



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Suvi Hirvelä

---

# Ketoosin esiintyminen lypsykarjatilalla: Case Silonevan tila

Opinnäytetyö  
Kevät 2025  
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Suvi Hirvelä

Työn nimi: Ketoosin esiintyminen lypsykarjatilalla: Case Silonevan tila

Ohjaaja: Teija Rönkä

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 65

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Ketoosi on lypsylehmillä alkulypsykaudella esiintyvä energiavajetauti. Poikimisen jälkeen syöntikyky ei riitä kattamaan nopeasti kasvavan maidontuotannon aiheuttamaa energian tarvetta, mikä johtaa varastorasvojen mobilisointiin ja ketoaineiden liialliseen vapautumiseen. Ketoosia voi esiintyä sekä piilevänä että kliinisenä, ja se voi olla joko primaarinen tai sekundäärinen sairaus. Ketoosi aiheuttaa piilevänä maitotuotoksen laskua ja hedelmällisyysongelmia sekä kliinisenä alhaista syöntiä, laihtumista, kuivia ulosteita, asetonin hajua, poikkeavaa käytöstä ja väsymystä.

Tämän opinnäytetyön tutkimuksessa selvitettiin ketoosin yleisyyttä valitulla lypsykarjatilalla. Samalla pyrittiin löytämään ketoosille altistavia tekijöitä ja löytämään ennaltaehkäisykeinoja. Tutkimukseen otettiin mukaan 50 lehmää poikimisjärjestyksessä. Tutkittavista lehmistä mitattiin maitotestiliuskalla betahydroksibutyraatin pitoisuutta. Mittaus suoritettiin ensimmäisen kerran viikon päästä poikimisesta ja siitä eteenpäin kerran viikossa yhteensä 8 viikon ajan.

Testitulosten lisäksi tietoa saatiin tuotosseurantanäytteistä ja lypsyrobotin mittauksista. Tutkittavista lehmistä kerättiin tietoja, joita vertailtiin sairaiden ja terveiden yksilöiden välillä. Näitä tietoja olivat maitotuotoksen, maidon pitoisuuksien, rasva-valkuaisuus-suhteen, hedelmällisyyden ja kuntoluokan kehitys. Vertailua tehtiin olosuhteiden, poikimaiän, poikimavälin ja umpikauden pituuden vaikutuksista sairastumistodennäköisyyteen. Sairastuneita lehmiä luokiteltiin ketoosin alkamisajankohdan, ketoosin keston ja vakavuuden perusteella.

Tutkimuksessa selvisi, että piilevää ketoosia löytyi odotusten mukaisesti paljon enemmän kuin kliinisiä ketooseja. Sairastuneita lehmiä tutkimuksessa oli 31 kpl eli 62 %. Yleisimmin ketoosi alkoi ensimmäisten 4 viikon aikana poikimisesta, jolloin ketoosi kesti keskimäärin 3,5 vk. Jos sairastuminen tapahtui myöhemmin, oli ketoosin kesto keskimäärin 1,5 vk. Sairastuessa päivätuotos laski ketoosin voimakkuuden mukaan 3–6,3 kg ja päivätuotoksen palautuminen kesti 7–14 vrk. Kuntoluokalla ei havaittu odotettua vaikutusta sairastumisriskiin. Selvimmät yhteydet sairastumistodennäköisyyteen oli poikimaiällä, poikimavälillä ja poikimisajankohdalla.

<sup>1</sup> Asiasanat: ketoosi, ketoaine, betahydroksibutyraatti, alkulypsykausi, energian saanti

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Natural Resources, Agriculture and Rural Enterprises

Author/s: Suvi Hirvelä

Title of thesis: The presence of ketosis on a dairy farm: Case Siloneva farm

Supervisor(s): Teija Rönkä

Year: 2025

Number of pages: 65

Number of appendices: 0

---

Ketosis is an energy deficiency disease that occurs in dairy cows in the beginning of lactation. After calving, the cow is unable to eat enough to cover the energy demand caused by rapidly increasing milk production, leading to the mobilization of body fats and excessive release of ketone bodies. Ketosis can occur both as latent and as clinical form, and it can be either a primary or a secondary disease. Ketosis causes a latent decrease in milk output and fertility problems, as well as low feed intake, weight loss, dry stools, acetone odour, abnormal behavior and fatigue as a clinical condition.

The aim of this thesis was to investigate the prevalence of ketosis on a selected dairy farm. At the same time, attempts were made to find both predisposing factors and preventative measures. The study included 50 cows in order of calving. In the cows studied, the concentration of beta hydroxybutyrate was measured with a milk test strip. The measurement was performed for the first time a week after calving and then once a week for a total of 8 weeks.

In addition to the test results, data was obtained from milk recording samples and milking robot measurements. The collected data was compared between sick and healthy individuals. These data included the development of milk yield, milk concentrations, fat-protein ratio, fertility and body condition score. The effects of conditions, calving age, calving interval and length of dry period were compared with the likelihood of disease. Diseased cows were classified based on the onset, duration and severity of ketosis.

The number of sick cows in the study was 31, or 62%. Most commonly, ketosis started within the first 4 weeks of calving then ketosis lasted an average of 3.5 weeks. If the illness occurred later, the average duration of ketosis was 1.5 weeks. When sick, the daily output decreased by 3-6.3 kg depending on the intensity of ketosis and the recovery of the output took 7-14 days. The body condition did not show the expected impact on the risk of disease. The most obvious links to the likelihood of disease were found with the age of first calving, calving interval, and calving time.

<sup>1</sup> Keywords: ketose, ketone, betahydroxybutyrate, the beginning of lactation, energy intake

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	7
1 JOHDANTO .....	9
2 KETOOSI .....	10
2.1 Yleisyys .....	10
2.2 Primaarinen ketoosi .....	10
2.3 Sekundaarinen ketoosi .....	10
2.4 Ketoosin oireet .....	11
2.4.1 Subkliininen eli piilevä ketoosi eli hyperketonemia .....	11
2.4.2 Kliininen eli näkyvä ketoosi .....	11
2.5 Ketoosin tausta .....	12
2.5.1 Energian lähteet .....	12
2.5.2 Glukoosin merkitys ja muodostus .....	12
2.5.3 Hormonitoiminta ketoosissa .....	13
2.5.4 Ketoaineiden muodostuminen ja käyttö .....	14
2.6 Ketoaineiden mittaaminen .....	15
2.6.1 Asetoasetatti .....	16
2.6.2 Betahydroksibutyraatti (BHB) .....	16
2.6.3 Vapaat rasvahapot (NEFA) .....	17
2.7 Ketoosin hoito .....	17
2.7.1 Subkliininen ketoosi .....	18
2.7.2 Kliininen ketoosi .....	19
2.8 Ketoosin tuotannolliset ja taloudelliset vaikutukset .....	19
3 CASE: SILONEVAN TILA .....	21
3.1 Lähtötiedot .....	21
3.2 Tilan ruokinta tällä hetkellä eri eläinryhmillä .....	22

3.2.1	Lypsyssä olevat lehmät.....	23
3.2.2	Umpilehmät ja tiineet hiehot.....	26
3.2.3	Alle 5 kuukauden ikäiset vasikat .....	27
3.2.4	5–16 kuukauden ikäiset vasikat ja hiehot .....	28
3.3	Aineiston keruu .....	29
3.4	Aineiston käsittely .....	31
4	TULOKSET.....	33
4.1	Tutkimukseen valikoituneet lehmät .....	33
4.2	Kuntoluokat ja niiden kehittyminen .....	34
4.3	Päivätuotoksen yleinen kehittyminen .....	34
4.4	Hedelmällisyyden tunnusluvut ja hajonta testiryhmässä.....	35
4.5	Ketoosiin sairastuneiden lehmien hoito .....	35
4.6	Ketoosin yleisyys .....	36
4.7	Ketoosin alkamisajankohta ja kesto .....	37
4.8	Ketoainetulosten ja muun aineiston väliset yhteydet .....	38
4.8.1	Ensimmäinen positiivinen ketoainetulos ja tuotoksen kehittyminen .....	38
4.8.2	Umpikauden pituus .....	39
4.8.3	Poikimavälin pituus .....	40
4.8.4	Ensikoiden poikimaikä .....	41
4.8.5	Kiimojen alkamisajankohta.....	42
4.8.6	Poikimisen ajan tapahtumien ja poikimisajankohdan vaikutus sairastumiseen.....	43
4.8.7	Kuntoluokkien yhteys ketoosiin .....	43
4.9	Ketoosin tunnistaminen eri seurantamenetelmillä .....	44
4.9.1	Rasva-valkuaisuhde lypsyrobotin ja tuotosseurannan näytteissä .....	44
4.9.2	Rasva- ja valkuaispitoisuus sekä niiden muutokset lypsyrobotin mittauksissa .....	45
4.10	Tuotosseurantanäytteiden, lypsyrobotin mittausten ja meijerin analyysien väliset erot maidon pitoisuuksissa .....	47
5	POHDINTA .....	48
5.1	Lypsävien lehmien ruokinta ja sen kehittäminen .....	48
5.1.1	Energian tarve ja saanti .....	48

5.1.2	Säilö- ja väkirehujen vaikutus ruokinnassa.....	48
5.1.3	Erikoisrehut.....	49
5.1.4	Syönnin merkitys ja syöntiin vaikuttavat asiat.....	50
5.1.5	Mittarit ruokinnan seurantaan.....	52
5.2	Umpilehmien ruokinta ja umpikauden pituus .....	54
5.2.1	Energian tarve .....	54
5.2.2	Umpilehmien ruokinta ja siihen sopivat rehut .....	54
5.2.3	Syönti ja kuntoluokan hallinta.....	55
5.2.4	Umpikauden pituus .....	56
5.3	Tiineiden hiehojen ruokinta ja poikimaikä .....	57
5.4	Ketoosin alkamisajankohta ja poikimisajankohdan vaikutus sairastumiseen .....	58
5.5	Hedelmällisyys .....	59
5.6	Tuotosseurantanäytteiden, lypsyrobotin ja meijerimaidon analyysit.....	60
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	61
	LÄHTEET .....	62

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Ketoosin fysiologia.....	15
Kuva 2. Maitotestiliuskan värikartta .....	30
Kuva 3. Lehmien jakauma tuotoskauden mukaan. ....	33
Kuva 4. Lehmien jakauma roduittain.....	34
Kuva 5. Lehmien lukumäärä ketoainepitoisuuksittain. ....	37
Kuva 6. Ensimmäinen positiivinen ketoositestitulokset poikimisen jälkeen. ....	38
Kuvio 1. Silonevan tilan tunnuslukuja .....	22
Kuvio 2. Umpikauden vaikutus sairastumiseen.....	40
Kuvio 3. Poikimavälin vaikutus sairastuneisuuteen. ....	41
Kuvio 4. Poikimaiän vaikutus sairastumiseen. ....	42
Taulukko 1. Omien rehujen koostumus ja tavoitearvot.....	23
Taulukko 2. Säilönnällinen laatu ja tavoitearvot .....	23
Taulukko 3. Robottirehumäärät kg/pv. ....	25
Taulukko 4. Lypsyssä olevien lehmien kuiva-aineen syönti, energian saanti ja rehuannoksen koostumus sekä rehuarvot keskimäärin. ....	26
Taulukko 5. Umpilehmien rehuannoksen koostumus ja rehuarvot keskimäärin. ....	27
Taulukko 6. Hiehojen ruokintasuunnitelman rehuarvot. ....	29
Taulukko 7. Päivätuotoksen (kg/vrk) kehittyminen ensikoilla ja vanhemmilla lehmillä. ....	35

Taulukko 8. Tutkimukseen mukaan valikoituneiden lehmien hedelmällisyyden tunnusluvut.....	35
Taulukko 9. Päivätuotoksen muuttuminen sairastuessa. ....	39
Taulukko 10. Kiimojen alkaminen poikimisen jälkeen (vrk). ....	42
Taulukko 11. Kuntoluokan yhteys ketoosin alkamisajankohtaan.....	43
Taulukko 12. Tuotosseurannan ja lypsyrobotin rasvavalkuaissuhteiden tarkkuus verrattaessa ketoositestin tuloksiin. ....	45
Taulukko 13. Koko tutkimusjakson keskimääräiset rasva- ja valkuaispitoisuudet eri analyysimenetelmillä. ....	47

# 1 JOHDANTO

Jokainen poikinu lehmä menettää alkulypsykaudella energiaa maidontuotannossa enemmän kuin mitä se syönnin kautta saa eli se elää negatiivisessa energiataseessa (Hulsen & Aerden, 2014, s. 68). Jalostuksen myötä lypsylehmien kyky ja taipumus mobilisoida omia kudosaarojaan maidontuotantoon on lisääntynyt (Perasto, 2020). Tämä johtaa helposti liialliseen energiavajeeseen, mikä heikentää muun muassa tuotosta, hedelmällisyyttä ja vastustuskykyä. Ketoaineita syntyy, kun lehmä sopeutuu negatiiviseen energiataseeseen (Sarjokari, 2016). Lypsylehmän energian saanti muodostuu rehun energiapitoisuudesta ja kuiva-aineen syönnistä (Karlström, 2017).

Ketoosi on poikimisen jälkeen esiintyvä sairaus, jossa lehmä kärsii energiavajeesta lisääntyneen maidontuotannon vuoksi joko primaarisesti tai sekundaarisesti (Perasto, 2020). Ketoosi voidaan luokitella sen vakavuuden perusteella subkliiniseen tai kliiniseen ketoosiin. Subkliinisen ketoosin yleisyyttä, aiheuttajia ja ennaltaehkäisykeinoja on alettu selvittämään Suomessa paremmin viime vuosien aikana.

Työn tavoitteena on selvittää subkliinisen ketoosin esiintyneisyyttä valitulla kohde-tilalla ja etsiä mahdollisia ennaltaehkäisykeinoja. Tilalla ei ole aiemmin selvitetty systemaattisesti ketoosin esiintyneisyyttä, mutta kliinisen ketoosin vuoksi eläinlääkärin hoitoa tarvitsee vuosittain vain muutama lypsylehmä. Todennäköistä on, että subkliinisen ketoosin osuus on paljon suurempi, mikä aiheuttaa tuotosmenetyksiä ja heikentää eläinten terveyttä sekä hedelmällisyyttä. Hedelmällisyshoitojen tarve on tilalla kasvanut ja vuonna 2023 hedelmällisyshoitoja tarvitsi 21 % lypsylehmistä. Lisäksi alkulypsykaudella olevilla lehmillä herumis-huippu on alhaisempi kuin se yrittäjien mukaan pitäisi olla, huomioiden säilörehun laadun ja eläinaineksen. Tämän taustalla saattaa olla ketoosin aiheuttama energiavaje.

## 2 KETOOSI

### 2.1 Yleisyys

Vuonna 2023 suomalaisissa tuotosseurantaan kuuluvissa karjoissa asetonitaudin eli ketoosin hoitoprosentti pääasiallisena syynä oli 0,80 %:lla lehmistä (Vahlsten, 2024). Tämä tarkoittaa, että sadan lehmän joukosta hoidettiin 0,8 kpl asetonitaudista. Holstein- ja ayrshire-rotuja vertailtaessa asetonitautia hoidettiin hieman useammin holsteineilta. Holsteinien hoitoprosentti oli 0,84 % ja ayrshiren 0,69 %. Karjakoon ja tuotostason kasvaessa asetonitaudin osuus nousee, mutta muihin sairauksiin verrattuna melko maltillisesti, suurin asetonitaudin osuus on yli 10 500 kg lypsävillä lehmillä. Tällöin asetonitaudin hoitoprosentti on ollut 0,92 %.

Lokakuussa 2020 tuotosseurantanäytteiden rasva-valkuaissuhteiden perusteella suomalaisista tuotosseurantaan kuuluvista karjoista yli 30 % kärsi piilevästä ketoosista (Tanner, 2020). Lehmistä, joilla poikimisesta oli kulunut 7–14 vuorokautta, piilevää ketoosia sairasti 26,5 %. Tällä aikavälillä piilevää ketoosia sairastaneiden lehmien päivätuotos oli 1,6 kg alempi kuin terveillä yksilöillä. Kun poikimisesta oli kulunut 21–28 vuorokautta, piilevää ketoosia sairastavia oli 30,2 % ja päivätuotoksessa terveisiin yksilöihin nähden päivätuotos oli alentunut 2,42 kg.

### 2.2 Primaarinen ketoosi

Ketoosi on primaarista, kun se aiheutuu energian puutteesta maidontuotannon kasvaessa (Perasto, 2020). Energian puute johtaa ketoaineiden tuotantoon. Primaarinen ketoosi ilmenee useimmiten 1–4 viikkoa poikimisen jälkeen. Lehmän tuotoshuippu on 4–5 viikkoa poikimisen jälkeen, mutta syömishuippu on vasta 7–8 viikkoa poikimisen jälkeen, mikä lisää riskiä niukalle energian saannille.

### 2.3 Sekundaarinen ketoosi

Kun energian puute aiheutuu toisen sairauden aiheuttaman heikentyneen syöntikyvyn myötä, puhutaan sekundaarisesta ketoosista (Perasto, 2020). Tällaisessa tilanteessa

lehmä ei vastaa ketoosin hoitoon, vaan taustalla oleva sairaus on hoidettava ensin. Sekundaarinen ketoosi voi tulla missä tahansa tuotoskauden vaiheessa ja se voi johtua esimerkiksi juoksutusmahan ongelmista, utare-, kohtu-, tai vatsakalvontulehduksesta sekä erilaisista sorkkaongelmista.

## **2.4 Ketoosin oireet**

### **2.4.1 Subkliininen eli piilevä ketoosi eli hyperketonemia**

Subkliinisessä ketoosissa näkyvät oireet puuttuvat tai niitä on hyvin vähän (Perasto, 2020). Käytännössä maitomäärän laskeminen voi olla ainut näkyvä oire. Kuitenkin tutkittaessa löytyy kohonneet ketoainepitoisuudet sekä maidon rasvapitoisuuden nousu. Samalla maidon valkuaispitoisuus voi olla alhainen. Subkliinista ketoosia sairastavilla yksilöillä saattaa ilmetä hedelmällisyysongelmia, kuten rakkuloita, toimimattomia munasarjoja ja hiljaisia kiihmoja.

### **2.4.2 Kliininen eli näkyvä ketoosi**

Kliinisessä ketoosissa näkyvät selvät oireet (Perasto, 2020). Oireina voi olla pötsin liikkeiden väheneminen, mikä voi näkyä ensin väkirehun ja sitten säilörehun syönnin väheneminen. Lehmä voi käyttäytyä poikkeavasti, kuten jyystää jotain tiettyä kohtaa tai esinettä. Maitotuotos alenee, lehmä laihtuu ja on väsynyt. Hengityksessä, virtsassa ja maidossa voi olla asetonin haju. Ruumiinlämpö voi olla alentunut tai normaali. Lehmä kuivuu ja sen ulosteet voivat sisältää hyytymiä sekä olla kuivia.

Jos kliinistä ketoosia ei hoideta, se voi muuttua aivoketoosiksi (Perasto, 2020). Aivoketoosissa lehmälle tulee keskushermosto-oireita, joita ovat erilaiset pakkoliikkeet, horjuminen, kouristelu, näköhäiriöt, runsas syljen erityys, rakenteisiin nojaaminen sekä niiden jatkuva nuoleminen, aggressiot ja yliherkkyys ärsykkeille, kuten kosketukselle.

