

## Rasvalisä lypsylehmien herutusruokinnassa

Tuomo Kokkonen<sup>1)</sup>, Juhani Taponen<sup>2)</sup>, Mikko Tuori<sup>1)</sup>, Sanna Lohenoja<sup>1)</sup> ja Alem Tsehai Tesfa<sup>1,3)</sup>.

<sup>1)</sup>Kotieläintieteen laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto, etunimi.sukunimi@helsinki.fi

<sup>2)</sup>Kliinisen eläinlääketieteen laitos, Helsingin yliopisto, Pohjoinen pikatie 800, 04920 Saarentaus, juhani.taponen@helsinki.fi

<sup>3)</sup>Nykyinen osoite: Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos EELA, PL 45, 00581 Helsinki, alem.tesfa@eela.fi

### Johdanto

Runsastuottoiset lypsylehmät käyttävät poikimisen jälkeisinä viikkoina kudosten rasvavarastoja täyttäkseen energiavajetta, joka syntyy maitotuotoksen lisääntyessä rehunsyöntiä nopeammin. Voimakas rasvakudoksen mobilisaatio lisää ketoosin riskiä. Syvä ja pitkään jatkuva energiavaje viivästyttää myös lehmän seuraavaa tiinehtymistä.

Oikein annosteltuna runsaasti energiaa sisältävä rasva ehkä helpottaa poikimisen jälkeistä energiavajetta. Teoriassa rasvan lisääminen ruokintaan tehostaa energian hyväksikäyttöä maidontuotantoon, kun metaanin tuotanto pötsissä vähenee, ja koska suuri osa rehusta tulevista pitkäketjuisista rasvahapoista käytetään maitorasvan muodostamiseen (Andrew ym. 1991, Chilliard 1993). Toisaalta liiallinen kasviöljyjen lisääminen haittaa pötsimikrobien toimintaa, heikentää kuidun sulavuutta pötsissä sekä voi muuttaa pötsin rasvahapposuhteita (Coppock ja Wilks 1991). On myös esitetty, että rasvan lisääminen herutusruokinnassa voimistaisi elopainon menetystä (Sklan ym. 1991, Chilliard 1993).

Lisärasvan haittoja pötsimikrobien toiminnalle voidaan ehkäistä rasvan suojauksella, saattamalla rasva pötsissä reagoimattomaan muotoon. Pitkäketjuisten rasvahappojen kalsiumsuolat ovat pötsin normaali pH:ssa liukenemattomia. Juoksumahan happamassa ympäristössä kalsium-ionien ja rasvahappojen sidos purkautuu, minkä jälkeen rasvahapot imeytyvät ohutsuoilesta.

Tulokset rasvalisän vaikutuksista rehujen syöntiin, maitotuotokseen, energiataseeseen ja rasvakudoksen mobilisaatioon ovat ristiriitaisia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten suojatun rasvan lisääminen lypsylehmien laktaation alkuvaiheen ruokinnassa vaikuttaa edellä mainittuihin tekijöihin.

### Aineisto ja menetelmät

Koemuoto oli jatkuva lohkokoe, jossa 24 vähintään kerran poikinutta ay-lehmää jaettiin kolmen eläimen blokkeihin arvioidun poikimispäivän ja poikimakerran perusteella. Blokkien lehmät arvottiin kolmelle koeruokinnalle: 0, 3,5 tai 7% lisättyä rasvaa (palmuöljyn rasvahappojen kalsiumsuoloina) Rehuraision valmistamassa täysväkirehussa. Koe kesti 8 viikkoa alkaen poikimisesta.

Poikimista edeltävän kolmen viikon tunnuskauden aikana kaikkien ruokintaryhmien lehmät saivat energiaa rehutaulukoissa esitetyn normin mukaisesti, huomioiden tiineyden aiheuttama lisätarve. Lehmät saivat tunnuskaudella samaa väkirehua kuin poikimisen jälkeenkin. Poikimisen jälkeen säilörehun saanti oli vapaa ja täysi väkirehuannos (15 kg/d) saavutettiin kolme viikkoa poikimisen jälkeen. Rehujen kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 1. Koko dieetin sulavuus määritettiin käyttäen merkkiaineena happoon liukenematonta tuhkaa (AIA). Sulavuuskokeessa oli mukana 12 lehmää, joiden poikimisesta oli kulunut vähintään kuusi viikkoa.

