

Ummessaolokauden energian saannin vaikutus lypsylehmien kudosvarastojen käyttöön ja maitotuotokseen

Tuomo Kokkonen

Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, PL 28, 00014 Helsinki
etunimi.sukunimi@helsinki.fi

TIIVISTELMÄ

Useat aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että korkea kuntoluokka lisää lehmän kudosvarastojen käyttöä ja heikentää rehunsyöntiä poikimisen jälkeen. Lehmän kuntoluokkaan poikimisen läheisyydessä vaikuttavat sekä ruokinta että perinnölliset tekijät. Ummessaolokauden ruokinnan energiatason vaikutuksista julkaistua tutkimustietoa ei ole systemaattisesti analysoitu kokonaisuutena. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää meta-analyysin avulla lypsylehmän ummessaolokauden energian saannin vaikutusta kudosvarastojen kertymiseen ja käyttöön sekä maidontuotantoon.

Tutkimusaineistoon sisällytetyiltä julkaisuilta edellytettiin, että rehun syöntimäärät oli määritetty yksilökohtaisesti, ja raportoitu sekä poikimista edeltävältä että sen jälkeiseltä ajalta. Aineistosta rajattiin pois tutkimukset, joissa koekäsittelyt alkoivat jo edellisen lypsykauden aikana, sekä kokeet, joissa ruokintojen energiasisältö, lehmien energian saanti tai elopaino kokeen alussa oli puutteellisesti raportoitu. Rajausehdot täyttäviä tutkimuksia löytyi 15. Näistä viidessä oli tutkittu pelkästään ummessaolokauden loppuvaiheen (28 päivää ennen poikimista) energiaruokinnan vaikutuksia ja kymmenessä tutkimuksessa koekausi kesti koko ummessaolokauden (42 - 70 päivää ennen poikimista). Julkaisuissa raportoitujen tietojen perusteella laskettiin lehmien energian saanti suhteessa tarpeeseen ummessaolokauden alku- ja loppuvaiheessa. Aineiston tilastollinen analyysi suoritettiin SAS-ohjelmiston Mixed-proseduurilla. Tilastollisissa mallissa energian saanti prosentteina tarpeesta oli selittävänä muuttujana ja kudosvarastojen kertyminen ja käyttö sekä maituotos ja maidon koostumus selitettävänä muuttujina. Koe oli mallissa satunnaisena tekijänä.

Energian saannin lisääminen ummessaolokauden alku- ja loppuvaiheen ruokinnassa lisäsi elopainon ja kuntoluokan kasvua. Muuntokelpoisen energian (ME) saannin ylittäessä tarpeen 10 %:lla kuntoluokan kasvu lisääntyi noin 0,03 yksikköä/kk. Elopainon kasvu lisääntyi vastaavasti noin 0,1 kg/pv 10 % ME-tarpeen ylitystä kohti. Poikimisen jälkeen elopainon ja kuntoluokan menetys oli vastaavasti suurempi ummessaolokaudella ylikuikutuilla lehmillä (-0,03 yksikköä/kk ja -0,08 kg/pv per 10 % ME-tarpeen ylitys). Ummessaoloajan alkuvaiheen lisätty ME-saanti vähensi kuiva-ainesyöntiä poikimisen jälkeen enimmillään 0,6 kg/pv, kun saanti oli 140 % tarpeesta. Ummessaolokauden alkuvaiheen energiayliruokinnan vaikutus maidon rasvapitoisuuteen, rasva- ja valkuaisuotokseen sekä energiakorjattuun maitotuotokseen (EKM) oli käyräviivainen. Tarpeen mukaiseen ruokintaan verrattuna EKM väheni enimmillään noin 0,9 kg/pv, kun ME-saanti ylitti tarpeen 40 %:lla, minkä jälkeen rasva- ja valkuaispitoisuuden nousu hiukan lisäsi EKM:ta. Ummessaolokauden loppuvaiheen vaikutukset maitotuotokseen olivat vähäisiä. Tämän tutkimuksen perusteella ummessaolokauden energiayliruokinta lisää ravintoaineiden kierrätystä kudosvarastojen kautta ja heikentää huomattavasti rehun energian hyväksikäyttöä.

