

KETOOSIN KEHITTYMINEN ALKULYPSYKAUDELLA

Kaija Rissanen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara- ja ympäristöala





Tekijä(t) RISSANEN, Kaija	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 18.11.2013
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi KETOOSIN KEHITTYMINEN ALKULYPSYKAUDELLA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) RIIPINEN, Mirja		
Toimeksiantaja(t) Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, MTT Maaninka		
Tiivistelmä <p>Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen Maaningan toimipisteellä toteutettiin SOLID (Sustainable and Organic Low-Input Dairying) tutkimus 2012-2013. Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää holstein- ja ayrshire-rotujen soveltuvuutta eri tuotostasoihin. Koelehmät olivat tutkimuksessa koko laktatiokauden, jolloin tuotostasojen pitkäaikaisvaikutukset saatiin selville. Kesällä 2012 kokeeseen osallistuneista 50 lypsylehmästä 11 sairastui ketoosiin.</p> <p>Opinnäytetyössä etsittiin mahdollisia syitä epätavallisen runsaalle ketoosin esiintymiselle. Sairastuneiden ja terveiden koelehmien tietoja vertailtiin elopainon, maitotuotoksen ja rehun kuiva-aineensyönnin osalta. Lisäksi työssä tarkasteltiin lehmien energiataseita ja maidon rasva-alkuassuhdetta, jotka ovat tyyppillisimmät ketoosin indikaattorit.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittujen tietojen perusteella mahdollisina ketoosin aiheuttajina olivat ruokinnan matala energiapitoisuus ja korkea raakavalkuaispitoisuus. Ketoositapaukset alkoivat, kun säilörehun raakavalkuaispitoisuus nousi liian korkeaksi. Liiallinen raakavalkuaispitoisuus lisää lehmän energiantarvetta, koska lehmän elimistön on poistettava raakavalkuaisen tuottamaa ammoniakkia pötsistä. Tuotostasojen määräämään ruokinnan vuoksi koelehmien energiansaanti oli jo alkujaan liian vähäistä, jolloin liiallinen raakavalkuainen ruokinnassa lisäsi energiavajetta niin, että lehmät sairastuivat ketoosiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) ketoosi, energia-aineenvaihdunta, energiatase		
Muut tiedot		



Author(s) RISSANEN, Kaija	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 18.11.2013
	Pages 42	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title THE DEVELOPMENT OF KETOSIS IN EARLY LACTATION		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) RIIPINEN, Mirja		
Assigned by MTT Agrifood Research Finland		
Abstract <p>SOLID (Sustainable and Organic Low-Input Dairying) research was conducted in Maaninka, by MTT Agrifood Research Finland in 2012-2013. The aim of the research was to find out the differences between Holstein and Ayrshire breeds when fed with two different production levels. The selected cows were observed for their whole lactation period when the longterm effects of production levels could be assessed. In the summer of 2012, 11 cows out of 50 were diagnosed with ketosis.</p> <p>The aim of thesis is to go through the theory of ketosis, and to examine the possible reasons behind the cases of ketosis in SOLID research. Weight, milk amount and drymatter intake are being compared between healthy cows and cows with ketosis. Also the energybalance and the fat-protein ratio of milk are being compared, as they are the main indicators of ketosis.</p> <p>Based on the information that was researched in the thesis, possible reasons behind the ketosis cases are low energy diet and a fairly high amount of crude protein in silage. Cows got sick when the crude protein of silage rose above recommendation. Excessive amounts of crude protein increase energy consumption as the body has to remove the ammonium over production from rumen. Because cows were fed with a low-energy diet, they had a negative energy balance originally. When an excessive amount of crude protein came in to low energy diet, the energy balance got more negative so that the cows contracted ketosis.</p>		
Keywords ketosis, energy metabolism, energy balance		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	3
2	LYPSYLEHMÄN ENERGIANTARVE JA SAANTI.....	3
2.1	Energiantarpeen ja saannin laskeminen	3
2.2	Lehmän energia-aineenvaihdunta poikimisen jälkeen.....	5
3	KETOOSI SAIRAUTENA.....	6
3.1	Taudinkuva.....	6
3.2	Ketoosityypit.....	7
3.3	Ketoosin esiintyvyys ja vaikutukset	8
4	KETOOSI LYPSYLEHMÄLLÄ.....	9
4.1	Ketoosin syyt ja kehittyminen	9
4.2	Ketoosin diagnosointi	10
4.3	Ennaltaehkäisy ja hoitotoimenpiteet	10
5	SOLID-TUTKIMUS.....	11
5.1	Tutkimuksen tausta	11
5.2	Tutkimusolosuhteet.....	14
5.3	Ruokinta tutkimuksen aikana	14
6	KETOOSITAPAUKSET SOLID-TUTKIMUKSESSA	15
6.1	Terveiden ja sairastuneiden vertailu	15
6.2	Ketoosilehmät.....	19
6.3	Kaksi eri ketoosityppiä	21
6.4	Maidon rasva-valkuaisuhde	25
6.5	Ketoosilehmien energiatase	27
6.6	Ruokinnan muutokset ketoositapausten ehkäisemiseksi	28
7	POHDINTA	29
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35
	Liite 1. Raakavalkuaispitoisen säilörehun rehuanalyysi.....	35
	Liite 2. Ketoositapausten jälkeisen säilörehun rehuanalyysi.....	36

Liite 3. Ketoosilehmien rehun kuiva-ainesyönnin, elopainon ja maitomäärien kehitys 1-150 päivää poikimisen jälkeen. Ketoosin ilmenemispäivä ilmaistu pystyviivalla.	37
--	----

KUVIOT

KUVIO 1. Ketoosilehmien ja muiden koelehmien rehunkulutus 1-150 päivää poikimisesta.....	15
KUVIO 2. Ketoosilehmien ja muiden koelehmien maitomäärä kiloina.....	16
KUVIO 3. Ketoosilehmien ja muiden koelehmien paino kiloina.	17
KUVIO 4. Ketoosilehmien rehunkulutus ka/kg alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosointia.	19
KUVIO 5. Ketoosilehmien maitomäärä kiloina alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosointia	20
KUVIO 6. Ketoosilehmien elopaino alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosointia.	21
KUVIO 7. Kahden eri ketoosityypin maitomäärän kehittyminen 14 päivää ennen ketoosia.	23
KUVIO 8 Kahden eri ketoosityypin rehunkulutus 14 päivää ennen diagnoosia.	24
KUVIO 9 Kahden eri ketoosityypin elopainot 14 päivää ennen ketoosin diagnosointia.	25
KUVIO 10. 1. ja 2. tyyppien ketoosilehmien rasva-valkuaisuhde keskiarvoina -14 päivää ennen ketoosia - 10 päivää ketoosin jälkeen	26

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Lypsylehmän energiantarve (MJ/pv).....	4
TAULUKKO 2 Koelehmien kuntoluokat ennen ja jälkeen poikimisen.	18
TAULUKKO 3. Ketoosilehmät.....	22
TAULUKKO 4. Myöhäisempien ketoositapausten dieetin raakavalkuaispitoisuus nousee korkeaksi, mutta energiatase on vähemmän negatiivinen kuin aikaisten ketoositapausten.....	28

1 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Lypsylehmien maidontuotantokyky on kaksinkertaistunut viimeisen 40 vuoden aikana, mikä altistaa nykylehmiä metaboliselle stressille ja erilaisille aineenvaihdunta-taudeille (Vara 2012, 7). Yksi näistä aineenvaihduntasairauksista on ketoosi (tunnetaan myös nimellä asetonitauti), joka on useimmiten alkulypsykaudella esiintyvä energianpuutteesta johtuva tuotantosairaus. Lypsylehmien yleisen ruokintatason parannuttua on ketoosin esiintyvyys nykyisin melko vähäistä. Kuitenkin kesällä 2012 MTT Maaningalla SOLID-tutkimuksessa olleista 50 lypsylehmästä 11 sairastui ketoosiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia koelehmien ketoosien mahdollisia syitä ja sairauden kehittymistä. Ketoositapauksia tutkittiin koelehmien ruokinta-, elopaino-, maitotuotos-, kuntoluokka- ja maidon rasva-valkuaisosuus suhteita käyttäen. Lisäksi ketoosin saaneiden lehmien energiatase laskettiin päiväkohtaisesti. Ketoosilehmien tietoja verrattiin SOLID tutkimuksessa olleisiin muihin lehmiin, niihin jotka eivät sairastuneet. Toimeksiantajana opinnäytetyöllä oli Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Maaningan toimipaikka.

2 LYPSYLEHMÄN ENERGIANTARVE JA SAANTI

2.1 Energiantarpeen ja saannin laskeminen

Lehmien energiantarve lasketaan lehmän maitotuotoksen, elopainon ja tiineyden perusteella. Kaavaa varten on maitomäärä laskettava energiakorjatuksi maitomääräksi (EKM), ja tiineyslisää lasketaan kolmena viimeisenä tiineyskuukautena. Energiantarve voidaan laskea taulukon 1 osoittamalla tavalla. (Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2013.)

TAULUKKO 1. Lypsylehmän energiantarve (MJ/pv)

Ylläpito (MJ/pv)	$Elopaino^{0,75} \times 0,515$
Maidontuotanto (MJ/kg EKM)	$5,15 \times EKM$ (kg)
Elopainon muutos (MJ/kg Erm)	$34 \text{ MJ} \times \text{kg elopainon lisäystä}$
	$28 \text{ MJ} \times \text{kg elopainon vähentymistä}$
Tiineyslisä (MJ/pv)	7. kk: 11
	8. kk: 19
	9. kk: 34

Märehtijöiden ruokintasuositus ja rehujen energia-arvo perustuvat muuntokelpoiseen energiaan (ME). Rehulle voidaan laskea ME-arvo rehun sisältämistä sulavista ravintoaineista. Laskemista varten on myös tiedettävä rehujen kemiallinen koostumus. (Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2013.)

Väkirehun ME-arvon määrittämistä varten on seuraava kaava:

$$ME \text{ (MJ/kg ka)} = (15,2 \times Srv + 34,2 \times srr + 12,8 \times srk. + 15,9 \times stua)/1000$$

jossa

srv on sulava raakavalkuainen, g/kg ka

srr on sulava raakarasva, g/kg ka

srk on sulava raakakuitu g/kg ka

stua on sulavat typettömät uuteaineet g/kg ka.

Karkearehun ME-pitoisuus lasketaan D-arvon avulla eli rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen perusteella. Eri karkearehuille on omat laskukaavat.

Säilörehu ja ruoho: $ME = 0,016 \times D\text{-arvo}$

Heinä: $ME = 0,0169 \times D\text{-arvo} - 1,05$

Olki: $ME = 0,0140 \times D\text{-arvo}$

Kokoviljasäilörehu: $ME = 0,0155 \times D\text{-arvo}$

Lypsylehmän rehusta saaman energian, sekä ylläpidon ja maidontuotannon välille voidaan laskea energiatase. Energiatase kertoo, onko lehmä saanut rehusta tarpeeksi energiaa tuotantoon ja ylläpitoon, vai onko se joutunut käyttämään kudostarastonsa lisäenergiaksi. Energiataseen laskemista varten tarvitaan elopaino- ja tuotostiedot sekä tieto lehmän syömästä rehumäärästä ja rehun energia-arvosta. (Mäntysaari, Huhtanen, Nousiainen & Mäntysaari 2008.)

Energiatase kuvaa lehmän elimistön energiatilaa: jos energiatase on negatiivinen, keho mobilisoi energiaa, ja jos se on positiivinen, keho varastoi energiaa. Energiantarve vaihtelee sen mukaan, missä tuotantovaiheessa lehmä on. Myös rehun hyväksikäyttökyky ja lehmän tuotantokausien määrä vaikuttavat energiantarpeeseen. Lehmän alkaessa tuottaa maitoa tapahtuu sen energiataseessa suurin muutos. Energiatase on negatiivinen kunnes syönti saavuttaa kulutuksen, mikä tapahtuu useimmiten 40 - 80 päivää poikimisen jälkeen. Energiataseen muututtua positiiviseksi lehmä varastoi energiaa kudoksiin seuraavaa poikimista varten. Muutokset energiataseessa ovat hormonien säätelystä, ja kertovat lypsylehmän sopeutumisesta maidontuotantoon. (Niemelä 2011, 8.)