## 2.5 Ketoosin tausta

### 2.5.1 Energian lähteet

Lehmä saa energiaa pötsimikrobien hajottamista hiilihydraateista, kuten sokereista, tärkkelyksestä ja selluloosasta (Perasto, 2020; kuva 1). Hajonneista hiilihydraateista muodostuu haihtuvia rasvahappoja (VFA), joita ovat etikka-, propioni- ja voihamppo. Pötsissä hajonneet hiilihydraatit muodostavat lypsylehmän energian saannista suurimman osan eli noin 50–70 % (Hulsen & Aerden, 2014, s. 7). Jäljelle jäävän osuuden lypsylehmä saa ohutsuolessa sulavasta valkuaisesta, rasvasta ja tärkkelyksestä. Umpi- ja paksusuolessa syntyy rehusulasta haihtuvia rasvahappoja, jotka muodostavat 10–15 % lehmän energiantarpeesta.

Energiantarpeesta vain 10 % lehmä saa suorana glukoosina, jota tarvitsevat erityisesti keskushermosto, verisolut ja lihakset (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Suurimman osan tarvitsemastaan glukoosista lehmä tuottaa itse glukoneogeneesissä.

### 2.5.2 Glukoosin merkitys ja muodostus

Lehmän aivojen toiminnan ja maitosokerin eli laktoosin tuotannon kannalta glukoosilla on merkittävä rooli (Perasto, 2020; kuva 1). Laktoosin määrä määrittää maitotuotoksen, koska laktoosin pitoisuus maidossa vaihtelee vain vähän. Jos lehmä kärsii glukoosivajeesta, ei laktoosia synny tarpeeksi, jolloin maidontuotanto laskee. Alhainen veren glukoosipitoisuus käynnistää elimistössä rasva- ja lihaskudoksen hajottamisen energiaksi sekä ketoaineiden muodostuksen.

Lehmä säätelee veren glukoosipitoisuutta ja lisää sitä ennen poikimista ja poikimisen aikaan käyttämällä glykogeenia eli maksaan varastoitunutta glukoosia (Kokkonen, 2017). Samalla lehmä lisää maksassa tapahtuvan glukoneogeneesin määrää eli glukoosin muodostusta. Lisääntyneestä tuotannosta huolimatta poikimisen jälkeisellä viikolla lehmän veren glukoosipitoisuus on 20–30 % pienempi kuin ennen poikimista. Tämä on seurausta maidon laktoosin tuotannon voimakkaasta lisääntymisestä.

Ensisijainen esiaine glukoosin muodostukselle on pötsin propionihappo (Vanhatalo, 2010, s.37; Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Muita esiaineita ovat maitohappo, glyseroli ja aminohapot, joita voidaan mobilisoida tarvittaessa myös kudoksista. Glyserolia voidaan mobilisoida rasvakudoksesta ja laktaattia saadaan sekä rehusta että muodostamalla propionihaposta, glukoosista ja aminohapoista. Poikimisen yhteydessä lisääntynyt glukoosin tarve ohjaa lehmää käyttämään ensisijaisesti aminohappoja glukoosin valmistuksessa. Lehmän tuottamasta glukoosista 9 % on muodostettu aminohapoista, jotka on irrotettu lihaksistosta.

Glukoosituotantoa pyritään tukemaan ketoosissa erilaisilla hoitomuodoilla, joilla pyritään nostamaan veren glukoosipitoisuutta ja palauttamaan maksan glukoosin muodostus (Perasto, 2020). Esimerkiksi propyleeniglykoli metaboloituu laktaatin kautta sitraattisyklissä ja maksa muodostaa siitä glukoosia (Pyörälä & Tiihonen, 2005b).

### **2.5.3 Hormonitoiminta ketoosissa**

Alhainen veren glukoosipitoisuus johtaa veren insuliinipitoisuuden laskuun ja käynnistää haiman erittämän glukagonihormonin erittymisen vereen sekä lisää glukoneogeneesiä eli glukoosin valmistusta maksassa (Perasto, 2020; kuva 1). Glukagoni yhdessä adrenokortikotropiinin (ACTH), kortikosteroidien ja katekoliamidien kanssa kiihdyttävät rasvojen hajoamista rasvakudoksessa, minkä seurauksena vapautuu vapaita rasvahappoja (NEFA) ja glyserolia.

Haiman erittämä insuliinihormoni rajoittaa rasvakudoksen hajotusta eli vapaiden rasvahappojen muodostumista (Sarjokari, 2016; kuva 1). Lisäksi insuliini toimii glykolyysin edistäjänä, estää glukoneogeneesiä ja ketogeneesiä sekä lisää kudoksien ketoaineiden käyttöä (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Alkulypsykaudella esiintyy insuliiniresistenssiä, minkä vuoksi kudokset eivät reagoi insuliiniin normaalisti eli kudosten käyttö energiaksi lisääntyy (Sarjokari, 2016). Tämä mahdollistaa glukoosin käytön maitosokerin eli laktoosin valmistuksessa. Insuliinin eritystä vereen ohjaa glukoosipitoisuus (Kokkonen, 2017). Lehmän lihomisen loppulypsy- tai umpikauden aikana sekä kasvuhormonin erityksessä lisäävät insuliiniresistenssiä.

Kasvuhormoni koordinoi tiineyden loppuajan sekä alkulypsykauden aineenvaihduntaa (Kokkonen, 2017). Se lisää rasvakudoksen hajotusta ja siten vapaiden rasvahappojen määrää veressä. Samalla se ohjaa glukoosin muodostusta maksassa ja vähentää glukosin käyttöä muissa kudoksissa paitsi maitorauhasessa.

#### 2.5.4 Ketoaineiden muodostuminen ja käyttö

Ketoaineita muodostuu sekä pötsin seinämässä, utareessa että maksassa (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Ketoosin aikana ketoaineita ei synny pötsin seinämässä, mutta erityisesti utareessa niitä muodostuu. Ketoaineiden ylittäessä veressä fysiologisen pitoisuuden lehmä sairastuu ketoaineiden pitoisuuden mukaan joko subkliiniseen tai kliiniseen ketoosiin.

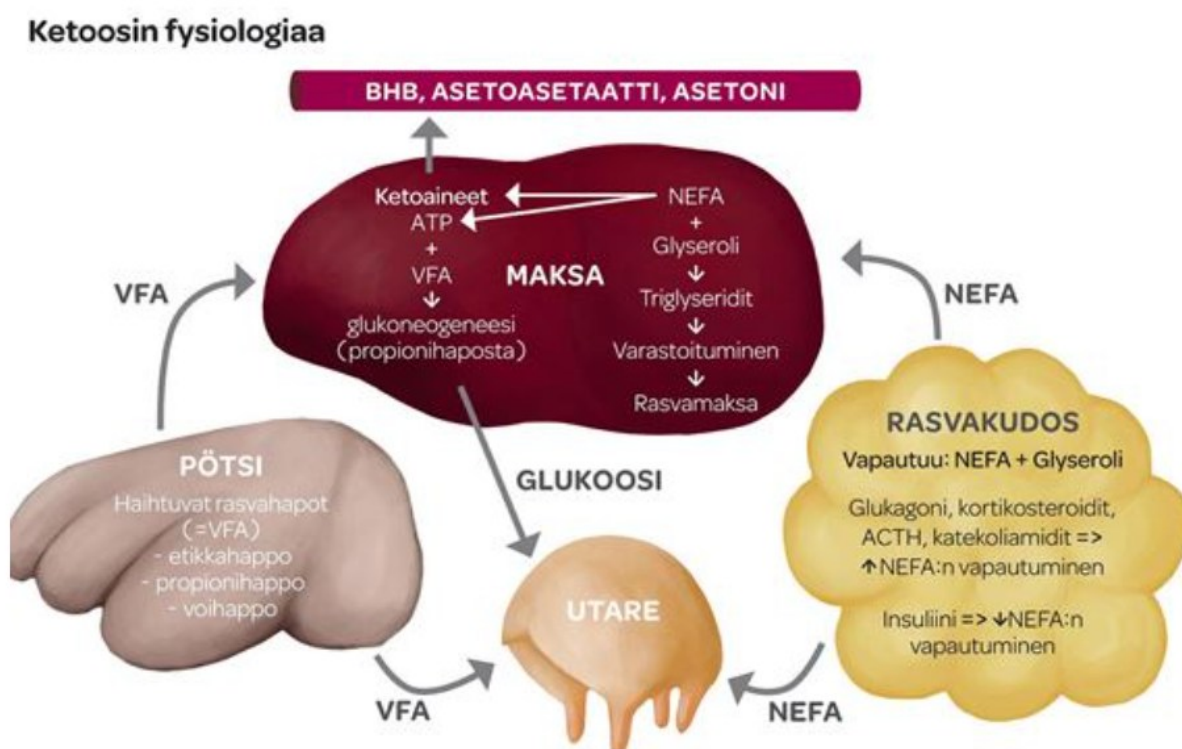
Ketoaineita (asetetikkahappo, asetoni, ja  $\beta$ -hydroksivoihappo) märentijä käyttää energianlähteenä, joiden merkitys korostuu laktaation aikana (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Laktaation aikana lehmä pyrkii säästämään glukoosia. Tällöin ketoaineiden osuus energianlähteenä voi olla jopa kymmeniä prosentteja. Pieni ketoaineiden määrä veressä on märentijälle normaalia ja aineenvaihdunnan kannalta merkittävää.

Energiavaje ja veren alhainen glukoosipitoisuus lisäävät rasvahappojen mobilisointia eli hajotusta eri kudoksissa ja siten vapaiden rasvahappojen määrää veressä (Kokkonen, 2017). Kudosmobilisaatiossa lehmä hajottaa kudoksiin sitoutunutta rasvaa triglyserideinä energiaksi (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Kudosmobilisaatio on osittain geneettistä, mikä tarkoittaa, että myös jalostuksella on mahdollista vaikuttaa energiataseeseen (Palmio, 2014).

Vapaista rasvahapoista (NEFA) sekä pötsimikrobien hajotuksessa syntyvästä voihaposta muodostuu maksassa ketoaineita (Sarjokari, 2016; kuva 1). Vapaista rasvahapoista muodostuu lisäksi adenosiinitrifosfaattia (ATP) eli energiaa glukoneogeneesiin ja maidon rasvan tuotantoon. Glyceroli yhdessä liiallisten vapaiden rasvahappojen kanssa muodostaa triglyseriä, jotka varastoituvat maksaan täyttäen maksasoluja. Maksan toiminta ylikuormittuu ja heikkenee, mikä näkyy asetyylikoentsyymi-A:n epätäydellisenä hajotuksena (Hayton ym. 2012, 229). Seurauksena syntyy ketoaineita.

Rasvamaksa syntyy, kun rasvahappoja on vapautunut niin merkittävästi, että ne ovat täyttäneet maksasolut rasvalla ja pysäyttäneet niiden toiminnan (Hulsen & Aerden, 2014, s. 70). Erityisen suuri riski on suuressa kuntoluokassa olevilla lehmillä sekä hiehoilla ja poiki-mahalvausoireista kärsineillä yksilöillä. Lihavilla hiehoilla rasvamaksa syntyy usein muutama päivän syömättömyyden jälkeen. Rasvamaksasta on lähes mahdoton toipua.

Rasvamaksasta kärsivä lehmä syö huonosti, on yleisvoimiltaan väsynyt sekä vetelä (Hulsen & Aerden, 2014, s. 70). Ne eivät välttämättä jaksa seistä ja ovat alttiimpia toksisille utaretulehduksille.



Kuva 1. Ketoosin fysiologia (Sarjokari, 2016).

## 2.6 Ketoaineiden mittaaminen

Mitattavia ketoaineita ovat asetoasetaatti ja betahydroksibutyraatti (Perasto, 2020). Lisäksi voidaan tutkia vapaiden rasvahappojen osuutta veressä ja maidon koostumusta, erityisesti rasva-valkuaissuhdetta. Erityisesti subkliinisen ketoosin osuutta karjassa on vaikea tietää,

jos mittauksia ei tehdä. Ketoosin mittauksesta olisi hyvä muodostaa rutiini, jonka avulla sairastuneet lehmät saadaan selville.

Mittaus voidaan suorittaa joko satunnaisotannalla tai mittaamalla systemaattisesti jokainen lehmä (Perasto, 2020). Poikimisen jälkeen ensimmäiset 3 viikkoa paljastavat usein ketoo-sitapaukset. Tarvittaessa mittausaikaa poikimisesta voidaan pidentää. Tärkeää on, että mitatut tulokset laitetaan ylös, mikä mahdollistaa tulosten analysoinnin jälkikäteen. Tuloksista voidaan saada selville ajankohta, jossa ketoosia erityisesti ilmenee ja siten on helpompi miettiä syitä ketoosin synnylle.

Karjatasolla systemaattinen mittaaminen on tärkeää erityisesti silloin, jos maitotuotokset ovat alhaisia, herumishuiput ovat heikkoja tai loppuvat liian aikaisin, karjassa ilmenee he- delmällisyysongelmia tai muita ruokinnallisia sairauksia tai yksittäisen lehmän maidon rasva-valkuaissuhde nousee yli 1,4 (Vahtiala, 2019). Tilanteet ja ruokinnat muuttuvat, joten ketoosista voi tulla tilalle ongelma, vaikkei sitä aiemmin olisi ollutkaan. Siksi mittaamista on hyvä tehdä aika ajoin sekä erityisesti ruokinnan tai jonkin muun tekijän muuttuessa.

### **2.6.1 Asetoasettaatti**

Asetoasettaatin pitoisuutta voidaan mitata testiliuskoilla, joihin kerätään pieni määrä virtsaa (Perasto, 2020). Ongelmana voi olla virtsan saanti. Testiliuskat eivät ole yhtä tarkkoja kuin digitaaliset mittarit, mutta ne ovat helppokäyttöisiä, säilyviä ja edullisia.

### **2.6.2 Betahydroksibutyraatti (BHB)**

Maidosta ja verestä voidaan mitata betahydroksibutyraatin pitoisuutta (Perasto, 2020). Ve- restä tehtävät mittaukset ovat tarkimpia, mutta näytteenotto vaatii osaamista ja erillisen mittarin. Mittareita ovat esimerkiksi BHB Check ja Centrivet GK. Lehmä on otettava kiinni toimenpidettä varten, koska verta otetaan joko häntäsuonesta, kaulalta tai korvasta. Kun mittauksia tehdään verestä, ympäristön lämpötila voi vaikuttaa tulokseen, koska mittarin ja testiliuskojen tulisi olla noin 20-asteisia.

Kun tutkimuksia tehdään verestä, subkliinisten ketoositapausten tavoiterajana on, että betahydroksibutyraatti olisi yhtä suurta tai alle 1,2 mmol/l (Kyösti, 2021). Karjatasolla pyritään siihen, että raja ylittyisi alle 15 %:lla karjasta. Jos karjassa osuus on 15–40 %, kaikki yksilöt tulee testata. Jos subkliinisen ketoosin esiintyvyys nousee yli 40 %:n, kaikille lehmille tulisi antaa rutiininomainen propyleeniglykolikuuri sekä selvittää subkliinisen ketoosin aiheuttaja.

Kun betahydroksibutyraattia tutkitaan maidosta, käytetään samankaltaisia testiliuskoja kuin virtsatutkimuksissa (Perasto, 2020). Myös jotkin lypsyrobotit (Delaval VMS) mittaavat betahydroksibutyraatin määrää (Mälkiä, 2023).

### **2.6.3 Vapaat rasvahapot (NEFA)**

Rasvakudoksen hajotuksesta syntyvien vapaiden rasvahappojen pitoisuutta voidaan mitata verestä (Perasto, 2020). Mittaaminen on kallista, melko työlästä sekä vaikeasti ajoitettavaa, koska mittaus tulisi tehdä poikimisen aikaan. Lisäksi lehmän stressaantuminen voi muuttaa testitulosta. Näytteen ottaa eläinlääkäri ja lähettää sen tutkittavaksi laboratorioon. Näyte on säilytettävä pakastettuna. Vapaiden rasvahappojen määrää voidaan tutkia, jos syyksi epäillään umpikauden olosuhteita ja ruokintaa (Vahtiala, 2019).

Eräissä tutkimuksissa on tutkittu umpikaudella lehmien NEFA-arvoja eli vapaiden rasvahappojen määrää veressä (Adewuyi ym., 2011, s. 117–126). Lehmät, joiden NEFA-arvot olivat olleet korkeat, sairastuivat useammin piilevään ja näkyvään poikimahalvaukseen, juoksumahan ongelmiin, utaretulehduksiin, jälkeisten jäämiseen ja kohtutulehduksiin sekä kärsivät yleisesti heikentyneestä immuunipuolustuksesta. Oikeanlainen ruokinta ja liikunta ehkäisevät liiallista vapaiden rasvahappojen määrää veressä.

## **2.7 Ketoosin hoito**

Ketoosin hoidossa tavoitteena on palauttaa lehmän glukoosivaranto ja lisätä oksaloasettiin tuotantoa ja rehun glukogeenisten esiaineiden määrää (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Oksaloasetatti mahdollistaa rasvasta mobilisoitujen vapaiden rasvahappojen kunnollisen oksidoitumisen, jolloin ketoaineiden tuotanto alenee.

Piilevää ketoosia voi hoitaa itse, mutta klinisen ketoosin hoitoon vaaditaan eläinlääkärin tutkimus ja hoito, koska se on vakavampi muoto (Perasto, 2020). Kliinisessä ketoosissa on tärkeää tutkia, onko taustalla muita sairauksia.

Yleisesti ketoosin hoidossa tärkeää on selvittää koko karjan ruokinta ja tarvittaessa tehdä korjauksia sekä seurata korjausten vaikutuksia (Perasto, 2020). Jos muutoksia tehdään, on syytä tehdä vain yksi muutos kerrallaan, jotta tiedetään, mistä mahdolliset seuraukset johtuvat. Tärkeimpänä tavoitteena on löytää syy ketoosille.

### **2.7.1 Subkliininen ketoosi**

Subkliinistä ketoosia voidaan hoitaa propyleeniglykolilla, joka muuttuu maksassa glukooksiksi nostaen samalla veren glukoosipitoisuutta (Jaakkola, 2010b, s. 74). Sitä annetaan 3 dl kerran päivässä 3–5 päivän ajan tai 2 dl aamulla ja illalla (Perasto, 2020). Propyleeniglykolivalmisteen tulisi sisältää lähes 100 % propyleeniglykolia. Pienemmillä pitoisuuksilla olevia valmisteita pitää antaa enemmän.

Propyleeniglykoli olisi hyvä antaa nesteeseen sekoitettuna, koska silloin se imeytyy parhaiten. Letkuttaessa propyleeniglykoli voidaan lisätä seokseen. Lisänä voidaan antaa B12- ja B3-vitamiinia sekä koliinia, jotka edesauttavat maksan suorituskykyä. Lehmän yleisvoinnin parantamiseksi letkutusseokseen voidaan lisätä myös Seltin-suolaa ja hiivaa. Seltin-suola lisää nesteen imeytymistä ja hiiva edesauttaa pötsin toimintaa.

Liian suuret propyleeniglykoliannokset sekoittavat pötsiä ja voivat aiheuttaa ripulia (Perasto, 2020). Propyleeniglykolia ei ole hyvä antaa väkirehun mukana, koska se ei maistu lehmille. Propyleeniglykolin antaminen kuivana rehuna heikentää sen imeytymistä. Melasia hyödynnetään esimerkiksi lypsyrobotilta annettavan propyleeniglykolin seassa, koska se tekee liuoksesta maittavampaa. Säännöllisesti ja useamman viikon aikana annettavasta propyleeniglykoli-lisästä ei välttämättä ole hyötyä, jos ketoosia ilmenee vain tietyssä ajankohdassa. Toisaalta on mahdollista, että pötsimikrobit tottuvat propyleeniglykoliin, minkä jälkeen se menettää tehoaan.

