

**AIKUISEN LEHMÄN PÖTSIN MIKROBIEN ANNOTELUN
VAIKUTUKSET NUORTEN VASIKOIDEN SYÖNTIIN, KASVUUN JA
TERVEYTEEN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Mustiala

Kevätlukukausi 2021

Satu Suominen

Tekijä	Satu Suominen	Vuosi 2021
Työn nimi	Aikuisen lehmän pötsin mikrobien annostelun vaikutukset nuorten vasikoiden syöntiin, kasvuun ja terveyteen	
Ohjaajat	Hanna Huuki ja Ilma Tapio (LUKE), Jari Heikkonen (HAMK)	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko aikuisen lehmän pötsinesteen annostelulla vaikutusta vasikan pötsin kehitykseen, kasvuun ja terveyteen. Laajempaan tavoitteeseen on selvittää, voitaisiinko varhaisen kasvun aikaisella pötsin mikrobiston muokkauksella vaikuttaa tuotantotehokkuuteen, eläinten hyvinvointiin tai tuotannon ympäristövaikutuksiin. Vieroitukseen saakka kestänyt koejärjestely suoritettiin Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetalla Jokioisilla.

Ensimmäisten elinviikkojen aikana vasikka saa kaiken kasvuun ja kehitykseen tarvitsemansa energian sekä ravintoaineet maidosta tai maitopohjaisesta juomarehusta, jolloin ruoansulatuksen keskuksena toimii juoksutusmaha. Lisääntyvän kiinteän ravinnon syönnin myötä vasikasta kehittyy vähitellen märehtijä. Pötsimikrobiston kehittyminen on tärkeä osa pötsin kehitystä vieroitusta edeltävänä aikana.

Tutkimus tehtiin identtisillä kaksosvasikoilla ja kokeessa oli mukana 12 vasikkaa; 6 koekäsittelyryhmässä ja 6 kontrolliryhmässä. Koekäsittelyryhmän vasikoille annosteltiin aikuisen lehmän pötsinestettä kolme kertaa viikossa kahden viikon iästä lähtien. Koe toteutettiin 8 viikon vieroitusjakson aikana, jolloin vasikoiden terveyttä, kasvua ja syönti- ja juontimääriä seurattiin. Ryhmien välillä vasikoiden syönti- ja juontimäärissä oli pieniä eroja, mutta saatujen tulosten ja pienehkön otannan perusteella ei voida tehdä suoria johtopäätöksiä pötsinesteanostelun vaikutuksista. Huomattavaa oli syönti- ja juontimäärien todella suuret yksilöiden väliset erot ryhmien sisällä.

Avainsanat vasikka, pötsin kehittyminen, pötsineste, pötsimikrobisto

Sivut 54 sivua

Mustiala

Author Satu Suominen

Year 2021

Subject Adult animal rumen microbial inoculum effect on growth and health of young calves during the pre-weaning period

Supervisors Hanna Huuki and Ilma Tapio (LUKE), Jari Heikkonen (HAMK)

ABSTRACT

The aim of this study was to elucidate if oral inoculant of rumen liquid from an adult cow affects rumen development, growth and health of young calves during the pre-weaning period. The long term goal is to elucidate if early life rumen modulation could affect production efficiency, animal welfare or the environmental impact of the production. The pre-weaning period trial was conducted in the Natural Resources Institute Finland (Luke) Jokioinen research barn.

During the first weeks of life, calves are getting all the energy and nutrient they need from milk or milk replacer and abomasum serves as the center for digestion. With the intake of solid feeds (eg. grass, concentrates, silage) rumen starts to be developed and calves slowly become true ruminants. Rumen microbial colonization is a very important part of rumen development during the pre-weaning period.

In this study, 6 pairs of identical twin calves were recruited into the experiment right after birth. Calves from each pair were randomly subdivided into treatment (n=6) and control (n=6) groups. Treatment group calves received oral dose of rumen liquid, obtained from an adult cow 3 times a week, starting from week 2 of age. Treatment continues until calves were 8 weeks old. During this period calves were followed up for health, growth and eating habits. Between groups there were small differences with amount of eating and drinking, but results which were acquired and on grounds of smallish sampling no direct conclusions can be drawn about effect of rumen liquid dosage. Notable were the really large differences between individuals in both groups in amount of eating and drinking.

Keywords Calf, rumen development, rumen liquid, rumen flora

Pages 54 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Vasikan ruoansulatus.....	1
2.1	Vastasyntyneen vasikan ruoansulatuskanava	2
2.2	Mikrobiston muodostuminen vasikan etumahoihin	5
2.3	Mikrobiston merkitys ja toiminta	6
2.4	Mikrobilajisto	7
3	Märehtijäksi kehittyminen	8
3.1	Rehujen ja ruokinnan vaikutus vasikan kehittymiseen märehijäksi.....	11
3.2	Ternimaidon merkitys	12
3.3	Väkirehun merkitys	16
3.4	Karkearehun merkitys.....	17
3.5	Veden merkitys	18
4	Tutkimus aikuisen lehmän pötsin mikrobien annostelun vaikutuksista nuorten vasikoiden syöntiin, kasvuun ja terveyteen	19
4.1	Tutkimuksen tavoitteet.....	19
4.2	Tutkimuksen toteutus	20
4.2.1	Tutkimuksessa olleet eläimet.....	20
4.2.2	Kokeen järjestelyt.....	20
4.2.3	Vasikoiden ruokinta ja hoito	21
4.2.4	Pötsinesteen annostelu vasikoille	22
4.2.5	Näytteenotto ja punnitukset.....	23
5	Tulokset ja tulosten tarkastelu	27
5.1	Vasikoiden syönti ja kasvu	27
5.2	Vasikoiden terveys	41
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	44
	Lähteet.....	49