2.2 Lehmän energia-aineenvaihdunta poikimisen jälkeen

Poikimisen läheisyydessä lehmän elimistö joutuu sopeutumaan muuttuvaan energiantarpeeseen, jonka maidontuotanto ja lisääntynyt kudostointi aiheuttavat. Lehmän alkaessa tuottaa maitoa elimistö vähentää rasvojen varastointia rasvakudokseen ja kasvattaa varastoitujen rasvojen mobilisointia. Varastoitujen rasvojen käyttö energiaksi vähentää rehun syöntiä, mikä johtaa negatiiviseen energiataseeseen. (Vara 2012, 8.) Lehmän energiantarve poikimisen jälkeen on moninkertainen verrattuna umpikauden tarpeeseen. Lehmä ei kykene lypsykauden alussa syömään niin paljoa, kuin sen energiantarve vaatisi. Kun energiansaanti ja tarve eivät kohtaa, on elimistön otettava lisäenergiaa kudoksista, erityisesti rasvakudosvarastoista. (Weber, Hametner, Tuschcherer, Losand, Kanitz, Otten, Singh, Bruckmaier, Becker, Kanitz & Hammon 2013,166.) Varastoitujen rasvojen mobilisointia energiakäyttöön sanotaan

lipolyysiksi. Lipolyysin seurauksena veren plasmaan vapautuu vapaita rasvahappoja. Lehmän elimistö voi käyttää vapaita rasvahappoja kolmella eri tavalla: varastoimalla maksaan triglyserideinä, käyttämällä maitorasvan synteesissä tai hapettamalla, jolloin syntyy ketoaineita. (Vara 2012, 8.)

Glukoosi toimii solujen energialähteenä ja on siten ehdoton edellytys elintoiminnoille. Glukoosia ei sellaisenaan saada ravinnosta, vaan se suurimmaksi osaksi muunnetaan hiilihydraateista. (Sairanen 2013.) Hiilihydraatteja imeytyy sellaisenaan märehitjän ruuansulatusjärjestelmässä melko vähän, sillä hiilihydraatit fermentoituvat pötsissä lyhytketjuisiksi rasvahapoiksi: asetaateiksi (70 %), probionaateiksi (20 %) ja butyraateiksi (10 %). (Radostits, Gay, Blood, Hitchcliff 2000, 1452.) Märehitjän glukoosin tarve tyydyttyä suuremmilta osilta, kun probionaateista muodostuu glukoosia glukoneogeneesin kautta. Glukoneogeneesi tapahtuu maksan ja munuaiskuoren soluissa. (Hiilihydraattien synteesi 2006.) Hyvät probionaattivarastot ovat edellytyksenä maksan kyvylle muuntaa rasvahappoja glukoosiksi. Maksan kyky muuntaa probionaattia glukoosiksi tehostuu, kun glukoosin tarve lisääntyy, eli kun maidontuotanto alkaa ja energiantarve lisääntyy. (Drackley, Overton & Douglas 2001,2.)

3 KETOOSI SAIRAUTENA

3.1 Taudinkuva

Ketoosi on monivaikutteinen energia-aineenvaihdunnan tuotantosairaus. Tuotantosairaudella tarkoitetaan sairautta, joka johtuu epätasapainosta ravinnonsaannin, ja tuotteen, tässä tapauksessa maidon, välillä. (Dregre & Soveri 2000, 4) Ketoosi voi esiintyä märehitjällä missä maidontuotannon vaiheessa tahansa, mutta yleisin se on poikimisen jälkeen. (Radostits ym. 2000, 1452.) Ketoositapauksista 90 % ilmenee 60 päivän sisällä, kaikista yleisimmin ensimmäisen kuukauden aikana, 10-28 päivää poikimisesta. Ketoosi voi myös uusia saman tuotantokauden aikana. (Radostits ym. 2000, 1455.)

Ketoosissa lehmän glukoosin tarve ja saanti ovat epätasapainossa. Glukoosin epätasapaino elimistössä johtaa hiilihydraattivarastojen pienenemiseen, insuliinin erityksen vähenemiseen, lisääntyneeseen rasvavarojen mobilisoitumiseen ja ketoaineiden muodostumiseen maksassa. Maksa muodostaa ketoaineita, kun elimistö ei saa tarpeeksi ravintoa hiilihydraateista. Märehtijän elimistö muodostaa ketoaineita säästääkseen glukoosia. (Baird 1982, 101.) Ketoaineita on lehmän veressä normaalisti pieniä määriä, jolloin ne toimivat kudosten energianlähteinä. Kun ketoaineiden määrä lisääntyy normaalia fysiologista määrää suuremmaksi, on lehmällä hyperketonemia. Mitä enemmän ketoaineita on, sitä voimakkaammin lehmä oirehtii, ja hyperketonemia muuttuu ketoosiksi. (Dregre 2003.)

3.2 Ketoosityypit

Subkliinen ketoosi

Subkliinen, eli piilevä ketoosi, on tila, jossa lehmällä on hyperketonemia, mutta ei näkyviä ketoosin oireita. Piilevää ketoosia esiintyy huomattavasti kliinistä ketoosia useammin. (Dregre 2003.) Piilevää ketoosia sairastava lehmä sairastuu helpommin kliiniseen ketoosiin, mikäli ruokinnassa tapahtuu pienikin muutos, tai elimistön metabolinen stressi kasvaa (Dregre & Soveri 2000, 9).

Kliininen ketoosi

Kliinisessä ketoosissa ketoaineiden määrä veressä on suuri, ja lehmällä on havaittavissa näkyviä ketoosin oireita. Näkyviin oireisiin kuuluvat heikentynyt ruokahalu, kiva ja kova uloste, maitotuotoksen lasku sekä laihtuminen. (Dregre 2003.)

Primaari ketoosi

Primaari ketoosi, eli varsinainen ketoosi, on useimmiten korkeatuottoisten lehmien sairaus, ja sitä kutsutaan myös nimellä tuotantoketoosi. Tällöin lehmällä on korkea tuotantopotentiaali sekä riittävä ruokinta, jonka pitäisi vastata lehmän energiantarpeeseen. (Radostits ym. 2000, 1453-1454.)

Sekundaarinen ketoosi

Sekundaarinen ketoosi on nimensä mukaisesti seurausta jostain toisesta sairaudesta tai muusta ongelmasta joka on vaikuttanut lehmän syöntikykyyn. Syöntiin vaikuttavia sairauksia ovat esimerkiksi kohtu- tai utaretulehdus, hapan pötsi, juoksutusmahan siirtymä tai vierasesine pötsissä. (Dregre 2003.)

Alimentaarinen ketoosi

Alimentaarinen eli rehuperäinen ketoosi johtuu Radostitsin (2000,1454) mukaan suuresta voihapon määrästä säilörehussa. Usein voihippoo on runsaammin hyvin sulavassa säilörehussa, ja voihippoo syntyy, jos säilörehun säilönnässä on tapahtunut virheitä. Voihippoinen säilörehu on myös vähemmän maittavaa, jolloin säilörehun syönti laskee. Useimmiten alimentaarinen ketoosi on subkliinistä, mutta voi johtaa myös kliiniseen ketoosiin.

3.3 Ketoosin esiintyvyys ja vaikutukset

Ketoosia esiintyy kaikkialla, missä harjoitetaan maataloutta. Ketoosin esiintyvyys tilakohtaisesti on pitkälti riippuvainen hoidon tasosta ja ruokinnasta. (Radostits ym. 2000, 1455.) Kliinistä ketoosia esiintyy n. 2-15 %:lla lypsylehmistä Suomessa. Vaihtelevuus on suurta, koska tautia voidaan mitata erilaisin määrein: esiintyvyys riippuu tarkasteltavasta eläinryhmästä, ketoosin testimenetelmistä ja käytetyistä ketoaineiden raja-arvoista. (Dregre, 2003.)

Kliinistä ketoosia huomattavasti yleisempää on subkliininen eli piilevä ketoosi. Taloudellisesti subkliininen ketoosi on merkittävä, koska se altistaa muille sairauksille ja alentaa maitotuotosta. Lehmä ei saavuta parasta tuotantopotentiaaliaan, jos se lypsykauden alussa sairastuu ketoosiin. Ketoosi vaikuttaa lehmän maitomäärään alentavasti, mikä aiheuttaa taloudellisia tappioita hoitokustannusten lisäksi. Myös riski sairastua muihin sairauksiin kasvaa, sillä ketoosissa elimistöön muodostuvat ketoaineet heikentävät lehmän vastustuskykyä. (Dregre 2003.)

4 KETOOSI LYPSELEHMÄLLÄ

4.1 Ketoosin syyt ja kehittyminen

Ketoosi on yleisintä vanhemmilla lehmillä, ja suurin riski sairastua on 5. ja 6. poikimisen jälkeen. Lisäksi hiehot tarvitsevat energiaa vielä kasvamiseen maidontuotannon alkaessa, jolloin nekin ovat alttiita sairastumaan. (Pyörälä & Tiihonen 2005, 5) Lehmän riski sairastua ketoosiin kasvaa, kun sillä on takanaan pitkä ummessaolokausi tai kun se on lihava poikimahetkellä. Myös liiallinen energiansaanti edellisellä loppulypsykaudella altistaa ketoosille seuraavalla tuotantokaudella. (Radostits ym. 2000, 1455.)

Poikimisen jälkeen lehmän maidontuotanto heruu huippuunsa noin neljässä viikossa, mutta sen syöntikyky saavuttaa maksimin vasta 7 – 8 viikossa. Poikimisen jälkeen lehmän syöntikyky ei vielä ole maidontuotannon kanssa tasapainossa, jolloin seurauksena on energiavaje. Energiavajeen vastapainoksi lehmän elimistö pyrkii vähentämään maidontuotantoa. Kuitenkin aikaisessa laktaatiovaiheessa poikimisen jälkeinen hormonaalinen vaikutus kumooa energiavajeen tuoman tarpeen vähentää maitomäärää. Tämä johtaa siihen, että glukoosin määrä veressä vähenee. Kun keho ei saa energiaa tarpeeksi glukoosista, ketoaineita alkaa vapautua verenkiertoon lehmän elimistöstä korvaamaan energiavajetta. Tämä johtaa ketoaineiden lisääntymiseen aineenvaihdunnassa, ja lehmälle alkaa kehittyä ketoosi. (Radostits ym. 2000, 1453.)

Kun lehmällä on kliininen ketoosi, sen ruokahalu on vähentynyt huomattavasti. Lehmä lakkaa syömästä rehuaan tietyssä järjestyksessä: ensimmäisenä väkirehu, seuraavaksi säilörehu ja viimeisenä heinä (Pyörälä & Tiihonen 2005, 2). Lehmä laihtuu, ja se näyttää kuivalta. Myös maitomäärä vähenee, ja uloste on kiiltävää ja kuivaa. Ketoosia sairastava lehmä näyttää alakuloiselta, ja sen hengitys voi haista asetonilta. Joskus ketoosi voi aiheuttaa myös neurologisia oireita, jolloin lehmä käyttäytyy normaalista poiketen, esimerkiksi se voi hangata päätänsä pakonomaisesti jotain vasten. Subkliinissä ketoosissa oleva lehmä ei välttämättä näytä mitään sairauden oireita. (Radostits ym. 2000, 1452.)

4.2 Ketoosin diagnosointi

Ketoosiin sairastuneen lehmän ruumiinnesteissä ja kudoksissa voidaan mitata korkeita ketoainepitoisuuksia (Pyörälä & Tiihonen 2005, 4). Ketoaineita voidaan havaita veressä, hengitysilmassa, virtsassa ja maidossa. Rajaa fysiologisten ja epänormaalien ketoainepitoisuuksien välille on vaikea asettaa, koska eläinyksilöiden välillä on suuria eroja ketoaineiden sietämisessä elimistössä. (Dregre & Soveri 2000, 9.)

Yleisin verestä mitattava ketoaine ketoosin toteamiseksi on beta-hydroksivoihappo (BHBA). Kyseinen ketoaine on veressä stabiilimpi kuin muut ketoaineet, asetonit tai asetoasetatti. BHBA muodostuu maksassa tai pötsissä, jossa butyraatti muuntautuu BHBA:ksi. Lehmällä voidaan todeta olevan ketoosi, jos BHBA:n määrä veressä ylittää 14,4 mg/dl ($>1400 \mu\text{mol/L}$). Ketoosi on kliininen, kun BHBA:n määrä veressä ylittää 29 mg/dl ($3000 \mu\text{mol/L}$). Joidenkin lehmien ketoainepitoisuudet veressä ovat korkeita, vaikka niillä ei näy muita ketoosin merkkejä kuten syömättömyyttä. BHBA-arvo määritellään veren seerumista. (Oetzel 2007.) Tilatasolla eläinlääkäri diagnosoi lehmän yleensä ulkoisten merkkien ja hengitysilman hajun perusteella. Ulkoisia merkkejä ovat lehmän alakuloisuus, kuihtunut olemus ja tyhjä pötsi. Lisäksi eläintenhoitaja osaa kertoa mahdollisesti pudonneesta maitomäärästä ja muista oireista.