Subkliinisestä ketoosista kärsiviä lehmiä voidaan ulkoiluttaa asianmukaisessa paikassa eli esimerkiksi laitumella tai jaloittelutarhassa (Perasto, 2020). Liikunta poistaa ketoaineita lihaksista, mikä nopeuttaa ketoosista paranemista.

Subkliinisen ketoosin hoidossa voidaan käyttää lypsyrajoitusta, mutta tämä lisää mastiitin riskiä (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Hoidon tulisi tehotta viimeistään kahdessa päivässä.

### **2.7.2 Kliininen ketoosi**

Kliinisessä ketoosissa eläinlääkäri antaa suoraan suoneen glukosia sekä tarvittaessa kortisonia lihakseen (Perasto, 2020). Kortisoni käynnistää uudelleen glukosin muodostamisen maksassa ja pienentää glukosin käyttöä muualla. Eläimen alettua syömään alkaa paraneminen. Eläinlääkärin hoidon tueksi on hyvä antaa propyleeniglykolia kuurina. Eläinlääkärin antaman hoidon vaikutukset pitäisi olla näkyvillä 24–48 tunnin kuluessa. Jos lehmän tuotos ei parane tai sen syönti ei nouse, vaaditaan uusi tutkimus. Kortisonin haittavaikutuksena voi ilmetä jälkeisten jäämistä, infektioiden pahenemista, hedelmällisyyden heikentymistä ja maitotuotoksen pienenemistä.

## **2.8 Ketoosin tuotannolliset ja taloudelliset vaikutukset**

Piilevän ketoosin sairastaminen laskee lehmän tuotosta lypsykaudella noin 200–350 kg (Perasto, 2020).

Oksa-Pulliaisen (2024, s. 220) tutkimuksen mukaan piilevä ketoosi vaikuttaa päivätuotokseen siten, että se alenee 1,5–3 kg/vrk. Huomioiden tuotoksen laskun voidaan 150 lehmän karjassa saada 1 150 euron säästö, jos piilevää ketoosia ei esiintyisi. Tässä esimerkissä ketoosiin on laskettu sairastuvan 35 % lehmistä ja tuotokset ovat laskeneet 3 kg/per eläin. Jos huomioitaisiin lisäksi hedelmällisyshäiriöt ja immuunipuolustuksen heikentyminen, säästöt olisivat merkittävästi suuremmat.

Kliinisten ja subkliinisten ketoositapausten kokonaiskustannuksen on arvioitu olevan 3 613 € tavanomaisella tilalla ja korkean ketoosiriskin tilalla kustannukset olisivat 7 371 € eli ketoosiriski on arvioitu kaksinkertaiseksi tavanomaiseen tilaan nähden (Steeneveld ym.,

2020). Näissä laskelmissa on arvioitu, että yksi kliininen ketoosi tulisi maksamaan tilalle noin 709 € ja yksi subkliininen ketoosi 150 €.

Ketoosi ja sen aikana tapahtuva rasvahappomobilisaatio alentaa vastustuskykyä sekä heikentää hedelmällisyyttä (Hulsen & Aerden, 2014, s. 70). Liian suuri vapaiden rasvahappojen määrä vaikuttaa munasolujen sekä valkosolujen toimintaan. Tämän vuoksi piilevää ketoosia sairastavat yksilöt ovat alttiimpia erilaisille tulehduksille, kuten utare- ja kohtutulehduksille. Alkulypsykauden energiavaje heikentää hedelmällisyyttä ja kiimojen alkamista, koska progesteronitaso on puutteellinen (Maito ja Me, 2018).

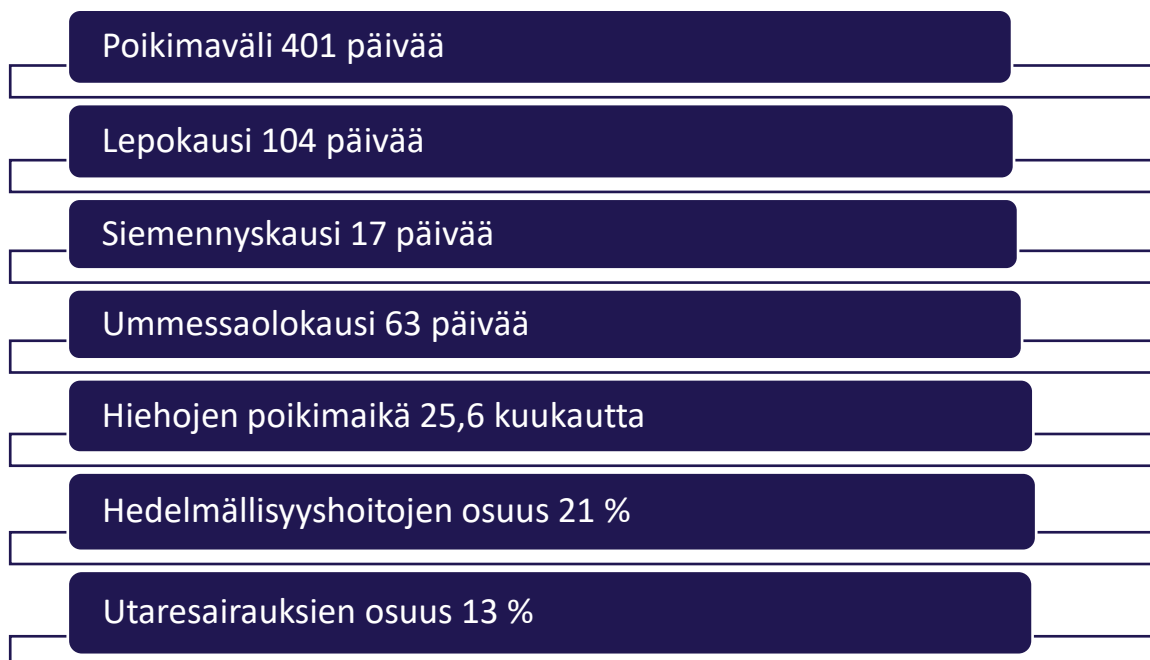
### 3 CASE: SILONEVAN TILA

#### 3.1 Lähtötiedot

Tutkimuksen kohteena olevalla Silonevan tilalla on lypsylehmiä 143, joista noin 20 on koko ajan ummessa. Alle 5 kuukauden ikäisiä vasikoita on 31, 5–16 kuukauden ikäisiä hiehoja 61 ja tiineitä hiehoja 24. Päärotuina ovat ayrshire ja holstein. Lypsykarjanavetta on rakennettu vuonna 2009. Viimeisin 12 kuukauden keskituotos on 10 126 kg, päivätuotos keskimäärin lypsyssä olevilla lehmillä 29,9 EKM kg/vrk, rasvapitoisuus 4,62 % ja valkuaispitoisuus 3,72 %.

Tuotosseurantaan kuuluvien samankokoisten karjojen poikimaväli vuonna 2023 oli keskimäärin 415 vrk eli tilan tulos 404 vrk on hieman pienempi kuin keskimääräinen tulos (Tuotosseurannan vuosiraportti, sisäinen tietolähde, 2023; kuvio 1). Puolestaan hiehojen poikimaväli oli tuotosseurantaan kuuluvilla tiloilla 26,1 kk. Tilalla hiehot poikivat 0,5 kk aikaisemmin, mutta ero on käytännössä melko pieni. Lepokausi oli vertailtavilla tiloilla keskimäärin 99 vrk, kun vastaavasti tilalla se oli 104 vrk, mikä tarkoittaa, että tilan lepokausi on 5 vrk pidempi. Lähes samansuuruinen ero löytyi umpikauden pituudesta eli se oli tilalla 4 vrk lyhyempi kuin keskimäärin. Kaikista merkittävin ero löytyi siemennyskauden pituudesta, joka tilalla oli 19 vrk lyhyempi kuin keskimääräinen tulos. Tilan hedelmällisyyshoitojen osuus oli keskilehmäluvusta 3 % suurempi ja utaresairauksien osuus 4 % pienempi kuin vastaavilla tuotosseurantaan kuuluvilla tiloilla.

Tilalla lehmien lypsy tapahtuu kahdella lypsyrobotilla, jotka ovat merkeiltään Lelyn A5 ja Lelyn A4. Ruokintapöytä jakaa navetan kahtia, mikä tarkoittaa, että kummatkin puolet ovat identtiset. Eri lypsyvaiheen lehmillä ei ole omia osastoja, poikkeuksena ovat ummessa olevat lehmät, jotka on sijoitettu kahteen karsinaan, joista kumpaankin mahtuu 10 lehmää. Hiehot kasvavat kahdessa eri navetassa, joista toisessa on vain tiineitä hiehoja.



Kuvio 1. Silonevan tilan tunnuslukuja (Tuotosseurannan vuosiraportti, 27.6.2024).

### 3.2 Tilan ruokinta tällä hetkellä eri eläinryhmillä

Tilan lypsylehmien apeseoksen säilörehuanalyysit kertovat, että ensimmäinen sato on hyvin energiapitoista, sulavaa ja valkuaispitoista, mutta sisältää kuitua heikosti (taulukko 1). Toinen sato on puolestaan vähemmän energiaa sisältävää ja heikommin sulavaa, mutta kuitua on riittävästi. Toisen sadon kuiva-aine on hieman alarajan alapuolella. Seoksena näiden kahden yhdistelmä on ruokintasuunnitelmassa toiminut tilalla melko hyvin. Säilönälliseltä laadultaan tilan säilörehut vaikuttavat hyviltä (taulukko 2). Ainoastaan toisen sadon sokeripitoisuus on hieman alhainen.

Taulukko 1. Omien rehujen koostumus (Säilörehuanalyysit, 3.4.2024) ja tavoitearvot (Hulsen & Aerden, 2014, s. 39).

	ME MJ/kg ka	OIV g/kg ka	PVT g/kg ka	Syöti- indeksi	ME- in- deksi	D- arvo g/kg ka	Kuitu (NDF) g/kg ka	Raa- ka- val- kuai- nen g/kg ka	Kuiva- aine g/kg	Tärk- kelys g/kg ka
Sato 1	11,9	95	14	129	130	747	455	153	302	
Sato 2	10,4	84	22	98	94	650	573	145	240	
Ohra/kaura murskevilja	12,7	96	-9				180	133	687	489
Tavoitear- vot (säilörehu)	10,8– 11,2	80– 85	0 tai yli	95– 110		680– 700	540– 580	130– 160	250– 350	

Taulukko 2. Säilönnällinen laatu (Säilörehuanalyysit, 3.4.2024) ja tavoitearvot (Hulsen & Aerden, 2014, s. 39).

	pH	Am- moni- akki- typpi g/kg N	Maito- ja muura- haishappo g/kg ka	Haih- tuvat rasva- hapot g/kg ka	Sokeri g/kg ka
Sato 1	3,68	25	54	10	109
Sato 2	3,67	27	62	10	16
Tavoi- tearvot	4,1– 4,3	alle 60	35–80	alle 20	50– 100

### 3.2.1 Lypsissä olevat lehmät

Tämän ryhmän apeseos koostuu kahdesta eri nurmierästä, joista kummatkin on säilötty laakasiiloon. Nurmierät ovat ensimmäistä ja toista satoa. Appeen koostumuksessa ensimmäisen sadon osuus on 36 % ja toisen sadon 30 % kuiva-aineesta. Nurmen lisäksi appeeseen sekoitetaan magnesiumoksidia, umpikivennäistä ja E-10000-seleenä. Magnesiumoksidin osuus appeessa on 0,1 %, umpikivennäisen 0,8 % ja seleenin 0,1 % kuiva-aineesta.

Kiskoruokkija lisää apeseokseen sille määritetyn reseptin mukaisesti rypsirouhetta (Tiiviste-Krono; Hankkija) ja murskeviljaa, joka on puoliksi ohraa ja puoliksi kauraa. Murskeviljan osuus appeessa on 19 % ja rypsirouhkan 14 % kuiva-aineesta. Kiskoruokkija jakaa apeseosta 4 tunnin välein ympäri vuorokauden siten, että rehua olisi koko ajan saatavilla. Lisäksi ruokintapöydälle jaetaan käsityönä lypsykivennäistä sekä suolakiviä. Lypsyrobotilta lehmät saavat täysrehua (Auto-Houkutus, Hankkija).

Robotilta tuleva houkutusrehun määrä määräytyy tuotospäivien, maitomäärän ja eläinryhmän mukaan. Ensikoilla, korkeatuottoisilla ja muilla lypsävillä on omat ruokintataulukonsa (taulukko 3). Korkeatuottoisiin lehmiin kuuluvat yksilöt, jotka on siirretty lypsyryhmään, joka mahdollistaa lypsyn 6 kertaa päivässä. Ryhmään siirretään manuaalisesti, jos päivätuotos poikimisen jälkeen nousee yli 40 kilon. Tiinehtymisen jälkeen lehmät siirretään takaisin muiden lypsävien ryhmään tai ensikoihin.

Robotilta tulevan houkutusrehun määrä muuttuu taulukon mukaisesti, mutta päivässä suurin mahdollinen muutos on 0,5 kg (taulukko 3). Muutos tapahtuu siis asteittain, vaikka taulukon perusteella olisi mahdollista tulkita, että nousu voisi olla päivässä jopa useamman kilon. Poikimisen jälkeen lypsyrobotin ohjelmisto alkaa nostamaan houkutusrehun määrää asteittain siten, että ensimmäisenä päivänä annettava rehumäärä on korkeintaan 2 kg kaikissa ryhmissä. Kun poikimisesta on kulunut 13 vrk, ohjelmisto on nostanut annoksen ryhmän mukaisesti joko 4 tai 5 kiloon vuorokaudessa.

Kaksi viikkoa poikimisen jälkeen houkutusrehun määrä alkaa säätymään tarkemmin maitotuotoksen ja ryhmän mukaan (taulukko 3). Kun poikimisesta on kulunut 90 vrk, on taulukoon lisätty useampi eri maitomäärä-vaihtoehto ja sille asetettu rehumäärä, koska tässä vaiheessa herumishuippu on jo takanapäin. Kaksi viikkoa ennen oletettua umpeutusta ohjelmisto alkaa pienentämään houkutusrehun määrää asteittain siten, että odotettua umpeutusta edeltävänä päivänä houkutusrehun määrä on enää 0,5 kg vuorokaudessa.

Taulukko 3. Robottirehumäärät kg/pv.

	Maitomäärä (kg)	Ensikot	Lypsylehmät	Korkeatuottoiset lehmät
Poikimispäivä		2	2	2
Poikimisesta 13 vrk		4	5	5
Poikimisesta 14 vrk				
	0	4	5	5
	35	4,5		
	40	5	6	6
	50	6	6,5	7
	60		7	8
Poikimisesta 90 vrk				
	0	2	2	2
	25	3	3	3
	30	3,5	4	3,5
	35	4	4,5	5
	40	4,5	5,5	6
	50	5,5	6	7
	60		6,5	8
Ennen umpeutusta 14 vrk				
Ennen umpeutusta 1 vrk		0,5	0,5	0,5

Tilan viimeisimmät seurantalaskelmat on tehty 15.4.2024. Tutkimusjakson aikana seurantalaskelmia on tehty vain kerran, mutta ruokintasuunnitelmat on tehty sekä huhtikuulla, toukokuulla että elokuulla. Ruokintasuunnitelmissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia tutkimusjakson aikana. Tämän tutkimuksen tiedoissa on hyödynnetty huhtikuulla tehtyjä seurantalaskelmia ja ruokintasuunnitelmia.

Seurantalaskelman rehuarvot poikkeavat ruokintasuunnitelman tiedoista osittain (taulukko 4). Laskelmien suurimmat erot löytyvät sulamattomasta kuidusta, tärkkelyksestä ja kuidusta. Ruokintasuunnitelmassa sulamattoman kuidun osuus on 15 g/kg ka suurempi ja kuidun osuus 28 g/kg ka suurempi. Puolestaan tärkkelyksen osuus on 92 g/kg ka vähemmän kuin seurantalaskelmassa. Väkirehun osuus rehuannoksen kuiva-aineesta on ruokintasuunnitelman mukaan keskimäärin 44 %. Lypsyssä olevien lehmien energian saanniksi ruokintasuunnitelman perusteella tulee 251 MJ/pv ja dieetin korjaamaton energiapitoisuus on 11,3 MJ/kg ka (taulukko 4).

Taulukko 4. Lypsyssä olevien lehmien kuiva-aineen syönti, energian saanti ja rehuannoksen koostumus sekä rehuarvot keskimäärin.

	Seurantalaskelma	Ruokintasuunnitelma
Kuiva-aineen syönti kg ka/pv	21,38	22,20
Korjattu energian saanti MJ/pv		251
Kuiva-aine g/kg	383	374
Kuiva-ainekilossa rehuannosta		
Raakavalkuainen, g	172	171
OIV, g	97	93
PVT, g	32	34
Solunsisällyshiilihydraatit, g	310	305
Sulamaton kuitu, g	58	73
Tärkkelys, g	188	96
Sokeri, g	36	
Kuitu, g	395	423
Kuiva-aine g/kg	383	374
Korjaamaton ME, MJ		11,3
Korjattu ME, MJ		10,6

### 3.2.2 Umpilehmät ja tiineet hiehot

Umpilehmien ja tiineiden hiehojen apeseos on nurmierien ja appeeseen sekoitettavien aineiden suhteen koostumukseltaan samanlainen kuin lypsyssä olevilla lehmillä. Umpilehmille ja tiineille hiehoille ei jaeta ruokintapöydälle lypsykivennäistä. Apeseoksen saatavuus on rajoitettua eli kiskoruokkija jakaa apeseosta vain kaksi kertaa vuorokaudessa. Rypsi-rouhetta kiskoruokkija lisää seokseen ruokintasuunnitelman mukaisesti.

Umpilehmien seurantalaskelman mukaisesti umpilehmien energian saanti olisi 82 MJ/pv ja dieetin korjaamaton energiapitoisuus olisi 11,6 MJ/kg ka (taulukko 5). Seurantalaskelmaan on laitettu seosrehun määrä suoraan automaattiruokkijan ohjelmistosta. Ohjelmisto näyttää määrän, jonka se on jakanut kyseiselle eläinryhmälle.

Seurantalaskelmassa ei pystytä huomioimaan rehua, jonka eläimet ovat pystyneet varastamaan viereisen osaston appeesta. Umpilehmillä rehun saanti on rajoitettua appeen korkean energiapitoisuuden vuoksi.

Taulukko 5. Umpilehmien rehuannoksen koostumus ja rehuarvot keskimäärin.

	Seurantalas- kelma
Kuiva-aine g/kg	328
Kuiva-aineen syönti kg ka/pv	7,06
Raakavalkuainen g/kg ka	169
OIV g/kg ka	95
PVT g/kg ka	29
Solunsisällyshiilihydraatit g/kg ka	322
Sulamaton kuitu g/kg ka	52
Tärkkelys g/kg ka	163
Sokeri g/kg ka	71
Kuitu g/kg ka	405
Korjaamaton ME MJ/kg ka	11,6
Korjattu ME MJ/kg ka	11,9
Energian saanti MJ/pv	82

### 3.2.3 Alle 5 kuukauden ikäiset vasikat

Tässä ikäryhmässä eläimet saavat samaa apeseosta kuin lypsyssä olevat lehmät. Apeseosta annetaan rajoitetusti siten, että seosta jaetaan kaksi kertaa vuorokaudessa käsityönä. Määrää ei tarkasti mitata, mutta tavoitteena on, että apeseos ei loppuisi vasikoiden edestä.

