

## VEISERASVA JA RAPSIÕLI SÖÖTMISE MÕJU LEHMADE PIIMA-, PIIMARASVA- NING PIIMAVALGUTOODANGULE LAKTATSIOONI ALGUL

O. Kärt, V. Sikk

### Kirjanduse ülevaade

Mäletsejaliste söötades ei leidu rasva tavaliselt üle 3 %. Kui ratsioonide tasakaalustamiseks kasutatakse rasvarikaste õlikultuuride seemneid või kooke, võib rasvasisaldus küll suureneda, kuid ei ületa harilikult 5 % (kuivaines). Et rasvad on väga energiarikkad, on hakatud neid kasutama ka veiste söödaratsioonide energiasisalduse tõstmise eesmärgil.

Veiste söödaratsioonidele lisatavad rasvad võivad olla nii taimse kui loomse päritoluga ja varieeruvad nii rasvhappelise koostise, rasvhapete küllastatuse astme (kaksiksidemete arvu) kui ka rasvhapete süsinikahela pikkuse poolest. Söödad sisaldavad põhiliselt C 16:0, C 18:1 ja C 18:2 rasvhappeid, kusjuures õlikultuuride seemned sisaldavad rohkem pika süsinikahelaga küllastumata rasvhappeid, loomsed rasvad aga C 16:0 ja C 18:0 küllastatud rasvhappeid. Nii esineb puuvillaseemnete õlis 70,3; sojaõlis 80,7 ja maisiõlis 81,0 % küllastumata rasvhappeid, veiserasv sisaldab küllastumata rasvhappeid vaid 42,9 % (Palmquist, 1990).

Taimsetes söötades on rasvhapped põhiliselt esterifitseeritud, kuid vatsa sattumisel hüdroolüüsuvad nad kiiresti mikroobide lipaaside toimetel. Vatsas on arvukalt baktereid, mis suudavad hüdroolüüsida estersidemeid. Seevastu algloomad tõenäoliselt ei hüdroolüüsi lipiide peale fosfolipiidide (Palmquist, Jenkins, 1980; Doreau, Ferlay, 1994). Hüdroolüüsil vabanenud glütserool ja glükosiididest vabanenud galaktoos fermenteeritakse kiiresti põhiliselt propioonhappeks (Palmquist, Jenkins, 1980), vähemal määral ka võihappeks (Doreau, Ferlay, 1994). Need on glütserooli ja galaktoosi fermentatsiooni lõpp-produktid vatsas.

Töötlemata rasvadest hüdroolüüsuvad vatsas 85...95 %. Katsetega on tõestatud, et mida rohkem on ratsioonis lipiide, seda paremini nad vatsas hüdroolüüsuvad. Eriti hästi hüdroolüüsuvad õlikultuuride seemnetes sisalduvad õlid, seevastu rohusöötades leiduvad lipiidid hüdroolüüsuvad halvemini, kuna rohusöötades on lipiidid suures osas seotud rakukesta struktuuriga (Doreau, Ferlay, 1994).

Vatsas hüdrogeenuvad küllastumata rasvhapped väga aktiivselt. Kuigi selle protsessi tähtsust pole lõplikult selgitatud, peetakse hüdrogenisatsiooni peamiseks põhjuseks eelkõige küllastumata rasvhapete toksilist mõju vatsa mikroorganismidele. Küllastumata rasvhapete biohüdrogenisatsioon on mitmeastmeline protsess, mis toimub mikrobiaalsete isomeraaside ja reduktaaside toimetel (Palmquist, Jenkins, 1980; Jenkins, 1993). Vatsas toimuva söödarasvade hüdrogeenumise tõttu leidub piimas ja depoorasvas väga vähe C 18 transisomeere ning C 18:2 ja C 18:3 küllastumata rasvhappeid (Scott, Ashes, 1993). Vatsa mikroorganismid ei suuda aga hüdrogeenida kalaõlis leiduvaid C 20:5 ja C 22:6 rasvhappeid.

Vatsas ei hüdrogeenu kõiki sinna sattunud küllastumata rasvhapped. Klusmeyer ja Clark (1991) leidsid lehmadega katsetades, et küllastumata C 18 rasvhapetest hüdrogeenus vatsas erinevate söötade puhul 67...70 %, Wu et al. (1991) katsetes oli see protsent 68. On tõestatud, et mida enam kaksiksidemeid on küllastumata rasvhapete süsinikskeletis, seda paremini nad hüdrogeenuvad (Bauchart et al., 1987).

Kui rasvade ainevahetuse kohta vatsas on veel palju selgusetat küsimusi, siis suhteliselt paremini on selgitatud rasvade seedumist ja imendumist peensooles. Rasva seeduvus (resp. imendumine) peensooles on suhteliselt kõrge – 63...79,2 % (Chilliard et al., 1991; Zinn, Palmquist, 1991; Plascencia, 1993), kusjuures küllastumata rasvhapped seeduvad paremini kui küllastatud rasvhapped (Borsting et al., 1992).