Asiasanat: lypsylehmä, meta-analyysi, energia, maidontuotanto

Johdanto

Lehmien kestävytyteen on kiinnitetty paljon huomiota viime vuosina. Yhtenä keskeisenä tekijänä lehmien lyhyeen käyttöikään vaikuttavien hedelmällisyys- ja utareterveysongelmien taustalla on tuotokauden ensimmäisten viikkojen voimakkaasti negatiivinen energiatase ja siihen liittyvä runsas rasvakudosten käyttö energian lähteenä. Veren vapaiden rasvahappojen pitoisuuden voimakas nousu lisää maksan rasvoittumista ja voi häiritä maksan toimintaa (Rukkwamsuk ym. 1999). Osa rasvahapoista käytetään maksassa ketoaineiden tuotantoon ja ketoaineiden pitoisuuden nousu veressä heikentää immuunipuolustuksen toimintaa (Overton ja Waldron 2004). Syvä negatiivinen energiatase viivästyttää kiimakiertojen käynnistymistä poikimisen jälkeen ja heikentää siten hedelmällisyyttä (Butler 2003). Negatiivista energiatasetta voidaan parantaa runsaammalla väkirehuruokinnalla, mutta liiallinen väkirehuruokinta altistaa lemmiä sorkkasairauksille.

Lehmän lihavuus poikiessa lisää rasvakudosten käyttöä energian lähteenä ja heikentää rehun syöntiä poikimisen jälkeen (Garnsworthy ja Topps 1982, Broster ja Broster 1998). Lihavuus poikiessa on osittain seurausta liiallisesta energian saannista ummessaolokaudella, osa lihomisesta tapahtuu jo edellisen lypsykauden loppupuolella. Ummessaolevat lemmät eivät vapaassa ruokinnassa säätele rehun syöntiään energian tarpeen mukaan vaan syövät usein noin 140–160 % energian tarpeestaan (Loor ym. 2006, Kokkonen ym. 2012, Salin ym. 2012).

Joissakin tutkimuksissa ummessaolokauden ylikuokinta on lisännyt rasvakudosten mobilisaatiota ja hidastanut rehun syönnin nousua poikimisen jälkeen, vaikka lihominen, kuntoluokan kasvulla mitattuna, on ollut varsin maltillista (Kokkonen ym. 2005, Douglas ym. 2006). Uusimpien kotimaisten tutkimusten mukaan pelkkään nurmisäilörehuun perustuva ummessaolokauden ylikuokinta (noin 140 % energian tarpeesta) ei vaikuttanut rehun syöntiin ja veren vapaiden rasvahappojen pitoisuuteen poikimisen jälkeen (Salin ym. 2012, Kokkonen ym. 2012). Ummessaolokauden ylikuokinta on joissakin tutkimuksissa vähentänyt maitotuotosta poikimisen jälkeen (Tesfa ym. 1999), mutta monissa tutkimuksissa tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ei ole havaittu (Agenäs ym. 2003, Kokkonen ym. 2005, Douglas ym. 2006).

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää meta-analyysin avulla lypsylehmän ummessaolokauden energian saannin vaikutusta kudosvarastojen kertymiseen ja käyttöön sekä maidontuotantoon.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettyä tietokantaa muodostettaessa käytettiin 13 vertaisarvioituissa tieteellisissä artikkeleissa tai kongressijulkaisuissa julkaistun tutkimuksen tuloksia. Artikkeleista neljä perustui kotimaisiin ja loput ulkomaisiin tutkimuksiin. Kahdessa julkaisussa oli faktorina energiatason lisäksi jokin muu ruokintatekijä, jonka tasot tulkittiin tässä analyysissä erillisiksi vertailuiksi. Näitä olivat ummessaolokauden dieetin valkuaispitoisuus (Tesfa ym. 1999) sekä glukogeeninen lisärehu tunnuskaudella ja tuotokauden alussa (Kokkonen ym. 2005). Analyysiin sisältyi näin ollen 15 energiatasovertailua.