4.3 Ennaltaehkäisy ja hoitotoimenpiteet

Yleisesti lehmien olosuhteet vaikuttavat kauttaaltaan lehmien hyvinvointiin, ja sitä kautta sairauksien ennaltaehkäisyyn. Stressitön ympäristö, eläinten vastustuskyvyn ylläpito ja sopiva eläinainees verrattuna tuotantoympäristöön ovat osatekijöinä sairauksien ennaltaehkäisyssä. Jatkuva eläinten tarkkailu, ja maidon pitoisuuksien seuranta kuuluvat havainnoitaviin asioihin.

Tilatasolla tärkeintä ketoosin ennaltaehkäisyssä on huolehtia lehmien tuotantovaiheen mukaisesta ruokinnasta. Myös kivennäis- ja hivenaineiden sisällyttäminen ruokintaan on tärkeää. Erityisesti tunnutus- ja herutusruokinta ovat ketoosin ehkäisyssä avainasemassa, sillä lehmiä ei pitäisi päästää loppulypsykaudella ja ummessaoloaikana lihomaan. Poikimisen jälkeen lihava lehmä mobilisoi rasvavarjojaan herkemmin, mikäli umpikauden ruokintaa ei ole rajoitettu. Ruokintaa rajoitetaan vähentämällä

annetun rehun määrää tai syöttämällä rehua, joka ei ole kovin energiapitoista. Ruokintaa ei tule kuitenkaan rajoittaa liikaa, sillä se voi vaikuttaa utarekudoksiin ja sitä kautta tulevan lypsykauden laktaation määrään. (Kokkonen 2005, 17.) Lehmien väkirehumäärä ja annoskoko vaikuttavat syöntiin ja lehmän energiansaantiin. Voihappopitoisen säilörehun syöttämistä tulee välttää, sillä se voi johtaa alimenteriseen, eli rehuperäiseen ketoosiin. Riittävä juomavesi on turvattu, koska puutteellinen vedensaanti heikentää lehmien kuiva-aineen syöntiä. (Dregre & Sovari 2000, 15)

Subkliinisen ketoosin hoitotoimenpiteiksi riittävät useimmiten hyvän energiapitoisen rehun tarjoaminen, tai glukoosin esiasteiden, kuten propyleeniglykolivalmisteiden antaminen. Subkliinisen ketoosin hoitaminen kannattaa, koska niin voidaan ehkäistä kliinisen ketoosin puhkeaminen, sekä hoito on taloudellisesti edullisempaa. (Dregre 2003) Kliinistä ketoosia eläinlääkäri hoitaa useimmiten glukokortikoidilla (deksametasoni), joka nostaa veren glukoosipitoisuutta. Glukokortikoidi-pistoksen kanssa lehmälle annetaan glukoosi- ja propyleeniglykolivalmisteita, sillä yhdistelmähoito on tehokkain keino parantaa ketoosi, sekä ennaltaehkäistä sen uusiutuminen. Glukoosi- ja propyleeniglykolivalmisteilla ei ole varoajoja, mutta deksametasoni-valmisteilla on varoajat lihalle sekä maidolle. (Vanhamäki, Pyörälä & Kaartinen 2000, 87)

5 SOLID-TUTKIMUS

5.1 Tutkimuksen tausta

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin ketoosia, koska kesällä 2012 MTT Maaningan SOLID tutkimuksessa esiintyi epätavallisen paljon ketoosia koelehmillä. SOLID on laaja EU-hanke, joka teettää tutkimusta MTT Maaningan lisäksi mm. Itävallassa ja Pohjois-Irlannissa. SOLID on lyhenne sanoista Sustainable Organic and Low Input Dairying. Suomeksi tämä tarkoittaa kestävä, luonnonmukaista pienen panoskäytön maidontuotantoa. SOLID-tutkimuksessa verrataan ayrshire ja holstein-rotujen eroja, kun niitä ruokitaan kahdella eri tuotantointensiteetillä. Ajatuksena on, että kun tuotantointensiteettiä lasketaan, myös maitotuotos vähenee. Samanaikaisesti oletetaan

myös tuotantokustannusten vähentyvän, sillä usein tuotantointensiteetin laskeminen tarkoittaa syötetyn väkirehumäärän pienentämistä. Väkirehuihin menevien tuotantopanosten lisäksi säästöä oletetaan syntyvän, kun lehmät tarvitsevat vähemmän hoitoja, ja ne ovat pitkäikäisempiä. Näin ollen lehmät eivät joudu niin suurelle rasitukselle, joten low-input-tuotannon katsotaan olevan eettisempää.

Kokeessa selvitetään eri tuotantointensiteettien kannattavuutta ja rotujen soveltuvuutta eri tuotostasoihin. Tarkoituksena on myös selvittää kuinka eri ruokintaintensiteetit vaikuttavat rehukulutukseen, rehuhyötysuhteeseen sekä terveysparametreihin ay- ja holsteinroduilla. Terveysparametreina käytetään eläinlääkärihoitotietoja, siemennystietoja sekä sorkanhoitoraportteja.

Koejärjestelyt ja koe-eläimet

Tutkimus on lehmän koko laktaatiokauden kestävä, jolloin ruokinnan pitkäaikaisvaikutukset saadaan esille. Koelehmät on jaettu tasan kahteen eri ryhmään: toisen tavoitteellinen vuosituotos on 8000 kg EKM ja toisen 10 000 kg EKM. Jotta ryhmiä voidaan verrata, on vuosituotos 305 päivän tuotos. Lehmistä on muodostettu parit ruokintaryhmien välille: parien samankaltaisuus on katsottu poikima-ajan, poikimakeran ja aikaisemman tuotoskauden EKM:n perusteella. Kokeessa on mukana 16 ayrshire-rotuista ja 34 holstein-rotuista lehmää. Koelehmät poikivat 7.3.2012 - 9.9.2012 välisenä aikana. Eläimet on jaettu tuotosryhmien lisäksi ensikoihin, suurituotoksiin ja pienituotoksiin useasti poikineisiin lehmiin.

Rehut ja ruokinta

Koe alkaa lehmäkohtaisesti 21 päivää ennen arvioitua poikimista. Kokeen aloituspäivästä lähtien lehmien syömät säilö- ja väkirehumäärät ovat yksilökohtaisesti tallennettuina. Lehmien keskimäärin tarvitsemat energia- ja valkuaismäärät ovat SOLID-kokeen vastaavien tutkijoiden laskemia. Eri tuotostasojen ryhmät ovat seosrehuruokinnalla, joiden energiatasot ovat 11,5 ja 12,0 MJ ME/kg ka. Niiden lehmien väkirehuosuus appeesta, jotka ovat 8000 maitokilon tavoiteryhmässä, on 30 %, ja 10000

kilon ryhmän väkirehuosuus on 50 %. Näihin prosenttimääriin tähdätään, kun säilörehun D-arvo on 680 g/kg ka.

Veri- ja maitonäytteet

Kaikilta koelehmiltä otetaan häntälaskimosta verinäytteitä 14 päivää ennen poikimista sekä 4, 15, 29 ja 45 päivää jälkeen poikimisen. Näytteistä analysoidaan erilaisia biomarkkereita, jotka kertovat lehmän terveydentilasta ja sopeutumisesta maidontuotannon alkamiseen.

Koelehmien lypsämät maitomäärät mitataan joka päivä aamuin ja illoin. Maitonäytteitä otetaan alkulypsykaudella verinäytteiden oton yhteydessä 4, 15, 29 ja 45 päivää jälkeen poikimisen. Tämän jälkeen maitonäytteet otetaan joka toinen maanantai koko 305 tuotospäivän ajan.

Rehu- ja in vivo- sulavuusnäytteet

Koelehmien rehuista kerätään näytteet viikoittain, jotta saadaan selville koko kokeen ajalta, millaista rehua lehmät ovat syöneet. Lisäksi säilörehuista ja appeista tehdään joka päivä kuiva-aineanalyysi. Viikkonäytteet otetaan säilörehusta, appeesta, väkirehuista ja kivennäisistä. Lisäksi joka kuukauden ensimmäinen viikko on keruuviikko, jolloin säilörehusta kerätään näyte viiden päivän ajalta ja väkirehuista kolmen päivän ajalta. Samaisena keruuviikkona kerätään koelehmiltä sulavuusnäytteet, eli sontanäytteet. In vivo tarkoittaa, että tutkimus on tehty elävässä organismissa, tässä tapauksessa lehmällä. Sulavuusnäytteet otetaan 50, 150 ja 250 päivää poikimisen jälkeen sekä umpikaudella, 20 päivää umpeenlaiton jälkeen. Sulavuusnäyte otetaan viiden päivän ajan aamuin ja illoin. Sulavuusnäytteistä on tarkoitus tutkia, kuinka rehu on sulanut.

5.2 Tutkimusolosuhteet

MTT Maaningan verhoseinäpihatossa on yhteensä kuusi osastoa varattuna lehmille. Kaksi näistä osastoista on varustettu Insentec-kupeilla, joista lehmät saavat karkearehunsaa. Kupeissa oleva tunnistusjärjestelmä tunnistaa lehmän korvanapin perusteella, jolloin kuppi aukeaa, ja lehmä pääsee syömään. Kaikki SOLID kokeen lehmät ovat näillä kahdella osastolla: yhdellä osastolla on 24 parsipaikkaa, joten 8000 kg tuotostavoite ryhmä on toisella osastolla, ja 10 000 kg:n ryhmä toisella. Kummallakin osastolla on yksi kioski väkirehuruokintaa ja elopainon mittausta varten. Lehmät saavat pienen annoksen väkirehua kioskista, jotta elopaino saadaan tallennettua päivittäin. Lehmät lypsetään kahdesti päivässä lypsyasemalla.

5.3 Ruokinta tutkimuksen aikana

Säilörehua siilosta oli syötössä 7.3.2012 alkaen, eli kokeenaloituksesta saakka, kunnes 27.6. siirryttiin pyöröpaalisäilörehuun. Paalirehua lehmät söivät 17.8 saakka. Kyseisenä ajanjaksona paalit olivat monelta lohkolta, jolloin rehun vaihtelevuus oli suurta. Koelehmä ruokittiin erillisruokinnalla 6.6. asti, jonka jälkeen siirryttiin seosrehuruokintaan. Erillisruokinnan aikana lehmät saivat vapaasti säilörehua, ja väkirehua säilörehun syönnin mukaan siten, että kaikilla lehmillä oli koeryhmän sisällä sama väkirehuprosentti. Väkirehuja olivat ohra, rypsi ja kivennäinen. Seosrehuruokintaan siirryttäessä pyrittiin toteuttamaan SOLID:n tutkimussuunnitelman asettamaa tavoitetta seosrehun väkirehupitoisuudesta, eli 8000 kg:n ryhmän lehmien tavoite oli 30 %, ja 10000 kg:n 50 %. Seosrehun tekoa varten oli laskuri, jonka avulla koostumuksen vaihtelut esimerkiksi säilörehun kuiva-aineessa saatiin huomioitua. Seosruokinnan väkirehukomponentteina olivat ohra, rypsi ja kivennäinen.