Maitotuotos mitattiin joka lypsykerralta. Maitonäytteitä otettiin 1, 2, 3, 4, 6 ja 8 viikkoa poikimisesta neljältä peräkkäiseltä lypsykerralta. Näytteistä määritettiin rasva- ja valkuaispitoisuudet. Lehmät punnittiin poikimaviikolla päivittäin ja sen jälkeen 2, 4, 6 ja 8 viikkoa poikimisesta. Nahanalaisen rasvakerroksen paksuus selässä ja istuinkyhmyyn kohdalla määritettiin ultraäänikuvan avulla poikimisen aikaan ja 4 ja 8 viikkoa poikimisen jälkeen.

Verinäytteitä otettiin maitosuonesta poikimaviikolla joka toinen päivä sekä sen jälkeen 2, 3, 4 ja 8 viikkoa poikimisesta. Häntäsuonesta otettiin näytteitä 5 päivää ja 4 viikkoa poikimisesta. Näytteistä määritettiin plasman vapaat rasvahapot (NEFA).

Osalle lehmistä annettiin adrenaliinia infuusiona kaulalaskimoon (7 min; 0,82 nmol/kg/min) kolme viikkoa poikimisen jälkeen. Verinäytteitä otettiin tässä yhteydessä 5 min ennen infuusiota ja 8, 10, 15, 20, 25 ja 30 min infuusion jälkeen. Näistä näytteistä määritettiin plasman NEFA-pitoisuudet. NEFA-vasteen arvioitiin kuvaavan paremmin lehmien rasvakudoksen lipolyyttistä aktiivisuutta kuin plasman NEFA:n perustason, koska rasvan lisääminen märehitjän ruokinnassa nostaa plasman NEFA-

pitoisuutta (Chilliard 1993) ja heikentää siten NEFA:n käyttökelpoisuutta rasvakudoksen mobilisaation indikaattorina.

Taulukko 1. Rehujen kemiallinen koostumus

	Säilörehu <sup>1</sup>	Väkirehut		
		Rasva 0	Rasva 3,5 <sup>2</sup>	Rasva 7
Kuiva-aine, g/kg	230	908	913	918
Tuhka, g/kg ka	85	76	76	75
Raakavalkuainen, g/kg ka	182	197	194	192
Raakarasva, g/kg ka	46	40	66	92
NDF, g/kg ka	506	234	220	207
ADF, g/kg ka	290	108	103	99
Tärkkelys, g/kg ka		276	270	265
ME, MJ/kg ka	11,0	12,6	13,1	13,6
OIV, g/kg ka	86	116	116	116
PVT, g/kg ka	35	12	10	7

1) pH 4,02, liukoinen N 580 g/kg N, NH<sub>3</sub>-N 100 g/kg N, sokerit 42 g/kg ka, maitohappo 53 g/kg ka, etikkahappo 7 g/kg ka, voihappo 0,3 g/kg ka, D-arvo 685 g/kg ka

2) Väkirehujen 0 ja 7 seos

Väkirehujen sulavuudet arvioitiin käyttämällä rehutaulukon ilmoittamia sulavuuksia eri rehukomponenteille. Säilörehujen sulavuus on arvioitu *in vitro* -sulavuuden perusteella. Tulokset on analysoitu SAS-ohjelmistolla Mixed-proseduuria käyttäen. Tuotos-, syönti- ja maitonäytetulokset sekä osa verinäytetuloksista on analysoitu toistettujen mittausten mallilla. Elopaino- ja ultraustulokset, energian hyväksikäyttö sekä osa adrenaliini-infusion tuloksista on analysoitu määritys- tai näytekeroittain.

### Tulokset ja tulosten tarkastelu

Rasvahappojen kalsiumsuolojen maittavuus voi olla heikompi kuin muiden rasvalisien (Coppock ja Wilks 1991), mutta totutus vähentää tätä ongelmaa. Kokeessamme lehmät saivat jo kolmen viikon tunnutusaikana samaa väkirehua kuin poikimisen jälkeenkin. Näin ollen lehmät olivat poikiessaan hyvin tottuneita väkirehuunsa. Poikimisen jälkeisessä väkirehun syönnissä ei ollut ryhmien välisiä eroja (Taulukko 2).