Lisänä näille eläimille annetaan analysoimatonta kuivaa heinää ja valkuaisrehua (Mullin Herkku 1, Lantmännen Agro). Alle 3 kuukauden ikäiset vasikat saavat myös maitoa. Maitomäärä on rajoitettu siten, että kerta-annos on 4 litraa. Kerta-annos annetaan sekä aamulla että illalla. 2,5 kuukauden iässä vasikoita aletaan vierottamaan siten, että kerta-annos

puolitetaan ensin viikoksi, minkä jälkeen puolitettu kerta-annos annetaan vain kerran päivässä seuraavan viikon ajan. Tämän jälkeen maitojuotto lopetetaan.

#### **3.2.4 5–16 kuukauden ikäiset vasikat ja hiehot**

Ikäryhmän eläimet saavat apeseosta, jossa on rypsirouhetta, lypsykivennäistä ja kahta eri nurmierää, jotka ovat säilöttyinä paaleihin. Tällä eläinryhmällä nurmen osuus appeessa on 91,4 %, rypsirouheen 3,3 % ja lypsykivennäisen 5,3 % kuiva-aineesta. Nurmen rehuerien D-arvot vaihtelevat välillä 624–680 g/kg ka ja raakavalkuainen välillä 124–146 g/kg ka.

Käytännön syistä tämän eläinryhmän kaikki eläimet saavat samanlaista seosta, vaikka eri-ikäisten hiehojen laskennallinen tarve olisikin erilainen. Ruokintasuunnitelmassa on pyritty luomaan kompromissi rehun suhteen siten, että vanhimmat hiehot eivät lihoisi, mutta nuoremmat kuitenkin kasvaisivat hyvin (taulukko 6).

Taulukko 6. Hiehojen ruokintasuunnitelman rehuarvot.

	Ruokintasuunnitelma
Raakavalkuainen g/kg ka	140
OIV g/kg ka	83
PVT g/kg ka	18
Solunsisällyshiilihydraatit g/kg ka	136
Sulamaton kuitu g/kg ka	42
Tärkkelys g/kg ka	2,1
Kuitu g/kg ka	578
Kuiva-aine g/kg	366
Kuiva-aineen syönti kg ka/pv	6
Muuntokelpoisen energian pi- toisuus MJ/kg ka	10,8

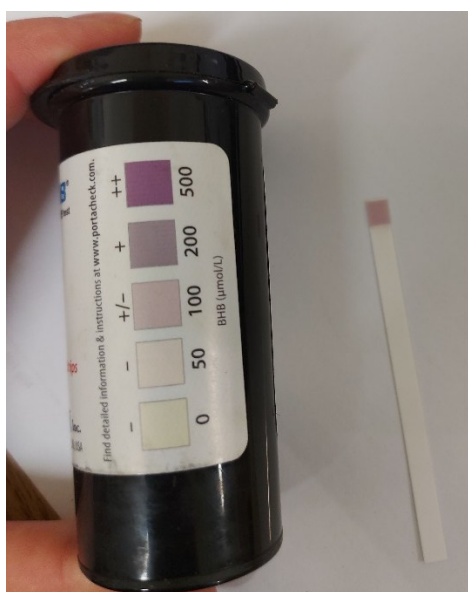
### 3.3 Aineiston keruu

Aineistoa kerättiin vuoden 2024 maaliskuu-heinäkuun ajalla poikineilta lehmillä siten, että testausaineistoa saatiin noin kolmannekselta tilan lypsylehmiltä eli 50 lehmältä. Aineisto kerättiin maitotestiliuskoilla (PortaBHB milk ketone test, Faba, 2022), joihin käytiin lypsämässä maitoa lehmän yhdestä vetimestä. Maitotestiliuskan antama tulos kirjattiin ylös paperiselle lomakkeelle, josta tulokset siirrettiin myöhemmin Excelliin ja analysoitavaksi. Testitulokset luettiin liuskasta minuutin kuluttua vertaamalla testiliuskan väriä värikarttaan (Faba, 2022; kuva 2).

Poikineet lehmät testattiin kerran viikossa kahden kuukauden ajan poikimisen jälkeen siten, että jokainen lehmä testattiin 8–9 kertaa. Ensimmäinen testaus tehtiin, kun poikimisesta oli kulunut yksi viikko. Tämä aikaväli valittiin siksi, että primaarisena ketoosi esiintyy pääsääntöisesti alkulypsykaudella (Perasto, 2020).

Testauksessa olivat mukana sekä ensikot että vanhemmat lehmät. Testituloksia verrattiin lypsyrobotin mittauksiin, kuten rasva- ja valkuaispitoisuuteen sekä niiden suhteeseen. Lypsyrobotti mittaa rasva- ja valkuaispitoisuutta joka lypsyllä ja laskee keskiarvoa, jonka perusteella se antaa rasva-valkuais-suhteen. Taustalla vaikuttavat ohjelmaan syötetyt tankkimaidon rasva- ja valkuaispitoisuudet. Tässä työssä hyödynnettävät tiedot ovat lähtöisin Lely A5- ja Lely A4 -merkkisiltä lypsyroboteilta.

Maitotestiliuskat (the PortaBHB milk ketone test, Faba) valittiin tutkimukseen siksi, että ne ovat helppokäyttöisiä, maltillisen hintaisia ja sopivat hyvin tilakäyttöön.



Kuva 2. Maitotestiliuskan värikartta (Hirvelä, 2024).

Värikartassa tulokset 0  $\mu\text{mol/L}$  ja 50  $\mu\text{mol/L}$  kertovat, että betahydroksibutyraatin pitoisuus on alhainen eli ketoosia ei ole (kuva 2). Tulos 100  $\mu\text{mol/L}$  kertoo, että lehmä on ketoosin rajamailla, mutta varmaa ketoosidiagnoosia ei voi tästä vielä tehdä. Puolestaan arvot 200  $\mu\text{mol/L}$  ja 500  $\mu\text{mol/L}$  kertovat varmasta ketoosista ja hoito on aloitettava.

Vaihtoehtona olisivat olleet virtsasta tehtävät pikatestit sekä verestä tehtävät mittaukset (Perasto, 2020). Verestä tehtävät mittaukset ovat kaikista tarkimmat, mutta työssä selvittää, riittääkö tilatasolla maitotestiliuskojen tarkkuus sekä onko lehmien systemaattinen testaaminen järkevää.

Testijakson ajan testattavista lehmistä kerättiin tietoa kerran viikossa ketoosiarvon lisäksi maitotuotoksen, maidon pitoisuuksien, rasva-valkuaisosuuden ja kuntoluokan kehityksestä. Päivätuotos sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet otettiin lypsrobotin antamalta raportilta viikoittain samassa yhteydessä, kun tehtiin ketoositesti. Kuntoluokkaa arvioitiin silmämääräisesti ketoositestin teon aikana. Lehmien kuntoluokituksessa hyödynnettiin lehmän kuntoluokitustaulukkoa (ProAgria Keskusten liitto, 2024, s. 217).

Umpikauden ja poikimavälin pituudet sekä hiehoilla poikimaikä merkattiin ylös testilomakkeelle eläimen poikimisen jälkeen. Poikimisesta testilomakkeelle laitettiin ylös myös tieto poikimisen onnistumisesta. Testieläinten hedelmällisyyden seurannassa painottui kiimojen alkamisajankohdan seuranta. Yleisesti testilomakkeelle laitettiin huomioita ruokinnassa mahdollisesti ilmenneistä häiriötilanteista ja navetan olosuhteiden, kuten lämpötilan, muutoksista. Testilomakkeelle merkattiin testauksen yhteydessä mahdolliset muut terveyshuomiot, kuten ontumiset ja utaretulehdukset. Lisäksi mahdolliset testijakson aikana tapahtuneet lääkekuurit merkittiin testilomakkeelle.

Tuotosseurantanäytteitä otettiin testijaksolla joka toinen kuukausi siten, että ensimmäiset tulokset saatiin maaliskuulla ja viimeiset syyskuulla. Tuotosseurannan tulokset on otettu virallisilta tuotosseurannan raporteilta, joissa on huomioitu lypsuvälin vaikutus. Tuotosseurantanäytteistä otettiin ylös rasva- ja valkuaispitoisuudet sekä niiden välinen suhde.

### **3.4 Aineiston käsittely**

Ensimmäisenä aineistosta selvitettiin se, minkälaisia lehmiä tutkimukseen tuli mukaan ja millaista taustatietoa näistä saatiin. Kuntoluokista ja niiden vaihtelusta, tuotoksen kehitymisestä ja hedelmällisyyden tunnusluvuista koostettiin yhteenvetoja.

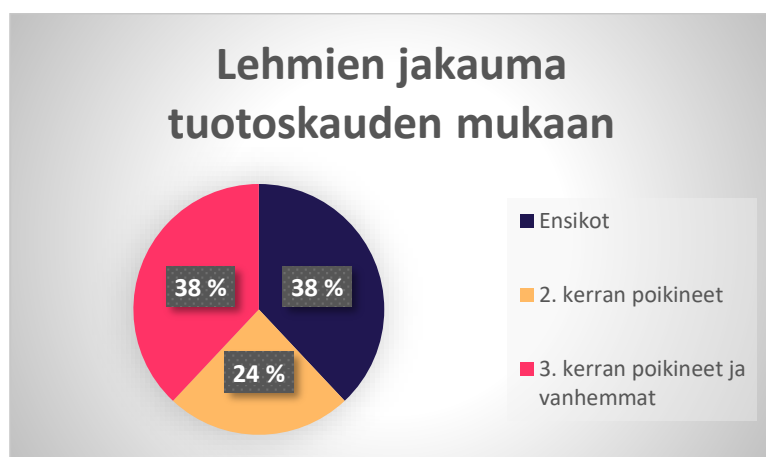
Aineiston perusteella selvitettiin, kuinka suuri osa tuloksista oli hälyttäviä. Aineistosta etsittiin yhtäläisyyksiä sekä eroja sairastuneiden ja terveiden lehmien välillä. Positiivisen testituloksen saaneista lehmistä koostettiin yhteenveto niiden sijoittumisesta eri tulosluokkiin. Tutkimuksessa positiiviseksi tulokseksi laskettiin tulos 200  $\mu\text{mol/L}$  tai suurempi.

Sairastuneista lehmistä laskettiin ketoosin keskimääräinen alkamisajankohta ja kesto. Aineiston perusteella vertailtiin ketoainetulosten yhteyksiä erilaisiin taustatekijöihin, kuten poikimaväliin, umpikauden pituuteen, kuntoluokkiin, hedelmällisyyteen ja ensikoilla poikimaikään. Aineiston avulla analysoitiin poikimisen ajan tapahtumien sekä yleisten olosuhteiden vaikutusta sairastumiseen. Tuotosseurantanäytteiden antamia rasva- ja valkuaispitoisuuksia sekä rasva-valkuaisuhdetta verrattiin lypsyrobotin ja meijerianalyysien antamiin tuloksiin.

## 4 TULOKSET

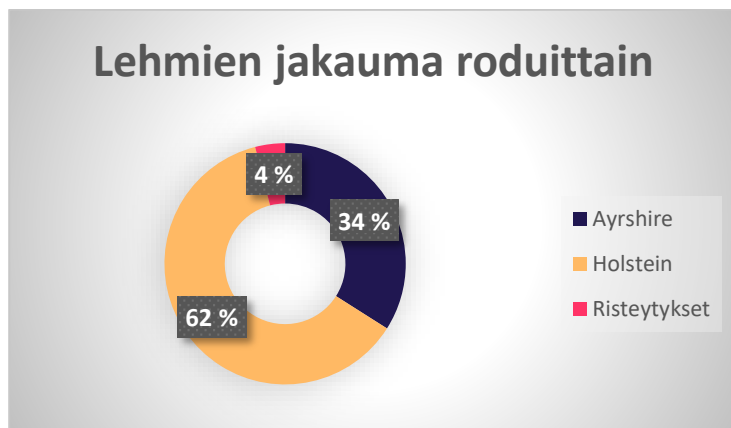
### 4.1 Tutkimukseen valikoituneet lehmät

Tutkimukseen otettiin mukaan 50 lehmää poikimisjärjestyksessä. Tällä satunnaisotannalla tutkimukseen valikoitui mukaan melko tasainen määrä eri ikäryhmien lehmiä, mikä vastaa karjan tilannetta keskimäärin (kuva 3). Ensikoita ja kolme kertaa tai useammin poikineita lehmiä tuli mukaan saman verran eli kummankin ryhmän osuus oli 38 %. Kaksi kertaa poikineiden lehmien osuus oli 24 %.



Kuva 3. Lehmien jakauma tuotoskauden mukaan.

Tutkimuksessa mukana olleista lehmistä 62 % oli rodultaan holsteineja, 34 % ayrshireja ja 4 % risteytyksiä, mikä vastaa melko hyvin karjan keskimääräistäkin rotujakaumaa (kuva 4). Tutkimuksessa terveistä eläimistä 75 % oli holsteineja.



Kuva 4. Lehmien jakauma roduittain.

#### 4.2 Kuntoluokat ja niiden kehittyminen

Tutkimukseen mukaan tulleiden kaikkien lehmien keskimääräinen kuntoluokka poikiessa oli 3,4. Ensikoiden keskimääräinen kuntoluokka oli 3,6 ja vanhempien lehmien 3,3.

#### 4.3 Päivätuotoksen yleinen kehittyminen

Poikimisen jälkeen päivätuotoksen kehittymistä seurattiin viikoittain samassa yhteydessä ketoositestin teon yhteydessä (taulukko 7). Päivätuotos nousi keskimäärin koko ajan sekä ensikoilla että vanhemmilla lehmillä ensimmäisten 35 vrk aikana. Kun poikimisesta oli kulunut 42 vrk, ensikoiden keskimääräinen tuotos laski -0,5 kg/vrk, mutta käytännössä palautui samalle tasolle. Vanhempien lehmien päivätuotos alkoi laskemaan, kun poikimisesta oli kulunut 49 vrk, ja lasku oli keskimäärin -2,4 kg/vrk.

Taulukko 7. Päivätuotoksen (kg/vrk) kehittyminen ensikoilla ja vanhemmilla lehmillä.

vrk	7	14	21	28	35	42	49	56
Ensikot (n=19)	20,4	25,3	26,4	29,3	30,7	30,2	30,8	30,4
Van- hemmat lehmät (n=31)	31,6	35	37,4	39,7	40,3	41,7	39,3	38,9

#### 4.4 Hedelmällisyyden tunnusluvut ja hajonta testiryhmässä

Tutkimusjaksolla mukana olleiden ensikoiden keskimääräinen poikimaikä oli 25,2 kk ja vaihteluväli oli melko suuri eli 22,8–29,8 kk (taulukko 8). Umpikauden pituuden hajonta oli 99 vrk ja poikimavälin hajonta 142 vrk.

Taulukko 8. Tutkimukseen mukaan valikoituneiden lehmien hedelmällisyyden tunnusluvut.

	Poiki- maikä (vrk)	Poiki- maväli (vrk)	Umpi- kauden pituus (vrk)
Tutki- muksen kes- kiarvo	756	393	55
Tutki- muksen hajonta	683– 893	341– 483	18–117

#### 4.5 Ketoosiin sairastuneiden lehmien hoito

Sairastuneita lehmiä hoidettiin testijakson aikana propyleeniglykolilla sekä niasiini-bolukilla. Propyleeniglykolilla hoidettiin kaikkia niitä lehmiä, joiden ketoainepitoisuus oli 500  $\mu\text{mol/L}$ . Propyleeniglykolia annettiin viiden vuorokauden ajan siten, että kerta-annos oli 500 ml/vrk.

Niasiini-boluksia annettiin lehmille, joiden ketoainepitoisuus oli 200  $\mu\text{mol/L}$ . Niasiini-boluksia annettiin kaksi bolusta yhtä lehmää kohden. Ensimmäisen boluksen antamisen jälkeen toinen annettiin 3 päivän kuluttua ensimmäisestä. Jos niasiini-bolukset eivät tehonneet, annettiin lisäksi propyleeniglykokuuri.

Annettu propyleeniglykoli tehosi useimmiten siten, että testitulokset laskivat luokasta 500  $\mu\text{mol/L}$  luokkaan 200  $\mu\text{mol/L}$  tai pysyivät luokassa 200  $\mu\text{mol/L}$ . Kolmella lehmällä annettu hoito ei laskenut tuloksia tai ketoositilanne uusiutui hoidon jälkeen. Nämä lehmät olivat yli kolme kertaa poikineita. Niasiini-bolukset eivät laskeneet ketoainepitoisuutta.

#### 4.6 Ketoosin yleisyys

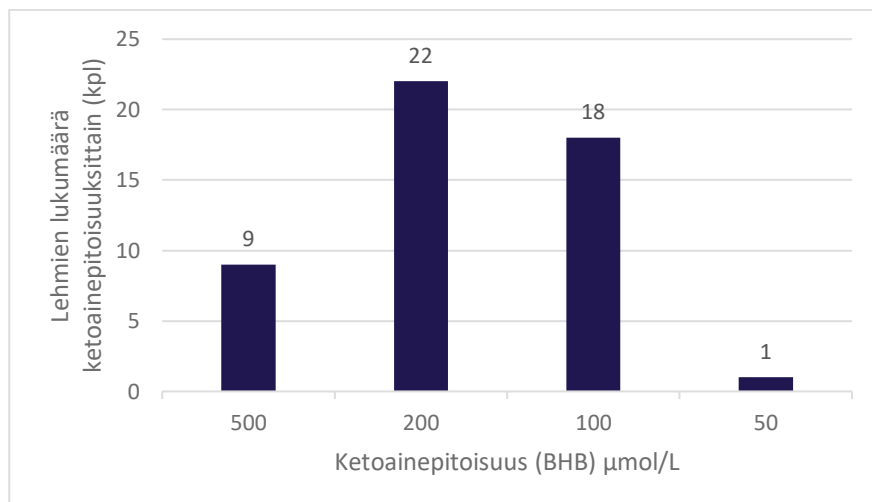
Kokonaisuutena testijakson aikana 62 % lehmistä sai hälyttävän eli positiivisen ketoositestituloksen. Lehmistä 26 %:lla positiivinen ketoositestitulos ilmeni vain kerran testijakson aikana.

Ainoastaan yksi eläin sai koko testijakson ajan tuloksen 50  $\mu\text{mol/L}$  eli varman negatiivisen tuloksen (kuva 5). Testijakson aikana 36 % lehmistä sai korkeimmillaan tuloksen 100  $\mu\text{mol/L}$  eli näiden lehmien ei katsota sairastuneen ketoosiin.

Lehmistä, jotka saivat korkeimmillaan tuloksen 100  $\mu\text{mol/L}$ , ensikoita oli 9, toisen kerran poikineita 6 ja loput 5 olivat useamman kerran poikineita. Tämän ryhmän tuloksiin liittyy eniten epävarmuutta, koska nämä lehmät ovat positiivisen ja negatiivisen tuloksen rajamailla. Jos ketoainepitoisuuksia olisi tutkittu suoraan verestä, olisivat tulokset olleet tarkemmat, mikä olisi saattanut paljastaa näidenkin lehmien joukosta positiivisia yksilöitä.

Suurin osa lehmistä eli 44 % sai testijakson aikana korkeimmillaan tuloksen 200  $\mu\text{mol/L}$ , mikä luetaan positiiviseksi piileväksi ketoosiksi (kuva 5). Huomioiden tutkimukseen mukaan tulleiden lehmien jakauman, tulosluokassa 200  $\mu\text{mol/L}$  on lehmiä melko tasaisesti joka ikäryhmästä.