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Vasikan mahojen kehitys (Pesonen, 2014)	3
Kuva 2. Vasikan juottoasento hieman yläviistoon varmistaa märekourun sulkeutumisen ja maidon ohjautumisen etumahojen ohi juoksutusmahaan (Härtel, 2005).....	5

Kuva 3. Vastasyntyneen ja vieroitettun vasikan pötsin pinta (TS presentatie vleesvee UK Sloten BV, n.d.)	11
Kuva 4. Vasikan veren vasta-ainepitoisuudet eri ikäkausina (Vasikoiden hoito-opas, 2005)	15
Kuva 5. Kolmen vasikan pötsit 6 viikon ikäisenä erilaisella ruokinnalla	18
Kuva 6. Yleisnäkymä kokeessa olevien vasikoiden karsinoista	21
Kuva 7. Pötsinesteen luovuttajalehmä Airam	23
Kuva 8. Näytteidenottovälineistöä	24
Kuva 9. Vasikat punnittiin viikoittain punnitusvaa’alla.	27
Kuva 10. Ryhmien ternimaidon keskimääräinen juontimäärä päivässä ja aineiston keskihajonta.....	28
Kuva 11. Koekäsittelyryhmän vasikoiden ternimaidon juontimäärä yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 11 ja 12 on ”väritetty” samalla värillä).....	29
Kuva 12. Kontrolliryhmän vasikoiden ternimaidon juontimäärä yhteensä	29
Kuva 13. Ryhmien täysmaidon keskimääräinen juontimäärä päivässä ja keskihajonta .	30
Kuva 14. Koekäsittelyryhmän vasikoiden täysmaidon juontimäärä yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 14 ja 15 on ”väritetty” samalla värillä).....	31
Kuva 15. Kontrolliryhmän vasikoiden täysmaidon juontimäärä yhteensä	31
Kuva 16. Ryhmien maitojuoman keskimääräinen juontimäärä päivässä ja keskihajonta	32
Kuva 17. Koekäsittelyryhmän vasikoiden maitojuoman juontimäärät yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 17 ja 18 on ”väritetty” samalla värillä).....	33
Kuva 18. Kontrolliryhmän vasikoiden maitojuoman juontimäärät yhteensä	33
Kuva 19. Koekäsittelyryhmän vasikoiden päivittäiset maitojuoman juontimäärät	34
Kuva 20 . Kontrolliryhmän vasikoiden päivittäiset maitojuoman juontimäärät	34
Kuva 21. Ryhmien täysrehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta ...	35
Kuva 22. Ryhmien täysrehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta ...	36
Kuva 23. Ryhmien täysrehun syönnin kehitys. Ikä, jolloin syöty täysrehun määrä ensimmäisen kerran ylitti 100, 200, ... 500 g päivässä, keskiarvo ja keskihajonta.....	36
Kuva 24. Ryhmien säilörehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta...	37
Kuva 25. Ryhmien säilörehun syönnin kehitys. Ikä, jolloin syöty säilörehun määrä ensimmäisen kerran ylitti 100, 500, 700 ja 1000 g päivässä, keskiarvo ja keskihajonta.	38
Kuva 26. Ryhmien vasikoiden keskimääräinen kasvu g/vko ja keskihajonta	39

Kuva 27. Ryhmien vasikoiden keskimääräinen kasvu g/vko ja keskihajonta	40
Kuva 28. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset IgG-määrät veressä g/l ja keskihajonta ..	42
Kuva 29. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset leukosyyttien määrät veressä e9/l ja keskihajonta.....	43
Kuva 30. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset hemoglobiiniarvot g/l ja keskihajonta....	44
Taulukko 1. Ternimaidon ja normimaidon koostumuksen vertailu (Karlström, 2018, 28)	12
Taulukko 2. Vasikoille tarjottu keskimääräinen heinäannos grammaa viikossa	38
Taulukko 3. Vasikoilla havaitut terveyspoikkeamat 8 viikon seurantajakson aikana	41

1 Johdanto

Vasikan ruoansulatus on sen ensimmäisinä elinviikkoina pitkälti yksimahaisen kaltainen. Maidon tai maitopohjaisen juoman kulkeutuminen märekourua pitkin juoksutusmahaan ja juoman juoksettuminen juoksutusmahassa on vasikalle erittäin tärkeää. Vasikan alkaessa syödä karkearehuja pötsissä alkaa muodostua haihtuvia rasvahappoja, jolloin pötsin kehittyminen alkaa ja samalla pötsiin muodostuu mikrobistoa. Vasikasta kehittyy vähitellen märehtijä. Märehtijäksi kehittyminen tapahtuu useiden pötsin toiminnallisten ja rakenteellisten muutosten kautta. Ensimmäisten elinviikkojen aikaisella kehityksellä voi olla vaikutusta eläimen terveyteen ja maitotuotokseen tulevana vuosina. Pikkuvasikkavaiheessa, vasikan ollessa 1 – 8 viikon ikäinen, sen suoliston ja pötsin mikrobiston koostumukseen vaikuttaminen on helpointa.

Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetalla Jokioisilla suoritetussa kokeessa tutkittiin aikuisen lehmän pötsin mikrobien annostelun vaikutuksia nuorten vasikoiden syöntiin, kasvuun ja terveyteen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, paljonko pötsin mikrobiston kehitystä ja sen myöhempää vaikutusta voidaan ohjata vasikan ensimmäisten elinviikkojen käsittelyjen avulla.

Koe tehtiin syntyneillä kuudella identtisellä kaksosparilla. Kustakin kaksosparista valittiin satunnaisesti eli arpomalla toinen vasikka koekäsittelyryhmään ja toinen vasikka kontrolliryhmään. Näytteiden otto, aikuisen lehmän pötsin mikrobien annostelu sekä vasikoiden terveyden, kasvun ja syönti- ja juontimäärien seuranta suoritettiin seurantajakson aikana, joka kesti vuoden 2017 heinäkuusta saman vuoden joulukuuhun, eli ensimmäisen kaksosparin syntymästä viimeisen kaksosparin 8 viikon ikään asti.

2 Vasikan ruoansulatus

Vastasyntynyt vasikka muistuttaa ruoansulatukseltaan pitkälti yksimahaisen nisäkkään ruoansulatusta. Ruoansulatuksen keskeisin elementti on juoksutusmaha. Se on rakenteellisesti ja toiminnallisesti hyvin kehittynyt ja sen tilavuus on noin 2/3 mahojen kokonaistilavuudesta. Etumahat (pötsi, verkkomaha ja satakerta) ovat pikkuvasikalla vielä pienet ja toimimattomat. Pikkuvasikalle nestemäinen, maitopohjainen ravinto on siis elinehto, sillä se pystyy sulattamaan ja

käyttämään ravinnonlähteenään alussa vain maitoa. Vasikan juoksutusmahan entsyymit hoitavat ruoansulatuksen. (Härtel, 2005, 16)

Maidon tehokkaan hyväksikäytön edellytyksenä onkin märekourun toiminta ja että maito juoksettuu juoksutusmahassa. (Alasuutari, Manni, Rautala, 2010, 113-114) Märekouru on vasikan ruokatorvessa oleva jatke, joka sulkeutuessaan on yhtenäinen lihaksista muodostunut putki suoraan juoksutusmahaan. Nestemäinen ravinto ohjautuu siis märekourun kautta suoraan juoksutusmahaan ohittaen pötsin. Märekourun sulkeutuminen vaatii, että eläin juo juoman ylhäältä päin. Vasikan juodessa alhaalta päin märekouru taipuu eikä sulkeudu kunnolla ja osa juomasta saattaa päästä pötsiin, jossa se pilaantuu aiheuttaen vasikan sairastumisen. (Riihikoski, 1985, 12)

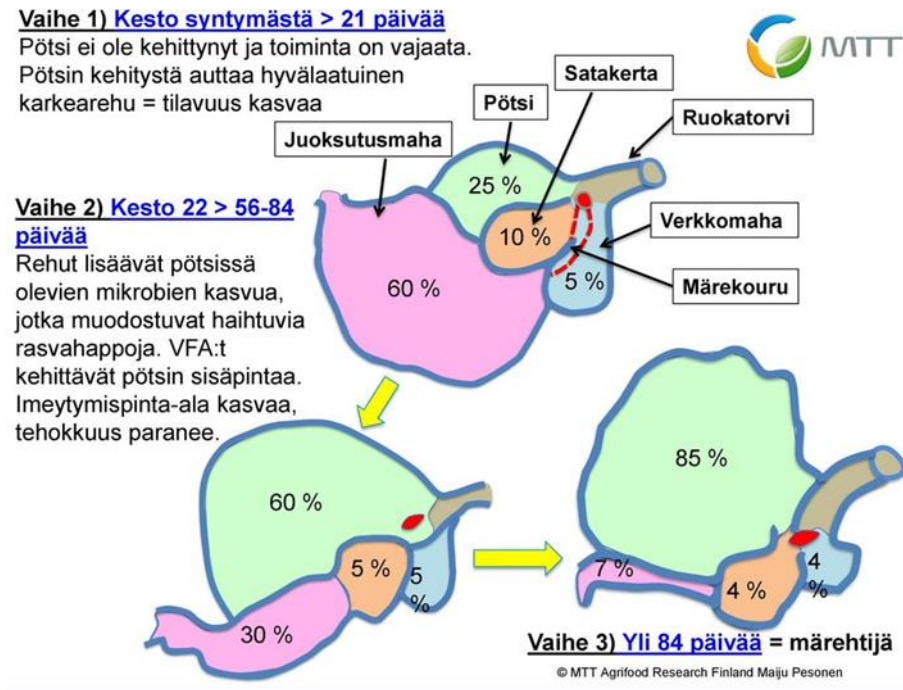
2.1 Vastasyntyneen vasikan ruoansulatuskanava