Taulukko 2. Rehujen syönti ja dieetin sulavuus

	Rasva 0	Rasva 3,5	Rasva 7	SEM	Merkitsevyys			
					1. aste	2. aste	Aika	Aika x ruokinta
<b>Viikot 1–4</b>								
Säilörehua, kg ka/d	9,7	9,2	10,0	0,33			***	
Väkirehua, kg ka/d	10,2	10,0	10,5	0,32			***	
Kuiva-ainetta, kg/d	19,9	19,4	20,5	0,46			***	°
ME, MJ/d	239	236	256	5,5	°		***	°
OIV, g/d	2065	1986	2105	45,9		°	***	
<b>Viikot 5–8</b>								
Säilörehua, kg ka/d	9,5	9,3	9,3	0,49			°	
Väkirehua, kg ka/d	13,5	13,4	13,6	0,12				
Kuiva-ainetta, kg/d	23,0	23,0	23,0	0,51			*	
ME, MJ/d	275	279	290	5,8			°	
OIV, g/d	2393	2371	2399	47,0			°	
<b>Dieetin sulavuus</b>								
Orgaaninen aine, g/kg	725	719	710	8,4			—	—
Raakarasva, g/kg	602	705	736	14,8	***	°	—	—
NDF, g/kg	592	547	546	22,1	*		—	—

Rasvalisä ei vaikuttanut orgaanisen aineen sulavuuteen, mutta heikensi kuidun sulavuutta (Taulukko 2) huolimatta siitä, että rasva oli suojatussa muodossa. Aiemmissä kokeissa palmuöljyn kalsiumsuoloina annettu rasvalisä ei yleensä ole heikentänyt kuiva-aineen tai kuidun sulavuutta (Coppock ja Wilks 1991). Joissakin kokeissa se on jopa parantanut hemiselluloosan (Erickson ym. 1992, Garcia-Bojalil ym. 1998) sulavuutta.

Kuidun sulavuuden alentumisella ei ollut selkeää yhteyttä syöntiin. Säilörehun syönti (2. asteen vaikutus:  $p=0.15$ ) pyrki olemaan alempi Rasva 3,5 -ryhmässä kuin muissa ryhmissä laktaatioviikoilla 1–4

(Taulukko 2). Elopainolla korjatut säilörehusyönnit olivat tällöin 1,55 % elopainosta 1,36 % elopainosta ja 1,57 % elopainosta ryhmissä Rasva 0, Rasva 3,5 ja Rasva 7 (2. asteen vaikutus:  $p<0,05$ ). Viikoilla 5–8 ruokintaryhmien säilörehun syönnissä ei ollut eroa. Rasva 7 -ryhmän lehmien muuntokelpoisen energian (ME) saanti oli suurempi koko kokeen ajan (viikot 1–4: 1. asteen vaikutus:  $p<0,10$ ; viikot 5–8: 1. asteen vaikutus:  $p=0,10$ ).

Taulukko 3. Maitotuotos

	Rasva 0	Rasva 3,5	Rasva 7	SEM	Merkitsevyys			
					1. aste	2. aste	Aika	Aika x ruokinta
<b>Viikot 1–4</b>								
Maitoa, kg/d	40,9	39,9	40,7	1,39			***	
EKM, kg/d	43,6	44,0	45,8	1,48			***	
Rasva, g/kg	44,2	47,8 <sup>a</sup>	49,2 <sup>b</sup>	0,133 <sup>c</sup>	*		***	
Valkuainen, g/kg	35,2	33,3 <sup>a</sup>	34,7 <sup>b</sup>	0,055 <sup>c</sup>		*	***	
Rasvatuotos, g/d	1812	1930	2019	83,9			***	
Valkuaistuotos, g/d	1450	1340	1424	41,3		°	***	
<b>Viikot 5–8</b>								
Maitoa, kg/d	46,3	48,2	48,4	1,33			**	°
EKM, kg/d	46,3	48,5	49,1	1,38			***	
Rasva, g/kg	4,09 <sup>1</sup>	4,10 <sup>1</sup>	4,16 <sup>1</sup>	0,155				
Valkuainen, g/kg	3,12 <sup>1</sup>	2,97 <sup>1</sup>	3,02 <sup>1</sup>	0,071				
Rasvatuotos, g/d	1904	2046	2077	77,1			***	
Valkuaistuotos, g/d	1455	1439	1481	37,6			***	

