

LINAÕLI KUI KANAMUNA REBU ω -3-RASVHAPETE SISALDUSE SUURENDAJA

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

ω -3 rasvhapped on viimastel aastatel pälvinud kogu maailmas tõsist tähelepanu koronaarhaiguste ennetajatena. On tehtud kindlaks nende positiivne toime HDL- ja LDL-kolesteroolide omavahelisele suhtele ning vereliistakute kleepumist vähendav mõju (Chan *et al.*, 1991; Indu, 1992; Siguel, 1996). Inimtoidus peetakse oluliseks ω -6- ja ω -3-rasvhapete suhet, mis tänapäeva dietoloogide arvates peaks olema ~ 5, kipub aga olema 25–30 (The problems..., 1996).

ω -3-rasvhappeid leidub rikkalikult külmade vete kalade rasvas, samuti mõnede õlitaimede (lina, raps) seemnetes. Enamikule inimestest ei meeldi nimetatud aineid otseselt toiduainetena kasutada. Seetõttu on hakatud otsima võimalusi tavatoiduainete rikastamiseks ω -3-rasvhapetega, eriti α -linoleenhappega. Vastavaid uurimusi on maailmas juba läbi viidud ning leitud, et munarebu suudab kanade söödale lisatavatest õlidest ω -3-rasvhappeid omastada (Caston, Leeson, 1990; Elswyk van *et al.*, 1992; Cherian, Sim, 1997), kuigi munarebu rasvhappelist koostist ei mõjuta sööda energeetiline tase ega sööda süsivesikute või proteiinisaldus (Andersson *et al.*, 1978; Noble, 1987).

Kohalikest ω -3-rasvhapete allikatest on eelkõige kasutatav linaõli ning mõjutatavaks toiduaineiks kõige sobivam kanamuna. ω -3-rasvhapetega on võimalik rikastada ka teisi loomseid toiduaineid nagu näiteks broileriliha ja broilerite sisemist rasva (Ratnayake *et al.*, 1989), kuid kanamunade rebu rikastamine on kõige kiirem ja lihtsam. Munade rikastamisel ω -3-rasvhapetega tuleb arvestada, et liigne õlikogus ratsioonis võib munade lõhna ja maitset halvendada ning langetada ka kanade produktiivsuse näitajaid (Aymond, van Elswyk, 1995).

Metoodika

Katse viidi läbi Sakala Linnukasvatuse Ühistus 1998. a. Sügavallapanuga kanalas paigutati 3 katseboksi à 30 krossi Lohmann brown D-liini 4. kuud munevat kana. Rühmi söödeti erinevalt. Söödaratsioonid koostati arvuti abil nii, et nende toorproteiini ja metaboliseeruva energia sisaldused olid võrdsed, kuid sisaldasid erinevas koguses linaõli:

I rühm – 2% ratsioonist;

II rühm – 4% ratsioonist;

III rühm – kontrollrühm, sööt linaõli ei sisaldanud.

Katse kestis 2 kuud, sellest 6 esimest nädalat söödeti kanadele katsesööta. Katse vältel määrati enne algust, 2., 4. ja 6. katsenädalal ning 2 nädalat pärast katse lõppu munemisintensiivsus, munade füüsilised omadused (à 30 munal) ja munarebude rasvhappeline koostis.

Munarebude rasvhappeline koostis määrati EPMÜ keemia osakonnas gaaskromatograafilisel meetodil kolonnis Carbowax DB-5 WCOT. Rebud ekstraheeriti kloroform-metanoliga (Folch *et al.*, 1954). Andmetöötlusprogrammina rakendati KROM-5, mis teostab kromatogrammi parameetrite alusel ka arvutused.

Uurimistöö osutus võimalikuks tänu AS Eesti Teadusfond poolt eraldatud uurimistoetusele.

Katsetulemused

Analüüsitud kanamunade keskmiseks massiks oli 65 (63–67) g, rebu osatähtsus munas 33 (31–35)% ja lipiidide sisaldus rebus 27,9 (27,6–28,4)%. 65-grammine muna sisaldas keskmiselt 21,5 g rebu, milles oli 6,0 g lipiide.