Märehtijän juoksutusmaha on rakenteellisesti pituussuunnassa poimuttunut. Siellä erittyy ruoansulatusnesteet, kuten suolahappoa ja pienellä vasikalla ruoansulatusentsyymejä kuten pepsiiniä, renniiniä ja lysotsyymiä. (Vanhatalo, 2010, 20-21)

Entsyymit kykenevät hajottamaan tehokkaasti ainoastaan maidon proteiineja, rasvoja ja hiilihydraatteja. Glukoosista vasikka saa pääasiallisen energiansa. (Huhtamäki, 2012, 10)

Vastasyntyneen vasikan juoksutusmaha on tilavuudeltaan 60 - 70 % ja etumahat 25 – 30 % kaikkien mahojen tilavuudesta. Kolmen-neljän kuukauden ikäisellä vasikalla juoksutusmahan osuus on pienentynyt 30 %:iin ja etumahojen osuus taas kasvanut 60 – 70 %:iin kaikkien mahojen tilavuudesta (Kuva 1).

Kuva 1. Vasikan mahojen kehitys (Pesonen, 2014)



Aikuisen lehmän juoksutusmahan osuus on enää 8 % kun pötsin osuus on jo 80 % kaikkien mahojen tilavuudesta. (Huhtamäki, 2012, 10)

Kun vasikka syntyy, sen juoksutusmahan pH on lähes neutraali, mutta hyvin pian syntymän jälkeen pH laskee. Alhainen pH estää haitallisten bakteerien toimintaa ja vaikuttaa maidossa olevan valkuaisen juoksettumiseen ja sulatukseen. Juoksettumisella tarkoitetaan maidon koaguloitumista juustomaiseksi massaksi juoksutusmahassa olevien entsyymien, renniinin, pepsinien sekä suolahapon avulla. Juoksettumisen ansiosta vasikan maitoproteiinin hyväksikäyttö on tehokasta ja jatkuva ravinnonsaanti on turvattu. Aluksi vasikka kykenee sulattamaan ja käyttämään hyödyksi vain maidossa olevia ravintoaineita. Kun vasikka kasvaa ja ruoansulatuskanava kehittyy, se pystyy sulattamaan ja hyödyntämään maidon ravintoaineiden lisäksi myös muiden rehujen ravintoaineita. (Alasuutari ym., 2010, 112-113; Härtel, 2005)

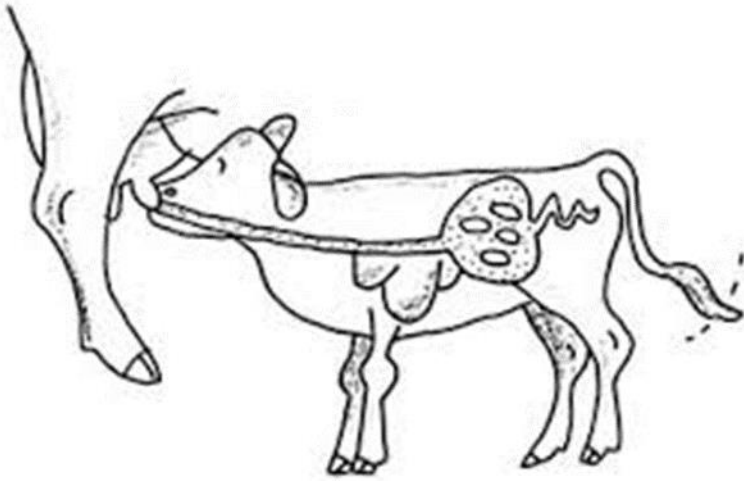
Vasikan märekouru on kaareva lihas, joka ohjaa maidon suoraan ruokatorvea pitkin juoksutusmahaan ohittaen samalla etumahat. Vasikan etumahojen ollessa vielä toiminnallisesti vajaasti kehittyneet, on tärkeää, että märekouru toimii oikein eikä maitoa pääse kulkeutumaan niihin. Jos näin kuitenkin jostain syystä pääsee tapahtumaan, alkaa siellä maidon pilaantuminen, joka voi johtaa vasikan sairastumiseen ja etumahojen kehittyminen saattaa häiriintyä. Juoman

laatu (täysmaito, juomarehu ja sen väkevyys, juoman lämpötila), juottotapa (tuttiämpäri, oma emä, tavallinen maitoämpäri), juontitapahtuman rauhoittaminen, säännölliset juottoajat ja varsinkin vasikan psyykinen valmistautuminen juomiseen ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat märekourun toimintaan. Vähitellen märekourun toiminta heikkenee, kunnes loppuu kokonaan vasikan siirtyessä juomarehusta kuivarehuun. Aikuisella naudalla märekourusta on jäljellä enää vain surkastuma. (Alasuutari ym., 2010, 113; Neuvonen ja Oksman, 2011, 31)

