldust ja ω -6/ ω -3-rasvhapete suhet: ω -3-rasvhapete söötmise mõju emasküülikute piima ja küülikupoegade kehakudede ω -3-rasvhapete sisaldusele oli positiivne (Castellini *et al.*, 2003); kalaõli ja mitmete teiste linoleenhapet sisaldavate söödalisaanditega saavutati küülikulihas polüküllastunud rasvhapete sisalduse suurenemine (Bernardini *et al.*, 1999; Dal Bosco *et al.*, 2004; Tassinari *et al.*, 2001). Linaõli kasutamisele ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamiseks küülikute kudede lipiidides ei viidata.

Põllumajandusloomade võimet omastada ω -3-rasvhapete poolest rikastest söötadest ω -3-rasvhappeid peetakse madalaks. On ka leitud, et mida suurem on ω -3/ ω -6 suhe looma lipiidides, seda madalam on ω -3-rasvhapete konverteerumine lipiididesse (Huang *et al.*, 1990).

Eeltoodud seisukohad nõuavad siiski eksperimentaalset kontrollimist, mida püütakse järgnevalt noorküülikutele linaõli söötmise katsetega teha.

3.1. Katsete meetodika

Küülikuliha ja -rasva rasvhappelise koostise kohta on erialases kirjanduses väga vähe andmeid. Küülikuliha rikastamise kohta ω -3-rasvhapetega seni andmed puudusid. Järgnevalt esitatud kaks katset ongi korraldatud küülikuliha ja -rasva rikastamiseks ω -3-rasvhapetega.

Esimene (I) katse korraldati järgmiste küsimuste lahendamiseks: 1) kas noorküülikud on võimelised linaõlist konverteerima polüküllastumata rasvhappeid, sealhulgas ω -3-rasvhappeid lihaste lipiididesse ja sisemisse rasva? 2) kas noorküülikute linaõli päevane söödetud kogus (3,7 g) ja 30-päevane linaõli söötmise kestus tagab esialgsed kavandatud tulemused (ω -3-rasvhapete sisalduse suurenemine lipiidides 2 korda)? 3) kas isas- ja emasnoorküülikud konverteerivad linaõlist ω -3-rasvhappeid erinevalt?

I katsesse (24.09.2004–24.10.2004) võeti kaks prantsuse pässküüliku pesakonda. Katserühma moodustasid 3 isas- ja 3 emasnoorküülikut, kontrollrühma koosseis oli analoogne. Noorküülikud olid katse algul 4-kuused. Isas- ja emasnoorküülikuid peeti eraldi puurides.

Katseloomi söödeti järgmiselt. Kontrollrühma noorküülikud said päevas 100 g küülikute segajõusööta, 80 g otra (teradena) ja isukohaselt head heina. Küülikute segajõusööt sisaldas 11,6 MJ/kg metaboliseeruvat energiat ja 16% toorproteiini. Katserühma noorküülikute päevasele segajõusöödakogusele lisati 3,7% linaõli ehk 3,7 g linaõli katserühma loomale päevas. 30-päevase katseperioodi lõpul tapeti kõik katses olnud noorküülikud, määrati nende lihakeha mass, tapasaagis ja liha ning sisemise rasva rasvhappeline koostis.

II katse ülesandeks oli välja selgitada: 1) kas linaõli söötmise kestust saab lühendada? 2) kas on võimalik linaõli 30-päevasel söötmisel vähendada selle päevast kogust noorküülikule?

Katsesse (13.11.2005–14.12.2005) võeti 3 rühma, igähes 5 kalifornia ja hõbeküüliku emasriistandküülikut, kes olid katse algul 4-kuused. Noorküülikute päevane põhiratsioon oli järgmine: 50 g segajõusööta, 50 g odrateri ja isukohaselt heina. I katserühma loomad said 14 päeva kestel lisaks põhiratsioonile 4 g linaõli päevas. II katserühma loomad said 30 päeva kestel 2 g linaõli päevas. III rühma küülikuid (kontrollrühm) peeti põhiratsioonil. Katsed toimusid Viljandimaal Kõo vallas Andressaare talu küülikufarmis.

Katse lõpus noorküülikud tapeti, määrati nende tapamass, tapasaagis ja liha ning sisemise rasva rasvhappeline koostis. Liha lipiidide ja sisemise rasva rasvhappelise koostise määras S. Kuusik EMÜ ökokeemia laboratooriumis.