Rasvhapped imenduvad mäletsejalistel põhiliselt niudesooles, kusjuures niudesoole eesmisel osal imendub 15...25 % ning kesk- ja lõpuosas 55...65 % (Bauchart, 1993). Lipiidide hüdroloüüsil tekivad nii vees lahustuvad kui lahustumatud komponendid. Polaarsed lühikeseahelalised rasvhapped (vähem kui C 14 aatomit) ei vaja imendumiseks sapphappeid ja need imenduvad otse portaalveeni. Pikaahelalised rasvhapped (rohkem kui C 14 aatomit) moodustavad koos monoglütseriidide, kolesterooli ja sapphappetega spontaanselt mitselle, mille pinnale seostuvad hüdroloüüsumata fosfolipiidid (Palmquist, Jenkins, 1980). Mitsellid on võimelised tungima soolestiku mukoosarakkudesse, kus toimub triglütseriidide ja fosfolipiidide resüntees ja lipoproteiidide moodustumine. Lipoproteiidid on makromolekulaarsed ühendid, mis koosnevad erinevatest lipiididest ja valkudest (neid nimetatakse ka apolipoproteiidideks). Nad lahustuvad vaskulaarsüsteemis (vereplasma ja lümf) ja on põhilised rasvhapete kandjad organismis (Palmquist, Jenkins, 1980; Bauchart, 1993). Triglütseriididerikaste lipoproteiinide põhiülesanne on transportida söödas olevaid rasvhappeid kas kudedesse, kus neist moodustub varurasv, piimanäärmesse, tootmaks piimarasva, või keha teistesse organitesse, kus nad oksüdeeritakse energia saamise eesmärgil.

Seoses rasva lisamisega mäletsejaliste söödaratsioonile on intensiivselt uuritud ka selle mõju piimatoodangule ning piima rasva- ja valgusisaldusele. Kronfeld et al. (1980) söötsid lehmadele 26 nädala jooksul pärast poegimist veiserasva ja täheldasid, et esimese 14 nädala jooksul lüpsid katserühma lehmad 12,4 % rohkem EKM-piima, hiljem erinevus rühmade vahel kadus. Katserühma lehmade piima rasvasisaldus oli suurem kui kontrollrühma lehmadel. Piima valgusisalduses erinevusi ei olnud. Boila et al. (1993) võrdlesid veiserasva, päevalilleseemnete ja odra lisaõötamise mõju lehmade piimajõudlusele ja leidsid, et teist ja enamat laktatsiooni lüpsvate lehmade piimatoodang suurenes siis, kui söödeti täiendavalt veiserasva ja päevalilleseemneid, esmaspoeginutel aga siis, kui söödeti päevalilleseemneid või otra.

Summeerides paljude autorite (Grummer, 1988; Schneider et al., 1988; Schauff, Clark, 1989) katsetulemusi, näeme, et rasva lisaõõtmine annab enamtoodangut eelkõige laktatsiooni algul ja keskel. Chalupa et al. (1990) leiavad, et laktatsiooni algul on lehmade toodang maksimaalne siis, kui töötlemata rasva lisatakse iga kilogrammi söödaratsiooni kuivaine kohta 54 g päevas, ja laktatsiooni keskel siis, kui seda lisatakse 47 g päevas. Protekteeritud rasva söötisel suureneb piimatoodang lineaarselt rasvakoguse suurendamisega seni, kuni lisatava rasva kogus ei ületa 90 g päevas. Autorid soovivad sööta lehmadele rasva koguses, mis võrdub nende poolt produtseeritud piimarasva kogusega, kusjuures 1/3 sellest peaks lehm saama põhisöötadega, 1/3 võib olla protekteerimata rasv ja 1/3 peaks olema protekteeritud rasv.

Rasva lisaõötisel tuleb arvestada selle mõjuga piimarasva rasvhappelisele koostisele. Veise normaalpiima lipiididest moodustavad põhilise osa triglütseriidid – 97...98 %, kuid seal leidub ka diglütseriide – 0,25...0,48 %, monoglütseriide – 0,016...0,038 %, vabu rasvhappeid – 0,10...0,44 %, vabu steroole – 0,22...0,41 %, fosfolipiide – 0,2...1,0 % ja karotinoide – 0,008 % (Morrison, 1970). Triglütseriidide rasvhappelise koostis määrab piimarasva kvaliteedi, selle omadused ja piima säilivuse. Rasvhapetest on piimas kõige rohkem C 16:0 ja C 18:1 rasvhappeid, moodustades kogu rasvhapetest lehmapiimas 56,1 %, utepiimas 45,4 %, põhjapõdrapiimas 44,0 %, märapiimas 44,7 %, emisepiimas 68,1 % ja naisepiimas 66,6 % (Morrison, 1970). Piimas leiduvad 4...14 süsinikuaatomiga rasvhapped sünteesitakse lehma udaras, 18 süsinikuaatomiga rasvhapped inkorporeeritakse piimarasva söödarasva vastavatest hüdroloüüsisaadustest, 16 süsiniku aatomiga rasvhapped sünteesitakse kas udaras või inkorporeeritakse söödast (Palmquist, 1990). Tasakaalustatud energiabilansi korral sünteesib lehm umbes poole piima rasvhapetest *de novo* äädikhapest ja  $\beta$ -hüdroksüvõihapest, 40...45 % rasvhapetest tuleb söödast ja alla 10 % keharasvast (Palmquist, Jenkins, 1980; Thomas, Chamberlain, 1982).