Erytispiirteenä nuoren naudän ruoansulatuksessa on maidon juoksettuminen juoksutusmahassa. Se onkin keskeinen ominaisuus, jotta vasikka pystyy käyttämään nestemäisen ravinnon maitoproteiinia tehokkaasti hyväkseen, mikä edelleen turvaa vasikan ravinnonsaannin. Juoksutusmahassa on entsyymejä; renniiniä ja pepsiniä, ja suolahappoa, joiden vaikutuksesta maito koaguloituu eli juoksettuu juustomaiseksi, kiinteäksi massaksi. Jotta entsyymit pystyvät toimimaan, vaativat ne happaman ympäristön. Maitovalkuaisessa olevan kaseiinin ja rasvojen sulatus alkaa jo juoksutusmahassa, mistä ne siirtyvät suolistossa vähitellen eteenpäin. Sen sijaan maidon herassa olevat heraproteiini, maitosokeri ja kivennäiset siirtyvät välittömästi suoraan ohutsuoleen eivätkä ensin juoksetu juoksutusmahassa. Juoksettumisen vaikutuksesta maidon tai maitojuoman ravintoaineet viipyvät juoksutusmahassa pidempään, mikä tehostaa niiden sulatusta ja hyväksikäyttöä. Tällöin vasikan jatkuva ravinnonsaanti on turvattu ja vasikka pysyy kylläisenä. Juoksettumista voivat haitata esim. juotto liian suurina kerta-annoksina, ruokinta-aikojen epäsäännöllisyys, juoman väärä sekoitussuhde sekä lämpötila ja jos eläin on stressaantunut. Juoksutusmahahan jälkeen jatkuu ohutsuolessa ravinnon sulaminen ja hajoamistuotteiden imeytyminen. Hajoamistuotteiden imeytyminen tapahtuu ohutsuoletta verenkiertoon ja sieltä missä ravintoaineiden tarvetta on. (Härtel, 2005, 16-17; Alasuutari ym., 2010, 114; Manni, 2018)

Suosittelavin tapa on juottaa vasikka tuttiämpäristä, koska vasikalle, sen fysiologiaa ajatellen, on luontaisinta juoda maito imemällä. Imeminen ärsyttää tuntohermoja suun alueella, joka puolestaan lisää syljen eritystä sekä entsyymien ja hormonien eritystä ruoansulatuskanavassa. Nämä taas vaikuttavat siten, että ruoansulatus ja ravintoaineiden hyväksikäyttö tehostuu. Vasikan juodessa juomansa sille luontaisessa asennossa, eli hieman yläviistoon, varmistuu juoman kulkeutuminen juoksutusmahaan eikä se mene etumahoihin (Kuva 2). Kun vasikka imee tutista hieman yläviistoon, on juoma-asento oikea ja märekouru ehtii sulkeutua maidon tullessa oikealla nopeudella. Näin myös maito kulkeutuu oikeaan paikkaan eli juoksutusmahaan.

Kuva 2. Vasikan juottoasento hieman yläviistoon varmistaa märekourun sulkeutumisen ja maidon ohjautumisen etumahojen ohi juoksutusmahaan (Härtel, 2005)



Juoman joutuminen etumahoihin saattaa aiheuttaa vasikalle ruoansulatushäiriöitä. Näin voi käydä esim. siinä tapauksessa, jos vasikkaa juotetaan alhaalta suoraan ämpäristä, jolloin märekourun sulkeutuminen saattaa jäädä tapahtumatta. (Alasuutari ym., 2010, 114)

2.2 Mikrobiston muodostuminen vasikan etumahoihin

Pötsin mikrobikannan kehittyminen alkaa heti vastasyntyneen märehitjän syntyessä steriilistä kohdusta ulkomaailmaan ja sen saadessa välittömän kosketuksen ympäristössä olevien mikrobien kanssa. Tosin uusimpien tutkimusten mukaan vastasyntyneen vasikan suolisto ei olisikaan täysin steriili, vaan siellä olisi jo ennen syntymää monenlaisten bakteerien DNA:ta, aikuisen lehmän suun mikrobistoa muistuttavaa mikrobistoa. (Torikka, 2018) Mikrobit alkavat heti syntymän jälkeen vallata eläimen ihoa, limakalvoja ja ruoansulatuskanavaa. (Hakala, 2010) Mikrobit lisääntyvät nopeasti ja asuttavat pötsin seinämät 36 – 48 tunnissa. (Millen, Arrigoni ja Pacheco, 2016, 59)