3.2. Katsete tulemused

Noorküülikute kasvu, lihakeha massi ja tapasaagist I katses iseloomustab tabel 3.1, millest selgub, et noorküülikute kehamassid, samuti lihakeha massid ja tapasaagised katse- ja kontrollrühmas statistiliselt usutavalt ei erinenud. Suurim aritmeetiline diferents leiti katse- ja kontrollrühma tapasaagiseid võrreldes. Siin ületasid katserühma isas- kui ka emasküülikute tapasaagised tunduvalt kontrollküülikute vastavaid näitajaid.

Tabeli 3.1 andmete alusel võib öelda, et linaõli söötmine noortele isas- ja emasküülikutele ei mõjutanud negatiivselt nende kasvu ja tapasaagist.

Tabel 3.1. Noorküülikute kehamass, lihakeha mass ja tapasaagis I katses

Sugupool	Kehamass katse algul kg	Kehamass katse lõpul kg	Lihakeha mass kg	Tapasaagis %
Katserühm				
♂♂	3,40	3,50	1,80	51,4
	3,50	3,70	2,00	54,1
	3,80	3,90	2,00	51,3
Keskmine	3,30	3,70	1,93	52,3
♀♀	3,70	3,80	2,00	52,6
	3,50	4,00	2,10	52,5
	3,60	4,00	2,07	51,8
Keskmine	3,60	3,90	2,06	52,3
Kontrollrühm				
♂♂	3,20	3,50	1,60	45,7
	3,50	3,70	1,90	51,3
	3,60	3,90	2,00	51,3
Keskmine	3,40	3,70	1,83	49,4
♀♀	3,60	4,10	2,03	49,5
	3,70	4,00	1,80	45,0
	3,60	4,00	1,90	47,5
Keskmine	3,60	4,00	1,92	47,3

Katseküülikute liha lipiidide ja sisemise rasva rasvhappeline koostis on esitatud tabelis 3.2.

Tabeli 3.2 analüüsil selgus järgmist.

1. Linaõli söötmine 30 päeva kestel 3,7 g päevas katseküüliku kohta suurendas isasküülikute lihaskoe lipiidides ω -3-rasvhapete kogust 4,49%-lt 7,72%-le ehk 1,72 korda. Emasküülikutel vastavalt 3,86-lt 7,83%-le, ehk 2,03 korda.

Sisemises rasvas suurenes isasküülikutel ω -3-rasvhapete sisaldus 3,76%-lt 8,82%-le ehk 2,35 korda. Emasküülikutel vastavalt 3,74%-lt 9,53%-le ehk 2,55 korda.

2. Emasküülikud suurendasid (absoluutväärtuses katserühma näitaja miinus kontrollrühma näitaja) ω -3-rasvhapete kogust lihaskoe lipiididesse 3,97%, isasküülikud 3,23%. Sisemise rasva osas olid vastavad näitajad 5,79 ja 5,06%. Seega on emasküülikud mõnevõrra parema ω -3-rasvhapete liha lipiididesse ja sisemise rasva konverteerimise võimega kui isasküülikud.

3. Sisemise rasva konverteeritakse ω -3-rasvhappeid tunduvalt suuremas koguses kui liha lipiididesse.

4. Suurima osa liha lipiidide ja sisemise rasva ω -3-rasvhapetest moodustas α -linoleenhape (C18:3n3), katserühma isasküülikutel liha lipiidides 4,29%, sisemises rasvas 8,65%. Katserühma emasküülikutel vastavalt 6,33 ja 9,32%.

5. Eikosapentaenhape (C20:5n3), dokosapentaenhape (C22:5n3) ja dokosaheksaenhape (C22:6n3) moodustasid katserühma ω -3-rasvhapete summast kokku isasküülikute liha lipiidides 44,3%, sisemises rasvas 1,9%, emasküülikute liha lipiidides 19,2 ja sisemises rasvas 2,1%. Seega leidub sisemises rasvas vähe pika ahelaga (LC PUFA) polüküllastumata rasvhappeid.