Kaikista korkeimman testituloksen eli 500  $\mu\text{mol/L}$  sai testijakson aikana 18 % lehmistä (kuva 5). Tähän ryhmään päätyneet eläimet olivat tasaisesti joka ikäryhmästä. Usean lehmän kohdalla ketoosi alkoi luokasta 200  $\mu\text{mol/L}$  muuttuen lopulta luokkaan 500  $\mu\text{mol/L}$ . Pääsääntöisesti eli 55 %:lla tuloksista tulos 500  $\mu\text{mol/L}$  mitattiin vain kerran, minkä jälkeen tulokset laskivat useimmiten luokkaan 200  $\mu\text{mol/L}$ .



Kuva 5. Lehmien lukumäärä ketoainepitoisuuksittain.

#### 4.7 Ketoosin alkamisajankohta ja kesto

Lehmiä, joilla ketoosi todettiin ensimmäisten neljän viikon aikana, oli tutkimuksessa 25 kpl eli 81 %. Näillä lehmillä ketoosi kesti keskimäärin 3,48 viikkoa ja mitä aikaisemmin ketoosi alkoi, sitä pidempään ja voimakkaampana se useimmiten jatkui hoidosta huolimatta. Lehmiä, joilla ketoosi oli todettu vasta viimeisten neljän viikon aikana, oli tutkimuksessa 6 kpl eli 19 %. Tässä ryhmässä ketoositilanne kesti noin 1,5 viikkoa.

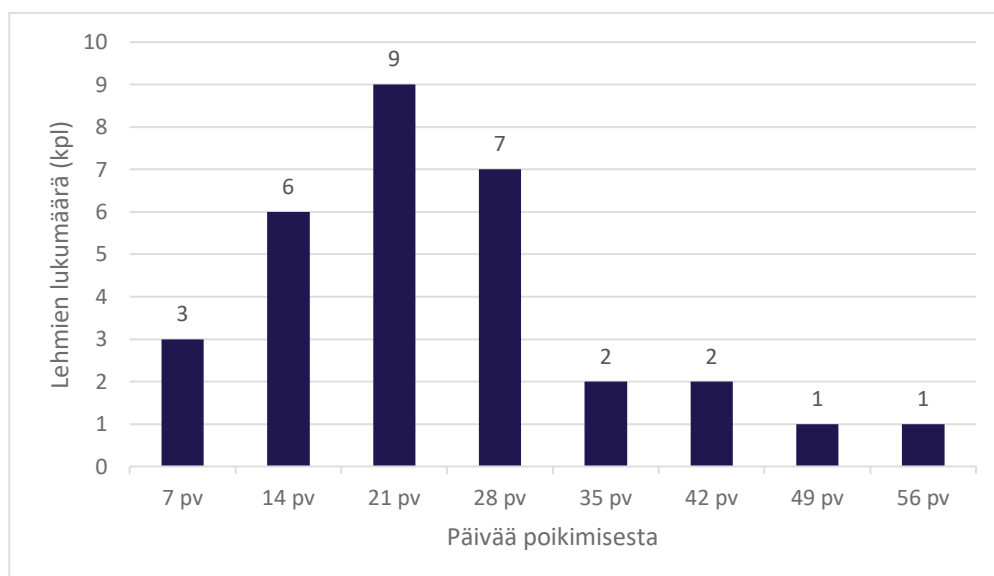
Tulos 200  $\mu\text{mol/L}$  saatiin ensimmäisen kerran keskimäärin 3,5 viikkoa poikimisen jälkeen. Puolestaan tulos 500  $\mu\text{mol/L}$  saatiin ensimmäisen kerran keskimäärin 4,9 viikkoa poikimisesta eli selvästi myöhemmin kuin tulos 200  $\mu\text{mol/L}$ .

Todetuista ketooseista suurin osa oli subkliinisiä. Kliinisiä ketoosin oireita ilmeni 29 %:lla sairastuneista, joista suurin osa oli saanut ketoainetuloksen 500  $\mu\text{mol/L}$ . Kaikkien ketoosiin sairastuneiden lehmien ketoositilanne kesti keskimäärin 3,1 viikkoa.

## 4.8 Ketoainetulosten ja muun aineiston väliset yhteydet

### 4.8.1 Ensimmäinen positiivinen ketoainetulos ja tuotoksen kehittyminen

Ensimmäisen kerran positiivinen ketoositestitulostuli useimmiten kolme viikkoa poikimisen jälkeen (kuva 6). Ketoosin ensimmäisen positiivisen tuloksen esiintyminen laski huomattavasti 4 viikkoa poikimisen jälkeen.



Kuva 6. Ensimmäinen positiivinen ketoositestitulostuli poikimisen jälkeen.

Kun lehmillä todettiin ensimmäinen positiivinen testitulostuli, oli pääsääntöisesti kaikilla havaittavissa maitotuotoksen laskua. Keskimäärin päivätuotos notkahti 4,6 kg siitä päivätuotoksesta, joka oli mitattu yhdessä viimeisen negatiivisen tuloksen yhteydessä. Tuotos palautui takaisin kahden viikon kuluessa 69 %:lla lehmistä, kun taas 29 %:lla tuotos ei palautunut testijakson aikana. Neljällä lehmällä ei tapahtunut päivätuotoksessa muutosta ketoosin ilmetessä ja kahdella päivätuotos nousi kaksi kiloa.

Kaikilla lehmillä, jotka sairastuivat testijakson aikana, korkein päivätuotoshuippu oli keskimäärin 39,7 kg/pv. Puolestaan terveillä lehmillä korkein päivätuotoshuippu oli keskimäärin 39 kg/pv. Ero on melko pieni, mutta voisiko taustalla olla se, että lehmät, jotka lähtivät heurumaan paremmin, sairastuivat ketoosiin myös todennäköisemmin. Näillä lehmillä syöntikyky ja energian saanti ei riittänyt vastaamaan tarpeeseen.

Tuotoksen laskeminen oli sitä voimakkaampaa mitä vakavampi ketoosi oli (taulukko 9). Samoin tuotoksen palautuminen kesti pidempään vakavimmin sairastuneilla. Lehmillä, joiden ketoositestitulokseksi oli 200  $\mu\text{mol/L}$ , päivätuotos laski keskimäärin 3 kg ja tuotoksen palautuminen kesti reilun viikon. Lehmillä, joiden testitulokseksi sijoittui korkeimpaan testiluokkaan eli oli 500  $\mu\text{mol/L}$ , päivätuotos laski keskimäärin 6,3 kg ja tuotoksen palautuminen kesti noin kaksi viikkoa.

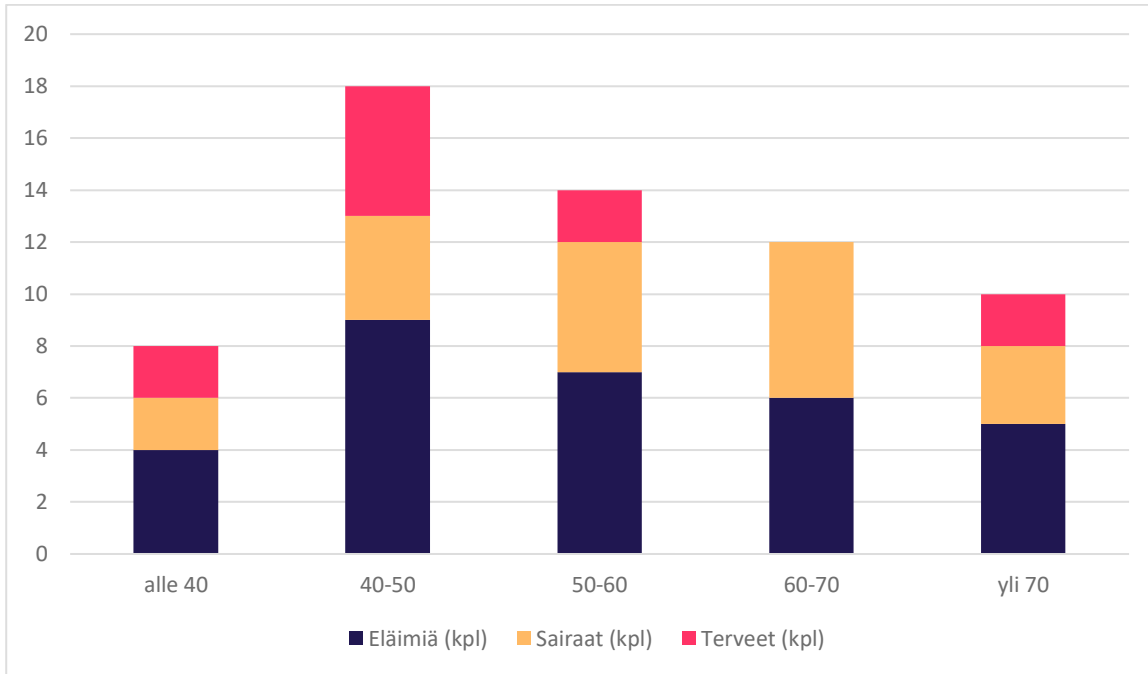
Taulukko 9. Päivätuotoksen muuttuminen sairastuessa.

Betahydroksibutyraatti ( $\mu\text{mol/L}$ )	Päivätuotoksen muutos (kg)	Päivätuotoksen palautuminen kesti (vrk)
200	-3	7
500	-6,3	14

Terveistä lehmistä 89 %:lla ei havaittu päivätuotoksessa muutosta yleisimpään ketoosin alkamisajankohtaan eli 21 päivää poikimisen jälkeen. Sairastuneilla lehmillä tuotoksen laskeminen ja tuotoshuippujen pieneneminen aiheuttavat taloudellista tappiota.

#### 4.8.2 Umpikauden pituus

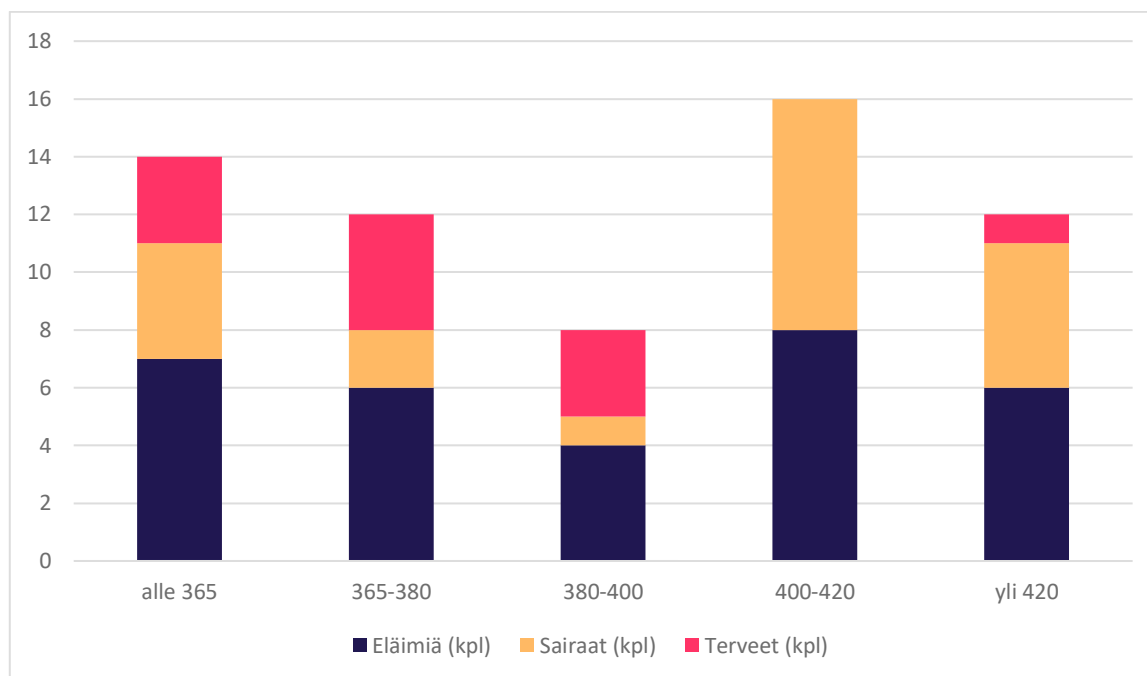
Umpikauden hajonta oli tutkimuksessa 18–117 vrk. Terveillä lehmillä keskimääräinen umpikauden pituus oli 54 vrk ja sairastuneilla 59 vrk. Tästä voidaan päätellä, että pidempi umpikausi altistaisi metabolisille ongelmille. Käytännössä umpikauden vaikutus sairastumisriskiin oli kuitenkin melko pieni (kuvio 2). Hajonnan ääripäissä olevilla lehmillä ei huomattu merkittävää eroa sairastumisriskissä.



Kuvio 2. Umpikauden vaikutus sairastumiseen.

#### 4.8.3 Poikimavälin pituus

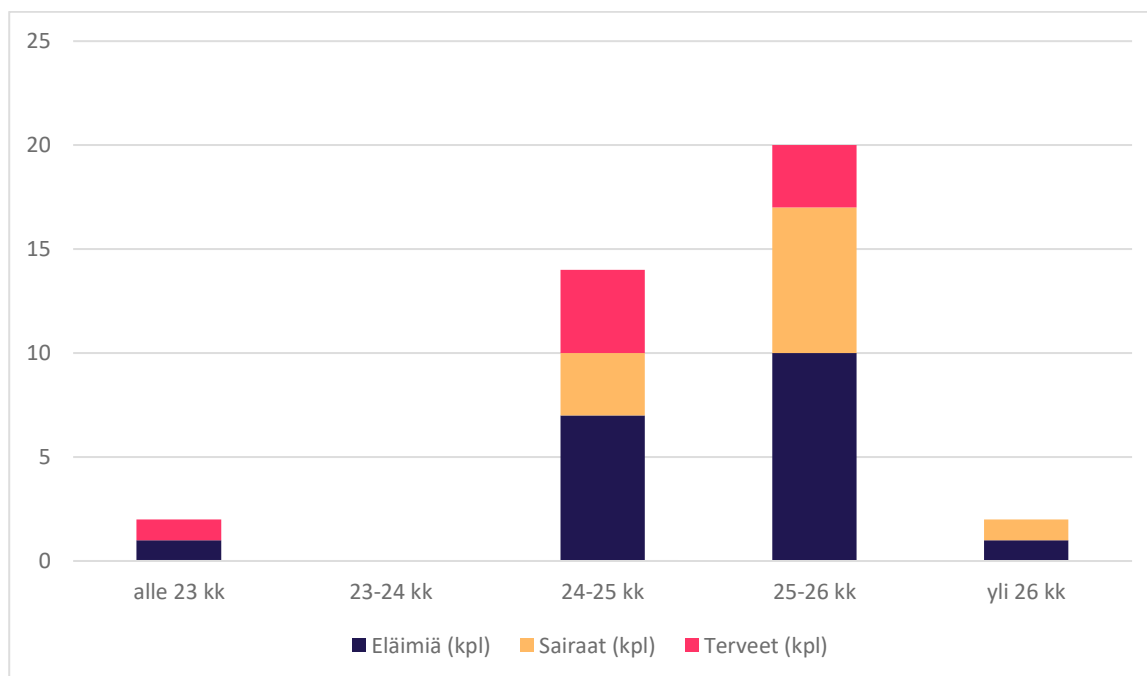
Tutkimuksessa poikimavälin hajonta oli 341–483 vrk. Tutkimuksessa terveillä lehmillä poikimaväli oli keskimäärin 381 vrk ja sairailta 400 vrk eli ero oli keskimäärin 19 vrk. Tämä ero on jo merkittävä ja sen perusteella ketoosille altistaisi pidempi poikimaväli. Riski sairastumiselle nousi merkittävästi, kun poikimaväli nousi yli 400 vrk:n (kuvio 3). Lehmien sairastumistodennäköisyys oli samanlainen hajonnan kummassakin ääripäässä, mutta pisimmän poikimavälin lehmällä ketoositilanne kesti kaksi viikkoa pidempään kuin keskimäärin.



Kuvio 3. Poikimavälin vaikutus sairastuneisuuteen.

#### 4.8.4 Ensikoiden poikimaikä

Ensikoilla, jotka eivät tutkimuksessa sairastuneet, poikimaikä oli keskimäärin 742 vrk eli 24,7 kk. Sairastuneilla ensikoilla poikimaikä oli 766 vrk eli 25,5 kk. Eroa keskiarvojen välille syntyi 24 vrk ja 0,8 kk. Tuloksista on pääteltävissä, että vanhempana poikivat ensikot ovat alttiimpia ketoosille. Sairastumisriski kasvoi selvästi, kun poikiminen tapahtui yli 25 kuukauden iässä (kuvio 4). Vanhimmalla ensikolla ketoositilanne kesti koko tutkimusjakson ajan. Kuntoluokissa ei havaittu muutoksia poikimaiän vaihdellessa, eikä sillä ollut vaikutusta sairastumistodennäköisyyteen.



Kuvio 4. Poikimäen vaikutus sairastumiseen.

#### 4.8.5 Kiimojen alkamisajankohta

Kiimat alkoivat tutkimuksen lehmillä keskimäärin 48 vrk poikimisen jälkeen, pois lukien lehmät, jotka vaativat hormonihoitoa. Terveillä vanhemmilla lehmillä ensimmäinen näkyvä kiima oli keskimäärin 9 vrk aikaisemmin kuin vastaavan ryhmän sairastuneilla (taulukko 10). Terveillä ensikoilla ensimmäiset näkyvät kiimat olivat keskimäärin 5 vrk aikaisemmin kuin sairastuneilla ensikoilla.

Taulukko 10. Kiimojen alkaminen poikimisen jälkeen (vrk).

Terveet		Sairastuneet	
Ensikot (n=8)	Muut lehmät (n=11)	Ensikot (n=11)	Muut lehmät (n=20)
37	47	42	56

Terveistä lehmistä yksikään ei tarvinnut hormonihoitoa testijakson aikana, mutta ketoosiin sairastuneista neljä lehmää jouduttiin hormonihoitamaan. Kaksi hoidetuista kärsi hiljaisesta kiimasta ja pysyvästä keltarauhasesta. Toiset kaksi hoidettiin munasarjarakkuloista.

#### 4.8.6 Poikimisen ajan tapahtumien ja poikimisajankohdan vaikutus sairastumiseen

Poikimisen aikaisia ongelmia oli testijakson aikana melko vähän, eikä niillä havaittu merkittävää vaikutusta ketoosiin esiintyvyyteen. Utaretulehduksilla ja juoksutusmahan kiertymillä oli tässä tutkimuksessa usein ketoosille altistava vaikutus. Näitä lehmiä oli tutkimuksessa mukana kuitenkin vain 7 kpl, joista 5 sairastui.

Touko-heinäkuun välillä poiki 27 lehmää, joista 20 sairastui. Maalis-huhtikuun välillä poiki 23 lehmää, joista 10 sairastui.

#### 4.8.7 Kuntoluokkien yhteys ketoosiin

Kokonaisuudessaan kuntoluokat vaihtelivat melko vähän sekä sairailta että terveillä lehmillä tutkimusjakson aikana. Kuntoluokalla poikiessa tai tutkimusjakson aikana ei havaittu suurta vaikutusta ketoosiin sairastumisessa.

Sairastuneilla lehmillä kuntoluokka oli tutkimusjakson aikana keskimäärin 3,39. Puolestaan terveillä lehmillä kuntoluokka oli keskimäärin 3,1, eikä noussut pääsääntöisesti yli 4. Terveillä sekä sairastuneilla ensikoilla kuntoluokka oli keskimäärin 3,6.