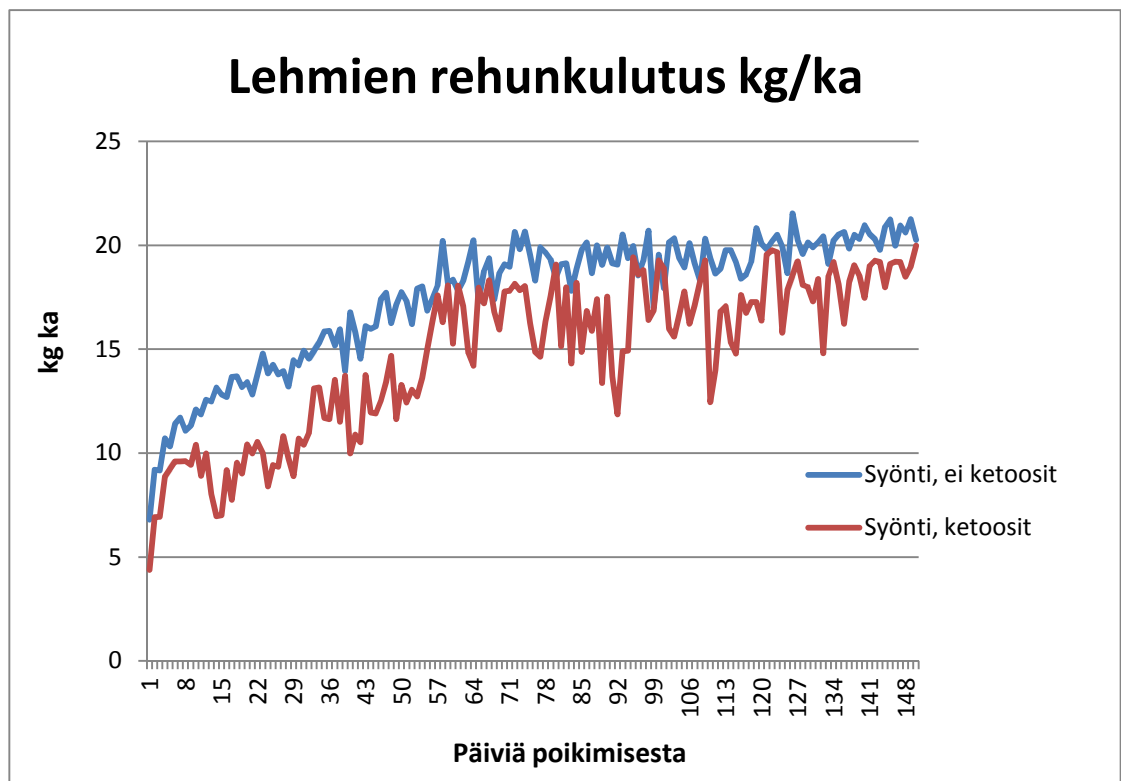
6 KETOOSITAPAUKSET SOLID-TUTKIMUKSESSA

6.1 Terveiden ja sairastuneiden vertailu

Ketoosiin sairastuneita lemmiä on verrattu muihin SOLID- tutkimuksessa oleviin lemmiin, niihin jotka eivät sairastuneet. Tietoja on verrattu painon, maitomäärien, rehusyönnin ja kuntoluokkien osalta. Ketoosilemmiä on 11, ja muita koelemmiä 39.

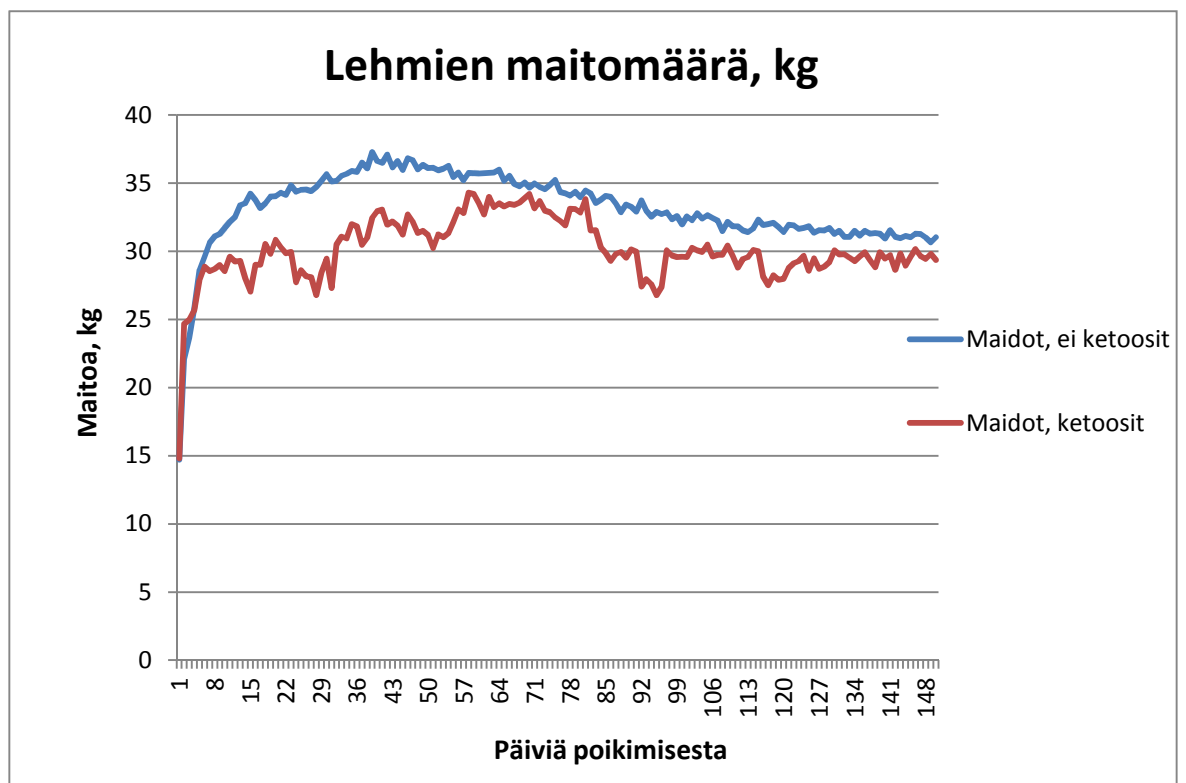
Ryhmiä kokoero näkyy käyrien tasaisuudessa, mutta niistä nähdään selkeästi kuinka ketoosilemmät eivät millään osa-alueella saavuta terveiden lemmien lukemia. Ketoosiin sairastuneita lemmiä on verrattu muihin kokeessa olleisiin lemmiin, jotta nähtäisiin millä tavoin sairastuminen vaikuttaa.

Kuviossa 1 on lemmien seosrehun syönti kuiva-aineena poikimapäivästä 150 tuotospäivään. Kuvioista nähdään selvästi, kuinka poikimisen jälkeen ketoosilemmien syönti on alkanut kehittyä, kunnes alkaen 10 päivää poikimisesta syönti laskee. Ketoosin sairastaneiden lemmien syönti ei nouse niin korkealle kuin terveiden lemmien. Terveet lemmät ovat kasvattaneet rehunkulutustaan tasaisesti noin 20 kuiva-aine kiloon päivässä.



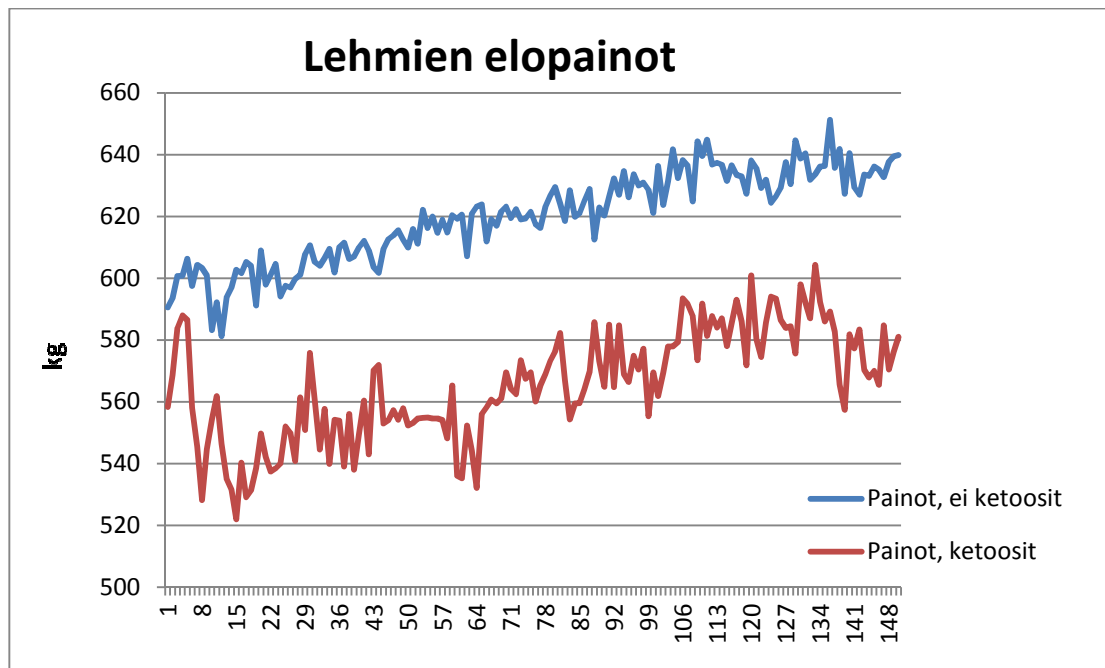
KUVIO 1. Ketoosilemmien ja muiden koelemmiä rehunkulutus 1-150 päivää poikimisesta.

Tyypillisesti lypsylehmän maitomäärä nousee noin 35 päivän ajan poikimisesta, minkä jälkeen määrä alkaa laskea noin 2,5 % viikossa tuotantokauden loppuun saakka (McDonald, Edwards, Greenhald, Morgan 2002, 416). Edellä mainitun kaltaisesti on käyttäytynyt terveiden koelehmien maitokäyrä (Kuvio 2). Maidontuotannon huippu, yli 35 kiloa maitoa päivässä, on saavutettu n. 35-40 päivää poikimisen jälkeen, jolloin käyrässä voidaan nähdä selkeän laskun alkavan. Kun terveiden koelehmien maitokäyrää verrataan ketoosiin sairastuneiden lehmien maitokäyrään, on ero selkeä: sairastuneet lehmät eivät ole saavuttaneet selkeää maidontuotannon huippua. Maitomäärä on lähtenyt poikimisen jälkeen lupaavaan nousuun, mutta noin 10 päivää poikimisesta nousu lakkaa, ja maidontuotanto vähenee ketoosin vaikutuksesta. Sairastuneet lehmät eivät myöskään saavuta yhtä korkeita maitomääriä kuin terveet. Toisen lasku ketoosilehmien maitomäärissä voidaan havaita n. 95 päivää jälkeen poikimisen, jolloin ketoositapauksia ilmeni koelehmillä, jotka olivat jo pidemmällä maidontuotannossa.



KUVIO 2. Ketoosilehmien ja muiden koelehmien maitomäärä kiloina.

Terveiden ja sairastuneiden elopainossa pidemmällä aikavälillä ei näy merkittävää eroa (Kuvio 3). Ketoosilehmien paino on kuitenkin laskenut huomattavasti noin kaksi viikkoa poikimisen jälkeen, mutta trendi käyrissä on yhteneväinen: lypsykauden edessä elopaino nousee. Ketoosin sairastaneet lehmät ovat keskiarvoltaan kuitenkin terveitä kevyempiä, keskimäärin 30-40 kiloa. Tyypillisesti lehmän paino laskee poikimisen jälkeen, kunnes painossa alkaa tasainen nousu. Painonnousulla lehmä valmistautuu uutta poikimista varten.



KUVIO 3. Ketoosilehmien ja muiden koelehmien paino kiloina.

Kaikki SOLID koelehmät on kuntoluokitettu koesuunnitelman mukaisesti kerran kuu- kaudessa. Kuntoluokkien käsittely ei sen vuoksi anna totuudenmukaista kuvaa, koska kuntoluokitus on voinut sattua toisella lehmällä ketoosin aikaan, ja toisella jo silloin kun pahin aika sairaudesta on ohitse. Kuntoluokista on laskettu keskiarvot terveille lehmille, sekä tarkasteltu ketoosiin sairastuneiden lehmien kuntoluokka ennen ja jälkeen poikimisen (Taulukko 2). Taulukosta nähdään, että kaikki ketoosilehmät ovat

laihtuneet, eli kuntoluokka on pienentynyt poikimisen jälkeen. Kuntoluokka on pudonnut noin puolella numerolla. Poikimisen jälkeinen laihtuminen on kuitenkin tyyppillistä myös ilman sairastumista ketoosiin. Muihin koelehmisiin verrattessa ketoosilehmät ovat kuitenkin olleet hieman hoikemmassa kunnossa ennen poikimista. Lihominen ummessaolokaudella on yksi ketoosille altistava tekijä, joten kuntoluokan ennen poikimista olisi hyvä olla 3. Taulukossa 2 on myös sarake ”Kuntoluokka lähimpänä ketoosidiagnoosia”, mikä kertoo lähinnä ketoosityyppi 2. tilanteesta ketoosin aikaan. 2. tyyppin lehmät ovat keskiarvillisesti parantaneet kuntoluokkaansa ketoosidiagnoosiin mennessä, mikä on merkki siitä, ettei ketoosi ollut tyyppillistä alkulypsykauden ketoosia. Ketoosityypeistä enemmän luvussa 6.3 ”Ketoosien kaksi eri tyyppiä”.