6. Linaõliga söödud katseküülikute liha lipiidides ja sisemises rasvas paranes tunduvalt ω -6-rasvhapete ja ω -3-rasvhapete suhe. Isasküülikutel vähenes see suhe liha lipiidides 6,37-lt 3,52-le, emasküülikutel vastavalt 8,07-lt 3,09-le. Sisemises rasvas vähenes isasküülikutel eeltoodud suhe 6,23-lt 2,14-le, emasküülikutel vastavalt 6,21-lt 2,22-le.

7. Tabeli 3.2 alusel sisaldab linaõliga söödud küüliku 100 g liha (rasvasisaldus 5,1%) ja 100 g sisemist rasva ω -3-rasvhappeid järgmiselt: isasküülikul vastavalt 0,4 ja 8,8 g, emasküülikul 0,4 ja 9,5 g. Seega sisaldab küllalt olulise osa ω -3-rasvhapetest sisemine rasv. Arvutuste alusel katavad ühe täiskasvanud inimese päevase ω -3-rasvhapete tarbe (0,8 g) seega ω -3-rasvhapetega rikastatud 200 g küülikuliha või 10 g küüliku sisemist rasva.

Tabel 3.2. Katseküülilike liha lipiidide ja sisemise rasva rasvhappeline koostis %

Rasvhape	Katserühm				Kontrollrühm			
	liha lipiidid		sisemine rasv		liha lipiidid		sisemine rasv	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
10:0	0,07	0	0,37	0,15	0,01	0,10	0,11	0,06
12:0	0,09	0,04	0,26	0,17	0,04	0,07	0,16	0,14
14:0	2,11	2,66	2,93	3,46	2,25	2,03	2,95	3,87
15:0	0,40	0,44	0,32	0,44	0,53	0,40	0,58	0,57
16:0	28,88	28,54	28,95	27,40	31,21	30,20	33,58	33,70
16:1	2,19	3,49	2,62	2,93	1,72	1,70	1,92	2,32
17:0	0,40	0,46	0,58	0,56	0,59	0,42	0,75	0,54
17:1	0,36	0,27	0,23	0,24	0,38	0,23	0,23	0,27
18:0	6,95	6,76	9,53	8,39	7,03	8,10	7,66	7,31
18:1	22,91	24,96	25,80	25,05	22,48	21,12	24,11	23,64
18:2n6	19,95	19,64	18,53	20,69	22,31	22,65	22,90	22,81
18:3n3	4,29	6,33	8,65	9,32	2,57	2,08	3,59	3,62
20:0	0,13	0,04	0,11	0,12	0,11	0,05	0,16	0,10
20:1	0,22	0,26	0,45	0,38	0,39	0,43	0,49	0,40
20:2n6	0,21	0,08	0,12	0,11	0,21	0,19	0,11	0,10
20:4n6	5,65	3,59	0,18	0,21	4,71	6,50	0,18	0,21
20:5n3	0,44	0,28	0,02	0,05	0,36	0,34	0,04	0,02
22:1	0,39	0,10	0,12	0,04	0,15	0,14	0,14	0,07
22:4n6	0,97	0,50	0,06	0,11	1,01	1,20	0,17	0,08
22:5n6	0,40	0,34	0,02	0,03	0,39	0,63	0,04	0,03
22:5n3	2,41	1,03	0,13	0,14	1,30	1,16	0,11	0,09
22:6n3	0,57	0,19	0,02	0,01	0,26	0,29	0,03	0,02
Küllastunud rasvhapped	39,03	38,95	43,05	40,69	41,77	41,36	45,95	46,30
Monoküllastumata rasvhapped	26,07	29,08	29,22	28,64	25,12	23,61	26,88	26,71
n6 polüküllastumata rasvhapped	27,18	24,15	18,91	21,16	28,63	31,17	23,40	23,24
n3 polüküllastumata rasvhapped	7,72	7,83	8,82	9,53	4,49	3,86	3,76	3,74
n6/n3	3,52	3,09	2,14	2,22	6,37	8,07	6,23	6,21
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	7,23	4,51	0,38	0,47	6,31	8,52	0,51	0,43
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	3,42	1,49	0,17	0,21	1,92	1,79	0,17	0,12

II katses iseloomustavad noorküülilike kasvu, lihakeha massi ja tapasaagist tabeli 3.3 andmed. Kõigi eeltoodud kolme näitaja osas katserühmadel ja kontrollrühmal statistiliselt usutavaid erinevusi ei leitud ($P>0,05$), kuigi nagu ka I katses olid linaõli söönud rühmade küülilike tapasaagised veidi suuremad.