Lehmillä, joilla ketoosi alkoi ensimmäisten neljän viikon aikana, kuntoluokka oli tutkimusjakson aikana 0,45 pienempi kuin myöhemmin sairastuneilla (taulukko 11). Käytännössä ero oli melko pieni. Viimeisten neljän viikon aikana sairastuneiden lehmien kuntoluokka oli tutkimusjakson aikana korkeampi, mutta silti näiden sairastumistodennäköisyys oli pienempi.

Taulukko 11. Kuntoluokan yhteys ketoosin alkamisajankohtaan.

Kuntoluokka	3,3	3,75
Alkamisajankohta	Alle 4 vk	Yli 4 vk
Sairastuneiden lehmien osuus %	81	19

Ainoastaan kahdella tutkitulla lehmällä kuntoluokka laski merkittävästi tutkimusjakson aikana eli noin -0,5–1. Toisella näistä piilevä ketoosi muuttui kliiniseksi ja ensimmäinen tulos

viikon päästä poikimisesta oli jo positiivinen. Ketoositilanne jatkui 7 viikkoa poikimisen jälkeen, minkä aikana lehmää hoidettiin kolmesti propyleeniglykolikuurilla ja kerran utaretulehduksesta antibiootihoidolla. Toinen lehmistä sairastui juoksutusmahan kiertymään, jonka takia se leikattiin kaksi viikkoa poikimisen jälkeen. Syönti säilyi alhaisena kaksi viikkoa leikkauksesta.

## **4.9 Ketoosin tunnistaminen eri seurantamenetelmillä**

### **4.9.1 Rasva-valkuaissuhde lypsyrobotin ja tuotosseurannan näytteissä**

Rasva-valkuaissuhde voidaan määrittää yksittäiselle lehmälle, tankkimaidolle tai jollekin tietylle eläinryhmälle (Karlström, 2017). Tavoitearvo rasva-valkuaissuhteelle on 1,2–1,4. Suhdeluku kertoo karkearehun ja väkirehun syönnistä sekä niiden osuuksista ruokinnassa. Suhteen noustessa yli 1,4:än lehmä kärsii energianvajeesta ja hajottaa omia kudoksiaan energiaksi. Kun suhdeluku laskee alle 1,2:en, saattaa riskinä olla hapanpötsi ja syynä liian pieni karkearehun syönti suhteessa väkirehuun. Tällaisia lehmiä löytyi tutkimuksessa tuotosseurantanäytteiden perusteella 5 kpl. Syy saattaa löytyä säilörehun laadusta, riittävyydestä, tasapuolisuudesta, ilman laadusta tai veden saannista.

Rasva-valkuaissuhteen tuloksien tulkinnassa käytettiin samaa ketoosin suhdelukua eli 1,4:ää, vaikka lypsyroboti antaa ketoosihuomautuksen vasta, kun raja-arvo 1,5 ylittyy (taulukko 12; Mälkiä, 2023). Jos lypsyrobotin mittauksista olisi huomioitu vain ne tulokset, jotka ylittivät 1,5, olisi positiivisen ketoositestituloksen saanut vain 6 lehmää eli tällä menetelmällä olisi löydetty vain 19 % sairastuneista.

Tuotosseurantanäytteiden tuloksia verrattiin lähimpään ketoositestitulokseen ja lypsyrobotin antamaan tulokseen, joka on samalta päivältä kuin ketoositestituloksesta (taulukko 12). Ketoositestin kanssa yhteneväisiä tuloksia tuli lypsyrobotin mittauksissa 8 kpl enemmän kuin tuotosseurantanäytteissä.

Tulosten perusteella ketoosi jäi havaitsematta lypsyrobotin rasva-valkuaissuhteen perusteella 6 lehmällä eli 12 %:lla enemmän kuin tuotosseurannan rasva-valkuaissuhteen perusteella (taulukko 12).

Puolestaan tuotosseurannan tuloksien mukaan vääriä positiivisia tuloksia tuli 13 kpl enemmän kuin lypsyrobotin mittausten perusteella (taulukko 12). Jos ajatellaan, että tuotosseurantanäyte olisi tarkempi kuin ketoositesti, silloin ketoositestillä havaitsematta jääneitä ke-tooseja olisi ollut 15 kpl eli melko paljon.

Taulukko 12. Tuotosseurannan ja lypsyrobotin rasvavalkuaissuhteiden tarkkuus verratta-essa ketoositestin tuloksiin.

	Tuotosseuranta		Lypsyrobotti	
	kpl	%	kpl	%
Tunnistettu ketoosi yhte-neväisesti ketoositestin kanssa	30	60	38	76
Väärä positiivinen tulos	15	25	2	4
Väärä negatiivinen tulos	4	8	10	20

#### 4.9.2 Rasva- ja valkuaispitoisuus sekä niiden muutokset lypsyrobotin mittauksissa

Terveillä lehmillä maidon rasvapitoisuus oli lypsyrobotin mittausten mukaan keskimäärin 4,32 % yleisimmässä ketoosin alkamisajankohdassa eli 21 päivää poikimisen jälkeen. Vastaavasti sairastuneilla lehmillä rasvapitoisuus oli sairastuessa keskimäärin 4,79 % eli selvästi suurempi.

Maidon rasvapitoisuus kertoo rehuannoksen karkearehu-väkirehusuhteesta (Nousiainen ym., 2010, s. 122). Maitorasvaa muodostetaan etikka- ja voihaposta (Karlström, 2017). Niitä lehmä saa kuitua hajottavilta mikrobeilta. Jos kuidun saanti on liian alhaista, lehmältä puuttuu maitorasvan raaka-aineita ja maidon rasvapitoisuus voi laskea jopa alle 3,8. Tällaisen tuloksen sai tutkimuksen tuotosseurantanäytteissä 4 tervettä lehmää. Käytännössä tämä ei kuitenkaan ollut merkittävä ongelma.

Maidon valkuaispitoisuus oli sairailta sairastumishetkellä ja terveillä 21 päivää poikimisen jälkeen hyvin samankaltainen eli noin 3,80 %. Pötsimikrobit tuottavat valkuaista ureasta ja

ammoniakista (Hulsen & Aerden, 2014, s. 11; Karlström, 2017). Kun energiaa on liian vähän, pötsimikrobit alkavat polttamaan valkuaista energianlähteenä. Tämän seurauksena maidon valkuaispitoisuus voi laskea jopa alle 3,2:en. Tutkimuksen tuotosseurantanäytteiden perusteella 6 tervettä ja 9 sairasta lehmää sai tällaisen tuloksen tutkimusjakson aikana. Tämä sisältää sekä sairaista että terveistä lehmistä noin kolmanneksen, minkä perusteella alhaista energian saantia ei voida pitää todennäköisimpänä syynä alhaiselle valkuaispitoisuudelle.

Ruokinnallisista tekijöistä maidon valkuaispitoisuuteen vaikuttavat eniten energian saanti ja karkearehun laatu sekä syönti (Nousiainen ym., 2010, s. 121). Aminohapoilla on ruokinnassa aminogeeninen vaikutus eli ne lisäävät maidon valkuaispitoisuutta (Hulsen & Aerden, 2014, s. 64). Hyvä valkuaispitoisuus nostaa maidon rahallista arvoa (Karlström, 2017).

Ketoosiin sairastuttaessa ja ensimmäisen positiivisen testituloksen aikaan lypsyrobotin mitaamissa rasva- ja valkuaispitoisuuksissa oli havaittavissa muutoksia. Osalla lehmistä rasvapitoisuus nousi ja osalla laski. Valkuaispitoisuus laski lähes kaikilla lehmillä. Keskimäärin rasvapitoisuus laski -0,09 ja valkuaispitoisuus -0,19 prosenttiyksikköä.

Terveillä lehmillä rasva- ja valkuaispitoisuuksien muutosta tarkasteltiin ajankohdassa, jossa ketoosi keskimäärin sairastuneilla alkoi eli 21 päivää poikimisen jälkeen. Terveillä lehmillä rasvapitoisuuden lasku oli keskimäärin -0,38 yksikköä eli selvästi enemmän kuin ketoosiin sairastuneilla. Valkuaispitoisuuden muutos oli melko samanlainen kuin sairastuneillakin lehmillä. Keskimääräinen valkuaispitoisuuden lasku oli -0,15 prosenttiyksikköä. Lisäksi terveistä lehmistä kuudella ei havaittu pitoisuuksissa merkittävää muutosta kyseisessä ajankohdassa, kun taas kaikilla sairastuneilla tapahtui jonkinasteinen muutos pitoisuuksissa.

Terveillä lehmillä rasvapitoisuuden lasku oli selvästi suurempi kuin sairailta. Ketoosissa rasvapitoisuus nousee ja pysyy korkealla, minkä vuoksi lasku on todennäköisesti ollut sairailta alhaisempi (Perasto, 2020).

#### 4.10 Tuotosseurantanäytteiden, lypsyrobotin mittausten ja meijerin analyysien väliset erot maidon pitoisuuksissa

Tuotosseurantanäytteet otettiin tutkimusjakson aikana kerran jokaiselta lehmältä. Pitoisuuksien vertailussa otettiin huomioon tuotosseurantanäytteiden kanssa samoihin aikoihin otetut lypsyrobottien mittaukset sekä meijerin keskimääräiset analyysit koko tutkimusjakson ajalta. Lypsyrobotin mittauksissa ja tuotosseurantanäytteiden oton välissä on ollut muutama päivä lehmän näytteenottoajankohdan mukaan.

Valkuaispitoisuus oli tutkimusjakson aikana samanlainen sekä meijerin analyyseissä että tuotosseurantanäytteissä (taulukko 13). Lypsyrobotin mittauksissa maidon valkuaispitoisuus oli korkeampi. Meijerimaidon analyyseissä ja lypsyrobotin mittauksissa rasvapitoisuus oli melko samankaltainen, mutta tuotosseurannan rasvapitoisuus oli merkittävästi korkeampi.

Taulukko 13. Koko tutkimusjakson keskimääräiset rasva- ja valkuaispitoisuudet eri analyysimenetelmillä.

	Tuotosseuranta- näytteet	Lypsyrobotin mit- taukset	Meijerimaidon ana- lyysit
Rasva%	5,08	4,57	4,44
Valkuainen%	3,41	3,76	3,41

## 5 POHDINTA

### 5.1 Lypsävien lehmien ruokinta ja sen kehittäminen

#### 5.1.1 Energian tarve ja saanti

Lypsylehmien energian tarpeessa lasketaan yhteen ylläpidon ja maidontuotannon vaikutus (Luonnonvarakeskus, i.a.). Tarvittaessa huomioidaan elopainon muutos ja tiineytlisä. Aineiston mukaan päivätuotos oli korkeimmillaan keskimäärin 39 kg/vrk eli silloin energiantarve olisi 267 MJ/pv, jos oletetaan, että lehmät painavat keskimäärin 650 kg (Luonnonvarakeskus, i.a.). Ensikoilla tuotoshuippu oli 30,7 kg ja vanhemmilla lehmillä 41,7 kg. Tällä päivätuotoksella ensikoiden energiantarve olisi 224 MJ/pv ja vanhemmilla lehmillä 281 MJ/pv.

Käytännössä energian saantia oli tutkimuksessa vaikea laskea, koska ruokintasuunnitelma ja rehuresepti sisältävät kaikissa tuotosvaiheissa olevia lehmiä. Lisäksi seosrehun syöntimääriä tai syönnin kehitystä ei pystytty arvioimaan yksilöllisesti tarkasti. Robotilta annettavan väkirehun syöntimäärät ovat parhaiten tiedossa. Tarjotut väkirehumäärät syötiin kokonaan lähes poikkeuksetta tutkimusjakson aikana.

#### 5.1.2 Säilö- ja väkirehujen vaikutus ruokinnassa

Ketoosin ennaltaehkäisyssä painottuu säilörehun laatu ja jokaiselle eläinryhmälle sopiva karkearehu, mikä edellyttää rehujen säännöllistä analysointia, ruokinnan suunnittelua sekä huolellista säilöntää (Perasto, 2020; Sairanen, 2020). Virheikäyminen heikentää rehun valkuaisen laatua, pienentää energia-arvoa, kuluttaa sokereita sekä heikentää rehun laatua kokonaisvaltaisesti ja altistaa pötsiongelmille (Kyntäjä ym., 2010b, s. 84).

Pääsääntöisesti heinäkasveilla ensimmäisen sadon sulavuus on paras (Jaakkola, 2010a, s. 61–63). Jälkisadoissa kuolleiden kasvinosien, kasvitautien ja sulamattoman kuidun määrä kasvaa. Orgaanisen aineen sulavuus eli D-arvo on tärkein energia-arvon mittari karkeissa rehuissa (Rinne & Nousiainen, 2010, s. 77). Lisäksi D-arvo kertoo rehun

valkuaisarvoista. Tilalla säilörehuissa toisen sadon energiapitoisuus on hieman alhainen, muuten rehut vaikuttavat analyysien perusteella hyviltä.

Väkirehu olisi hyvä jakaa useammassa erässä ja ruokinnan valkuai-  
stasoa voidaan laskea, jos lehmä mobilisoi omia kudoksiaan liiallisesti energian lähteenä (Nousiainen ym., 2010, s. 130). Jos rehuannoksen kuiva-aineesta yli 60 % koostuu väkirehusta, mikrobivalkuaisen tuotanto pötsissä heikkenee, koska kuidun sulatus hidastuu (Vanhatalo, 2010, s. 32). Pötsistä eteenpäin siirtyvästä valkuaisesta keskimäärin yli 60 % on mikrobivalkuaista. Rehuannokseen lisätty valkuaislisä parantaa syöntiä ja sen myötä energian saantia. Hyvälaatuinen valkuaislisä ohittaa pötsin hajoamatta ja siirtyy ohutsuoleen, mikä parantaa aminohappojen saantia. Tilalla väkirehuprosentti on noin 50 %, eikä tutkimuksen perusteella ole tarvetta muuttaa väkirehuja tai niiden määriä merkittävästi.

Jos mahdollista, lypsylehmät voitaisiin jakaa kahteen ruokintaryhmään, joista toinen olisi suunniteltu alkulypsykauden lehmille ja toinen muille lypsäville (Maito ja Me, 2018). Alkulypsykaudella olevien appeen tulisi sisältää runsaasti energiaa, mutta se lihottaisi matalatuottoisia lehmiä, jolloin näille tulisi olla oma kevyempi ape. Käytännössä tämä olisi tilalla haastavaa, minkä vuoksi lehmien energiansaantia pystyttäisiin säätämään lähinnä lypsyrobotin rehujen sekä niiden määrin avulla.

### 5.1.3 Erikoisrehut

Ruokinta-automaateissa korkeatuottoisia lehmiä voidaan ruokkia mahdollisuuksien mukaan useammalla väkirehulla sekä antaa erillistä nestemäistä energialisää, esimerkiksi propyleeniglykolia (Maito ja Me, 2018). Myös glyserolia, natriumpropionaattia tai natriumlaktaattia voidaan käyttää (Perasto, 2020). Nämä aineet toimivat myös glukoosin esiainena, mutta tutkituin ja tehokkain on kuitenkin propyleeniglykoli. Lisäksi ainakin glyseroli tulisi annostella suoraan juoksutusmahaan, etteivät pötsimikrobit hajota sitä.

Väkirehuissa rasvaa voidaan teollisella käsittelyllä suojata, mikä estää rasvan hajoamisen pötsissä (Jaakkola, 2010b, s. 74). Näin pötsimikrobit eivät häiriinny rasvahapoista, eikä rasvahapot muunnu pötsissä vääränlaisiksi. Suojatun rasvan lisäämisellä tavoitellaan rasvahappojen imeytymistä vasta ohutsuolesta ja lehmän rasvahappojen sekä energian

saannin lisäämistä. Suojattu rasva sisältää energiaa kaksi kertaa enemmän kuin hiilihydraatit ja valkuainen (Maito ja Me, 2018).

Suojattujen aminohappojen lisäämisellä on tarkoituksena lisätä tiettyjen aminohappojen saantia suojaamalla aminohappoja pötsihajotukselta (Jaakkola, 2010b, s. 74). Hiivoja lisäämällä voidaan tehostaa pötsimikrobien toimintaa ja estää maitohapon kertymistä pötsiin (Jaakkola, 2010b, s. 74). Lisäämällä natriumbikarbonaattia pyritään säätelemään pötsin pH:ta ja siten parantamaan pötsimikrobien toimintaa.

Niasiinilla pyritään ehkäisemään kudosasvan mobilisaatiota ja ketoaineiden muodostumista (Jaakkola, 2010b, s. 74). Niasiini vähentää rasvakudoksen lipolyysiä. Propionaatin metaboliassa niasiinilla ja koboltilla on tärkeä merkitys (Pyörälä & Tiihonen, 2005b). Koliinilla ja betaiinilla ehkäistään maksan rasvoittumista ja tehostetaan maksan toimintaa (Jaakkola, 2010b, s. 74).

Käytännössä helpoin lisäenergian muoto tällä tilalla olisi nestemäisen lisäenergian, kuten propyleeniglykolin, käyttö lypsyrobotilla. Myös suojatun rasvan lisääminen voisi olla vaihtoehto, koska se sisältää paljon energiaa, eikä se heikennä pötsimikrobien toimintaa (Maito ja Me, 2018). Energiatäydennyksen tarve on tutkimuksen tulosten perusteella suurin ensimmäisten 4 viikon aikana poikimisesta.

#### **5.1.4 Syönnin merkitys ja syöntiin vaikuttavat asiat**

Lypsylehmällä tavoitellaan mahdollisimman korkeaa syöntiä, koska se mahdollistaa hyvän energian saannin ja siten tavoitellun tuotoksen (Hulsen & Aerden, 2014, s. 12). Lypsävän lehmän kuiva-aineen syöntikyky on keskimäärin 20–25 kg ka/pv, josta 45 % koostuu väkirehusta ja loput karkearehusta (Kyntäjä ym., 2010a, s. 46). Tilalla seurantalaskelmassa ja ruokintasuunnitelmassa kuiva-aineen syönniksi on arvioitu 21–22 kg.

Rehun hajoamisnopeus vaikuttaa pötsin terveyteen ja siten syöntiin (Hulsen & Aerden, 2014, s. 12). Jos rehu sulaa liian hitaasti eli se sisältää paljon sulamatonta kuitua, energian saanti on riittämätöntä, koska syöntikyky täyttyy ennen energian tarpeen täyttymistä. Alkulypsykaudella nopeasti kasvavan maitotuotoksen aiheuttamaa energiavajetta voidaan

torjua kasvattamalla väkirehun määrää ja tarjoamalla energiapitoisia karkearehua sekä erikoisrehuja (Maito ja Me, 2018). Jos rehu puolestaan sisältää paljon nopeasti hajoavaa tärkkelystä ja sokereita, seurauksena voi olla hapan pötsi, syömättömyys, ravinteiden heikentyminen imeytyminen ja löysä uloste.

Lehmän syöntiin vaikuttavat sekä säilörehun että väkirehun syönti-indeksit (Kyntäjä ym., 2010a, s. 39). Säilörehussa keskeisimpinä vaikuttavat D-arvo, säilöntälaatu, kuiva-aine ja kuitupitoisuus. Kuiva-aineella on käyräviivainen vaikutus syöntiin ja optimaalisin taso on silloin, kun säilörehun kuiva-ainepitoisuus on noin 420 g/kg (mts. 42). Tilalla kuiva-ainepitoisuudet ovat selvästi tätä alhaisemmat. Kuiva-ainepitoisuus tilalla vaihtelee välillä 240–340 g/kg, mikä saattaa vähentää syöntiä.