Analüüsitud munarebude rasvhappeline koostis on toodud tabelis 1. Tabelis on toodud ainult katserühmade andmed. Kontrollrühma munarebude rasvhappeline koostis ei erinenud enne katse algust leitud näitajatest. Tabeli 1 andmetest selgub, et sööda 2- ja 4-protsendine linaõlisisaldus ei vähendanud oluliselt küllastatud rasvhapete (müristiin-, palmitiin- ja steariinhape) kogust rebu lipiidides. 2% linaõli lisandi korral vähenes rebus steariinhappe suhteline sisaldus 6,2% ja 4% linaõli lisandi korral palmitiinhappe suhteline sisaldus 5,2%.

Linaõli lisamine kanade söödale vähendas aga tunduvalt ω -6-rasvhapete osatähtsust rebu lipiidides. 2% linaõli söötmisel oli linool-, arahhidoon-, dokosatetraeen- ja dokosapentaenhape sisaldus summaarselt vähenenud 14,5% võrra ehk keskmiselt 936 mg-lt 802 mg-le. Linaõli mõjul suurenes rebus ω -3-rasvhapete hulk. α -linoleen-, dokosapentaen- ja dokosaheksaenhape sisaldus suurenes juba 2-nädalase 2% linaõli söötmise järel hüppeliselt (2,7 korda). Keskmisena suurenes ω -3-rasvhapete sisaldus 6-nädalase katse kestel 2,6 korda: 132 mg-lt katse algul 340 mg-le katse kestel. ω -6-ja ω -3-rasvhapete vahekord muutus katse kestel 7,1:1-lt 2,4:1-le.

Tabel 1. Munarebu rasvhappeline koostis linaõli kasutamisel söödakomponendina,
% üldlipiididest

Table 1. Fatty acid composition (% total lipids) of egg yolk from hens fed flaxseed oil diet

| Rasvhapped <i>Fatty acids</i> | Enne katse algust <i>Before the trial</i> | 2 nädalat katse algusest 2 weeks from the start of the trial | 4 nädalat katse algusest 4 weeks from the start of the trial | 6 nädalat katse algusest 6 weeks from the start of the trial | 2 nädalat pärast katse lõppu 2 weeks after of the trial |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Rühm I – söödas 2% linaõli / Group I – 2% flaxseed oil in diet | | | | | |
| Müristiinhape C 14 : 0 <i>Myristic acid</i> | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Palmitiinhape C 16 : 0 <i>Palmitic acid</i> | 23,5 | 24,3 | 24,3 | 23,8 | 22,7 |
| Palmitoleenhape C 16 : 1 <i>Palmitoleic acid</i> | 2,9 | 4,3 | 3,8 | 3,7 | 3,3 |
| Steariinhape C 18 : 0 <i>Stearic acid</i> | 9,1 | 8,3 | 8,8 | 8,5 | 7,9 |
| Oleiinhape C 18 : 1 <i>Oleic acid</i> | 46,5 | 43,9 | 43,5 | 44,6 | 46,5 |
| Linoolhape C 18 : 2 ω -6 <i>Linoleic acid</i> | 13,4 | 11,9 | 12,4 | 12,8 | 14,9 |
| α -linoleenhape C 18 : 3 ω -3 <i>α-linolenic acid</i> | 0,7 | 3,8 | 3,7 | 3,3 | 1,3 |
| Arahhidoonhape C 20 : 4 ω -6 <i>Arachidonic acid</i> | 1,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,3 |
| Dokosatetraeenhape C 22 : 4 ω -6 <i>Docosatetraenoic acid</i> | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| Dokosapentaeenhape C 22 : 5 ω -6 <i>Docosapentaenoic acid</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dokosapentaeenhape C 22 : 5 ω -3 <i>Docosapentaenoic acid</i> | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| Dokosaheksaenhape C 22 : 6 ω -3 <i>Docosahexaenoic acid</i> | 1,3 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,3 |
| Σ ω -3-rasvhappeid <i>Total ω-3 fatty acids</i> | 2,2 | 6,0 | 5,7 | 5,3 | 2,8 |
| Σ ω -6-rasvhappeid <i>Total ω-6 fatty acids</i> | 15,6 | 12,9 | 13,4 | 13,8 | 16,3 |
| ω -6 : ω -3 | 7,1 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 5,8 |
| Σ ω -3-rasvhappeid mg rebus <i>Total ω-3 fatty acids mg/in yolk</i> | 132 | 360 | 342 | 318 | 168 |
| Σ ω -6-rasvhappeid mg rebus <i>Total ω-6 fatty acids mg/in yolk</i> | 936 | 774 | 804 | 828 | 978 |