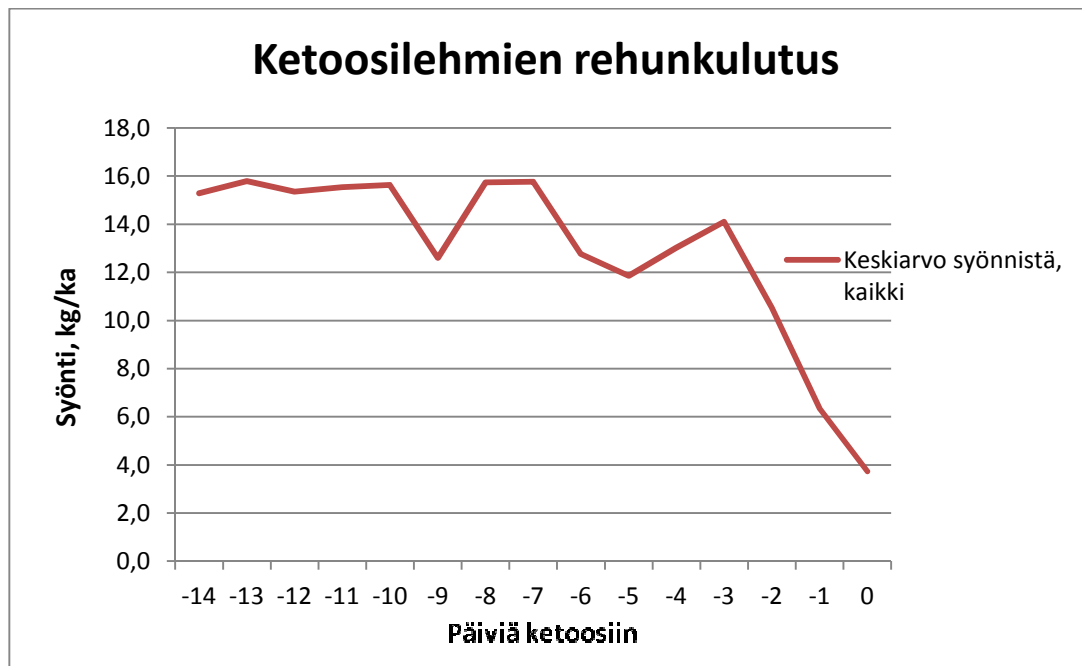
TAULUKKO 2 Koelehmien kuntoluokat ennen ja jälkeen poikimisen.

	Lehmä	Kuntoluokka ennen poikimista	Kuntoluokka poikimisen jälkeen	Kuntoluokka lähimpänä ketoosidiagnoosia
Tyyppi 1	70 Äes	3,25	2,75	2,75
	90 Aada	3,25	3	2,75
	95 Elämä	3	2,5	2,5
	103 Euro	3	2,25	2,25
	154 Hertta	3,5	3,25	3
	164 Helge	3	2,75	2
	Keskiarvo	3,17	2,75	2,54
	Tyyppi 2	149 Hankmo	3	2,5
150 Heluna		2,75	2,5	2,75
3342 Yymy		3,5	3	2,75
3420 Enne		4	3	3,5
159 Hulda		3	2,75	2,75
Keskiarvo		3,25	2,75	2,85
Muut koelehmät (39 kpl)		3,3	3	

6.2 Ketoosilehmät

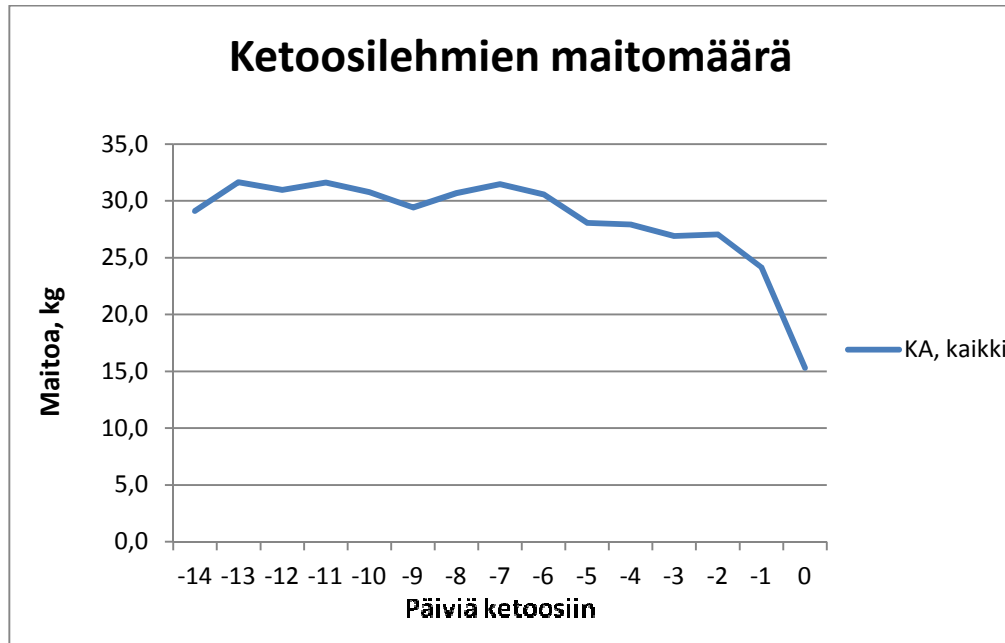
Seuraavaksi ketoositapauksia on tarkasteltu vain ketoosilehmien osalta, kahden viikon ajalta ennen ketoosin diagnosoimista. Ketoositapauksia olisi ollut lähes mahdoton ennustaa seuraamalla lehmien maitomäärää, rehunkulutusta tai elopainoja. Kaikki edellä mainitut ovat pysytelleet normaaleina, kunnes määreiden alentuminen on ollut hyvin selvää noin kaksi päivää ennen diagnosoimista.

Kuviossa 4 tarkastellaan ketoosilehmien rehunkulutusta 14 päivää ennen ketoosidiagnoosia. Koelehmät ovat syöneet keskimäärin 15 kuiva-ainekiloa päivässä. Kolme päivää ennen diagnosoimista käyrä alkaa laskea, mutta siinä vaiheessa laskun voisi vielä ajatella johtuvan normaalista vaihtelusta rehussyönnissä. Kaksi päivää ennen ketoosia rehunkulutuksen lasku on jo merkittävä, kunnes ketoosidiagnoosipäivänä rehunkulutus on laskenut jo noin neljään kuiva-ainekiloon päivässä.



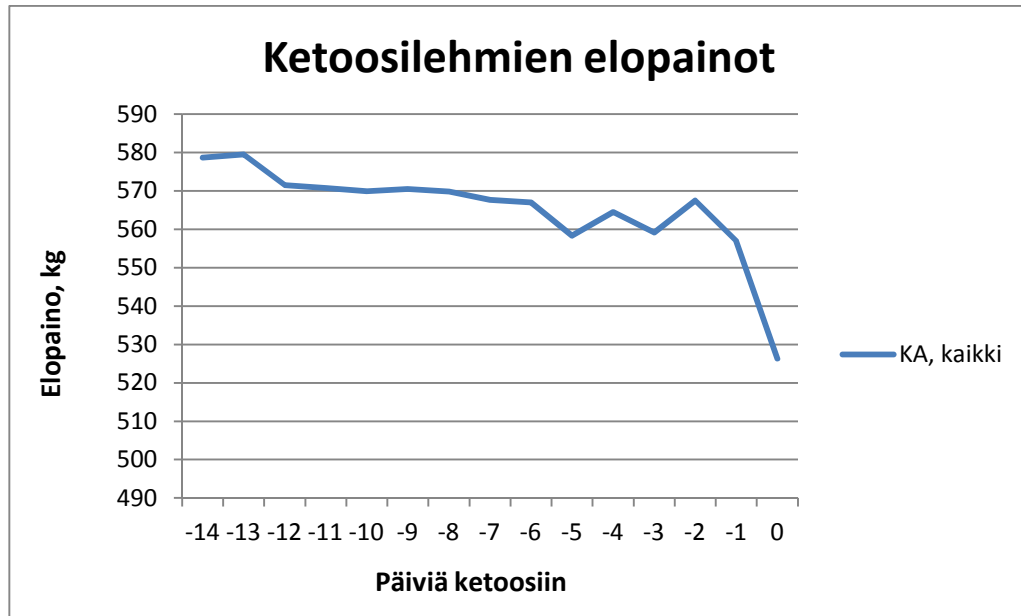
KUVIO 4. Ketoosilehmien rehunkulutus ka/kg alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosoimista.

Ketoosilehmien maitomäärää tarkastellaan kuviossa 5. Koelehmät ovat lypsäneet noin 30 kilon päivätuotosta ennen ketoosidiagnoosia. Selkeä lasku maitomäärissä alkaa noin kaksi päivää ennen lopullista sairastumista. Ketoosi aiheuttaa maitomäärän tippumisen noin puoleen entisestä, eli 15 kiloon.



KUVIO 5. Ketoosilehmien maitomäärä kiloina alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosoitua

Sairastuneiden lehmien elopainokäyrä noudattaa samaa kaavaa rehunkulutuksen ja maitomäärän kanssa (Kuvio 6). Lehmät ovat laihtuneet huomattavasti noin kaksi päivää ennen sairauden diagnosoitua. Keskimäärin lehmien paino laski noin 40 kiloa muutaman päivän aikana. Painonlasku selittyy osaltaan sillä, että lehmät ovat lakanneet syömästä, jolloin pötsi on tyhjä. Lehmien yleisolemuksessa laihtumisen näki, jolloin painoa on lähtenyt myös lihaksista ja kudoksista.



KUVIO 6. Ketoosilehmien elopaino alkaen 14 päivää ennen sairauden diagnosointia.

6.3 Kaksi eri ketoosityyppiä

Ketoosiin sairastuneiden lehmien diagnoosipäivälle on katsottu DIM-arvo (days in milk), suomeksi sanoen päiviä poikimisesta. DIM-lukuja vertaamalla huomattiin, että ketoositapauksista löytyy selkeästi kaksi eri tyyppiä (Taulukko 3). Tyyppi 1 sairastui ketoosiin ensimmäisen kuukauden aikana poikimisesta, mikä on ketoosille sairautena tyyppillisin aika. Tyyppi 2 sairastui ketoosiin keskimäärin 95 päivää poikimisen jälkeen, mikä on huomattavan myöhäinen kyseisen sairauden ilmenemisaika.

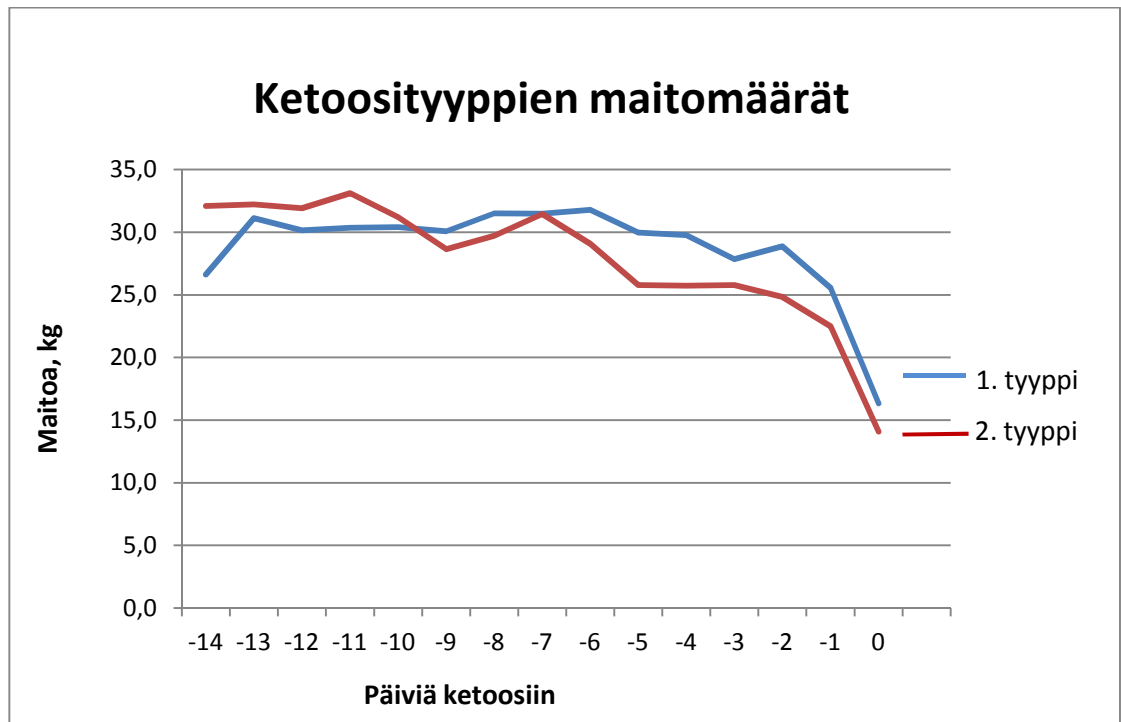
TAULUKKO 3. Ketoosilehmät

Korvanro	Nimi	Ruokintaryhmä	Poikinut	Poikimakerta	DIM Ketoosi	Ketoosi pvm
Tyyppi 1						
70	Äes	10000	12.7.2012	3	17	29.7.2012
90	Aada	10000	16.6.2012	2	31	17.7.2012
95	Elämä	8000	14.7.2012	2	15	29.7.2012
103	Euro	8000	18.6.2012	2	15	3.7.2012
154	Hertta	10000	28.6.2012	1	27	25.7.2012
164	Helge	10000	7.5.2012	1	51	27.6.2012
				Keskiarvo	26	
Tyyppi 2						
149	Hankmo	8000	11.5.2012	1	86	5.8.2012
150	Heluna	8000	27.4.2012	1	83	19.7.2012
159	Hulda	8000	15.4.2012	1	98	22.7.2012
3342	Yymy	8000	5.5.2012	3	92	5.8.2012
3420	Enne	10000	11.4.2012	2	116	5.8.2012
				Keskiarvo	95	