D-arvon noustessa eli sulavuuden parantuessa ja säilöntälaadun ollessa hyvä, syönti kasvaa (Kyntäjä ym., 2010a, s. 39). Säilörehun syöntiominaisuuksiin vaikuttavat kasvilaji ja se, minkä sadon rehu on kyseessä. Tilan säilörehut ovat säilönnällisiltä ominaisuuksiltaan pääsääntöisesti hyviä, mutta toisen sadon säilörehussa sokeripitoisuus on alhainen. Lisäksi toisessa sadossa D-arvo ja ensimmäisessä sadossa kuitupitoisuus ovat alhaisia. Rehuja syötetään seoksena, jolloin nämä vaikutukset pienevät.

Väkirehun syöntiin vaikuttavat sen määrä sekä koostumus (Kyntäjä ym., 2010a, s. 39). Koostumuksessa erityisesti valkuaisen, hajoavan valkuaisen, rasvan ja kuidun osuus vaikuttavat.

Ruokinnan tulisi perustua vapaaseen syöntiin, jotta saavutettaisiin mahdollisimman korkea syönti (Nousiainen ym., 2010, s. 120). Ruokinnan katsotaan olevan vapaata, kun rehujätettä syntyy 5–10 % päivittäisestä rehuannoksesta. Syömättömät jätteet tulee poistaa (Kyntäjä ym., 2010a, s. 41).

Yksilön ominaisuuksista syöntiin vaikuttavia seikkoja ovat lehmän koko, ikä, jalkaterveys, lypsykauden vaihe ja tuotantokyky (Kyntäjä ym., 2010a, s. 39). Yleisistä olosuhteista vaikuttavat lämpötila, ruokintapöydällä olevan rehun määrä, rehun jakokertojen määrä päivässä sekä syöntiaika ja -tila. Syöntitilaa tulisi olla 75 cm/lehmä ja umpilehmillä 85 cm/lehmä (Perasto, 2020; Kyösti, 2021). Oikein suunniteltu eläinliikenne, ruokinta ja

makuupaikat pitävät yllä stressittömyyttä, mikä edesauttaa parempaa syöntiä ja siten pienentää ketoosiriskiä.

Lypsyssä olevien lehmien syöntitila eläintä kohden on tällä hetkellä tilalla 65 cm, mikä on 10 cm vähemmän kuin suositus (Hulsen & Aerden, 2014, s. 18; Perasto, 2020). Lypsylehmäosastot ovat tilalla täynnä, vaikka vapaita paikkoja tulisi olla 10 % enemmän kuin lehmä. Vähentämällä eläinmäärää voitaisiin varmistaa, että lehmien ei tarvitse kilpailla rehusta.

### 5.1.5 Mittarit ruokinnan seurantaan

Vakioitua päivätuotosta hyödynnetään ruokinnan seurantalaskelmassa ja sen perusteella arvioidaan lehmien rehunsyöntikykyä tulevaisuudessa ruokintasuunnitelmissa (Nousiainen ym., 2010, s. 125). Jos toteutunut tuotos on vakioitua päivätuotosta korkeampi, on ruokinta silloin kunnossa. Jos vakioitu päivätuotos on toteutunutta tuotosta suurempi, löytyy ruokinnasta tai rehujen laadusta todennäköisesti ongelmia. Tilalla vakioitu päivätuotos oli lähes sama kuin päivätuotos keskimäärin, mikä ei anna viitteitä vääränlaisesta ruokinnasta. Vertailussa on mukana kuitenkin kaikki eri tuotosvaiheiden lehmät, jolloin alkulypsykauden lehmistä ei voida tämän perusteella tehdä suuria päätelmiä.

Ruokintasuunnitelman lisäksi havaintoja ruokinnan onnistumisesta voidaan tehdä lehmän karvan laadun, kuntoluokan, pötsin täyteyden, eläimen puhtauden ja ulosteen koostumuksen perusteella (Nousiainen ym., 2010, s. 117). Pötsin täyteisyys, kuntoluokitus ja ulosteen koostumus ovat käytännössä olleet ne keinot, joilla syömistä seurattiin tutkimusjakson aikana.

Pötsin täyteisyyden perusteella arvioidaan lehmän syöntimäärää viimeisten tuntien aikana (Nousiainen ym., 2010, s. 118). Lehmän takaa päin katsottuna pötsi on vasemmalla puolella. Jos poikkihaarakkeiden alapuolella on kärkikolmio, syönti ei ole ollut riittävää. Tyhjä pötsi voi kertoa myös rehun liian nopeasta pötsihajoavuudesta. Pääsääntöisesti vajaita pötsejä ei havaittu tutkimuksen aikana.

Ulosteen koostumuksessa erityisesti kuidun määrää kannattaa seurata (Nousiainen ym., 2010, s. 117; Hulsen & Aerden, 2014, s. 56). Ulosteen tulisi molskahdella lattialle lievälle kasalle. Saapastestissä sopivasta ulostekasasta ei tartu ulostetta saappaaseen, eikä saappaasta jää jälkeä ulosteeseen. Juokseva ja liian löysä uloste kertoo liian alhaisesta kuidun määrästä. Ulosteen koostumus vaihteli tutkimuksen aikana. Lehmillä, jotka saivat tuloksen 500  $\mu\text{mol/L}$ , uloste oli melko kuivaa. Kun ketoositulos laski luokkaan 200  $\mu\text{mol/L}$ , uloste muuttui pääsääntöisesti normaaliksi. Lehmillä, joilla mitattiin happamaksi pötsiksi luokiteltavia rasva-valkuaisuhteita, uloste oli ajoittain liian löysää.

Tavoiteltava kuntoluokka poikiessa on 3,5 ja kuntoluokka saa laskea enimmillään 0,5 yksikköä poikimisen jälkeen (Nousiainen ym., 2010, s. 118). Kuntoluokitus on konkreettinen ruokinnan mittari, joka tulisi tehdä kolmesti lypsykauden aikana siten, että ensimmäinen luokitus tehdään poikimisen aikaan, seuraava 2–3 kk poikimisen jälkeen ja kolmas ennen umpeutusta (Nousiainen ym., 2010, s. 118).

Kuntoluokitus tehtiin tutkimuksessa silmämääräisesti, joten sen luotettavuuteen liittyy epävarmuus sen onnistumisesta. Tehdyn kuntoluokituksen perusteella terveillä lehmillä kuntoluokka oli lähempänä 3:a kuin sairastuneilla. Ero ei kuitenkaan ollut kovin merkittävä. Terveillä ja sairailta ensikoilla kuntoluokka oli keskimäärin samanlainen eli 3,6. Tutkimuksessa kuntoluokat olivat lähellä tavoitetta, ensikoilla hieman korkeampi ja vanhemmilla lehmillä hieman pienempi kuin tavoite. Kuntoluokkien muuttumisessa pysyttiin tavoitteessa, eli kuntoluokat muuttuivat hyvin vähän tutkimuksen aikana. Tämän perusteella energian saanti olisi riittävää. Positiivisten ketoositestitulosten perusteella alkulypsykauden lehmillä energiavajetta ilmeni kuitenkin merkittävästi.

Tutkimusten tulosten jälkeen mietityttämään jäi, kuinka korkea kuntoluokka hiehona vaikuttaa tulevilla lypsykausilla, vaikka ensikkona suuria ongelmia ei vielä olisikaan ollut. Tämä vaatisi jatkotutkimuksia. Tutkimuksessa ei ole pystytty toteamaan kuntoluokan muuttamista loppulypsykaudella tai umpikaudella, mikä saattaisi näkyä tuloksissa.

## 5.2 Umpilehmien ruokinta ja umpikauden pituus

### 5.2.1 Energian tarve

Umpilehmien energian tarpeessa huomioidaan ylläpidon ja tiineyden vaikutus (Luonnonvarakeskus, i.a). Umpilehmän, joka painaa 650 kg, energian tarve 8. tiineyskuukaudella on 85 MJ/pv. Vastaavasti 9. kuukaudella tarve on 100 MJ/pv. Umpilehmien energian tarve on umpikaudella keskimäärin 90 MJ ME/päivä, jos tiineyskuukausien mukaan ei ole mahdollista lehmää eritellä (Palmio ym., 2016, s. 41).

Jos umpilehmät ovat kaikki samassa ryhmässä, on niiden dieetin energiapitoisuussuositus 9 MJ/kg ka (Hulsen & Aerden, 2014, s. 66). Jos umpilehmät ovat sijoitettuna kahteen erilliseen ryhmään, jotka ovat umpilehmät ja tunnutettavat lehmät, on tällöin umpilehmien dieetin energiapitoisuus suositus 8–9 MJ/kg ka ja tunnutettavien umpilehmien 10 MJ/kg ka.

Umpilehmien seurantalaskelman mukaisesti umpilehmien energian saanti tilalla olisi 82 MJ/pv ja dieetin energiapitoisuus 11,6 MJ/kg ka (taulukko 6). Seurantalaskelmassa on käytetty rehumääriä, jotka automaattiruokkija on eläinryhmälle jakanut. Seurantalaskelman perusteella energian saanti olisi jopa liian alhaista, vaikka dieetin energiapitoisuus on suhteessa korkea. Tämä on seurausta rajoitetusta säilörehun saannista. Käytännössä osa lehmistä kuitenkin pystyy varastamaan rehua lypsävien osastosta, mikä voi muuttaa joidenkin yksilöiden energian saantia.

### 5.2.2 Umpilehmien ruokinta ja siihen sopivat rehut

Umpilehmien rehuissa tulisi täyttyä tietyt hiven- ja kivennäistarpeet sekä energiataso (Perasto, 2020). Poikimisen aikaan esiintyvä piilevä ja kliininen poikimahalvaus lisää ketoosiriskiä (Perasto, 2020; Kyösti, 2021). Riittävä magnesiumin ja seleenin saanti pienentää poikimahalvauksen riskiä. Liian alhainen valkuaisen saanti umpikaudella lisää sen hajotusta kudoksista poikimisen jälkeen, mikä lisää laihtumista ja kasvattaa energiavajetta (Kyösti, 2021).

Umpilehmien ruokintaan sopivia karkearehujia ovat kokoviljasäilörehu, olki, lypsävien säilörehu ja energia-arvoltaan alhaisemmat eli myöhemmin korjatut säilörehut sekä tarvittaessa kuivaheinä (Norismaa, 2013). Olkea ja kokoviljasäilörehua käytetään pienentämään rehun energiapitoisuutta ja tuomaan täytettä pötsille (Jaakkola, 2010a, s. 68). Lypsävillä lehmillä oljen käyttö alentaa syöntiä ja maitotuotosta. Oljen korkea ligniinipitoisuus ja sulamattoman kuidun osuus estävät hiilihydraattien sulatuksen. Käytössä on huomioitava, että olki on säilönnälliseltä laadultaan hyvää.

Jos umpilehmät ruokitaan ainoastaan lypsävien säilörehulla, tulee sitä antaa rajoitetusti sen korkean energiapitoisuuden ja lihomisriskin vuoksi (Norismaa, 2013). Rajoitettu karkearehun määrä voi lisätä häiriökäyttäytymistä, kuten kielen pyörittelyä ja toisten häiriköintiä. Jos umpilehmille annetaan lypsävien säilörehua vapaasti, lehmien syöntikyky alenee poikimisen jälkeen ja lehmät altistuvat hedelmällisyysongelmille.

Tällä hetkellä umpilehmille jaetaan apeseosta vain kaksi kertaa päivässä, minkä takia umpilehmien ruokintapöytä on tyhjä noin 4–5 tuntia ennen seuraavaa ruokintaa. Apeseos on lypsävien lehmien rehua, jota annetaan umpilehmille rajoitetusti. Tämä saattaa vaikuttaa heikentävästi lehmien syöntikykyyn ja siten energian saantiin poikimisen jälkeen (Norismaa, 2013). Jatkossa tulisi pyrkiä siihen, että umpilehmille pystyttäisiin tarjoamaan jatkuvasti rehua, joka olisi suunniteltu vain umpilehmille.

Umpilehmille tarkoitettu säilörehu on korjattu kasvilajin mukaan noin 2 viikkoa pääsatoa myöhemmin, kuitenkin niin, että raakavalkuaispitoisuus on 120–130 g/kg ka (Norismaa, 2013). Eri rehueriä voidaan sekoittaa keskenään. Käytännössä tilalla olisi helpoin hyödyntää joko myöhemmin korjattua säilörehua tai kokoviljasäilörehua. Tilalla on viljelyksessä myös viljaa, jonka olki voitaisiin kerätä ja hyödyntää tarvittaessa umpilehmien ruokinnassa.

### 5.2.3 Syönti ja kuntoluokan hallinta

Umpikaudella lehmän tulisi syödä 12–15 kg ka/pv (Yli-Hynnä & Kallio, 2021). Kaikilla lehmillä kuiva-aineen syönti laskee 2–3 viikkoa ennen poikimista, mutta yli 4 kuntoluokassa olevilla se laskee enemmän, mikä lisää ketoosiriskiä merkittävästi (Kyösti, 2021). Ensikoilla ja toisen kerran poikivilla lehmillä kuiva-aineen syönti vähenee noin 25 % ja

vanhemmilla 50 %. Tämä näkyy vanhempien lehmien suurempana riskinä sairastua poikimisen aikaan sekä sen jälkeen erinäisiin sairauksiin, kuten ketoosiin. Tutkimuksessa ei seurattu umpilehmien syöntiä tai pötsejä.

Umpikaudella lehmän kuntoluokan ei saisi laskea ja syönnin tulisi pysyä hyvänä, mikä mahdollistaa poikimisen jälkeen hyvän pötsin toiminnan ja tuotoksen kehittymisen (Hulsen & Aerden, 2014, s. 66). Liian suuri ja liian alhainen energian saanti umpikauden aikana altistaa ketoosille. Liiallisesta energian saannista johtuva kohonnut kuntoluokka on merkittävä ketoosiriskiä lisäävä tekijä (mts. 70). Jos kuntoluokka on poikiessa 4 tai enemmän, on riski korkeampi. Kohonnut kuntoluokka altistaa heikommalle syönnille ja siten vajaa pötsi sekä muut pötsihäiriöt lisäävät ketoosiriskiä. Tutkimuksessa poikimisen aikaisella kuntoluokalla ei havaittu selvää yhteyttä ketoosiin sairastumisessa. Umpikauden aikana kuntoluokkia ei seurattu.

Umpilehmillä käytettävissä oleva syöntitila on tilalla noin 67 cm/lehmä. Tavoitteena olisi, että umpilehmillä olisi syöntitilaa yli 80 cm (Hulsen & Aerden, 2014, s. 18; Perasto, 2020). Tilalla syöntitilaa on selvästi suositusta vähemmän ja ongelma korostuu tilalla, koska ruokintapöydällä ei ole koko ajan syötävää. Tämän vuoksi lehmät voivat joutua kilpailemaan rehusta, osa lehmistä saattaa joutua odottelemaan syömään pääsemistä ja jäljellä saattaa lopulta olla vain rippeitä. Jatkossa tilalla on mahdollisuus sijoittaa umpilehmät siten, että syöntitila kasvaa.

#### **5.2.4 Umpikauden pituus**

Umpikauden pituussuositus on 8 viikkoa eli 56 päivää, kun puhutaan lehmän ensimmäisestä umpikaudesta (Hulsen & Aerden, 2014, s. 66). Seuraavilla umpikausilla pituudeksi suositellaan 6–8 viikkoa. Suositellusta pidempi umpikausi altistaa metabolisille ongelmille kuntoluokan nousun myötä.

Testiaineistossa sairastuneilla lehmillä oli keskimäärin kolme päivää pidempi umpikausi kuin suosituksessa. Puolestaan terveillä lehmillä umpikauden pituus osui suosituksen sisälle. Ero on käytännössä melko pieni, mutta antaa viitteitä siitä, että pidempi umpikausi altistaisi metabolisille ongelmille.

Eräissä tutkimuksissa havaittiin, että sairastumisriski sekä kliiniseen että subkliiniseen ketoosiin kasvoi lehmillä, joilla umpikausi oli kestänyt 56–65 päivää, kun niitä verrattiin lehmisiin, joiden umpikausi oli kestänyt keskimäärin 51–52 päivää (Vanholder ym., 2015). Tämän mukaan tilalla voitaisiin lyhentää keskimäärin kaikkien lehmien umpikautta 1–2 viikkoa, mikä käytännössä olisi tilalla todennäköisesti mahdollista. Tällä hetkellä osa lehmistä jää umpeen tuotoksen pienentyessä jo ennen odotettua umpeutusta. Muilla lehmillä umpeutus aloitetaan noin viikko ennen odotettua umpeutusta. Poikimavälin lyhentäminen todennäköisesti helpottaisi lyhyemmän umpikauden tavoittelua.

### 5.3 Tiineiden hiehojen ruokinta ja poikimaikä

Tiineyskuukausilla 7–9 olevilla hiehoilla dieetin energiapitoisuus suositus on 10 MJ/kg ka (Hulsen & Aerden, 2014, s. 66). Varsinaiseen energian tarpeeseen vaikuttaa hiehojen kasvunopeus ja elopaino (Luonnonvarakeskus, i.a.). Lisäksi huomioidaan tiineyslisä, joka on 7. kuukaudella +11 MJ/pv, 8. kuukaudella +19 MJ/pv ja 9. kuukaudella +34 MJ/pv.

Tilalla ei ole tietoa hiehojen kasvunopeudesta, syönnistä tai elopainoista missään tuotantovaiheessa, joten tässä tutkimuksessa ei ole pystytty laskemaan hiehojen energian tarpeita tai saantia. Silmämääräisesti hiehot kasvavat hyvin ja kiimat alkavat pääsääntöisesti ennen siemennysikää eli ennen 15 kuukauden ikää.

Kuntoluokan hallinta alkaa hiehojen lihomisen estämisestä, mikä edellyttää niiden siementämistä ajoissa sekä oikeanlaista ruokintaa (Perasto, 2020; Maito ja Me, 2018). Yli 1,5 vuoden ikäisten hiehojen ruokinnassa tulee kiinnittää erityistä huomiota energian saantiin ja niille olisi hyvä pystyä järjestämään oma ruokinta alhaisemman D-arvon rehulla. Hiehojen olisi hyvä poikia ennen 25 kuukauden ikää, jolloin vältetään iän myötä lisääntyvä riski kohonneelle kuntoluokalle.

Tutkimuksessa saatu tulos tukee teoriaa eli terveet ensikot olivat poikineet keskimäärin selvästi ennen 25 kuukauden ikää, kun taas sairastuneiden ensikoiden poikimaikä ylitti 25 kuukautta. Tilalla tulisi siis jatkossakin kiinnittää huomiota hiehojen poikimaikään. Taustalla tulee huomioida hiehojen siemennys ajoissa. Hiehojen hedelmällisyyteen vaikuttavat hiehojen ruokinta, olosuhteet ja kiimojen tarkkailu (Perasto, 2020; Maito ja Me, 2018).

Tiineiden hiehojen ruokinnassa tulisi välttää ylimääräisen energian saanti, mikä onnistuisi helpoiten, jos hiehoille pystyttäisiin tekemään tilalla oma apeseos tarpeiden mukaisesti. Tässä voitaisiin mahdollisesti hyödyntää samaa apeseosta, jota annetaan umpilehmille.