<sup>a</sup> 3 puuttuvaa havaintoa; <sup>b</sup> 1 puuttuva havainto; <sup>c</sup> Maksimi SEM

Rasvalisällä ei ollut merkitsevää vaikutusta maitotuotokseen (Taulukko 3). Chalupa (1991) laski 10 kokeen keskiarvona palmuöljyn kalsiumsuolojen parantaneen maitotuotosta keskimäärin 2,4 kg/d. Garcia-Bojalil ym. (1998) havaitsivat, että tuotosvaste rasvalisäykseen voi tulla 4–6 viikon viiveellä ja Chilliard (1993) totesi kokooma-artikkelissaan, että rasvalisän tuotosvaste aivan laktaation alussa oli pieni. Kokeen lopussa oli havaittavissa, että rasvalisää saaneiden ryhmien maitotuotos pysyi heruma-huipun jälkeen vakaampana kuin vertailuryhmän maitotuotos (aika x ruokinta:  $p<0,10$ ).

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että palmuöljyn kalsiumsuolat pyrkivät nostamaan maidon rasvapitoisuutta (Chalupa 1991, Sklan ym. 1991) ja alentamaan valkuaispitoisuutta (Chalupa 1991, Erickson ym. 1992, Chilliard 1993). Myös tässä kokeessa rasvalisä pyrki nostamaan maidon rasvapitoisuutta viikoilla 1–4 (Taulukko 3). Rasvatuotos pyrki nousemaan sekä viikoilla 1–4 (1. asteen vaikutus:  $p=0,10$ ) että 5–8 (1. asteen vaikutus:  $p=0,13$ ). Valkuaispitoisuus ja -tuotos olivat alimpia Rasva 3,5 -ryhmässä (2. asteen vaikutus:  $p<0,05$  ja  $p<0,10$ ) viikoilla 1–4. Viikoilla 5–8 lisärasvalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta maidon valkuaispitoisuuteen tai valkuaisuutuokseen.

Taulukko 4. Energian hyväksikäyttö ja rasvakudoksen mobilisaatio

	Rasva 0	Rasva 3,5	Rasva 7	SEM	Merkitsevyys	
					1. aste	2. aste
<b>Viikot 1–4</b>						
EKM/Ka-syönti, kg/kg	2,20	2,29	2,25	0,111		
ME/EKM, MJ/kg	4,1	3,9	4,3	0,27		
ME-tase, MJ/d	-43,8	-54,7	-40,2	12,62		
Elopainon muutos, kg	-9	-38	-16	9,5		*
Rasvan paksuuden muutos, mm	-1,8	-2,3	-2,2	0,62		
NEFA (häntäsuoni, 5 ja 28 d), mmol/l	0,42	0,53	0,51	0,063		
NEFA (maitosuoni, 1–28 d), mmol/l	0,39	0,52	0,48	0,042		*
<b>Viikot 5–8</b>						
EKM/Ka-syönti, kg/kg	2,01	2,11	2,14	0,072	°	
ME/EKM, MJ/kg	4,7	4,5	4,6	0,16		
ME-tase, MJ/d	-20,3	-30,9	-22,3	8,25		
Elopainon muutos, kg	-9	-8	-2	6,4		
Rasvan paksuuden muutos, mm	-0,9	-2,4	-0,5	0,68		°
NEFA (maitosuoni, 56 d), mmol/l	0,15	0,26	0,28	0,026	**	

Energian hyväksikäytössä ei ollut nähtävissä selkeitä ryhmien välisiä eroja. Viikoilla 5–8 Rasva 3,5 -ryhmän ME-käyttö EKM-kiloa kohti pyrki olemaan pienempi kuin muissa ryhmissä (2. asteen vaikutus:  $p=0,13$ ) (Taulukko 4), mitä selittää muita ryhmiä voimakkaampi kudismobilisaatio. Rasva 3,5 -ryhmässä elopainon lasku oli suurempi kuin muissa ryhmissä viikoilla 1–4 (2. asteen vaikutus:  $p<0,05$ ) (Taulukko 4), kun taas ultraäänellä mitattu nahanalaisen rasvakerroksen paksuus väheni eniten tässä ryhmässä viikoilla 5–8 (2. asteen vaikutus:  $p<0,10$ ). Aiemmat tulokset rasvalisän vaikutuksesta laktatiokauden alun elopainon muutokseen ovat ristiriitaisia. Joissakin kokeissa rasvalisä on pyrkinyt lisäämään elopainon menetystä (Sklan ym. 1991, Chilliard 1993). Osassa kokeita rasvalisällä ei ollut vaikutusta elopainon muutoksen suuruuteen (Erickson ym. 1992, Garcia-Bojalil ym. 1998).