Tabeli 1 järg / Table 1 continue

| Rühm II – söödas 4% linaõli / Group II – 4% flaxseed oil in diet | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Müristiinhape C 14 : 0 <i>Myristic acid</i> | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Palmitiinhape C 16 : 0 <i>Palmitic acid</i> | 24,4 | 22,1 | 22,2 | 25,1 | 23,6 |
| Palmitoleenhape C 16 : 1 <i>Palmitoleic acid</i> | 2,9 | 3,5 | 3,4 | 3,5 | 3,2 |
| Steariinhape C 18 : 0 <i>Stearic acid</i> | 8,8 | 9,0 | 9,1 | 8,4 | 8,3 |
| Oleiinhape C 18 : 1 <i>Oleic acid</i> | 45,3 | 41,8 | 42,7 | 41,0 | 45,7 |
| Linoolhape C 18 : 2 ω -6 <i>Linoleic acid</i> | 14,0 | 13,6 | 13,5 | 13,7 | 14,5 |
| α -linoleenhape C 18 : 3 ω -3 <i>α-linolenic acid</i> | 0,8 | 6,9 | 5,7 | 5,0 | 1,4 |
| Arahhidoonhape C 20 : 4 ω -6 <i>Arachidonic acid</i> | 1,6 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,4 |
| Dokosatetraeenhape C 22 : 4 ω -6 <i>Docosatetraenoic acid</i> | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dokosapentaenhape C 22 : 5 ω -6 <i>Docosapentaenoic acid</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| Dokosapentaenhape C 22 : 5 ω -3 <i>Docosapentaenoic acid</i> | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,1 |
| Dokosaheksaenhape C 22 : 6 ω -3 <i>Docosahexaenoic acid</i> | 1,1 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 1,4 |
| Σ ω -3-rasvhappeid <i>Total ω-3 fatty acids</i> | 2,2 | 9,0 | 7,8 | 7,3 | 2,9 |
| Σ ω -6-rasvhappeid <i>Total ω-6 fatty acids</i> | 16,1 | 14,4 | 14,4 | 14,6 | 16,0 |
| ω -6 : ω -3 | 7,3 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 5,5 |
| Σ ω -3-rasvhappeid mg rebus <i>Total ω-3 fatty acids mg/in yolk</i> | 132 | 540 | 468 | 438 | 174 |
| Σ ω -6-rasvhappeid mg rebus <i>Total ω-6 fatty acids mg/in yolk</i> | 966 | 864 | 864 | 876 | 969 |

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.