Ternimaidon mukana vasikka saa yleensä ensimmäiset mikrobit. Yleisimmin ne ovat Lactobacillus-suvun bakteereja, jotka tuottavat maitohappoa. Vasikan yhteys aikuisiin märehitjoihin on tärkeää, jotta mikrobisto kehitty. Mikäli vasikka eristetään syntymästään asti toisista märehitjistä, bakteerikanta sen pötsissä kehitty kyllä normaalisti, mutta mikrobeista puuttuvat täysin protistit eli alkueläimet. Vastasyntynyt vasikka saa esim. E.colin, Streptococcus -bakteereja ja Clostridium welchiin yleensä toisten märehitjoiden ulosteiden ja märepalojen välityksellä. Pötsiin ilmestyvät

ensin fakultatiiviset eli ehdolliset anaerobit bakteerit. Tällaiset bakteerit pystyvät kasvamaan sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa, esimerkkinä E. coli. Kun kyseiset bakteerit ovat muuttaneet olosuhteet suotuisiksi fermentaatiolle, saapuvat obligatoriset anaerobit bakteerit, jotka voivat kasvaa vain hapettomissa olosuhteissa. Fermentaatiolla tarkoitetaan aineenvaihduntatapahtumaa, käymistä, jossa energian saamiseksi etumahojen mikrobisto pilkkoo orgaanisia aineita, mm. hiilihydraatteja ja aminohappoja. Fermentaation tuloksena syntyy haihtuvia rasvahappoja, jotka muodostavat $\frac{3}{4}$ märehijän energiantarpeesta, sekä mikrobeja ja kaasua. Vasikan pötsissä olevien anaerobisten bakteerien määrä lisääntyy kolmena ensimmäisenä elinviikkona. Sen jälkeen niiden lukumäärä pysyy suhteellisen vakiona. Sen sijaan fakultatiivisten, eli happea sietävien, anaerobisten bakteerien määrä laskee viitenä ensimmäisenä elinviikkona. (Tiihonen, 2011, 8; Soveri, 2014)

2.3 Mikrobiston merkitys ja toiminta

Suurin osa mikrobeista on eläimelle joko merkityksettömiä tai hyödyllisiä, jotkut jopa elintärkeitä, esimerkiksi pötsimikrobit. (Hakala, 2010)

Aikuisen naudän ravinnon muodostavat pötsimikrobit, pötsikäymisen tuotteet ja pötsin läpäisseet ravintoaineet. Pötsin mikrobit hajottavat ja fermentoivat lehmän syömää rehua. Fermentaatiolla tarkoitetaan aineenvaihduntatapahtumaa, käymistä, jossa energian saamiseksi etumahojen mikrobisto pilkkoo orgaanisia aineita, mm. hiilihydraatteja, eli sokereita, tärkkelystä ja selluloosaa, sekä aminohappoja. Fermentaation tuloksena syntyy haihtuvia rasvahappoja, (engl. Volatile fatty acids l. VFA), jotka muodostavat $\frac{3}{4}$ märehijän energiantarpeesta, sekä mikrobimassaa ja kaasuja. (Moran, 2005, 41)

Märehijöille tärkeimpiä haihtuvia rasvahappoja ovat etikkahappo, josta suurin osa imeytyy sellaisenaan ja loppu hapetetaan, propionihappo, josta suurin osa imeytyy sellaisenaan ja loppu muutetaan maitohapoksi, voi happo, josta suurin osa muutetaan beta-hydroksivoihapoksi, sekä valeriaana-, isovoi- ja isovaleriaanahappo. Haihtuvien rasvahappojen poistonopeuteen vaikuttavat pötsin pH, motoriikka, epiteelinen pinta-ala ja mikrobisto. Lypsylehmällä muodostuu haihtuvia rasvahappoja, jotka määrältään vastaavat 50 – 70 % sen energiantarpeesta. Tärkkelys, rasva ja valkuainen, jotka sulavat ohutsuolessa, täydentävät lehmän energiansaantia. (Hulsen ja Aerden, 2014, 7; Soveri, 2014)

Pötsimikrobien käyttäessä rehua niillä on mahdollisuus lisääntyä. Voidakseen kasvaa pötsimikrobien on saatava tarvitsemaansa valkuaista ja energiaa oikeanlaisessa suhteessa. Typpi on valkuaisen rakennusaineena välttämätön. Jos tarjolla olevan valkuaisen määrä pötsissä on liian vähäinen, se johtaa käymisen nopeuden pienenemiseen. Energian määrä voi myös olla rajoitettu, tällöin valkuaista käytetään energianlähteenä. Pötsimikrobien hajoittaessa valkuaista tyyppiä vapautuu ammoniakiksi. Rehun viipyessä pötsissä pidempään, bakteerisolunmassalla on aikaa lisääntyä ja samanaikaisesti ravinnolla on aikaa pilkkoutua pienemmäksi, jolloin pötsimikrobien saatavilla on suurempi määrä hajoitettavaa materiaalia. (Hulsen ja Aerden, 2014, 11)

Pötsiympäristön pysyminen muuttumattomana takaa parhaiten pötsin ja naudan pysymisen terveenä. Rehujen runsas vaihtelu voi johtaa pötsin mikrobiston tasapainon järkkymiseen. Mikrobit, jotka hajottavat selluloosaa, ovat yleensä korkeassa pH:ssa viihtyviä, kun taas sokeria ja tärkkelystä hajottavat vähän alhaisemmassa pH:ssa paremmin viihtyviä. Jotkut mikrobit saattavat kuolla pH:n laskiessa alle 5,5. (Hulsen ja Aerden, 2014, 13)

Monipuolinen ekosysteemi pötsissä muodostuu pötsimikrobeista. Niillä on keskinäinen kilpailu ravintoaineista ja siksi ruokinnan koostumuksella on vaikutusta mikrobiston koostumukseen ja pötsikäymisen lopputuotteisiin. Pötsimikrobien toimintaa voivat häiritä äkilliset muutokset ruokinnassa.