Taulukko 5. Vasteet adrenaliini-infuusioon

	Rasva 0	Rasva 3,5 <sup>a</sup>	Rasva 7 <sup>b</sup>	SEM <sup>c</sup>	Merkitsevyys	
					1. aste	2. aste
NEFA -5 min, mmol/l	0,38	0,43	0,68	0,232		
NEFA maksimi, mmol/l	0,76	1,03	1,18	0,315		
NEFA muutos, mmol/l	0,38	0,60	0,50	0,135		

<sup>a</sup> n = 3; <sup>b</sup> n = 5; <sup>c</sup> Maksimi SEM;

Lisättäessä rasvaa ruokintaan veren NEFAn perustasoa nostaa dieetistä vereen tulevien rasvahappojen osuuden lisääntyminen (Chilliard 1993), mikä näkyi tässä kokeessa maitosuonen plasman NEFA-pitoisuuden nousuna (Taulukko 4). Molempien rasvalisää saaneiden ryhmien plasman NEFA-pitoisuus oli likimain sama, mikä yhdessä elopainon ja rasvakerroksen paksuuden muutosten kanssa viittaa lisääntyneeseen rasvakudoksen mobilisaatioon Rasva 3,5 -ryhmässä. Suuren eläinten välisen vaihtelun takia koeryhmien lipolyttinen vaste (NEFA-pitoisuuden maksimi - NEFA-pitoisuus ennen adrenaliini-infuusiota) ei poikennut toisistaan merkitsevästi (Taulukko 5), mutta oli lukuarvoltaan suurin Rasva 3,5 -ryhmässä.

### Johtopäätökset

Keskimääräisissä maitotuotoksissa ei ollut eroa, mutta herumahuipun jälkeinen tuotoksen lasku oli hitaampaa rasvalisän saaneissa ryhmissä. Rasvalisällä ei ollut merkitsevää vaikutusta rehujen syöntiin, vaikka se heikensikin dieetin kuitufraktioiden sulavuutta. Kuiva-aineen syönti suhteessa elopainoon oli alin 3,5 % lisärasvaa saaneessa ryhmässä. Tässä ryhmässä myös rasvakudoksen mobilisaatio oli voimakkainta. Toisella rasvalisäystasyksellä vastaavia vaikutuksia ei havaittu. Näin ollen lisääntynyt kudismobilisaatio oli tuskin rasvalisän antamisesta aiheutuvaa. Energian hyväksikäytössä maidontuotantoon ei havaittu tilastollisesti merkitseviä ryhmien välisiä eroja, vaikka osa lisääntyneestä rasvahappojen saannista näytti päätyvän suoraan maitorasvan tuotantoon.

### Kirjallisuus

- Andrew, S.M., Tyrrell, H.F., Reynolds, C.K. & Erdman, R.K.** 1991. Net energy for lactation of calcium salts of long-chain fatty acids for cows fed silage-based diets. *J. Dairy Sci.* 74: 2588-2600.
- Chalupa, W.** 1991. The role of dietary fat in productivity and health of dairy cows. In: J. Naylor & S. Ralston (eds.), *Large animal clinical nutrition*. St. Louis, Mosby-Year Book. (ref. Coppock & Wilks 1991)
- Chilliard, Y.** 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. *J. Dairy Sci.* 76: 3897-3931.
- Coppock, C.E. & Wilks, D.E.** 1991. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. *J. Anim. Sci.* 69: 3826-3837.
- Erickson, P.S., Murphy, M.R. & Clark, J.H.** 1992. Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. *J. Dairy Sci.* 75: 1978-1089.
- Garcia-Bojalil, C.M., Staples, C.R., Risco, C.A., Savio, J.D. & Thatcher, W.W.** 1998. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of dairy cows: productive responses. *J. Dairy Sci.* 81: 1374-1384.
- Sklan, D., Moallem, U. & Folman, Y.** 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74: 510-517.