Piimarasv peab kehatemperatuuril olema vedel, seda tänu ensüüm stearüül-CoA-desaturasile (Emanuelson, 1989; Palmquist, 1990), mis muudab vatsas küllastunud ja peensoolest absorbeerunud steariinhappe (C 18:0) suures osas uuesti oleiinhappeks (C 18:1). Piimarasva kõvaduse ja töötlemise omadused määrab seega põhiliselt ära C 16:0 ja C 18:1 rasvhapete omavaheline suhe.

Söödaratsiooni koostise muutmise, eriti aga rasvarikaste söötade (resp. rasva) söötmisel muutub piimarasva rasvhappeline koostis märgatavalt. Kankare ja Antila (1984) võrdlesid odra ja kaera mõju piimarasva rasvhappelisele koostisele ja leidsid, et kaer muudab piimarasva pehmemaks kui oder, sest kaera söötmisel suurenes piimarasvas C 18:1 ja vähenes C 16:0 rasvhapete sisaldus. Chilliard et al. (1991) viisid duodeenumifistuli kaudu lehmade peensoolde rapsiõli ja leidsid, et piimarasvas suurenes oluliselt oleiin- (C 18:1), linool- (C 18:2) ja linoleenhappe (C 18:3) sisaldus. Samal ajal vähenes palmitiin- (C 16:0) ja müristiin- (C 14:0) ning teiste lühikese ahelaga rasvhapete sisaldus.

Kui lisatav rasv on rikas C 16:0 rasvhapete poolest, muutub piimarasva koostis vähem kui C 18 küllastamata rasvhapeterikka rasva söötmisel, sest sellisel juhul ei sünteesi lehm ise C 16:0 rasvhapet aädikhapest ja  $\beta$ -hüdroksüvõihapest, vaid kasutab eelkõige ära söödas olevad rasvhapped (Palmquist, 1990).

## Materjal ja meetodika

Katse korraldati 1993/94. aasta talvel Jõgeva maakonna Esku suurtalus. Katsesse valiti analoogide põhimõttel 45 äsjapoeginud teist või enamast laktatsiooni lüpsvat lehma, kes jaotati 3 võrdsesse rühma. Kõik katselehmad olid samas laktatsioonijärgus, poegimisintervalliga mitte üle ühe kuu (30...60 päeva pärast poegimist).

Katselehmad said 4,5 kg heina, 30 kg silo ja vastavalt toodangule 6,5...6,8 kg odrajahu ja 1,1...1,2 kg sojasrotti päevas (kontrollrühm). Katserühma lehmadele söödeti lisaks kas 0,5 kg veiserasva (veiserasvarühm) või 0,5 kg rapsiõli (rapsiõlirühm) päevas (tabel 1). Odrajahu ja sojasrotti koguseid korrigeeriti vastavalt lehmade piimatoodangule 2 korda kuus, vahetult pärast kontroll-lüpsi. Söötmisel püüti kõikide lehmade toitainete tarvet rahuldada maksimaalselt põhiratsiooniga, kusjuures katserühma lehmadele anti veiserasva ja rapsiõli

**Tabel 1. Katselehmade keskmised söödaratsioonid / Mean diets of cows in the trial**

Söödad ja tähtsamad toitefaktorid Feeds and main nutrients	Katsevariandid / Treatments		
	kontroll control	veiserasv tallow	rapsiõli rapeseed oil
Põldhein, kg / Hay, kg	4,5	4,5	4,5
Rohusilo, kg / Grass silage, kg	30,0	30,0	30,0
Odrajahu, kg / Barley meal, kg	6,5	6,9	6,8
Sojasrott, kg / Soya oil meal, kg	1,1	1,1	1,2
Mineraalsööt, kg / Mineral feed, kg	0,1	0,1	0,1
Veiserasv, kg / Tallow, kg	–	0,5	–
Rapsiõli, kg / Rapeseed oil, kg	–	–	0,5
Toitefaktorite sisaldus / Content of nutrients			
Kuivaine, kg / Dry matter, kg	17,7	18,1	18,1
Metaboliseeruv energia, MJ / Metabolizable energy, MJ	176,7	195,7	195,7
Seeduv proteiin, g / Digestible crude protein, g	1765	1803	1834
Toorkiud, g / Crude fibre, g	3407	3469	3445
Ca, g	132,6	133,7	133,8
P, g	48,7	50,2	50,2

üle energiatarbe (tabel 2). Et suure toodanguga lehmad lüpsavad laktatsiooni alul reeglina kehavarude arvelt, mistõttu nende energiabilanss on negatiivne, siis püüti antud katses selgitada, kas on võimalik rasva lisa söötmisega katta sel perioodil lehmade energiatarvet, vähendades sellega uuslüksiperioodil kehavarude kasutamist.