Tutkimusaineistoon sisällytetyiltä julkaisuilta edellytettiin, että rehun syöntimäärät oli määritetty yksilökohtaisesti ja raportoitu sekä poikimista edeltävältä että sen jälkeiseltä ajalta. Aineistosta rajattiin pois tutkimukset, joissa koekäsittelyt alkoivat jo edellisen lypsykauden aikana, sekä kokeet, joissa ruokintojen energiasisältö, lehmien energian saanti tai elopaino kokeen alussa oli puutteellisesti raportoitu.

Tutkimuksissa oli käytetty sekä yhden että useamman kerran poikineita lemmiä. Koeruokintojen kesto ennen poikimista oli 21–42 päivää. Näistä viidessä oli tutkittu pelkästään ummessaolokauden loppuvaiheen (28 päivää ennen poikimista) energiaruokinnan vaikutuksia ja kymmenessä tutkimuksessa koekausi kesti koko ummessaolokauden (42–70 päivää ennen poikimista). Julkaisuissa raportoitujen tietojen perusteella laskettiin lehmien energian saanti suhteessa tarpeeseen ummessaolokauden alku- ja loppuvaiheessa. Lehmien energian tarve laskettiin suomalaisten ruokintasuositusten (MTT 2013) mukaan siten, että ummessaolokauden alkuvaiheen (poikimiseen 28 päivää tai enemmän) energian tarpeen laskennassa huomioitiin 8. tiineyskuukauden lisätarve (19 MJ/pv) ja ummessaolokauden loppuvaiheessa (vähemmän kuin 28 päivää poikimiseen) 9. tiineyskuukauden lisätarve (34 MJ/pv). Energian saanti laskettiin käyttäen julkaisuissa raportoituja dieetin energiapitoi-

suuksia. Nettoenergia maidontuotannossa (NE_L) muunnettiin muuntokelpoiseksi energiaksi olettaen, että energian hyväksikäyttö on 0,62.

Aineiston tilastollinen analyysi suoritettiin SAS-ohjelmiston (versio 9.3) MIXED-proseduurilla käyttäen 1. ja 2. asteen regressiomalleja. Tilastollisissa malleissa tutkimusta käytettiin satunnaistekijänä (St-Pierre 2001) ja malleihin sisällytettiin leikkauspiste ja kulmakerroin sekä kiinteänä että satunnaistekijänä. Malleissa energian saanti prosentteina tarpeesta oli selittävänä muuttujana ja kudostarastojen kertyminen ja käyttö sekä maitotuotos ja maidon koostumus selitettävänä muuttujina. Mallin random-lauseessa käytettiin rakenteetonta kovarianssimatriisia (UN). Lypsylehmien ylläpitoenergian tarve metabolista elopainokiloa kohti arvioitiin aineistosta käyttäen edellä kuvatulla tavalla lineaarista regressiomallia, jossa oli selittävänä muuttujana muuntokelpoisen energian (ME) saanti metabolista elopainokiloa kohti ja selitettävänä muuttujana nettoenergian (NE) pidättyminen kudoksiin. Nettoenergian pidättyminen kudoksiin laskettiin käyttäen emän elopainon muutosta, josta oli vähennetty tiineen kohdun kasvu. Tiineen kohdun kasvuksi ummessaolokauden alkaessa oletettiin 0,66 kg/pv (Bell ym. 1995) ja kudosten energiasisällöksi 20 MJ/kg (MAFF 1975).