Tabel 3.3. Noorküülilike kehamass, lihakeha mass ja tapasaagis II katses

Katserühm	Kehamass katse algul kg	Kehamass katse lõpul kg	Lihakeha mass kg	Tapasaagis %
I	3,30	3,45	1,81	52,4
	3,25	3,36	1,72	51,2
	3,50	3,54	1,88	53,0
	3,61	3,78	1,91	50,4
	3,42	3,41	1,76	51,6
Keskmine	3,42	3,51	1,82	51,7
II	3,66	3,85	2,06	53,4
	3,00	3,20	1,68	52,5
	3,41	3,65	1,89	51,9
	3,49	3,71	1,89	51,0
	3,69	3,93	2,09	53,1
Keskmine	3,45	3,67	1,92	52,5
III kontroll	3,30	3,54	1,80	50,8
	3,20	3,29	1,70	51,7
	3,59	3,72	1,94	52,1
	3,37	3,45	1,76	50,9
	3,50	3,70	1,97	52,0
Keskmine	3,39	3,54	1,82	51,5

Noorküülikute liha lipiidide rasvhappeline koostis on esitatud tabelites 3.4 ja 3.5. Tabelites esitatu põhjal selgub järgmist.

1. Küllastumata rasvhapete kogus küülikute liha lipiidides vähenes nii linaõli pikemaegsel (II rühm) kui ka lühemaajalisel (I rühm) söötmisel. Liha lipiidides oli küllastumata rasvhappeid vastavalt 41,39 ja 46,99%. Kontrollrühma küülikute liha lipiidides oli vastav näitaja 47,03%. Sisemise rasva rasvhappeline analüüs näitas praktiliselt sama tendentsi.

2. Monoküllastumata rasvhapete osas eeltoodud seaduspärasust ei leitud.

3. ω -6-rasvhappeid oli katserühmade küülikute liha lipiidides vähem: I rühmas 15,32, II rühmas 16,02 ja kontrollrühmas 17,97%. Sisemise rasva analüüsil sellist lineaarset sõltuvust katserühmade ja kontrollrühma osas ei leitud.

4. Kõige olulisemaid, ω -3-rasvhappeid oli küülikute liha lipiidides nendele linaõli pikemaegsel söötmisel (II r) 11,55 ja lühemaegsel söötmisel (I r) 8,42%. Kontrollrühmas oli see näitaja 4,81%. Linaõli söötmisel suurenes ω -3-rasvhapete kogus küülikute liha lipiidides I rühmas 1,75 ja II rühmas 2,4 korda. Sisemise rasva ω -3-rasvhapete kogused olid I rühma küülikutel 10,65, II rühmas 16,40 ja kontrollrühmas 4,85%. Seega oli ω -3-rasvhapete kogus suurenenud kontrollrühmaga võrreldes 2,2 ja 3,4 korda ehk märgatavalt rohkem kui liha lipiidides.

5. ω -6-rasvhapete ja ω -3-rasvhapete suhe oli kontrollrühma küülikute liha lipiidides väga heal tasemel, ω -6: ω -3 = 3,75. Veelgi parem oli see suhe katserühmades: I rühmas 1,89 ja II rühmas 1,44. Sisemises rasvas oli see näitaja kontrollrühmal 3,09, I rühmal 1,50, II katserühmal 0,94.

6. Pika ahelaga polüküllastumata ω -6-rasvhappeid (20:2n6, 20:4n6; 22:5n6) oli katserühmade küülikute liha lipiidides vähem (I r 2,20, II r 2,71%) kui kontrollrühma küülikute liha lipiidides (3,70%).

Sisemise rasva analüüsil olid need näitajad väga väikesed ega erinenud rühmiti märkimisväärselt.

7. Pika ahelaga polüküllastumata ω -3-rasvhappeid (20:5n3; 22:5n3; 22:6n3) oli katserühma küülikute liha lipiidides vähem (I rühmas 1,10 ja II rühmas 1,50%) kui kontrollrühma küülikute liha lipiidides (1,61%). Sama tendents esines ka sisemise rasva analüüsil, arvulised näitajad vastavalt 0,17; 0,14 ja 0,22%.