**Tabel 2. Toitefaktorite tarbe katmine / Satisfying nutrients requirement**

Toitefaktorid Nutrients	Katsevariandid / Treatments		
	kontroll control	veiserasv tallow	rapsiõli rapeseed oil
Metaboliseeruv energia, MJ / Metabolizable energy, MJ			
1. katsekuu / 1 <sup>st</sup> month	-10,39	-1,85	+0,20
2. katsekuu / 2 <sup>nd</sup> month	-7,70	+1,75	-1,62
3. katsekuu / 3 <sup>rd</sup> month	+8,32	-3,98	+11,38
Seeduv proteiin, g / Digestible crude protein, g			
1. katsekuu / 1 <sup>st</sup> month	+45	-5	-18
2. katsekuu / 2 <sup>nd</sup> month	+54	-7	-2
3. katsekuu / 3 <sup>rd</sup> month	+315	-82	+151
Ca, g			
1. katsekuu / 1 <sup>st</sup> month	+15,3	+11,6	+12,1
2. katsekuu / 2 <sup>nd</sup> month	+16,0	+10,0	+9,2
3. katsekuu / 3 <sup>rd</sup> month	+27,4	+10,5	+17,2
P, g			
1. katsekuu / 1 <sup>st</sup> month	-35,41	-38,1	-38,1
2. katsekuu / 2 <sup>nd</sup> month	-35,18	-38,4	-39,2
3. katsekuu / 3 <sup>rd</sup> month	-26,22	-40,1	-33,1

Katseperiood kestis 90 päeva, sellele eelnes nädalane eelperiood, mil lehma harjutati veiserasva ja rapsiõli sööma. Rapsiõli ja veiserasv (alul sulatatult, hiljem sulatamata) lisati odrajahule ja sojasrotile söötmise ajal. Piimatoodangut arvestati kaks korda kuus teostatud kontroll-lüpside alusel, siis võeti piimast ka proovid ja määrati automaatanalüsaatori *Milk-O-Scan* abil iga lehma piima rasva- ja valgusisaldus. Lisaks sellele määrati katse keskel iga katserühma lehmade keskmisest piimast piimarasva rasvhappeline koostis gaaskromatograafia Chrom 5. Tulemused kontrolliti kromato-massispektromeetriliselt analüsaatoril Hitachi M-80 B.

Katse lõpul võeti lehmadelt vereproovid ja määrati vere glükoosi-, vereseerumi triglütseriidide-, karbamiidi-, kolesterooli- ja üldlipiidesisaldus metoodikate järgi, mida autorid on kirjeldanud oma varasemates töodes (Kärt, Sikk, 1994). Söötade zootehniline analüüs tehti üldtunnustatud metoodika järgi.

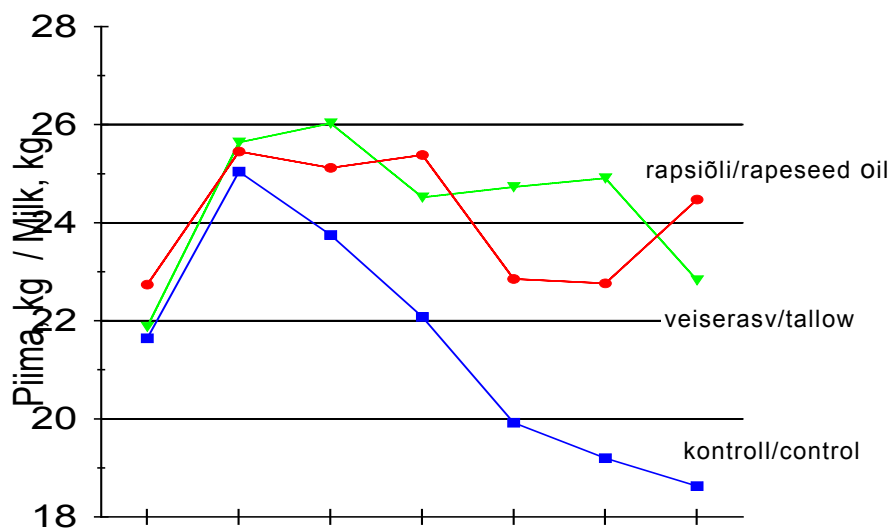
### Katsetulemused ja nende arutelu

Katse näitas, et veiserasva ja rapsiõli lisa söötisel suurenes uuslüksiperioodil katserühma lehmade piimatoodang üle kahe ja poole kilogrammi päevas võrreldes kontrollrühma lehmade toodanguga (veiserasva saanud lehmad lüpsid 2,59 ja rapsiõli saanud lehmad 2,67 kg piima päevas enam kui kontrollrühma lehmad), seejuures ei olnud olulist erinevust, kas täiendava energiaallikana kasutati veiserasva või rapsiõli (tabel 3, joon. 1). Suuremad piimatoodangu erinevused ilmsid teisel ja kolmandal katsekuul (3...4 kuud pärast poegimist). Nii lüpsid 60 päeva pärast katse algust (3 kuud peale poegimist) veiserasva saanud lehmad keskmiselt 4,80 kg ja rapsiõli saanud lehmad 2,93 kg piima päevas rohkem kui kontrollrühma lehmad. Märkimisväärne katserühma lehmade piimatoodangu erinevus kontrollrühma lehmade toodangust ilmsid ka 90 päeva pärast katse algust (4 kuud pärast poegimist) – vastavalt 4,20 kg ja 5,84 kg.