Tulokset

Ummessaolokauden alkuvaiheen energian saannin lisäämisen vaikutus kudostarastojen muutokseen ja maitotuotokseen on esitetty Taulukossa 1. Energian saannin lisääminen ummessaolokauden alkuvaiheen ruokinnassa lisäsi elopainon ja kuntoluokan kasvua ennen poikimista. Muuntokelpoisen energian (ME) saannin lisääntyessä 10 %:lla kuntoluokan kasvu lisääntyi 0,03 yksikköä/kk. Elopainon kasvu lisääntyi vastaavasti 0,09 kg/pv 10 % ME-lisäystä kohti. Poikimisen jälkeen elopainon ja kuntoluokan menetyks oli vastaavasti suurempi ummessaolokaudella yliruokituilla lehmillä (-0,03 yksikköä/kk ja -0,08 kg/pv per 10 % ME-saannin lisäys).

Taulukko 1. Ummessaolokauden alkuvaiheen energian saannin lisäämisen vaikutus kudostarastojen muutokseen ja maitotuotokseen

	n	Leikkaus- piste	1. asteen vaikutus	Merkit- sevyys	2. asteen vaikutus	Merkit- sevyys	RMSE	R ²
Ennen poikimista								
Kuntoluokan muutos, yks./kk	24	-0,39	0,003	*			0,17	0,21
Elopainon muutos, kg/pv	22	-0,32	0,009	***			0,09	0,92
Poikimisen jälkeen								
Kuntoluokan muutos, yks./kk	24	0,11	-0,003	*			0,12	0,34
Elopainon muutos, kg/pv	28	0,23	-0,008	*			0,39	0,28
Kuiva-ainesyönti, kg/pv	28	25,4	-0,09	**	0,0003	**	0,18	0,83
Maitotuotos, kg/pv	23	37,8	-0,007				0,74	0,04
EKM, kg/pv	28	49,7	-0,22	**	0,0008	**	0,55	0,74
Rasvapitoisuus, g/kg	28	55,6	-0,22	**	0,0009	**	0,60	0,76
Valkuaispitoisuus, g/kg	28	31,6	0,005				0,85	0,00
Laktoosipitoisuus, g/kg	15	48,2	-0,01				0,57	0,21
Rasvatuotos, kg/pv	26	2,465	-0,0142	**	0,00005	**	0,057	0,50
Valkuaistuotos, kg/pv	26	1,507	-0,0056	*	0,00002	*	0,018	0,65
Laktoosituotos, kg/pv	13	1,642	0,0012				0,074	0,15

Vaikutukset on esitetty per %-yksikön lisäys muuntokelpoisen energian saannissa. Muuntokelpoisen energian saanti laskettu %:ina laskennallisesta tarpeesta.

Ummessaoloajan alkuvaiheen energian saannin lisäys vaikutti kuiva-ainesyöntiin poikimisen jälkeen käyräviivaisesti. ME-saannin lisääminen vähensi kuiva-ainesyöntiä poikimisen jälkeen enimmillään 0,6 kg/pv, kun saanti oli 140 % tarpeesta. Ummessaolokauden alkuvaiheen energiayliruokinnan vaikutus maidon rasvapitoisuuteen, rasva- ja valkuaisutuokseen sekä energiakorjattuun maitotuotokseen (EKM) oli myös käyräviivainen. Tarpeen mukaiseen ruokintaan verrattuna EKM väheni enimmillään noin 0,9 kg/pv, kun ME-saanti ylitti tarpeen 40 %:lla, minkä jälkeen rasva- ja valkuaispitoisuuden nousu hiukan lisäsi EKM:ta.

Energian saannin lisääminen ummessaolokauden loppuvaiheen ruokinnassa lisäsi elopainon ja kuntoluokan kasvua vastaavalla tavalla kuin ummessaolokauden alkuvaiheen energiaruokinta (Taulukko 2). Muuntokelpoisen energian (ME) saannin ylittäessä tarpeen 10 %:lla kuntoluokan kasvu lisääntyi 0,03 yksikköä/kk ja elopainon kasvu 0,13 kg/pv 10 % ME-tarpeen ylitystä kohti. Poikimisen jälkeen elopainon ja kuntoluokan menetys oli ummessaolokauden loppuvaiheessa yliruokituilla lehmillä saman suuruinen kuin ummessaolokauden alkuvaiheen yliruokinnassa (-0,04 yksikköä/kk ja -0,09 kg/pv per 10 % ME-tarpeen ylitys).