Taulukosta nähdään, että ketoositapauksista yhdeksän tuli heinäkuun loppupuolella - elokuun alussa, ja kaksi tapausta kesäkuun lopulla- heinäkuun alussa. Tarkastelemalla ketoosilehmiä yhtenä ryhmänä, näyttäisi siltä, ettei ruokintaryhmällä ole ollut vaikutusta ketoosin esiintymiseen. Mutta kun ketoositapaukset jaetaan poikimisesta laskeutujen päivien mukaisesti ryhmiin, huomataan että myöhemmin ketoosin saaneissa lehmissä 4/5 on 8000 kg:n tuotostavoiteryhmässä. Poikimakerralla ei näyttäisi olevan vaikutusta, ketoosi vaivasi ensikkoja, sekä useamman kerran poikineita. Ketoosi oli tässä tapauksessa enemmän holstein, kuin ayrshire rodun vaiva: lehmistä yhdeksän oli holsteineja ja loput kaksi ayrshireja (3342 Yymy ja 3420 Enne).

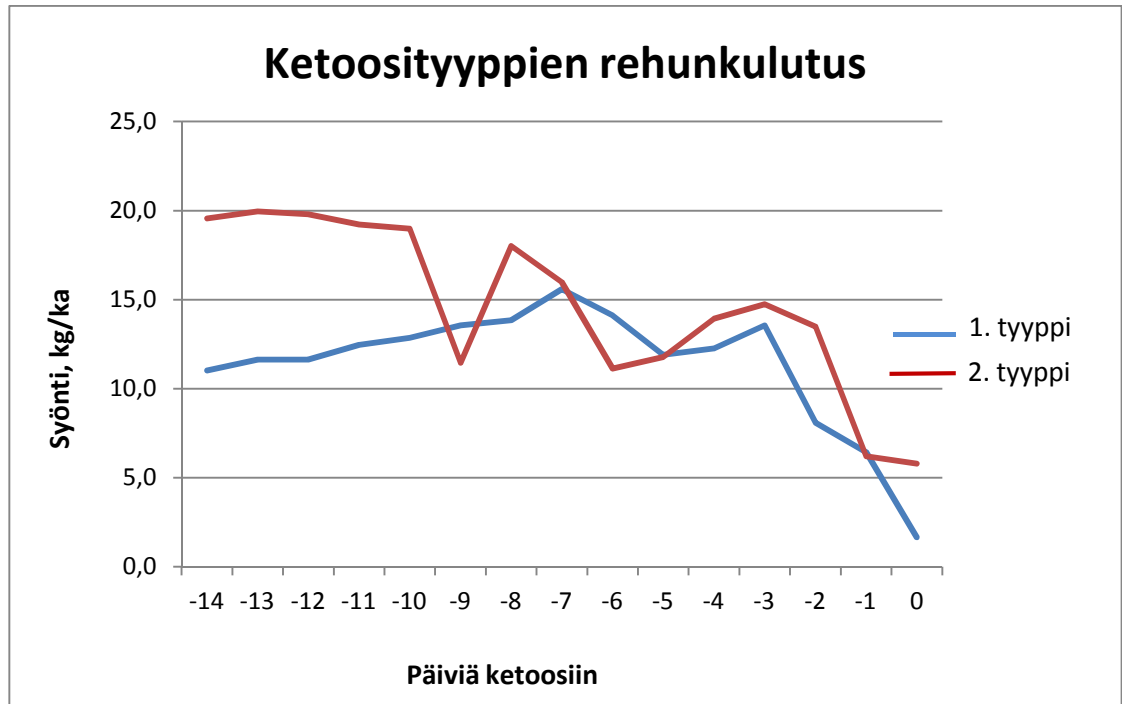
Kahden eri ketoosityypin sairauden kehittymisessä voidaan nähdä eroja. 1. tyyppi, eli ne lehmät jotka saivat ketoosin ensimmäisen kuukauden sisällä, sairastuivat äkillisesti, ilman ennakkovaroituksia. 2. tyyppi, joka sairastui myöhemmin tuotantokaudella, näytti merkkejä tulevasta ketoosista jo ennen diagnosointia ja näkyviä ketoosin oireita. Kuviossa 4 on 1. tyyppin 26 pv JP (päivää jälkeen poikimisen) sekä 2. tyyppin 95 pv JP maitomäärän kehitys 14 päivää ennen ketoosin diagnosointia. Kuvion perusteella voidaan sanoa, että 2.tyyppin ketoosilehmät oireilivat jo 8 päivää ennen diagnoosia,

jonka jälkeen maito hetkellisesti palasi, kunnes aleni jälleen 4 päivää ennen diagnoosia. 1. tyyppin ketoosilehmät sairastuivat ketoosiin kerralla, jolloin maitomäärässä voidaan nähdä voimakas romahdus. Maitomäärät alenivat kummallakin ketoosityypillä n. 30 kilon päivätuotoksesta 15 kilon tuotokseen.



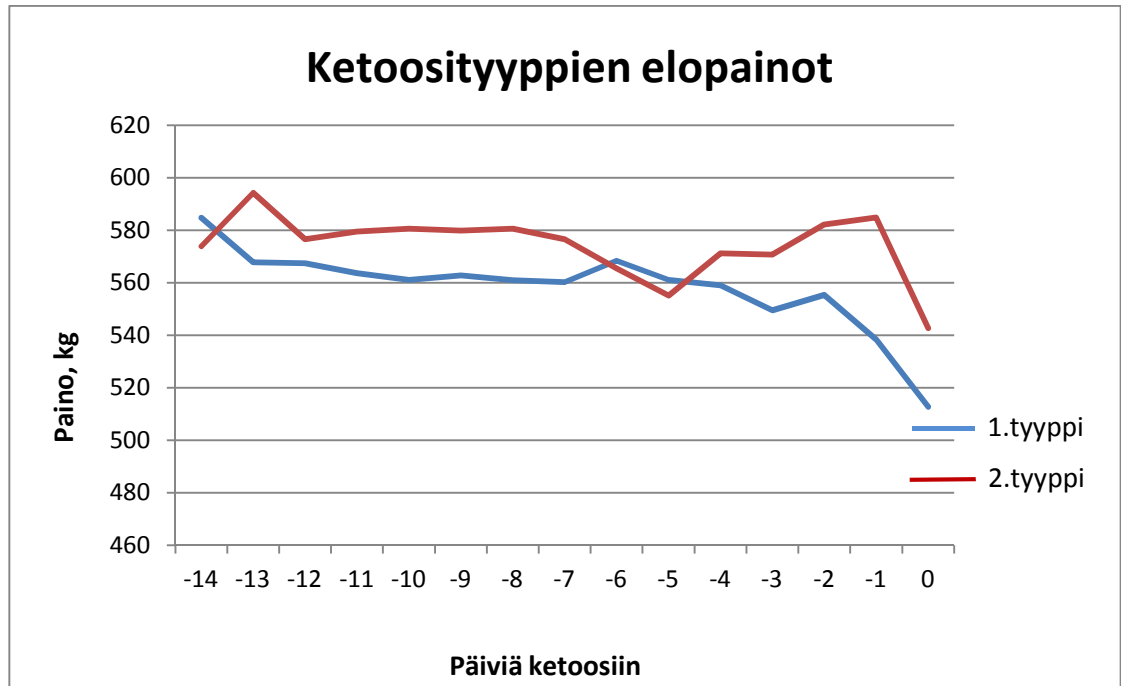
KUVIO 7. Kahden eri ketoosityypin maitomäärän kehittyminen 14 päivää ennen ketoosia.

Ketoosityyppien välillä voidaan nähdä eroja myös rehunkulutuksessa ennen ketoosin diagnosointia (ks. Kuvio 8). 2.tyyppin sairastuneet lehmät ovat syöneet vaihtelevasti jo yli viikko ennen sairastumista, mikä voi olla merkinä ongelmista rehussa. 1.tyyppin lehmät ovat kasvatelleet syöntiään aina viikkoon ennen ketoosia, jolloin rehunkulutus on käynyt hetkellisesti alempana, kunnes rehunkulutus nousi ja romahti jälleen huomattavan alhaiseksi.



KUVIO 8 Kahden eri ketoosityypin rehunkulutus 14 päivää ennen diagnoosia.

Ketoosityyppien elopainot ovat merkittävästi alentuneet vasta aivan ennen ketoosin diagnosointia (Kuvio 9). 2.tyyppin ketoosilehmien painoissa voidaan nähdä notkahdus viisi päivää ennen diagnoosia. Painon aleneminen ei ole kovin merkittävä, noin 20 kiloa, mikä voi selittyä aivan normaalilla painon vaihtelulla, mikä johtuu pötsin täyteydestä tai punnitushetkestä verrattuna lypsyyn.



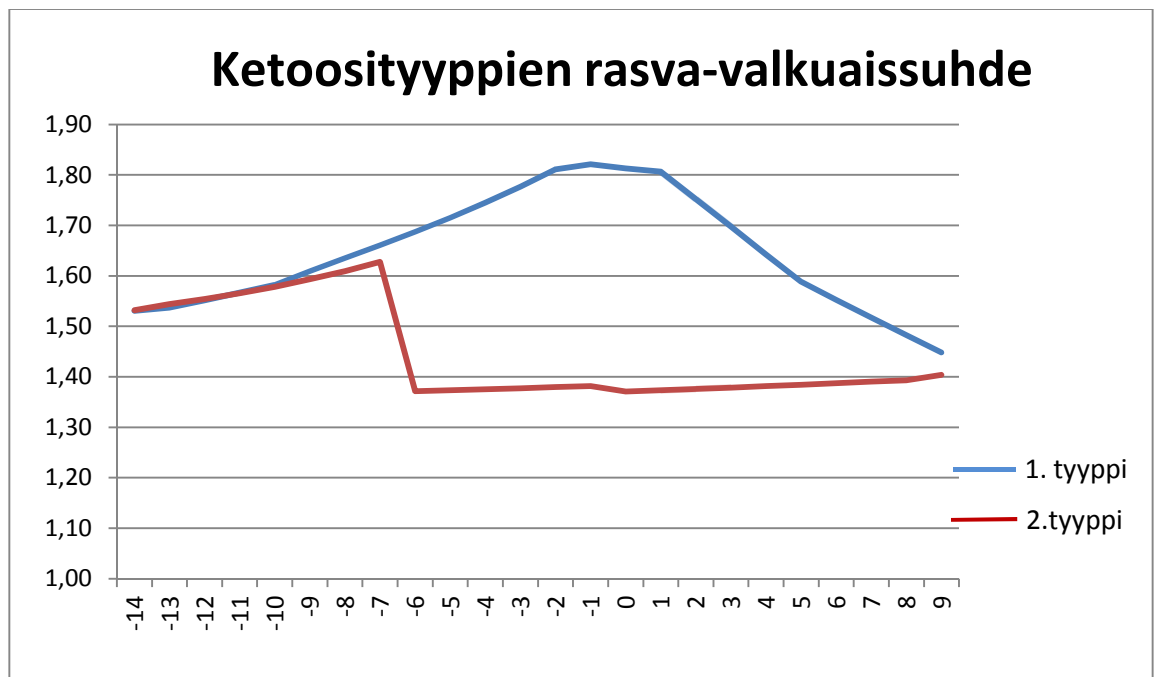
KUVIO 9 Kahden eri ketoosityypin elopainot 14 päivää ennen ketoosin diagnosointia.