**Tabel 3. Katselahmade piima-, piimarasva- ja valgutoodang / Milk, milk fat and protein yield of cows**

Näitajad Item	Katsevariandid / Treatments		
	kontroll control	veiserasv tallow	rapsiõli rapeseed oil
Piimatoodang, kg/päevas / Milk yield, kg/day	21,94	24,53*	24,61*
EKM-piima, kg/päevas / FCM yield, kg/day	22,80	23,80	24,07
Rasvatoodang, kg/päevas / Fat yield, kg/day	0,934	0,933	0,959
Valgutoodang, kg/päevas / Protein yield, kg/day	0,656	0,696	0,718*
Rasv+valgutoodang, kg/päevas / Fat+protein yield, kg/day	1,590	1,629	1,677
Piima rasvasisaldus, % / Milk fat content, %	4,26	3,80	3,90
Piima valgusisaldus, % / Milk protein content, %	2,99	2,84	2,92

\* Erinevus võrreldes kontrollvariandiga on statistiliselt tõenäoline ( $P < 0,05$ ) / Difference from the control is significant ( $P < 0,05$ )



kontroll / control	21,64	25,04	23,75	22,08	19,92	19,20	18,63
veiserasv / tallow	21,88	25,64	26,03	24,52	24,73	24,91	22,83
rapsiõli / rapeseed oil	22,74	25,45	25,12	25,38	22,85	22,76	24,47

*Joonis 1. Lehmade piimatoodangu dünaamika*

*Figure 1. Dynamics of milk yield of cows*

Energiarikka veiserasva ja rapsiõli mõju piimatoodangule saame selgitada tabeli 2 abil, millest selgub, et kontrollrühma lehmad kasutasid esimesel ja teisel katsekuul kehavarusid (resp. energiat) piima tootmiseks suuremal määral kui katserühmade lehmad. Just kehavarude arvult suutsid kontrollrühma lehmad esimesel katsekuul lüpsata võrdselt katserühma lehmadega. Et proteiini oli ratsioonides piisavalt, ei saanud see olla takistuseks piima sünteesil. Keha energiavarude lõppedes ei suutnud kontrollrühma lehmad aga enam lüpsata võrdselt katserühma lehmadega.

Selleks, et saada uuslupsiperioodil lehmadel piisavalt head toodangut, on tarvis suurendada söödaratsiooni kuivaine energiasisaldust. Antud katses oli kontrollrühma lehmade söödaratsiooni 1 kg kuivaines 9,98 MJ metaboliseeruvat energiat, katserühmade lehmade ratsioonis koos rasvaga aga 10,81 MJ. Energiasisaldust söödaratsiooni kuivaines on tarvis suurendada seepärast, et sööda kuivaine tarbimine on piiratud. Rohusöödarikaste ratsioonide puhul ei ületa söömus tavaliselt 3 kg kuivainet 100 kg kehamassi kohta.

Ka EKM-piima ja piimarasva toodang oli katserühma lehmadel mõnevõrra kõrgem kui kontrollrühma lehmadel, kuid erinevused ei olnud statistiliselt olulised ( $P > 0,05$ ). Tabeli 3 andmetest selgub, et katserühma lehmade piima rasvasisaldus oli kontrollrühma lehmade omast madalam, piima valgusisalduses aga olulisi erinevusi ei olnud. Piima valgutoodang oli katserühma lehmadel suurem kui kontrollrühma lehmadel, kuid statistiliselt oluline erinevus ilmnis vaid rapsiõlirühma ja kontrollrühma lehmade vahel ( $P < 0,01$ ).

Ka kirjandusest leiame küllalt vastakaid andmeid rasva söötmise mõju kohta lehmade piima rasva- ja valgusisaldusele. Thomase ja Chamberlaini (1982) üldistavatest andmetest selgub, et erinevate autorite poolt läbiviidud katsedes on piima rasvasisaldust kõige sagedamini suurendanud kookospähkliõli, palmiõli, veiserasv, protekteeritud päevalilleõli ja sojaõli, vähendanud aga maapähkliõli ning töötlemata päevalille-, puuvilla- ning sojaõli. Piima valgusisaldust on vähendanud palmiõli, veiserasv ja sojaõli, suurendanud protekteeritud puuvillaõli ja puuvillaseemneõli.

Et piima rasvasisaldust ja piimarasva sünteesi organismis mõjutavad väga mitmed tegurid, on kirjanduses toodud andmete põhjal tihti väga raske otsustada, kas muutused piimarasva sisalduses on põhjustatud ainult rasva lisasöötmisest või kaasnesid sellega ka muutused näiteks vatsaseedes.

Huvitavate järeldusteni on jõudnud Palmquist ja Jenkins (1980), kes leiavad, et piima rasvasisalduse määramisel automaatanalüsaatoritega (Milk-O-Scan jt.) saadakse nende lehmade puhul, kellele söödetakse täiendavalt rasva, tõesest madalamaid tulemusi. Nimelt määrab enamik analüsaatoreid piima rasvasisaldust estersidemete hulga kaudu, kusjuures nende hulk on kalibreeritud normaalse lehmapiima rasvasisalduse (resp. rasvhapete vahekorra) järgi. Et rasvade lisasöötisel suurenes piimas pika süsinikahelaga rasvhapete hulk, on sellises piimas ka piimarasva mass estersideme kohta suurem. Nimetatud autorite arvates on vaja sellistel juhtudel analüsaatorid ümber kalibreerida.

Küllalt diskuteeritav on rasvade lisasöötisel ka küsimus piimarasva rasvhappelisest koostisest ja selle muutustest seoses erinevate rasvade kasutamisega. Antud katses ilmnisid kõige suuremad muutused just C 16:0 ja C 18:1 rasvhapete osas (tabel 4). Võrreldes kontrollrühma lehmadega vähenes nii veiserasva kui rapsiõli saanud lehmade piimarasvas C 16:0 rasvhapete osatähtsus ja suurenes C 18:1 rasvhapete hulk. Kuna C 16:0 ja C 18:1 rasvhapete omavaheline suhe piimas määrab ära piimarasva konsistentsi, võime järeldada, et veiserasva ja rapsiõli lisamisel muutub piimarasv (resp. või) pehmemaks. Et küllastumatuid rasvhappeid peetakse inimeste toitumise seisukohalt kasulikumaiks kui küllastatud rasvhappeid, võime eeldada, et selline piimarasv on tervislikum.