Tarvenormin mukaiseen tasoon verrattuna ummessaoloajan loppuvaiheen energian saanti vaikutti rehun syöntiin poikimisen jälkeen vähemmän kuin ummessaoloajan alkuvaiheen energian saanti. Vaikutus oli käyräviivainen siten, että kuiva-ainesyönti väheni poikimisen jälkeen enimmillään 0,2 kg/pv, kun ummessaoloajan loppuvaiheen energian saanti oli 120 % tarpeesta. Ummessaolokauden loppuvaiheen vaikutukset maitotuotokseen olivat vähäisiä. Ummessaolokauden loppuvaiheen energian saannin lisääminen kasvatti hiukan maidon laktoosituotosta siten, että laktoosituotos oli suurimmillaan kun ummessaoloajan loppuvaiheen energian saanti oli 120 % tarpeesta.

Taulukko 2. Ummessaolokauden loppuvaiheen energian saannin lisäämisen vaikutus kudosvarastojen muutokseen ja maitotuotokseen

	n	Leikkaus- piste	1. asteen vaikutus	Merkit- sevyys	2. asteen vaikutus	Merkit- sevyys	RMSE	R ²
Ennen poikimista								
Kuntoluokan muutos, yks./kk	34	-0,39	0,003	*			0,21	0,09
Elopainon muutos, kg/pv	30	-0,59	0,013	***			0,17	0,77
Poikimisen jälkeen								
Kuntoluokan muutos, yks./kk	34	0,19	-0,004	**			0,10	0,42
Elopainon muutos, kg/pv	36	0,24	-0,009	*			0,38	0,22
Kuiva-ainesyönti, kg/pv	36	24,6	-0,09	*	0,0004	*	0,25	0,65
Maitotuotos, kg/pv	30	34,2	0,008				0,93	0,00
EKM, kg/pv	36	35,3	0,003				0,90	-0,02
Rasvapitoisuus, g/kg	33	40,5	0,02				1,24	0,11
Valkuaispitoisuus, g/kg	33	30,2	0,01				0,71	0,18
Laktoosipitoisuus, g/kg	22	47,4	-0,004				0,52	-0,03
Rasvatuotos, kg/pv	33	1,497	-0,00004				0,088	-0,03
Valkuaistuotos, kg/pv	33	1,073	0,0003			o	0,021	0,09
Laktoosituotos, kg/pv	22	0,276	0,024	*	-0,0001	*	0,056	0,69

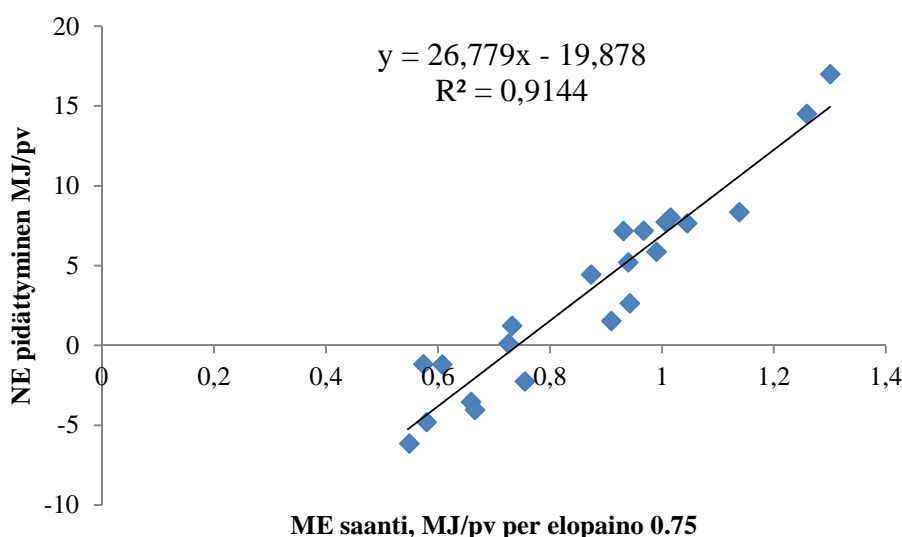
Vaikutukset on esitetty per %-yksikön lisäys muuntokelpoisen energian saannissa. Muuntokelpoisen energian saanti laskettu %:ina laskennallisesta tarpeesta.