Kahta eri ketoosityyppiä vertaavien kuvioiden ja taulukon perusteella voidaan sanoa, että 1.tyyppin ketoosit olivat ns. normaaleja ketoositapauksia. Poikiminen ja alkanut maidontuotanto ovat johtaneet energiavajeeseen, ja lehmät ovat lakanneet syömästä, pudottaneet maitomääränsä ja laihtuneet. 1. tyyppin lehmät eivät ole oireilleet ennen varsinaista diagnoosia, niin kuin 2.tyyppin lehmät ovat tehneet. 2. tyyppin ketoosin ajankohta on myös epätavallinen verrattuna sairauden tyyppilliseen ilmentymisajankohtaan.

6.4 Maidon rasva-valkuaisuusuhde

Maidon rasva-valkuaisuusuhteen ideaali taso on välillä 1-1,4. Kun suhdeluku nousee yli 1,5 on lehmällä todennäköisesti energiavaje ja riski sairastua ketoosiin. Suhdeluvun kasvaminen kertoo siitä, että lehmä mobilisoi rasvavarastojaan maidontuotantoon, mikä nostaa maidon rasvapitoisuutta. Valkuaispitoisuus alenee energianpuutteen ja alhaisen syönnin vuoksi. Toisin sanoen rehusta saatu energia ei riitä maitotuokseen. Toisaalta, kun suhdeluku on alle 1, on lehmällä riski sairastua hapanpötsiin. Suhdeluvun laskiessa voidaan olettaa, että lehmä syö liikaa väkirehua suhteessa karkearehuun, mikä voi aiheuttaa happamuutta pötsissä. (Eicher 2004, 3)

Kuviossa 10 on kuvattuna ketoosityyppien rasva- valkuaisuhde keskiarvona alkaen 14 päivää ennen diagnoosia, ja päättyen 10 päivää diagnoosin jälkeen. 1. tyyppi on rasva-valkuaisuhteen perusteella ollut energiavajeessa, koska rasvoja on mobilisoitunut maitoon suhdeluvun noustessa jopa yli 1,8. Tyyppin 2. ketoosilehmät ovat olleet ideaalitason yläpuolella tarkastelun alkuvaiheessa, mutta suhde on kuitenkin normalisoitunut noin viikko ennen diagnoosia, vaikkakin juuri ideaaliarvon 1-1,4 yläpäähän. Lukuja on tarkasteltava kriittisesti, sillä koelehmien maidonpitoisuudet on analysoitu kahden viikon välein. Päivät jolloin pitoisuuksia ei ole analysoitu, on suhde laskettu edellisestä ja seuraavasta pitoisuudesta regressioyhtälöllä. Joten jokaisen päivän rasva-valkuaisuhde ei ole todellinen, vaan laskettu arvo.



KUVIO 10. 1. ja 2. tyyppien ketoosilehmien rasva-valkuaisuhde keskiarvoina -14 päivää ennen ketoosia - 10 päivää ketoosin jälkeen.

6.5 Ketoosilehmien energiatase

Ketoosiin sairastuneiden lehmien energiatase laskettiin päivä- ja lehmäkohtaisesti. Energiatarpeen- ja saannin laskemista varten lehmien maitotuotos-, elopaino-, ja rehunkulutus kuiva-aineena kirjattiin Excel-laskentataulukkoon. Maitotuotos laskettiin energiakorjatuksi maitomääräksi, sekä energiantarpeen laskemista varten oli tiedettävä maidon rasva-, valkuais-, ja laktoosipitoisuudet. Koelehmien maidon pitoisuudet on analysoitu noin kahden viikon välein, jolloin analysoimattomien päivien pitoisuudet on laskettu regressioyhtälöllä. Myös päivät joilta koelehmien elopainoa ei ole saatavilla, on painot laskettu regressioyhtälöllä. Energiansaannin laskemista varten 8000- ja 10 000- kilon tavoiteryhmien seosrehun energia- ja raakavalkuaispitoisuus megajouleina on laskettu jokaiselle päivälle. Energiansaannin ja energiantarpeen erotuksesta saatiin energiatase.

Taulukossa 4 tarkastellaan kahden eri ketoosityypin energiatasetta, elopainon kehittymistä ja seosrehujen energia- ja raakavalkuaisarvoja koelehmien keskiarvoina tiettyinä ajanjaksoina ennen ketoosidiagnoosia. Taulukosta nähdään 2.tyypin ketooseihin ajankohdan lisäksi liittyvät epänormaaliudet, kuten melko vähäinen energiavaje ja pieni elopainon muutos. 1. tyypin energiatase on huomattavasti enemmän negatiivinen: 28-14 päivää ennen ketoosia keskimäärin yli 100 megajoulea (MJ). Myös elopainon muutos on suurempi, 14-0 päivää ennen ketoosia lehmät laihtuivat keskimäärin 3,3 kiloa. Taulukkoon laskettu dieetin raakavalkuaispitoisuus on huomionarvoinen asia, sillä se nousee 2. tyypillä selvästi yli tavoite-arvon, mikä on 130-170 g/ kg ka. 14-0 päivää ennen ketoosia 2. tyypin ketoosilehmien seosrehun raakavalkuaispitoisuus nousee 195,5 g /kg ka.

TAULUKKO 4. Myöhäisempien ketoositapausten dieetin raakavalkuaispitoisuus nousee korkeaksi, mutta energiatase on vähemmän negatiivinen kuin aikaisten ketoositapausten.

	Korvanro	ENERGIATASE MJ/pv		ELOPAINON MUUTOS kg/pv		Dieetin MJ/pv 14-0 pv ennen ketoosia	Dieetin RV.pitoisuus 14-0 pv ennen ketoosia g/ kg ka
		28-14 pv ennen ketoosia	14-0 pv ennen ketoosia	28-14 pv ennen ketoosia	14-0 pv ennen ketoosia		
29 pv JP, 1.tyyppi	70		-120,9		-2,8	167,5	173,8
	90	-116,0	-59,0	-1,2	-3,2	134,9	148,5
	95		-147,2		-4,3	137,1	187,7
	103		-116,3		-3,2	154,0	185,7
	154	-101,3	-78,1	-2,0	-2,8	114,6	178,7
	164	-117,5	-68,5	-1,5	-3,2	93,5	163,4
	KA	-111,6	-98,3	-1,6	-3,3	133,6	173,0
95 pv JP, 2.tyyppi	149	-46,6	-51,1	-0,5	-1,6	154,3	191,9
	150	-30,1	-41,6	0,5	-2,1	143,9	195,5
	159	-46,3	-35,4	-0,9	-1,8	141,1	194,1
	3342	-27,2	-45,2	0,3	-0,5	178,3	191,9
	3420	-33,4	-40,2	-0,8	-1,9	199,0	174,2
	KA	-36,7	-42,7	-0,3	-1,6	163,3	189,5

6.6 Ruokinnan muutokset ketoositapausten ehkäisemiseksi

Ketoositapausten lisääntyessä voimakkaasti heinä-elokuun vaihteessa alettiin syytä ketoosille etsiä koelehmien ruokinnasta. Ketoosin mahdollisena syynä pidettiin hapantötsiä, jolloin ketoosi olisi sekundäärinen, eli seuraus muusta sairaudesta. Koska oletettiin, että syy löytyy hapantötsistä, muutettiin seosrehun koostumusta sen mukaisesti. Koelehmien seosrehun kuitupitoisuutta nostettiin lisäämällä seosrehuun kuivaheinää, sekä kuituleikettä alettiin syöttää kioskista. Kuidun lisäämisen ohella myös säilörehu muuttui eri lohkoilta tulleiksi paaleiksi, sekä lopulta 18.8.2012 siilosäilörehuun, jossa raakavalkuainen oli tavoitearvojen mukainen. Ruokintaan lisätyn kuidun jälkeen uusia ketoositapauksia ei enää tullut, joten kesällä 2012 oletettiin ketoosien syyn löytyneen hapantötsistä.

7 POHDINTA

Ketoosi on lypsylehmän aineenvaihduntasairaus, mikä useimmiten esiintyy pian poikimisen jälkeen. Lehmien ruokinnasuunnitteluun ja rehustuksen ravintoainesuhteisiin kiinnitetään nykyään paljon huomiota ja akuutti ketoosi ei ole kovin yleinen, arviointitavasta riippuen 2-15 % lypsylehmistä sairastuu ketoosiin (Dregre 2003). Kesällä 2012 MTT Maaningalla toteutetun SOLID kokeen koelehmistä kuitenkin 22 % sairastui ketoosiin, mikä on tavanomaista esiintymismäärää huomattavasti suurempi määrä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisia syitä koelehmien ketoositapauksille. Opinnäytetyössä tutkittujen tietojen ja tunnuslukujen perusteella päädyttiin siihen, että ketoosit olivat monen syyn summa.

Epätavallisen suuri ketoosin esiintymisprosentti SOLID- kokeessa oli todennäköisesti osaltaan säilörehusta johtuvaa. Kun koelehmiiä alettiin ruokkia sulavalla säilörehulla, ketoositapauksia alkoi ilmentyä poikkeuksellisen paljon. Käytetty säilörehu oli hyvin raakavalkuaispitoista, Valion analyysin mukaan 190 g kg /ka. (Liite 1) Varsinkin 8000 kg:n tuotostavoiteryhmän seosrehun raakavalkuaispitoisuus nousi hyvin korkeaksi, joinain päivinä jopa yli 195 g kg/ka. 10 000 kg:n tuotostavoiteryhmän raakavalkuaispitoisuus ei noussut niin korkeaksi suuremman väkirehuprosentin vuoksi. Oetzelin (2007, 73) havaintojen mukaan ketoosi on epätavallinen sairaus karjoissa, joissa lehmiiä ruokitaan seosrehuruokinnalla. Kuitenkin jos ketoosia esiintyy, on syynä useimmiten proteiinin, eli valkuaisen, liiallinen osuus rehussa, sekä rehun matala energiapitoisuus. SOLID kokeen ketoositapausten 2.tyypin (95 päivää poikimisesta) koelehmistä 4/5 oli 8000 kg:n tuotosryhmässä, jolloin sairastumisen aikaan raakavalkuainen oli korkealla, sekä seosrehu on lähtökohtaisesti tarkoitettu matalaan tuotokseen.

Oetzel (2007,74) jatkaa havainnointiaan toteamalla, että korkean raakavalkuaispitoisuuden suurin ongelma on se, että energiaa kuluu pötsin tuottaman ylimääräisen valkuaisen poistamiseen urean muodossa. Lisäksi hän on havainnoissaan huomannut, että suurin riski seosrehuruokinnassa olevalla lehmällä on saada subkliinisen hapanpötsi kuiva-aineensyönnin ollessa huipussaan, eli 90-120 päivää poikimisen jälkeen. Edellä mainitun ajanjakson väliin osuivat myös SOLID- kokeen 2. tyypin sairastapauk-

set. Tässä tapauksessa hapantötsi ei ole todennäköinen, koska pH muutoksia pusku-
roiva ruokinnan raakavalkuaispitoisuus oli korkea. Hapantötsiteoriaa ei voitu testata,
sillä saatavilla ei ollut pötsin pH-mittaustuloksia, joilla hapantötsi olisi voitu varmen-
taa. Hapantötsiä ei voida kuitenkaan poissulkea, sillä näin myöhäinen ketoosin ilme-
nemisaika on hyvin epätavallinen. Jokatapauksessa korkea raakavalkuaispitoisuus
rehussa lisää energiankulutusta, mikä matala energiapitoisessa seosrehussa voi olla
ketoosin riskitekijä.