2.4 Mikrobilajisto

Pötsineste sisältää pötsimikrobeja yli miljardi kpl/ml. Tämän biomassan muodostavat alkueläimet (40 – 50 %), bakteerit (40 – 50 %), sienet (5 – 10 %) ja arkeonit (ent.arkkieläimet, 1 – 2 %). (Hulsen ja Aerden, 2014, 8)

Bakteereita on suuri määrä erilaisia ja ne hajottavat selluloosaa, tärkkelystä ja valkuaista. Ne ovat lukumääräisesti suurin ryhmä ja ne voivat olla muodoltaan kokkeja, sauvoja tai spiraaleja. Bakteereita, jotka tuottavat kuitua hajottavia entsyymejä, kutsutaan sellulolyttisiksi bakteereiksi ja bakteerit, jotka tuottavat tärkkelystä hajottavia entsyymejä, ovat amylolyyttisiä bakteereita. Monet bakteerit tuottavat myös valkuaista hajottavia entsyymejä ja niitä kutsutaan proteolyttisiksi bakteereiksi. Toisten bakteereiden käymistuotteita hyväkseen käytäviä on osa bakteereista ja niistä osa on metanogeenisiä bakteereita. Metanogeenit ovat metaania tuottavia

mikrobeja, jotka pötsissä ovat pääosin kaikki arkeoneja. Ne voivat käyttää energiakseen mm. hiilidioksidia ja vetyä, joista ne tekevät metaania.

Valtaosa pötsin yksisoluisista alkueläimistä on värekarvallisista. Värekarvojen ansiosta alkueläimet voivat liikkua pötsissä ja tarrautua rehupartikkeleihin. Alkueläimet elävät 6 – 36 tuntia ja ne tarrautuvat rehupartikkeleihin, jotta ne pysyisivät pötsissä tarpeeksi kauan lisääntyäkseen. Pötsin mikrobistossa on alkueläimiä määrällisesti toiseksi eniten, ja ne ovat kooltaan huomattavasti bakteereita suurempia. Ne voivat olla muodoltaan mm. pyöreitä, sauvamaisia tai neliömäisiä. Ravinnokseen ne käyttävät tärkkelystä, sokereita ja bakteereita.

Sieniä on pötsin mikrobistossa vähiten. Niillä on tärkeä merkitys kuituisten rehujen kuten oljen sulatuksessa. Sienet ovat rihmastoja muistuttavia organismeja. Rihmastonsa avulla ne kiinnittyvät rehun osiin, jotka ovat vaikeasti hajoavia. (Vanhatalo, 2010, 23)

Arkeonit (ent. arkit, Archaea) ovat yksisoluisia eliöitä eikä niillä ole tumaa. Niiden ulkomuoto on useimmiten pyöreä, sauvamainen, kierteinen tai säiemäinen. Ne lisääntyvät suvuttomasti, esimerkiksi jakautumalla. (Solunetti)

Arkeoneja esiintyy paitsi maaperässä myös useissa paikoissa ja olosuhteissa, jotka ovat hapettomia, erittäin happamia, kylmiä, kuumia tai suolaisia paikkoja ja jotka ovat elinympäristönä vaativia. Arkeonit ja bakteerit ovat ulkoisesti samankaltaisia. Arkeoneja on kolme pääryhmää: halofiilit, metanogeenit ja termofiilit. Halofiilit pystyvät elämään suolaisessa ympäristössä, metanogeenit eli metaania muodostavat arkeonit pystyvät elämään vain hapettomissa olosuhteissa ja niitä on esim. nautojen ruoansulatuselimistössä, soilla ja kaatopaikoilla. Termofiilit ovat arkeoneja, jotka pystyvät elämään hyvin korkeissa lämpötiloissa. (Kainu, 2013, 20)

3 Märehtijäksi kehittyminen

Vasikan ruoansulatuksen kehitys yksimahaisesta märehijäksi tapahtuu vähitellen ja kehitys on jaettu kolmeen eri vaiheeseen: 1. juottovasikka; on kokonaan riippuvainen nestemäisestä ravinnosta ja kuivan rehun syönti vain maistelua, sillä ei vielä ruokinnallista merkitystä 2. siirtymävaihe; nestemäinen ravinto edelleen välttämätöntä, mutta vasikka alkaa syödä kuivarehua enenevässä määrin, etumahojen kehittyminen toiminnallisesti ja rakenteellisesti märehijälle

tyypilliseksi alkaa 3. vieroitusvaihe; juottoa rajoitettaessa ja lopulta lopetettaessa kuivarehusta tulee vasikan pääasiallinen ravinnonlähde ja kehittyminen märehittäjäksi päättyy vasikan etumahojen ruoansulatuksen vastatessa aikuisen märehittäjän ruoansulatusta. (Härtel, 2005)