8. Linaõli söötmine vähendas liha lipiidides ω -6-rasvhappeid sisaldavate linool- (18:2n6) ja arahhidoonhappe (20:4n6) ning dokosatetraeenhappe (22:4n6) sisaldust. Sisemise rasva analüüsil sellist tendentsi ei täheldatud, linoolhappe puhul olid analüüsitulemused hoopis vastupidised.

9. Sama koguse linaõli söötmisel osutus 30 päeva kestel tunduvalt efektiivsemaks kui 14 päeva kestel.

10. Tabelite 3.4 ja 3.5 alusel sisaldab linaõliga 30 päeva sööditud emase küüliku 100 g liha (rasvasisaldus 5,1%) ja 100 g sisemist rasva ω -3-rasvhappeid vastavalt 0,6 g ja 16,4 g. Seega, katseandmeid aluseks võttes katab inimese päevase ω -3-rasvhapete tarbe 150 g ω -3-rasvhapetega rikastatud küülikuliha või 20 g sisemist rasva.

Tabel 3.4. Noorküülikute liha lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	I katserühm		II katserühm		III kontrollrühm	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
10:0	0,02	0,02	0,04	0,04	0,12	0,03
12:0	0,06	0,02	0,06	0,01	0,10	0,02
14:0	3,68	0,50	2,98	0,24	3,48	0,24
15:0	0,65	0,06	0,47	0,04	0,79	0,07
16:0	34,23	1,48	30,10	2,15	34,62	1,10
16:1	4,53	0,85	4,87	0,97	4,65	1,20
17:0	0,72	0,06	0,55	0,09	0,87	0,08
17:1	0,51	0,08	0,37	0,04	0,70	0,28
18:0	7,51	0,74	7,11	1,13	6,95	0,53
18:1	23,90	1,69	25,37	1,67	24,35	1,08
18:2n6	13,11	1,23	13,31	1,02	14,26	0,90
18:3n3	7,32	2,27	10,05	2,77	3,19	0,41
20:0	0,11	0,01	0,08	0,02	0,10	0,03
20:1	0,21	0,02	0,23	0,04	0,22	0,04
20:2n6	0,08	0,02	0,11	0,02	0,10	0,02
20:4n6	1,86	0,68	2,25	0,94	3,11	0,56
20:5n3	0,16	0,06	0,18	0,07	0,19	0,04
22:1	0,13	0,03	0,18	0,05	0,21	0,06
22:4n6	0,15	0,04	0,19	0,08	0,33	0,07
22:5n6	0,11	0,04	0,17	0,05	0,17	0,05
22:5n3	0,79	0,30	1,08	0,49	1,21	0,25
22:6n3	0,15	0,06	0,25	0,12	0,21	0,06
Küllastunud rasvhapped	46,99	2,38	41,39	2,99	47,03	1,31
Monoküllastumata rasvhapped	29,28	2,38	31,03	2,53	30,13	1,89
n6 polüküllastumata rasvhapped	15,32	1,61	16,02	1,28	17,97	1,10
n3 polüküllastumata rasvhapped	8,42	2,25	11,55	2,41	4,81	0,28
n6/n3	1,89	0,34	1,44	0,31	3,75	0,42
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	2,20	0,76	2,71	1,06	3,70	0,67
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	1,10	0,39	1,50	0,67	1,61	0,29