Rasva ainevahetuse selgitamisel annab olulist informatsiooni ka kehavedelike, sh. vere koostise uurimine. Antud katses mõjutas rasva lisasöötmine vereseerumi karbamiidi-, kolesterooli- ja üldlipiidide sisaldust, kuid ei mõjutanud vere suhkru- ja vereseerumi triglütseriidide sisaldust (tabel 5). Sealjuures oli üldlipiidide sisaldus veiserasva saanud lehmade vereseerumis ca 2 korda suurem kui rapsiõli saanud ning kontrollrühma lehmade vereseerumis ( $P < 0,05$ ). Ka rapsiõli saanud lehmade vereseerumis oli üldlipiide mõnevõrra

**Tabel 4. Piimarasva rasvhappeline koostis (%) / Fatty acid composition of milk fat (%)**

Rasvhapped Fatty acids	Katsevariandid / Treatments		
	kontroll control	veiserasv tallow	rapsiõli rapeseed oil
C 10:0	2,9	2,4	2,9
C 12:0	3,9	3,2	3,6
C 14:0	13,2	12,5	12,4

C 14:1	1,2	1,0	0,8
C 15:0	1,9	1,9	1,6
C 16:0	37,6	34,5	28,4
C 16:1	1,6	1,5	1,4
C 17:0	1,4	2,0	1,2
C 18:0	8,9	10,3	12,2
C 18:1	21,3	27,8	23,3
C 18:2	2,2	2,1	2,6
C 18:3	0,4	0,3	0,3

**Tabel 5. Katselahmade vere biokeemilised näitajad / Blood constituents of the cows**

Näitajad Item		Katsevariandid / Treatments		
		kontroll control	veiserasv tallow	rapsiõli rapeseed oil
Suhkrusisaldus, mg/dl / Content of sugar, mg/dl	x	39,5	36,1	39,0
	s	4,189	4,564	6,324
Triglütseriidisisaldus, mmol/l / Content of triglyceride, mmol/l	x	1,10	1,06	1,03
	s	0,180	0,132	0,151
Karbamiidisisaldus, mg/dl / Content of urea, mg/dl	x	29,4	32,6	36,5*
	s	3,445	0,915	3,222
Kolesteroolisisaldus, mg/dl / Content of cholesterol, mg/dl	x	165,4	158,6	181,6*
	s	7,815	6,285	15,971
Üldlipiidisisaldus, g/l / Content of lipids, g/l	x	1,41	2,90*	1,69
	s	0,165	0,350	0,206

\* - erinevus kontrollvariandist on statistiliselt oluline ( $P < 0,05$ ) / difference from the control is significant ( $P < 0,05$ )

rohkem kui kontrollrühma lehmade vereseerumis, kuid erinevus polnud statistiliselt oluline. Kronfeldi et al. (1980) ja Gagliostro et al. (1991) andmeil korreleerub samuti söödud rasva kogusega kõige paremini vereseerumi üldlipiidide sisaldus.

Asjaolu, miks antud katses rasva lisa söötmine ei mõjutanud vereseerumi triglütseriidide sisaldust, saab seletada nende ainevahetusega. Rasvad imenduvad peensoolest küll põhiliselt triglütseriididena kas külomikronite või väga väikese tihedusega lipoproteiidide koostises, kuid lagunevad kudedes väga intensiivselt. Nii on Palmquisti ja Jenkinsi (1980) andmeil triglütseriidide poolestusaeg organismis 2 kuni 11 minutit. Tõenäoliselt oli antud katses vereproovide võtmise ajaks (5...6 tundi pärast söötmist) suurem osa resorbeerunud triglütseriididest lagunenu.

Veiserasva ja rapsiõli saanud lehmade vereseerumi karbamiidisisaldus oli mõnevõrra suurem kui kontrollrühma lehmadel, kuid statistiliselt usutavaks osutus erinevus ainult rapsiõli ja kontrollrühma lehmade vahel. Kuigi otsest seost rasva ainevahetuse ja vereseerumi karbamiidisisalduse vahel ei ole, võib see kaudselt olla seotud tekkivate muutustega vatsa fermentatsiooniprotsessides. Rapsiõli saanud lehmade mõnevõrra suurem vereseerumi karbamiidisisaldus võib kõige tõenäolisemalt olla tingitud kas söödaproteiini intensiivsemast

lõhustumisest vatsas või orgaanilise aine lõhustuvuse ja mikroobse proteiini sünteesi nõrgenemisest.

## Veiserasva ja rapsiõli söötmise majanduslik tasuvus

Majandusliku tasuvuse arvestamisel tuleb lähtuda eelkõige turul kehtivatest rapsiõli ja veiserasva, samuti aga piima kokkuostu hindadest. Antud katses saadi 3 kuu jooksul ligikaudu 2,5 kg piima päevas rohkem siis, kui lehmadele söödeti uuslüksiperioodil lisaks põhiratsioonile kas 0,5 kg veiserasva või rapsiõli. Et veiserasva ja rapsiõli turuhinnaks oli 1993/1994. a. talveperioodil 7 krooni kilogramm, tehti rasva söötmisel täiendavaid kulutusi 3,5 krooni eest päevas (arvestamata veiserasva ja rapsiõli hankimiseks tehtud kulutusi).