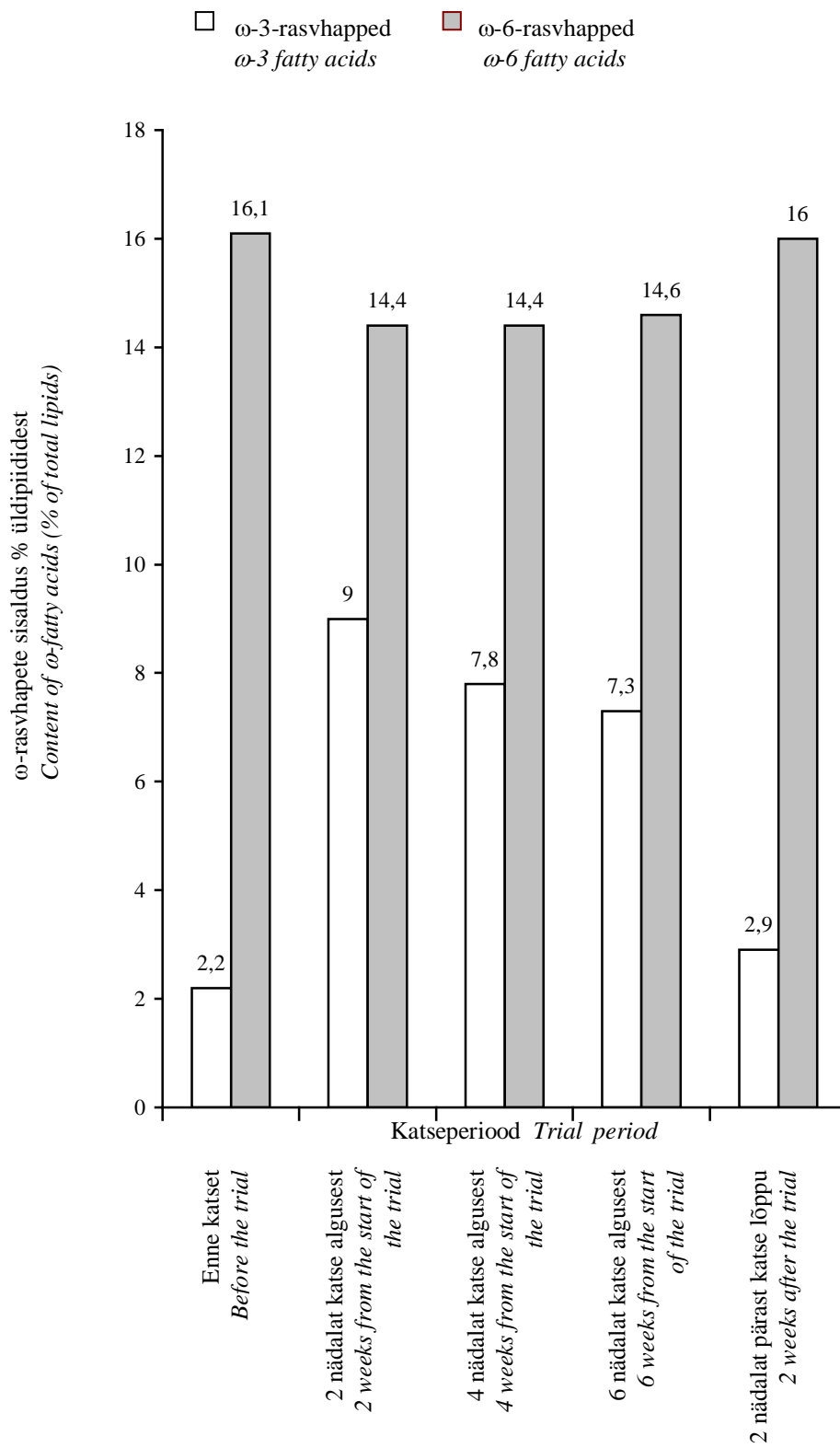
Tabel 2. Kanade munemisintensiivsus ja munade füüsilisi näitajaid linaõli kasutamisel söödakomponendina

Table 2. Laying intensity of the hens and physical characteristics of the egg by feeding flaxseed oil

| Katserühm ja katsejätk | Munemis-intensiivsus | Muna keskmine mass | Muna indeks | Munakoore tugevus |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <i>Trial group and trial period</i> | <i>Laying intensity %</i> | <i>Average weight of an egg g (n = 30)</i> | <i>Egg index (n = 30)</i> | <i>Shell strength N (n = 30)</i> |
| I rühm – söödas 2% linaõli / <i>Group I – 2% flaxseed oil in diet</i> | | | | |
| Enne katse algust <i>Before the start of the trial</i> | 75,4 | \bar{x} 62,9 s 10,4 | 74,5 4,3 | 38,63 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 0,3 | 74,7 3,1 | 30,8 6,3 |
| 2 nädalat pärast katse lõppu <i>2 weeks after the end of 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 start of 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 end of the trial</i> | 73,8 | \bar{x} 66,7 s 10,2 | 75,0 4,1 | 29,7 5,3 |

Graafiliselt on selle katserühma munarebude ω -3- ja ω -6-rasvhapete suhteline sisaldus esitatud joonisel 1.

Kanade munemisintensiivsus ja munade morfoloogilised näitajad on esitatud tabelis 2. Tabelist 2 selgub, et 2% linaõli lisamine söödale suurendas kogu katseperioodil 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 ja indeksit erinevad linaõlikogused ei mõjutanud, küll aga vähenes mõlemas katserühmas kanamunade koore tugevus. Viimane väide vajab veel täiendavat kontrolli, sest samal ajal vähenes munakoore tugevus ka tavasöödal olnud kontrollrühmas.