Tabel 3.5. Noorküülikute sisemise rasva lipiidide rasvhappeline koostis %

Rasvhape	I katserühm		II katserühm		Kontrollrühm	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
10:0	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03
12:0	0,08	0,02	0,08	0,01	0,11	0,03
14:0	4,13	0,44	3,50	0,25	4,41	0,37
15:0	0,76	0,08	0,58	0,04	0,93	0,06
16:0	34,14	2,82	30,58	2,35	36,71	2,15
16:1	3,68	0,68	3,63	0,43	3,90	0,30
17:0	0,77	0,06	0,61	0,02	0,95	0,04
17:1	0,39	0,06	0,34	0,08	0,50	0,04
18:0	6,52	0,66	5,35	0,56	6,20	1,08
18:1	23,53	1,81	23,09	1,57	25,94	1,77
18:2n6	14,59	0,97	15,04	1,03	14,65	1,22
18:3n3	10,48	3,71	16,27	2,73	4,63	0,27
20:0	0,12	0,01	0,08	0,01	0,13	0,02
20:1	0,26	0,03	0,26	0,03	0,29	0,08
20:2n6	0,09	0,01	0,12	0,02	0,09	0,02
20:4n6	0,10	0,02	0,09	0,03	0,10	0,03
20:5n3	0,03	0,01	0,05	0,03	0,04	0,00
22:1	0,12	0,02	0,22	0,05	0,13	0,01
22:4n6	0,05	0,02	0,00	0,00	0,06	0,01
22:5n6	0,03	0,04	0,00	0,00	0,02	0,01
22:5n3	0,13	0,01	0,09	0,05	0,17	0,01
22:6n3	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Küllastunud rasvhapped	46,53	3,58	40,81	2,98	49,47	2,67
Monoküllastumata rasvhapped	27,98	2,43	27,53	2,05	30,76	1,70
n6 polüküllastumata rasvhapped	14,86	0,96	15,25	1,03	14,91	1,23
n3 polüküllastumata rasvhapped	10,65	3,71	16,40	2,74	4,85	0,27
n6/n3	1,50	0,39	0,94	0,11	3,09	0,43
n6 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,26	0,07	0,21	0,04	0,26	0,03
n3 pika ahelaga polüküllastumata rasvhapped	0,17	0,01	0,14	0,07	0,22	0,01

3.3. Järeldused

Noorküülikutele nende liha ja sisemise rasva rikastamiseks ω -3-rasvhapetega kahes katses söödud linaõlist omastasid katseloomad ω -3-rasvhappeid väga hästi, 70%-liselt. Isas- ja emasnoorküülikud konverteerisid linaõlist ω -3-rasvhappeid praktiliselt samal tasemel.

Linaõli söötmine vähendas küllastunud rasvhapete kogust liha lipiidides ja sisemises rasvas proportsionaalselt linaõli söötmise kestusega.

Küülikuliha ja sisemise rasva rikastamisel saadi paremaid tulemusi 2 g linaõli söötmisel noorküülikutele päevas ühe kuu jooksul. Selliselt söödud küüliku liha 100 g sisaldas 0,4 g ja 100 g sisemist rasva 16,4 g ω -3-rasvhappeid, mis moodustavad vastavalt 0,5 ja 20,5% täiskasvanud inimese ω -3-rasvhapete päevasest vajadusest.

Kasutatud kirjandus

- Arnouts, S. 2005. How can poultry products enrich our diet with DHA, a "semi-essential" fatty acid? Book of Abstracts. – XVIIth European Symposium on the Quality of Poultry Meat. XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Doorwerth, The Netherlands, 285 pp.
- Bernardini, M., Dal Bosco, A., Castellini, C. 1999. Effect of dietary n-3/n-6 ratio on fatty acid composition of liver, meat and perirenal fat in rabbit. – Anim. Sci. 68, p. 647–654.
- British Nutrition Foundation. 1993. Unsaturated fatty acids: nutritional and physiological significance. – Report of the British Nutrition Foundation's Task Force.
- 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.
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Cardinali, R., Mugnai, C., Sciascia, E. 2003. Effect of dietary n-3 fatty acids on the composition of doe's milk and tissues of suckling rabbits. – Proceedings of the 8th World Rabbit Congress. 4. Feeding and nutrition, p. 771–777.