SOLID-tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää holstein- ja ayrshirerotujen soveltu-
vuutta eri tuotostasoihin. Näiden ketoositapausten perusteella voitaisiin sanoa, että
holsteinrotuiset lehmät soveltuvat huonommin matalan tuotostason ruokintaan ja
tavoitteisiin. Kaikista ketoosin saaneista lehmistä yhdeksän oli holsteineja, ja myö-
hemmin tuotoskaudella ketoosin saaneista lehmistä 4/5 olivat holsteineja. Holsteinit
ovat tyypillisesti runsaasti lypsäviä lehmiä, ja niiden geenit ja jalostus puoltavat suur-
ta maitomäärää. Näin ollen niukkaenerginen dieetti, kuten 8000 kg:n tuotostavoite-
ryhmässä oli, lisää ketoosin kaltaisten ongelmien riskiä. Lehmällä olisi potentiaalia
lypsää paljon suurempia maitomääriä, mutta se ei saa tarpeeksi ravintoa ruokinnas-
ta: energia on otettava kehosta ja kudoksista, jolloin seurauksena on ketoosi. Tämän
suppean aineiston perusteella ay soveltuisi holsteinia paremmin matalaväkirehuruo-
kintastrategiaan. Matalan tuotoksen vastapainoksi kuitenkin tarvitaan säästöjä tuo-
tantokustannuksissa, esimerkiksi pitkä käyttöikä ja pienet hoitokustannukset.

Opinnäytetyötä on hankala verrata muihin samankaltaisiin tutkimuksiin, tai edes ke-
toosiin yleensä, koska osa ketoositapauksista oli myöhään tuotantokaudella. Oetzelin
(2013) kanssa käydyssä sähköpostikeskustelussa hän sanoo, että 60 päivää jälkeen
poikimisen ovat myöhäisimmät ketoositapaukset mihin hän on törmännyt. Hän kui-
tenkin oli kanssani samaa mieltä, että tässä tapauksessa korkea raakavalkuaispitoi-
suus säilörehussa edesauttoi ketoosien kehittymistä. Aikaisemmin tuotantokaudella
(1.tyyppi) olleet ketoosit voidaan työn perusteella määritellä ns. normaaleiksi ke-
toositapauksiksi, joissa käynnistynyt maidontuotanto aiheutti lehmille energiavajeen.
1. tyyppin ketoosien tavanomaisuutta puoltavat ilmenemisajankohta, energiataseen
huomattava negatiivisuus ja selkeät muutokset rehusyönnissä ja maitotuotoksessa.

Ketoosilehmien rehusyönnin, elopainojen ja maitomäärien kehittymistä voi tarkastella liitteestä 3. Tyypin 1. ketoosilehmät söivät samaa rehua kuin muutkin lehmät kesällä 2012, jolloin korkea raakavalkuaispitoisuus on voinut vaikuttaa niidenkin ketooseihin. Heinä-elokuun vaihteen jälkeen rehun raakavalkuaispitoisuus normalisoitui, eikä uusia ketoositapauksia syksymmällä poikineille lehmille enää tullut. (Liite 2) Nämä seikat tukevat olettamusta dieetin korkean raakavalkuaispitoisuuden ketoosiriskiä nostavasta vaikutuksesta.

Tärkeää olisi tunnistaa ketoosin riskitekijät mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Riskitekijöitä ovat ruokinta ja rehujen laatu suhteutettuna lehmien poikimisaikaan: sama rehu ei käy ummessaolijoille ja tuottaville lehmille. Lisäksi rehujen koostumuksen tunteminen auttaa suunnittelemaan ruokinnan niin, ettei eri pitoisuuksien suhde, kuten raakavalkuaisen ja kuidun, käy liian epäsuotuisaksi. Ketoosi alentaa maitotuotosta voimakkaasti, eikä tuotos palaudu normaalille maitokäyrälle ennen kuin loppulypsykaudella. Tämä tarkoittaa taloudellisia tappioita hoitokustannusten lisäksi myös maitotilissä.

Lypsylehmän ruokinnassa asiat eivät useinkaan ole yksiselitteisiä. Lehmiin vaikuttavat niin ympäristö, kasvatusolosuhteet, perimä, tuotosvaihe ja tässä tapauksessa eniten ruokinta. Tässä opinnäytetyössä, kuten monessa muussakin yhteydessä, on huomattu miten tärkeää on tuntea käytettävissä olevien rehujen koostumus. Ruokinnan suunnittelu ja omien kotoisten säilörehujen analysointi ennen rehun syöttämistä on tärkeää. Analyysien perusteella voidaan suunnitella ja täydentää oman rehun rinnalle sopiva rehutäydennys. Ruokinta on mielestäni suurin yksittäinen asia millä voidaan luoda edellytyksiä tai suoranaisia haittoja lypsykarjan pidolle.

Johtopäätöksinä ketooseille voidaan todeta, että sairautta ilmeni kahtena päätyyppinä, 1. ja 2. tyyppinä, joiden pääasiallinen ero oli normaali ja myöhäinen ilmenemisajankohta. Tyypin 1 ketoositapaukset (6 koelehmää) sairastuivat ketoosille tyypillisenä ajankohtana, pian poikimisen jälkeen. Tyypin 2. ketoosit (5 koelehmää) olivat epätavallisia, jotka ilmenivät keskimäärin 95 päivää jälkeen poikimisen. 1.tyyppin ketoosit lasketaan normaaleiksi primääreiksi ketoositapauksiksi, ja 2.tyyppin ketoosit

ovat osaltaan muusta syystä johtuvia sairastapauksia, eli sekundäärisiä ketooseja. Opinnäytetyössä koelehmien ketoositapauksissa ruokinnan matala energian ja valkuaisen suhde oli todennäköisin ketoosin aiheuttaja. Käytettävissä oleva aineisto on suppea, joten yleisesti ei voida todeta että säilörehun korkea raakavalkuaispitoisuus edesauttaisi ketoosin kehittymistä.

LÄHTEET

- Baird, D. 1982. Primary ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *Journal of Dairy Science* 65, 1-10.
- Drackley, J.K., Overton T.R., Douglas G.N. 2001 Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows During the Periparturient Period. *Journal of Dairy Science* 84.
- Dregre, K. & Soveri, T. 2000. Piilevän ketoosin esiintyminen luomu- ja tavanomaisissa lypsykarjoissa Etelä-Savossa. Hankkeen loppuraportti. Helsingin yliopisto.
- Dregre, K. 2003. Energian puute johtaa hyperketonemiaan. *Maito ja me. Maidon laatu ja eläinten terveys*. Viitattu 27.11.2012. ammattilaiset.valio.fi/maitojame/laatu03/hyperketo.htm
- Eicher, R. 2004. Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components. Quebec, Canada: Proceedings of the WBC Congress. Viitattu 16.5.2013. <http://www.ivis.org/proceedings/wbc/wbc2004/WBC2004-Eicher-simple.pdf>
- Hiilihydraattien synteesi. 2006. Solunetti, verkkosivut. Viitattu 2.11.2012 http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/hiilihydraattien_synteesi/2/
- Kokkonen, T. 2005. Energy and protein nutrition of dairy cows during the dry period and early lactation: Production performance and adaptation from pregnancy to lactation. Academic dissertation. University of Helsinki.
- McDonald, P., Edwards, RA., Greenhald, JFD., Morgan, CA. 2002. *Animal nutrition*. Sixth edition. Bell & Bain Ltd. Glasgow.
- MTT. 2013. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset (verkkojulkaisu). Jokioinen: MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viitattu 4.4.2013. <http://www.mtt.fi/rehutaulukot>.
- Mäntysaari, P., Huhtanen, P., Nousiainen, J., Mäntysaari, E. 2008. Kuntoluokan ja elopainon muutoksen sekä maidon rasva-valkuaisuuden yhteys laskennalliseen energiataseeseen. *Maataloustieteen päivät*.
- Niemelä, K. 2011. Lypsylehmän energiataseen mallintaminen tuotoskauden alkuvaiheessa. *Maisterintutkielma*. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos.
- Oetzel, G. 2013. Sähköpostiviesti 17.5.2013. Vastaanottaja K. Heikkinen.
- Oetzel, G. 2007. Herd-level ketosis- Diagnosis and risk factors. American association of bovine practitioners. 40 th Annual conference.

Pyörälä, S. & Tiihonen, T. 2005 Nautojen sairaudet. Sähköinen oppimateriaali.
<https://helda.helsinki.fi/handle/1975/544>

Radostits, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff, K. 2000. Veterinary Medicine. Harcourt publishers.

Sairanen, A. 2013. Tutkija. MTT Maaninka. Keskustelu 27.1.2013.

Salin, S. 2011. Mitä on lypsylehmän metabolinen stressi? RehuMakasiini 2/2011. Viitattu 29.3.2013 <http://raisio.smartpage.fi/fi/rehumakasiini/2011-2/pdf.php?p=7>

Vanhamäki, T., Pyörälä, S., Kaartinen, L. 2000. Glukokortikoiden käyttö naudalla- kirjallisuuskatsaus. Suomen eläinlääkärilehti. 106/2.

Vara, K. 2012. Poikimista edeltävän ruokinnan vaikutus lypsylehmien rasvakudoksen energia-aineenvaihduntaan liittyvien geenien toimintaan. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos.

Weber, C., Hametner, C., Tuschcherer, A., Losand, B., Kanitz, E., Otten, W., Singh, S., Bruckmaier, M., Becker, F., Kanitz, W., Hammon, H. 2013. Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. Journal of Dairy Science 96. s. 165-180.

LIITTEET

Liite 1. Raakavalkuaispitoisen säilörehun rehuanalyysi.

MAA- JA ELINTARVIKETALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Näytteenottopvm:	08.07.2012	Rehu:	Nurmisäilörehu	Neuvonta >
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:	Pyöröpaali	Tulkinta >
Näytetunniste:	id7475 8.7-12.7.12so	Näytenumero:	8341214011	
Sato:	Kevät			

Analyyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite/normaali
Säilönällinen laatu SJ >			
pH >	4,63		alle 4,24 (ka 281 g/kg)
Ammoniakkityyppi >	34	g/kg N	alle 70
Maito- ja muurahaishappo >	29	g/kg ka	35 - 80
Haihtuvat rasvahapot >	3	g/kg ka	alle 20
Liukoinen typpi >	342	g/kg N	alle 500
Sokeri >	90	g/kg ka	50 - 150
Koostumus SJ >			
Kuiva-aine >	281	g/kg	
Raakavalkuainen >	190	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF) >	509	g/kg ka	500 - 600
D-arvo >	714	g/kg ka	680 - 700
Rehuarvot SJ >			
ME (energia-arvo) >	11,4	MJ/kg ka	
OIV >	90	g/kg ka	71 - 88
PVT >	57	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi >	114		90 - 120
ME-indeksi >	119		85 - 130
Arvio näytteen säilönällisestä laadusta SJ >			
Arvosana >	7		
Suppea kivennäisanalyysi SJ >			
Kalsium >	4,1	g/kg ka	2,7 - 8,0
Fosfori >	3,7	g/kg ka	2,0 - 3,8
Kalium >	27,1	g/kg ka	11,1 - 34,2

Liite 2. Ketoositapausten jälkeisen säilörehun rehuanalyysi.

Rehunäyte**MAA- JA ELINTARVIKETALouden TUTKIMUSKESKUS**

Näytteenottopvm:	03.08.2012	Rehu:	Nurmisäilörehu	Neuvonta >
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:	Pyöröpaali	Tulkinta >
Näytetunniste:	ID 78	Näyttenumero:	8341216033	
Sato:	Kevät			

Analyyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite/normaali
Säilönnällinen laatu SJ >			
pH >	4,77		alle 4,38 (ka 314 g/kg)
Ammoniakkityppi >	56	g/kg N	alle 70
Maito- ja muurahaishappo >	28	g/kg ka	35 - 80
Haihtuvat rasvahapot >	7	g/kg ka	alle 20
Liukoinen typpi >	516	g/kg N	alle 500
Sokeri >	116	g/kg ka	50 - 150
Koostumus SJ >			
Kuiva-aine >	314	g/kg	
Raakavalkuainen >	137	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF) >	529	g/kg ka	500 - 600
D-arvo >	720	g/kg ka	680 - 700
Rehuarvot SJ >			
ME (energia-arvo) >	11,5	MJ/kg ka	
OIV >	85	g/kg ka	71 - 88
PVT >	10	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi >	117		90 - 120
ME-indeksi >	122		85 - 130
Arvio näytteen säilönnällisestä laadusta SJ >			
Arvosana >	7		
Suppea kivennäisanalyysi SJ >			
Kalsium >	3,8	g/kg ka	2,7 - 8,0
Fosfori >	2,5	g/kg ka	2,0 - 3,8
Kalium >	22,7	g/kg ka	11,1 - 34,2

Liite 3. Ketoosilehmien rehun kuiva-ainesynnin, elopainon ja maitomäärien kehitys 1-150 päivää poikimisen jälkeen. Ketoosin ilmenemispäivä ilmaistu pystyviivalla.