Joonis 1. ω -3- ja ω -6-rasvhapete sisaldus munarebus (kanade ratsioonis 4% linaõli)
Figure 1. Content of ω -3 and ω -6 fatty acids in egg yolk (4% flaxseed oil in diet)

Kokkuvõte

2 ja 4% linaõli lisamisel munejate kanade ratsioonile saadi järgmisi tulemusi.

1. Küllastatud rasvhapete kogus munarebu lipiidides ei vähenenud.
2. ω -6-rasvhapete kogus munarebus vähenes 2% linaõli söötmisel 14,5% ja 4% linaõli söötmisel 10,1% võrra.
3. ω -3-rasvhapete hulk munarebu lipiidides suurenes 2% linaõli söötmisel 2,6 korda, 4% linaõli söötmisel 3,7 korda, esimese 2 katsenäda järel isegi 4,1 korda.
4. ω -6- ja ω -3-vahekorraks saadi 2% linaõli söötmisel katse keskmisena 2,4:1; 4% linaõli söötmisel 1,8:1.
5. Katse lõpupoole vähendas 4% linaõli söötmine 4,1% võrra katsekanade munemisintensiivsust.

Kirjandus

- Andersson K., Elwinger K., Pamlenyi I. Restricted feeding and different protein levels to two strains of SCWL hybrids. – Swedish Journal of Agricultural Research, 1978, 8, p. 241–247.
- Aymond W. M., van Elswyk M. E. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. – Poultry Science, 1995, 74, 8, p. 1388–1394.
- Caston L., Leeson S. Research note: dietary flaxseed and egg composition. – Poultry Science, 1990, 69, p. 1617–1620.
- Chan J. K., Bruce V. M., McDonald B. E. Dietary alpha-linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering blood cholesterol in normolipidemic men. – American Journal of Clinical Nutrition, 1991, 53, p. 1230–1234.
- Cherian G., Sim J. S. Egg yolk polyunsaturated fatty acids and vitamin E content alters the tocopherol status of hatched chicks. – Poultry Science, 1997, 76, 12, p. 1753–1759.
- Elswyk van M. E., Sams A. R., Hargis P. S. Composition, functionality, and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary menhaden oil. – Journal of Food Science, 1992, 57, p. 342–344, 349.
- Folch J., Lees M., Stanley G. H. S. A simple method for isolation and purification of total lipides from animal tissues. – Journal of Biochemical Chemistry, 1954, 226, p. 497–509.
- Indu M. N-3 fatty acids in indian diets – comparison of the effects of precursor (alpha-linolenic acid) vs product (long chain n-3 polyunsaturated fatty acids). – Nutrition Research, 1992, 12, p. 569–582.
- Noble R. C. Egg lipids. – In: Egg Quality – Current Problems and Recent Advances. Poultry Science Symposium N 20. – Butterworths, London, 1987, p. 159–177.
- Ratnayake W. M. N., Acman, R. G., Hulan, H. W. Effect of redfish meal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42-day-old broiler chickens. – Journal of the Science of Food and Agriculture, 1989, 49, p. 59–74.
- Siguel E. A new relationship between total/high density lipoprotein cholesterol and polyunsaturated fatty acids. – Lipids, 1996, 31, p. 51–56.
- The problems and practicalities of producing an omega (N)-3 fortified egg. – World Poultry, 1996, 12, 2, p. 39–43.

Linseed Oil as an Increaser of ω -3 Fatty Acid Content in Hen Egg Yolk

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

Summary

Two groups of laying hens were fed a ration containing 2% and 4% linseed oil, respectively, during 6-week trial. It was observed that linseed oil did not decrease the enriched fatty acid content in egg yolk. The content of ω -6 fatty acids in the yolk lipids reduced by 14.5% in the 1st group (2% linseed oil ration), and by 10.1% in the 2nd group (4% linseed oil ration). ω -3 fatty acid content of yolk increased 2.6 and 3.7 times, respectively. The ratio of ω -6 and ω -3 fatty acid changed from 7.1 : 1 to 2.4 : 1 and from 7.3 : 1 to 1.8 : 1, respectively. By the end of the 6th week of the ration containing 4% linseed oil reduced the laying rate of hens by 4.1 per cent.