Tulosten tarkastelu

Ummessaolokauden yliaruokinta kasvatti elopainon ja kuntoluokan lisäystä samalla tavalla ummessaolokauden alku- ja loppuvaiheessa. Keskimääräinen kuntoluokan lisäys koko ummessaolokauden aikana on 0,30 yksikköä energian tarpeen mukaiseen ruokintaan verrattuna, jos ummessaolokausi kestää kaksi kuukautta ja jos yliaruokinnan taso on 150 % tarpeesta. Vastaavan yliaruokinnan vaikutus elopainon kasvuun on noin 0,5 kg/pv.

Lehmän, joka painaa 650 kg, ylläpitotarve on ruokintasuositusten mukaan 66,3 MJ/pv. Tiineyden aiheuttamaksi lisätarpeeksi on määritelty 8. tiineyskuukaudella 19 MJ/pv ja 9. tiineyskuukaudella 34 MJ/pv. Kun yliaruokinnan taso on 150 % energian tarpeesta, energian tarpeen ylitys on 650 kg painavalla lehmällä 8. tiineyskuukaudella 42,7 MJ/pv ja 9. tiineyskuukaudella 50,2 MJ/pv. Ruokintasuositusten mukaan energian tarve 1 kg elopainon lisäykseen on 34 MJ/pv (MTT 2013). Ummessaolevien lehmien energiantarve elopainon kasvuun saattaa kuitenkin olla suurempi kuin lypsävien lehmien, koska niillä ME:n hyväksikäyttö kasvuun on tehottomampaa. MAFF (1975) mukaan ME:n hyväksikäyttö kasvuun (k_g) on 0,435. Myöhemmissä ruokintasuosituksissa k_g on arvioitu jonkin verran paremmaksi: 0,46 (AFRC 1993) tai 0,60 (NRC 2001). MAFF (1975) mukaan 650 kg painavan ummessaolevan lehmän ME tarve 1 kg/pv elopainon lisäykseen on 60,8 MJ/kg. Laskennallisesti ylimääräinen energian saanti riittäisi siis suurempaan, 0,7–0,8 kg/pv elopainon lisäykseen, kuin mallin 150 % ruokintatasolle ennustama 0,5 kg/pv. Vastaavasti NRC (2001) mukaan 650 kg painava lehmä tarvitsee yhden kuntoluokkayksikön kasvuun ummessaolokauden aikana 60 MJ/pv. Tällöin energian yliaruokinta 50 MJ/pv riittäisi 0,8 kuntoluokkayksikön kasvuun ummessaolokaudella.

Energiayliaruokinnan odotettua pienempi vaikutus elopainon ja kuntoluokan kasvuun voi olla seurausta useista tekijöistä. Mahdollisia virhelähteitä ovat ummessaolevien lehmien ylläpitoenergian tarve, sikiön ja tiineen kohdun energian tarve, tarve elopainon muutokseen sekä muuntokelpoisen energian saanti. On mahdollista, että nykyiset ruokintasuositukset aliarvioivat ummessaolevien lehmien ylläpitoenergian tarpeen. Jos oletetaan, että tiineen kohdun painon kasvu ummessaolokauden alkuvaiheessa on 0,6 kg/pv (Bell ym. 1995), niin regressioanalyysin perusteella lehmien ylläpitotarve metabolista elopainokiloa kohti laskettuna on 0,74 MJ/pv (Kuva 1). Arvioitu ylläpitotarve on suurempi kuin ruokintasuositusten (MAFF 1975, AFRC 1993, NRC 2001) pohjana oleva ylläpitotarve. Graingerin ym. (1985) kalorimetritutkimuksessa ummessaolevien lehmien ylläpitotarve oli lähes samansuuruisen kuin tässä analyysissä.