Kõrgema sordi piima eest maksti samal perioodil 1,90 krooni kilogramm, millele lisandus lisatasu piima rasva- ja valgusisalduse eest. Iga 0,1 % piimarasva- või valgusisalduse eest, mis ületas baasilist sisaldust (rasva-% 3,5, valgu-% 3,2) maksti lisatasu vastavalt 1 või 3 senti kg kohta. Et realiseeritud piima valgusisaldus ei ületanud eespool näidatud taset, siis selle eest lisatasu ei saadud. Seega kujunes piima hinnaks kontroll-, veiserasva- ja rapsiõlirühmadel vastavalt 1,97; 1,93 ja 1,94 krooni/kg. Täiendavat sissetulekut saadi veiserasva söötmisel 0,56 krooni  $[(24,51 \times 1,93) - (21,95 \times 1,97) - 3,50 = 0,56]$  ja rapsiõli söötmisel 1,00 krooni  $[(24,61 \times 1,94) - (21,95 \times 1,97) - 3,50 = 1,00]$  lehma kohta päevas.

Majanduslike arvestuste tegemisel võib seega silmas pidada, et lehmadele on kasulik uuslüksiperioodil täiendava energiaallikana sööta veiserasva ja rapsiõli siis, kui 4 kg piima realiseerimishind on suurem kui 1 kg lisakssöödetava rasva ostuhind.

### Tänuavaldus

Autorid on tänulikud Esku suurtalu osanikule hr. Toivo Ojalillele vastutulelikkuse ja igakülgele toetuse eest katse läbiviimisel. Samuti kuulub meie eriline tänu pr. Malle Jõeale, kes hoolitses katselehmade eest ja aitas katset tehniliselt läbi viia. Täname Itaalia Põllumajandusabi Fondi, kelle rahalisel toetusel sai katse teoks.

## Kirjandus

- Bauchart, D. Lipid absorption and transport in ruminants. - J. Dairy Sci., vol. 76, p. 3864...3881, 1993.
- Bauchart, D., Doreau, M., Kindler, A. Effect of fat and lactose supplementation on digestion in dairy cows. 2. Long-chain fatty acids. - J. Dairy Sci., vol. 70, p. 71...80, 1987.
- Boila, R. J., Macinnis Mabon, B., Ingalls, J. R. Response of dairy cows to barley grain, tallow or whole sunflower seed as supplemental energy in early lactation. - Can. J. Anim. Sci., vol. 73, p. 327...342, 1993.
- Borsting, C. F., Weisbjerg, M. R., Hvelplund, T. Fatty acid digestibility in lactating cows fed increasing amounts of protected vegetable oil, fish oil or saturated fat. - Acta Agric. Scand., Sect. A, vol. 42, p. 148...156, 1992.
- Chalupa, W., Ferguson, J. D., Galligan, D. T. Feeding the high producing cow. - In Proc. Dairy feeding systems symposium, Harrisburg, Pennsylvania, January 10...12, p. 14...49, 1990.
- Chilliard, Y., Bauchart, D., Gagliostro, G., Ollier, A., Vermorel, M. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 1. Intestinal apparent digestibility of fatty acids and lipids. - J. Dairy Sci., vol. 74, p. 490...498, 1991.
- Grummer, R. R. Influence of prilled fat and calcium salts of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. - J. Dairy Sci., vol. 71, p. 117...123, 1988.
- Doreau, M., Ferlay, A. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. - Animal Feed Sci. and Tehnology, vol. 45, p. 379...396, 1994.