Tilalla ongelmana on ollut hiehojen runsas määrä, minkä takia siemennykset ovat alkaneet hieman myöhään, mikä altistaa kuntoluokan kohoamiselle. Tiinehtyminen on kuitenkin ollut hyvää, koska siemennyksiä/poikiminen on ollut tilalla keskimäärin 1,36 ja tavoite on alle 1,6 (Tuotosseurannan vuosiraportti, sisäinen tietolähde, 2023).

#### **5.4 Ketoosin alkamisajankohta ja poikimisajankohdan vaikutus sairastumiseen**

Testaamalla lehmiä ketoosin varalta voidaan selvittää, alkavatko ketoosit heti poikimisen jälkeen vai vasta myöhemmin eli noin 3–8 viikkoa poikimisen jälkeen (Perasto, 2020). Jos ongelmat alkavat 1–3 viikkoa poikimisen jälkeen, ketoosia aiheuttava ongelma on todennäköisesti umpikaudella tai loppulypsykaudella. Ongelma on todennäköisesti herutuskaudella, jos poikimisesta on ehtinyt kulua jo 3–8 viikkoa ennen ketoosin ilmestymistä.

Testitulosten perusteella ketoosi alkaa useimmiten ensimmäisten neljän viikon aikana, minkä perusteella voitaisiin ajatella, että ketoosin aiheuttajana saattaisi olla umpikauden tai loppulypsykauden ongelmat. Lisäksi yli 4 viikkoa poikimisen jälkeen alkaneet ketoosit kestivät huomattavasti lyhyempään eli niiden ongelmallisuus tilan kannalta on sitenkin pienempi.

Kesällä ja loppusyksystä oli havaittavissa, että ketoosia ilmeni enemmän kuin keväällä. Lehmistä, jotka olivat poikineet toukokuun alusta eteenpäin, 75 % sairastui ketoosiin. Maalis-huhtikuun aikana poikineista lehmistä 45 % sairastui ketoosiin. Taustalla voi vaikuttaa korkeampi lämpötila, joka oli noin 10 astetta korkeampi kesällä kuin keväällä. Navetan lämpötila vaihteli touko-heinäkuun välillä 20–30 asteessa.

Lämpöstressin on havaittu useissa yhteyksissä vähentävän syöntiä ja lisäävän riskiä ketoosille (Hulsen & Aerden, 2014, s. 22). Suurin riski on touko-syyskuun välillä. Lypsylehmät kärsivät lämpöstressistä, kun ulkoilmalämpötila nousee yli 20 asteen. Yli 20 asteen lämpötilassa osa lehmän energian saannista kuluu viilentämiseen, yli 25 asteessa lehmien

syönti vähenee (Hulsen, 2007, s. 44). Kosteus ja ilmavirrat vaikuttavat siihen, mikä on todellinen lämpövaikutus.

Lisäksi syötössä on ollut loppukesästä ja alkusyksystä viimeiset edellisen vuoden säilörehut, joiden laatu on todennäköisesti ollut heikompi kuin keväällä syötetyn rehun. Havaintojen mukaan kesäkuukausina säilörehu myös lämpeni ruokintapöydällä.

Lämpöstressin aiheuttamia ongelmia tilalla voitaisiin minimoida siten, että rehuseoksen koostumusta muutettaisiin sulavammaksi lisäämällä helposti sulavaa kuitua (Hulsen & Aerden, 2014, s. 22). Ruokintapöytä tulisi puhdistaa päivittäin, jotta rehu ei pääsisi lämpenemään. Juomapisteiden määrää voitaisiin lisätä, koska ne ruuhkautuvat helposti kesällä. Lehmillä on jo käytössä viilennyspuhaltimet, mutta lehmien kastelumahdollisuutta voisi selvittää. Lisäksi eläintiheyttä on syytä tarkastella niin, että ainakaan ylitäyttöä ei olisi.

## 5.5 Hedelmällisyys

Tutkimuksessa seurattiin ensimmäisen näkyvän kiiman alkamisajankohtaa, minkä perusteella voidaan päätellä, että ketoosiin sairastuminen hidastaa kiimojen alkamista suhteessa terveisiin noin viikolla ja samalla lisää riskiä hormonihoidon tarpeelle. Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan pystytä tekemään päätelmiä tiinehtymisestä tai kiimankiertojen jatkumisen rytmistä. Lisätutkimuksien avulla voitaisiin selvittää, miten ketoosi vaikuttaa näihin seikkoihin.

Useissa lähteissä liiallisen negatiivisen energiataseen ja kudostobilisaation on havaittu heikentävän hedelmällisyyttä, viivästyttävän kiimankiertojen alkamista ja heikentävän tiinehtymistä (Palmio, 2014; Kokkonen ym., 2010).

Säännöllinen ja tasainen, noin 13 kuukauden, poikimaväli edesauttaa umpikauden pituuden ja kuntoluokan säilymistä oikeanlaisena (Maito ja Me, 2018). Ketoosiriskiä lisäävä vaikutus on ollut yli 400 päivää kestäneellä poikimavälillä sekä lihavuudella (Vanholder ym., 2015). Lehmillä, joilla poikimaväli on ollut keskimäärin 395 päivää, on ketoosia ilmennyt vähemmän.

Tätä teoriaa tukevia tuloksia saatiin myös tässä tutkimuksessa. Sairastuneiden lehmien poikimaväli oli keskimäärin 400 vrk ja terveiden lehmien 19 vrk lyhyempi. Tilalla tulisikin kiinnittää huomiota poikimavälin lyhentämiseen ja hallintaan. Tämä tulisi todennäköisesti helpottamaan myös kuntoluokan hallintaa. Poikimavälin lyhentämisessä tärkeä rooli on kiimojen alkamisella ja kiimojen tarkkailulla sekä yleisellä hedelmällisyydellä.

## **5.6 Tuotosseurantanäytteiden, lypsyrobotin ja meijerimaidon analyysit**

Ongelmana tuotosseurantanäytteissä on niiden ottotiheys sekä luotettavuus (Perasto, 2020). Näytteet tulee olla sekoitettu kunnolla, jotta rasvapitoisuus ei vääristy. Subkliinissä ketoosissa rasvan osuus kasvaa, minkä vuoksi sillä on suuri merkitys oikean tuloksen saamiseksi. Ensimmäisinä päivinä poikimisen jälkeen ternimaito saattaa heikentää testituloksen luotettavuutta, minkä vuoksi poikimisesta tulee olla kulunut vähintään 72 h ennen kuin näyte analysoidaan (ProAgria Keskusten Liitto, 2019).

Huolimatta tämän tutkimuksen näytteenottoajankohdasta, on havaittavissa, että rasvapitoisuudet olivat tuotosseurantanäytteissä huomattavasti korkeammat kuin lypsyrobotin mittauksissa. Puolestaan valkuaispitoisuudet olivat tuotosseurantanäytteissä alhaisemmat kuin lypsyrobotin mittauksissa. Tosin lypsyrobotin mittauksissa valkuaisosat olivat huomattavan korkeat.

Osa erosta saattaa syntyä siitä, että tuotosseurantanäytteet otettiin testijakson aikana vain kerran jokaiselta lehmältä, kun taas lypsyrobotti mittaa pitoisuuksia joka lypsyltä. Toisaalta lypsyrobotin mittalaite ei todennäköisesti yllä samaan tarkkuuteen kuin laboratoriomittaus. Lypsyrobotti ei myöskään huomioi lypsyvälin vaikutusta maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksiin. Lypsyrobotin mittaus kalibroidaan syöttämällä meijerin näytteiden tulokset tiedonhallintaohjelmaan. Lypsyrobotin mittauksissa sekä valkuais- että rasvapitoisuus ovat korkeammat kuin meijerianalyysissä keskimäärin.

Tutkimusjakson aikana otettujen meijerianalyysien perusteella on syytä olettaa, että tuotosseurantanäytteissä on liian korkea rasvapitoisuus. Voisiko syy löytyä lypsyrobotin näytteenotosta tai heikosti sekoitetuista tuotosseurantanäytteistä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella maitotestiliuska on helppo, edullinen ja tilakäyttöön riittävän tarkka apuväline ketoosin tunnistamiseksi. Tällä tilalla ketoosin osuus oli tutkimusryhmän lehmillä 62 % eli suurin osa sairastui. Suurin osa tapauksista eli 71 % oli subkliinisiä tapauksia, minkä vuoksi ketoosin testaamista on syytä jatkaa myös tulevaisuudessa.

Maitotestiliuskan systemaattisesta käyttämisestä saattaisi olla apua erityisesti tiloilla, joilla epäillään olevan piilevää ketoosia tai muita ongelmia. Muissa tapauksissa testiliuskan käytöstä voisi saada suurimman hyödyn, kun sitä käytetään riskieläinten seurannassa.

Jos systemaattista mittausta halutaan tehdä, mittausjakson pituudeksi voisi riittää tällä tilalla ensimmäiset 4 viikkoa poikimisen jälkeen, koska suurin osa ketoositapauksista ilmeni ensimmäisten viikkojen aikana. Vertailemalla lypsyjärjestelmän tai tuotosseurannan analyysien ja testiliuskan tuloksia voidaan saada luotettavampia tilatason tuloksia. Testiliuskan tulkitseminen voi aiheuttaa rajatapauksissa haasteita, minkä vuoksi alhaisemmat positiiviset ketoainetulokset saattavat jäädä huomaamatta. Ketoositesti voidaan uusua myöhemmin, jolloin tulos voi olla selvempi.

Tutkimuksessa vastattiin työn tavoitteisiin ja ennaltaehkäisykeinojakin löydettiin. Poikimaikään, poikimaväliin ja umpikauden pituuteen tulee kiinnittää huomioita, koska erityisesti pitkä poikimaväli tai korkea poikimaikä altistivat selvästi ketoosille. Lisäksi on syytä miettiä keinoja lämpöstressin vähentämiseksi ja syönnin ylläpitämiseksi erityisesti kesällä.

Ruokintaa voitaisiin muuttaa umpilehmillä ja tiineillä hiehoilla siten, että eläinryhmille tehtäisiin niiden tarpeet huomioiva oma ape. Tämä saattaisi parantaa poikineiden syöntikykyä, jolloin myös energian saanti kasvaisi. Käytännössä tämä tarkoittaisi eläinryhmien uudelleen sijoittamista navetan sisällä, jotta ruokinta olisi käytännössä mahdollista toteuttaa. Alkulypsykaudella voitaisiin tarjota lisäenergiaa esimerkiksi lypsyrobotilta nestemäisen tai rakeisen energiatäydennyksen muodossa.

## LÄHTEET

- Adewuyi, A. A., Gruys, E., & van Eerdenburg, F.J.C.M. (2011). Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary Quarterly*, 27(3), 117–126.  
<https://doi.org/10.1080/01652176.2005.9695192>
- Faba. (2022). *The PortaBHB milk ketone test*. [https://wordpress.faba.fi/wp-content/uploads/2022/08/BHBKetoositesti\\_maitotestinhje-suomeksi-2.pdf](https://wordpress.faba.fi/wp-content/uploads/2022/08/BHBKetoositesti_maitotestinhje-suomeksi-2.pdf)
- Hulsen, J., & Aerden, D. (2014). Ruokintahavainnot: Käytännön opas terveiden ja tuottavien lypsylehmien ruokintaan (J. Kyntäjä, känt.). Oy Fram Ab.
- Hayton, A., Husband, J. & Vecqueray, R. (2012). Nutritional Management of Herd Health. (Dairy Herd Health), 227–278. <https://doi.org/10.1079/9781845939977.0227>
- Hulsen, J. (2007). Lehmähavainnot: Lehmälähtöisen karjanhoidon opas (J. Kyntäjä, känt.; 1). ProAgria Keskusten Liitto.
- Jaakkola, S. (2010a). Karkearehut. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 60–68). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Jaakkola, S. (2010b). Väkirehut ja lisäaineet. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 69–74). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Kyösti, H. (2021). *Umpikauden kautta – Terveenä uuteen lypsykauteen*. Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä. [https://www.kpedu.fi/docs/default-source/projektisivustot/%C3%A4lynauta/terveen%C3%A4-uuteen-lypsykauteen-ky%C3%B6sti-26.2.2021.pdf?Status=Master&sfvrsn=dbbfb44d\\_3](https://www.kpedu.fi/docs/default-source/projektisivustot/%C3%A4lynauta/terveen%C3%A4-uuteen-lypsykauteen-ky%C3%B6sti-26.2.2021.pdf?Status=Master&sfvrsn=dbbfb44d_3)
- Karlström, T. (2017). Mitä maidon pitoisuudet kertovat, ja miten ne saa paremmiksi? *Nauta* (4).  
[https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/mita\\_maidon\\_pitoisuudet\\_kertovat\\_ia\\_miten\\_ne\\_saa\\_paremmiksi.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/mita_maidon_pitoisuudet_kertovat_ia_miten_ne_saa_paremmiksi.pdf)
- Kokkonen, T. (2017). Terve ja hyvinvoiva tuotantolähde: 7.2 Lypsylehmän tuotantosairaudet – metabolinen stressi. Teoksessa S. Jaakkola, M. Seppänen, T. Kokkonen, & M. Pastell (toim.), *Muuttuva maatalous* (s. 184–191). Helsinki.fi.  
[https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2023-05/Seppanen\\_Kymalainen\\_2017\\_Muuttuva\\_maatalous\\_luku\\_7.pdf](https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2023-05/Seppanen_Kymalainen_2017_Muuttuva_maatalous_luku_7.pdf)

- Kokkonen, T., Mäntysaari, P & Huhtanen, P. (2010). Lypsylehmän energiataseen mallintaminen. *Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote* (26).  
<https://doi.org/10.33354/smst.75696>
- Kyntäjä, J., Karlström, T., Rinne, M., Nousiainen, J., Palva, R., & Nokka, S. (2010a). Pitkän tähtäimen ruokinnan suunnittelu. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 39–51). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Kyntäjä, J., Toivakka, M., Rinne, M., & Nokka, S. (2010b). Rehubudjetointi ja ruokintasuunnitelma. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 82–92). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Luonnonvarakeskus. (i.a.). *Rehutaulukot – Märehtijät: Lypsylehmien energiaruokintasuositukset*. <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/rehutaulukot-ja-ruokintasuositukset/rehutaulukot-marehtijat/rehutaulukot-marehtijat#lypsylehmien-energiaruokintasuositukset>
- Mälkiä, P. (2023). *Automaattiset lypsyjärjestelmät ovat jo mittavia lehmien terveyden seurantajärjestelmiä*. KMVET. <https://kmvet.fi/automaattiset-lypsyjarjestelmat-ovat-jo-mittavia-lehmien-terveyden-seurantajarjestelmia/>
- Maito ja Me. (2018). *Lehmän energiapulan vaikutukset ja korjaaminen*. Valio. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/lehman-energiapulan-vaikutukset-ja-korjaaminen/>
- Norismaa, M. (2013). Maitovirrat täysille ummessaolokauden ruokinnalla. *Maito ja me*, 25(3), 18–20. [https://issuu.com/maitojame\\_1\\_2017/docs/maitojamee\\_3\\_2013](https://issuu.com/maitojame_1_2017/docs/maitojamee_3_2013)
- Nousiainen, J., Vanhatalo, A., & Nokka, S. (2010). Ruokinnan onnistumisen seuranta. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 117–131). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Oksa-Pulliainen, A. (2024). Karjan terveyden johtaminen talouden näkökulmasta. *Maatalouskalenteri 2024*, 220.
- ProAgria Keskusten Liitto. (2024). *Maatalouskalenteri 2024*.
- Perasto, S. (2020). Mitä ketoosi on? S. Perasto, M. Tanner, P. Korhonen, & T. Kallio, *Kilpajuoksu ketoosia vastaan*. ProAgria Itä-Suomi. <https://www.youtube.com/watch?v=YW3GDJ6SH0E>

- ProAgria Keskusten Liitto. (2019). *Lypsykarjan tuotosseurannan OHJESÄÄNTÖ* (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1159). <https://www.proagria.fi/uploads/Lypsykarjan-tuotosseurannan-ohjesaanto.pdf>
- Palmio, A., Sairanen, A., & Kokkonen, T. (2016). Negatiivisen energiataseen hallinta. Teoksessa A. Palmio, O. Niskanen, S. Kajava, S. Kykkänen, M. Hyrkäs, & A. Sairanen (toim.) *Kestävä karjatalous: KESTO-maidon ja nurmentuotannon tutkimuksen tuloksia*. (s. 41–53). (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2016). Luonnonvarakeskus. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537396/luke-luobio\\_53\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537396/luke-luobio_53_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Palmio, A. (2014). *Lypsylehmän negatiivisen energiataseen hallinta: KESTO-hankkeen loppuseminaari 16.12.2014*. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485483/Negatiivinen\\_energiatase\\_AnnuPalmio.pdf;jsessionid=A05E04AAA4E5938842566062E325E782?sequence=1](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485483/Negatiivinen_energiatase_AnnuPalmio.pdf;jsessionid=A05E04AAA4E5938842566062E325E782?sequence=1)
- Pyörälä, S. & Tiihonen, T. (2005b). *Ketoosi (asetonemia, asetonitauti)*: (NAUTOJEN SAIRAUDET 2005). Helsingin yliopiston kirjasto. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/56e35f05-c855-4b4e-9216-123ad793cc3f/content>
- Rinne, M., & Nousiainen, J. (2010). Rehuarvot ja rehujen sulatus. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 75–81). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Säilörehuanalyysit. (3.4.2024). Yrityksen sisäinen raportointi.
- Sairanen, A. (2020). Terästysrehusta apua lehmän tärkeiden viikkojen ruokintaan. *Käytännön maamies*, 5/2020, 30–32. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020052238628>
- Steenefeld, W., Amuta, P., van Soest, FJS., Jorritsma, R., & Hogeveen, H. (2020). Estimating the combined costs of clinical and subclinical ketosis in dairy cows. PLOS ONE 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230448>
- Sarjokari, K. (2016). *Ketoosia vai ei? - Määrästä riippuen normaalia tai haitallista*. Valio. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/ketoosia-vai-ei/>
- Tuotosseurannan vuosiraportti. (2023). Haettu 27.6.2024. Yrityksen sisäinen raportti.
- Tanner, M. (2020). Tilanne Suomessa. S. Perasto, M. Tanner, P. Korhonen, & T. Kallio, *Kilpajuoksu ketoosia vastaan*. ProAgria Itä-Suomi. <https://www.youtube.com/watch?v=YW3GDJ6SH0E>
- Vahlsten, T. (2024). *Terveystarkkailun tuloksia 2023*. Faba osk. <https://www.proagria.fi/uploads/Terveystarkkailun-tuloksia-21032024.pdf>

- Vanholder, T., Papen, J., Bemers, R., Vertenten, G., & Berge, A. (2015). Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 98(1), 880-888.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2014-8362>
- Vahtiala, S. (2019). 4 kysymystä ketoositestauksesta - eläinlääkäri vastaa! *Nauta-lehti* 5/2019. <https://nauta.fi/hyvinvoiva-nauta/4-kysymysta-ketoositestauksesta-elainlaakari-vastaa/>
- Vanhatalo, A. (2010). Ravintoaineiden sulatus ja käyttö. Teoksessa A. Ellä, S. Jaakkola, T. Karlström, J. Karttunen, T. Kokkonen, J. Kyntäjä, S. Nokka, J. Nousiainen, R. Palva, M. Rinne, A. Sairanen, & A. Vanhatalo (toim.), *Lypsylehmän ruokinta* (s. 27–38). (ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja 1096). ProAgria Keskusten Liitto.
- Yli-Hynnilä, M., & Kallio, S. (2021). *Umpilehmät laitumella*. Lehmälääkärit.com  
<https://www.lehmalaakarit.com/b/umpilehmat-laitumella>