Kuva 1. Nettoenergian pidättyminen emän kudoksiin, olettaen tiineen kohdun kasvuksi ummessaolokauden alkaessa 0,66 kg/pv. Emän ylläpitotarve on arvioitu regressiosuoran ja x-akselin leikkauspisteestä (NE pidättyminen = 0).

Tämän tutkimuksen perusteella ummessaolevien lehmien energian saannin lisäämisellä on melko vähäisiä vaikutuksia niiden maitotuotokseen poikimisen jälkeen. Ummessaolokauden alkuvaiheen yli-

ruokinta vähensi EKM:ta, kun taas ummessaolokauden loppuvaiheen ylikuokinnalla ei ollut vaikutusta EKM:een. Ummessaolevien lehmien energian saannin lisääminen lisäsi kudoksiin varastoidun energian käyttöä poikimisen jälkeen maidontuotantoon rehun syönnin kustannuksella. Kun huomioidaan sekä ummessaolokausi että tuotoskauden alkuvaihe, niin kokonaisuutena tarkasteltuna ummessaolokauden ylikuokinta heikentää rehun energian hyväksikäyttöä. Jos oletetaan, että kudoksiin varastoituneen energian hyväksikäyttö maidontuotantoon on 0,82 ja dieetin energian hyväksikäyttö elopainon kasvuun ummessaolokaudella on 0,435 (MAFF 1975), niin ummessaolokaudella kudoksiin varastoituneen energian hyväksikäyttö maidontuotantoon on vain 0,36. Jos lehmä kuitenkin on jo tavoitekuntoluokassa (3 – 3,5) umpeenpantaessa, niin käytännössä kaikki ummessaolokauden ylikuokinnan energia on hukkaan heitettyä. Tuotoskauden alkuvaiheessa syönnin vähentyminen kumoaa täysin kaiken kudoksista tulevan lisäenergian antaman hyödyn.

Johtopäätökset

Ummessaolokauden energiaylikuokinta lisää ravintoaineiden kierrätystä kudosvarastojen kautta ja heikentää huomattavasti rehun energian hyväksikäyttöä. Energiaylikuokinnan vaikutus elopainon ja kuntoluokan kasvuun on pienempi kuin nykyisten ruokintanormien perusteella voisi odottaa. Nykyiset ruokintasuositukset todennäköisesti aliarvioivat ummessaolevien lehmien ylläpitotarpeen.

Kirjallisuus

- AFRC.** 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Agricultural and Food Research Council. Wallingford, U.K., CAB International.
- Agenäs, S., Burstedt, E. & Holtenius, K.** 2003. Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, body weight, and milk production. *Journal of Dairy Science* 86: 870–882. *
- Bell, A. W., Slepets, R. & Ehrhardt, R. A.** 1995. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 78:1954–1961.
- Broster, W.H. & Broster, V.J.** 1998. Body score of dairy cows. *Journal of Dairy Research* 65: 155–173.
- Butler, W.R.** 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science* 83: 211–218.
- Douglas, G.N., Overton, T.R., Bateman, H.G., Dann, H.M. & Drackley, J.K.** 2006. Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake. *Journal of Dairy Science* 89: 2141–2157. *
- Garnsworthy, P.C., & Topps, J.H.** 1982. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production* 35:113–119.
- Grainger, C., Holmes, C.W. & Moore, Y.F.** 1985. Performance of Friesian cows with high and low breeding indexes. 2. Energy and nitrogen balance experiments with lactating and pregnant, nonlactating cows. *Animal Production* 40: 389–400.
- Janovick, N. A. & Drackley, J.K.** 2010. Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 93:3086–3102. *
- Keady, T.W.J., Mayne, C.S., Fitzpatrick, D.A. & McCoy, M.A.** 2001. Effect of concentrate feed level in late gestation on subsequent milk yield, milk composition, and fertility of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84:1468–1479. *
- Keady, T.W.J., Mayne, C.S., Kilpatrick, D.J. & McCoy, M.A.** 2005. Effect of level and source of nutrients in late gestation on subsequent milk yield and composition and fertility of dairy cows. *Livestock Production Science* 94:237–248. *
- Kokkonen, T., Salin, S., Elo, K., Safari, R., Taponen, J. & Vanhatalo, A.** 2012. Ummessaolokauden ruokinnan koostumuksen vaikutus lypsylehmien insuliiniresistenssiin. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2012 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Saatavissa internetissä: www.smts.fi. *
- Kokkonen, T., Taponen, J., Anttila, T., Syrjälä-Qvist, L., Delavaud, C., Chilliard, Y., Tuori, M. & Tesfa, A.T.** 2005. Effect of body fatness and glucogenic supplement on lipid and protein mobilization and plasma leptin in dairy cows *Journal of Dairy Science* 88: 1127–1141. *
- Loor, J.J., Dann, H.M., Janovick Guretzky, N.A., Everts, R.E., Oliveira, R., Green, C.A., Litherland, N.B., Rodriguez-Zas, S.L., Lewin H.A. & Drackley, J.K.** 2006. Plane of nutrition prepartum alters hepatic gene