- Cavani, C., Betti, M., Bianchi, M., Petracchi, M. 2003. Effects of the dietary inclusion of vegetable fat and dehydrated alfalfa meal on the technological properties of rabbit meat. – *Veterinary Research Communications* 27, p. 643–646.
- Cave, V. T. 1991. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acid effects on animal tumorigenesis. – *FASEB Journal*, 5, p. 2160–2168.
- Connor, W. E., Kritchevsky, D., Carroll, K. K. 1994. Nutrition and disease update. – *Heart disease*, 1, p. 137.
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Bianchi, L., Mugnai, C. 2004. Effect of dietary α -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. – *Meat Sci.*, 66, p. 407–413.
- Decker, E. A., Cantor, A. H. 1992. Fatty acids in poultry and egg products. – *Fatty Acid in Foods and Their Health Implications*. New York: Marcel Dekker, p. 137–167.
- Farrell, D. J. 1997. The importance of eggs in a healthy diet. – *Poultry International*, September, p. 72–78.
- Ferretti, A., Juddi, J. T., Ballad-Barbash, R., Nair, P. P., Taylor, P. R., Clevidence, B. A. 1991. Effect of fish oil supplementation on the excretion of the major metabolite of prostaglandin E in healthy male subjects. – *Lipids*, 26, p. 500–504.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. – *Journal of Biochemical Chemistry*, 226, p. 497–509.
- Gippert, T. 1980. Utilization of different protein sources in rabbit feeding. – 2nd World Rabbit Congress, Barcelona, 2, p. 193–203.
- Huang, Z. B., Leibovitz, J., Lee, C. M., Millar, R. 1990. Effect of dietary fish oil on omega-3 fatty acid levels in chicken eggs and thigh flesh. – *J. Agric. Food. Chem.*, 38, p. 743–748.
- Hämmal, J. 2004. Võimalusi linnukasvatussaaduste rikastamiseks ω -3-rasvhapetega ning nende mõju inimese tervisele. – *Doktoriväitekiri*. Tartu, 143 lk.
- Хяммал Я., Тикк Х., Тикк В. 1999. Увеличение количества -жирных кислот в яйцах и мясе перепелов. – Тезисы докладов конференции по птицеводству. Зеленоград, с. 84–85.
- Hämmal, J., Tikk, V. 1999. ω -3 ja ω -6-rasvhapped, nende sisaldus sõötades, linnukasvatussaadustes 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.
- Hämmal, J., Tikk, V., Tikk, H., Viigimaa, M., Kuusik, S. 2001. ω -3-rasvhapete sisalduse suurendamisest linnukasvatussaadustes. – *Agraarteadus* nr 1, lk 14–30.
- Johnston, N. P., Berrio, L. F. 1984. Comparative effects of cottonseed, soybeans, sunflower seeds and flax seeds on the performance of rabbits and Guinea pigs. – 3rd World Rabbit Congress, Rome 1, p. 408–414.
- Lebas, F. 2003. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. – *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*. 4. Feeding and nutrition, p. 686–736.
- 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.
- Ouhayoun, J., Kopp, J., Bonnet, M., Demarne, Y., Delmas, D. 1987. Influence de la composition des graisses alimentaires sur les propriétés des lipides périrénaux et la qualité de la viande de eapin. – *Sciences des Aliments*, 7, p. 521–534.
- Ramirez, J. A., Diaz, I., Pla, M., Gie, M., Blasco, A., Oliver, M. A. (in press). Fatty acid composition of leg meat and perirenal fat of rabbits selected by growth rate. – *Food Chemistry*.
- Salem, N. Jr. 1989. Omega-3 fatty acids: molecular and biochemical aspects. – *New Protective Role of Selected Nutrients*, 109 pp.
- Sardesai, V. M., Detroit, M. I. 1992. Nutritional role of polyunsaturated fatty acids. – *Journal of Nutritional Biochemistry*, No. 3, p. 154–166.
- Siguel, E. A. 1996. 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.
- Simopoulos, A. P., Salem N. 1992. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. – *Animal Journal of Clinical Nutrition*, 55, p. 411–414.
- Singh, B., Negi, S. S. 1987. Evaluation of peanut, mustard, linseed and cottonseed meals for wool production in Angora rabbits. – *Journal of Applied Rabbit Research* 10, p. 30–34.
- Tassinari, M., Mordenti, A., Testi, S., Zotti, A. 2001. Esperienze sulla possibilità di arricchire con la dieta la carne coniglio di LCPUFA n-3. – *Progress in Nutrition*, 2, p. 71.
- 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., Mõttus, 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., Hämmal, J., Tikk, V., Kuusik, S. 2002. On increasing ω -3 fatty acid content in quail meat and fat. – Proceedings of the 10th Baltic Poultry Conference. Vilnius, p. 68–72.
- Tikk, H., Lember, A. 2004. ω -rasvhapete sisalduse suurendamine kanabroilerilihas. – Agraarteadus nr 4, lk 250–257.
- Тикк Х., Лембер А. 2003. Увеличение количества n-3 ненасыщенных жирных кислот в мясе курийных бройлеров. IV Украинская конференция по птицеводству с международным участием. Алушта, с. 329–332.
- Tikk, V., Tikk, H., Kuusik, S., Hämmal, J. 2000. Broileriliha rasvhappelisest koostisest. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised nr 12. Tartu, lk 89–90.