- Emanuelson, M. Rapeseed products of double low cultivars to dairy cows. Effects of long-term feeding and studies on rumen metabolism. - Dissertation, Uppsala, 1989. - 182 p.
- Gagliostro, G., Chilliard, Y. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 2. Voluntary intake, milk production, and composition. - J. Dairy Sci., vol. 74, p. 499...509, 1991.
- Jenkins, T. C., Lipid metabolism in the rumen. - J. Dairy Sci., vol. 76, p. 3851...3863, 1993.
- Kankare, V., Antila, V. The effect of feed grains of the fatty acid composition of milk fat. - J. Agric. Sci. in Finland, vol. 56, p. 33...38, 1984.
- Klusmeyer, T. H., Clark, J. H. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. - J. Dairy Sci., vol. 74, p. 3055...3067, 1991.
- Kronfeld, D. S., Donoghue, S., Naylor, J. L., Johnson, K., Bradley, C. A. Metabolic effects of feeding protected tallow to dairy cows. - J. Dairy Sci., vol. 63, p. 545...552, 1980.
- Kärt, O., Sikk, V. Veiserasva, rapsiõli ja Ca-seebi söötmise mõju lehmade vere biokeemilistele näitajatele. - Agraarteadus, nr. 3, lk. 273...280, 1994.
- Morrison, W. R. Milk lipids. - In: Topics in lipid chemistry, vol. 1, Ed. by Gunstone, F. D., Logos Press Limited, p. 51...106, 1970.
- Palmquist, D. L., Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. - J. Dairy Sci., vol. 74, p. 1354...1360, 1991.
- Palmquist, D. L. Effects of diet on milk fat composition. - In Proc. of the seminar "Fat and protein feeding to the dairy cow", October 15-16, Eskiltuna, Sweden, p. 59...62, 1990.
- Palmquist, D.L., Jenkins, T.C. Fat in lactation rations: review. - J. Dairy Sci., vol. 63, p. 1...14, 1980.
- Schauff, D. J., Clark, J. H. Effects of prilled fatty acids and calcium salts of fatty acids on rumen fermentation, nutrient digestibilities, milk production, and milk composition. - J. Dairy Sci., vol. 72, p. 917...927, 1989.
- Schneider, P., Sklan, D., Chalupa, W., Kronfeld, D. S. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. - J. Dairy Sci., vol. 71, p. 2143...2150, 1988.
- Scott, T. W., Ashes, J. R. Dietary lipids for ruminants: protection, utilization and effects on remodelling of skeletal muscle phospholipids. - Aust. J. Agric. Res., vol. 4, p. 495...508, 1993.
- Thomas, P. C., Chamberlain, D. G. Manipulation of milk composition to meet market needs. - In: Recent advances in animal nutrition, Ed. by Haresign, W., Butterworths, p. 219...243, 1982.
- Wu, Z., Ohajuruka, O. A., Palmquist, D. L. Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. - J. Dairy Sci., vol. 74, p. 3025...3034, 1991.
- Zinn, R. A., Plascencia, A. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. - J. Anim. Sci., vol. 71, p. 11...17, 1993.

## EFFECT OF FEEDING TALLOW AND RAPESEED OIL TO COWS ON THEIR MILK, MILK FAT AND PROTEIN PRODUCTION IN EARLY STAGE OF LACTATION

O. Kärt, V. Sikk

### Summary

The experiment was carried out with 45 newly calved cows of the 2nd and later lactation which were divided and matched into 3 equal groups. Besides the basal ration

(4,5 kg hay, 30 kg silage, 5,5...7,5 kg barley meal and 1,0...1,5 kg soybean oil meal) the cows were fed with either 0,5 kg tallow or 0,5 kg rapeseed oil per head daily. The experiment was carried out within 90 days.

The average milk production of the cows fed with tallow was 2,59 kg and that of the cows fed with rapeseed oil was 2,67 kg higher, as compared to the cows of the control group. As the milk fat content of the cows fed with tallow and rapeseed oil was lower than that of the cows of the control group, no significant differences were observed between the groups concerning FCM production. There were also no significant differences between the groups in protein content of milk. Due to higher milk production, the daily production of milk protein of the cows fed with rapeseed oil was statistically significantly higher than that of the control group cows.

In connection with the additional feeding of fats to dairy cows the fatty acid content of milk fat changed. As compared with the cows of the control group, the share of C 16:0 fatty acids decreased and the amount of C 18:1 fatty acids increased in milk fat of the cows fed with tallow as well as in the milk fat of those fed with rapeseed oil.

Concerning the biochemical data of blood, the addition of tallow increased the content of total lipids in plasma and the supplementation with rapeseed oil increased the content of urea and cholesterol, as compared with the cows of the control group.

## ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ ГОВЯЖЬЕГО ЖИРА И РАПСОВОГО МАСЛА НА ПРОДУКЦИЮ МОЛОКА, МОЛОЧНОГО ЖИРА И БЕЛКА В НАЧАЛЕ ЛАКТАЦИИ

О. Кярт, В. Сикк

### Резюме

Целью опыта было выяснение влияния дополнительного источника энергии (говяжий жир, рапсовое масло) на состав жирных кислот в молочном жире. Кроме того изучали некоторые биохимические показатели цельной крови и в сыворотке (сахар, мочевины, холестерол, триглицериды, общие липиды).

Опыт проводился зимой 1993/94 г. на хуторе "Эску". Для опыта было отобрано 45 молочных коров в разгаре лактации, которые по методу аналогов были разбиты на три группы (контрольная и две опытные).

Основной рацион коров состоял из 4,5 кг сена, 30 кг силоса, 6,5...6,8 кг ячменной муки, 1,1...1,2 кг соевого шрота в зависимости от продуктивности. Коровам опытной группы скармливали дополнительно к основному рациону 0,5 кг говяжьего жира или 0,5 кг рапсового масла (табл. 1). Учетный период длился 90 дней.

Опыт показал, что дополнительные источники энергии в виде говяжьего жира и рапсового масла повышали продуктивность подопытных коров в среднем на 2,5 кг сутки, но жира в молоке оказалось меньше, чем в молоке коров контрольной группы. Однако межгрупповые различия не были статистически достоверны. В содержании белка в молоке между группами заметных различий не было (табл. 3).

В составе молочного жира увеличилось содержание C 16:0 и уменьшилось содержание C 18:1 жирных кислот (табл. 4).

Средние биохимические данные крови находились в пределах физиологической нормы, но дополнительное скармливание жиров существенно влияло на содержание мочевины, холестерола и общих липидов в сыворотке (табл. 5).

На основе проведенного опыта можно заключить, что введение дополнительных источников энергии в рацион оправдывает себя, когда стоимость 4 кг реализуемого молока превышает цену 1 кг дополнительно скармливаемого жира.