- expression and function in dairy cows as assessed by longitudinal transcript and metabolic profiling. *Physiological Genomics* 27: 29–41.
- MAFF.** 1975. Energy allowance and feeding system for ruminants. Ministry for Agriculture, Fisheries and Food. Tech. Bull. 33, Her Majesty's Stationery Office, London, UK.
- Mandok, K.S., Kay, J.K., Greenwood, S.L., Edwards, G.R. & Roche, J.R.** 2013. Requirements for zero energy balance of nonlactating, pregnant dairy cows fed fresh autumn pasture are greater than currently estimated. *Journal of Dairy Science* 96: 4070–4076.
- McNamara, S., Murphy, J.J., Rath, M. & O'Mara, F. P.** 2003. Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86:2397–2408. *
- MTT.** 2013. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkojulkaisu]. Jokioinen: MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Saatavissa internetissä: <http://www.mtt.fi/rehutaulukot>.
- NRC.** 2001. Nutrient requirements for dairy cattle. National Research Council. 7th rev. ed. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Overton, T.R. & Waldron, M.R.** 2004. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science* 87 (E. Suppl.): E105–E119.
- Rabelo, E., Rezende, R.L., Bertics, S.J. & Grummer, R.R.** 2003. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 916–925. *
- Rukkwamsuk, T., Wensing, T. & Geelen, M.J.H.** 1999. Effect of fatty liver on hepatic gluconeogenesis in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82: 500–505.
- Salin, S., Elo, K., Pursiainen, P., Taponen, J., Vanhatalo, A. & Kokkonen, T.** 2012. Ummessaolokauden ruokintatason vaikutus lypsylehmien aineenvaihdunnan säätelyyn, syöntiin ja maitotuotokseen. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2012 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. Toim. N. Schulman ja H. Kauppinen. Saatavissa internetissä: www.smts.fi. *
- St-Pierre, N.R.** 2001. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science* 84: 741–755.
- Tesfa, A.T., Tuori, M., Syrjälä-Qvist, L., Pösö, R., Saloniemi, H., Heinonen, K., Kivilahti, K., Saukko, T. & Lindberg, L.-A.** 1999. The influence of dry period feeding on liver fat and postpartum performance of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 76: 275–295. *
- VandeHaar, M.J., Yousif, G., Sharma, B.K., Herdt, T.H., Emery, R.S., Allen, M.S. & Liesman, J.S.** 1999. Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period. *Journal of Dairy Science* 82: 1282–1295. *
- Winkelman, L.A., Elsasser, T.H. & Reynolds, C.K.** 2008. Limit feeding a high-energy diet to meet energy requirements in the dry period alters plasma metabolite concentrations but does not affect intake or milk production in early lactation. *Journal of Dairy Science* 91:1067–1079. *

* Julkaisu sisältyy tutkimuksessa käytettyyn tietokantaan