Vasikan ruoansulatuksen kehittyessä yksimahaisesta märehittäjäksi tärkeintä on pötsin kehittyminen. Mahojen kehittymisen kesto on yksilöllistä ja vasikoiden kesken voi olla isojakin eroja. Tähän vaikuttaa mm. vasikalle annetut rehut, vesi ja ruokintatavat. Pötsi muodostuu pinta- eli epiteelikerroksista, joita on kaksi, sekä lihaskerroksesta. Ravintoaineiden imeytyminen tapahtuu pintakerroksen kautta, kun taas lihaskerros mahdollistaa pötsin liikkeitä. Pötsin papillien kehittymiselle on tärkeää, että voi- ja propionihappoa muodostuu. Tätä auttaa erityisesti väkirehuruokinta. Pötsin seinämää vahvistavat karkearehut. Ennen kuin vasikka voidaan vieroittaa juotolta, tulee sen pötsin olla jo hyvin kehittynyt. Tässä vaiheessa vasikan aineenvaihdunnan pitää pystyä käyttämään hyväkseen haihtuvia rasvahappoja, jotka muodostuvat pötsissä. Väki- ja karkearehujä on hyvä antaa vasikoille jo ensimmäisellä elinviikolla, vaikka syönte on alussa vain uudenlaisiin rehuihin tutustumista ja maistelua. (Huhtamäki, 2012, 10)

Vasikan ruokinnalla pyritään siihen, että vasikka kehittyisi nopeasti märehittäjäksi. Vasikalle onkin annettava jo ensimmäisellä elinviikolla sille sopivaa hyvin sulavaa väkirehua, hyvälaatuista karkearehua ja raikasta vettä. Kun vasikan juoman maidon tai maidon korvikkeen määrää rajoitetaan ja vasikka saa sille sopivaa hyvin sulavaa kuivarehua ja vettä, alkaa muutos märehittäjäksi tapahtua nopeasti. Jos vasikka saa kaikkia rehuja vapaasti syödäkseen, kehittyy siitä märehittäjä 6 – 8 viikossa. Vasikan kehittyminen märehittäjäksi tapahtuu sen elimistön merkittävien rakenteellisten ja toiminnallisten muutosten kautta. Tällaisten muutosten seurauksena etumahat, varsinkin pötsi, kasvavat kooltaan ja niiden seinämät paksuuntuvat, ravintoaineiden imeytyminen kehittyy, etumahojen liikkeet ja ravintoaineiden kuljetus kehittyy, mikrobisto asettuu pötsiin ja sen lajisto muuttuu vastaamaan sellaista mikrobistoa, joka on aikuisella märehittäjällä. Myös pötsifermentaatio eli ruoansulatustoiminta, joka tapahtuu pötsin mikrobien avulla, kehittyy.

Kun pötsin mikrobisto alkaa hajottaa rehua, jota on pötsissä, alkaa myös haihtuvien rasvahappojen muodostuminen. Pötsin seinämiin alkaa muodostua ravintoaineiden imeytymispinta-alaa lisääviä nystyjä ja papilleja ja etumahojen liikkeet kehittyvät. Etumahojen kehittyessä muuttuvat samalla mahojen keskinäiset suhteet. Kasvavalla nuorella naudalla varsinkin pötsin koko muihin mahoihin nähden on kasvanut huomattavasti ja juoksumahan koko on pienentynyt noin puoleen

pikkuvasikkavaiheesta. Mikrobisto muodostuu vasikan ruoansulatuskanavaan suun kautta. Vasikka saa mikrobeita esimerkiksi rehuista, maidosta, toisilta eläimiltä, kuivikkeista ja karsinarakenteista. Jotta vasikan kehittyvään pötsiin ilmaantuisi alkueläimiä, edellyttää se kontaktia muiden nautojen kanssa. Pikkuhiljaa pötsin mikrobisto muuttuu ja alkaa muistuttaa aikuiselle naudalle tyypillistä mikrobistoa. Ruoansulatus keskittyy pötsin ruoansulatukseen, jossa pötsimikrobit hoitavat pääosin sulatuksen. (Alasuutari ym., 2010, 116 - 117; Härtel, 2005, 17-18; Manni, 2018 ja Rajala, 1986)

Aikataulu vasikan kehittymiseen märehitijäksi (Alasuutari ym. 2006)

Vasikan ikä	Kehittyminen
1 - 2 viikkoa	Alkaa syödä kuivarehua
2 - 3 viikkoa	Ensimmäiset märehitimisjaksot havaittavissa
3. - 8. elinviikot	Etumahat kehittyvät märehitijäksi ja aineenvaihdunta sopeutuu käyttämään uudenlaisia ravintoaineita hyväkseen
6 - 8 viikon ikään mennessä	Tyypilliset etumahojen liikkeet kehittyvät
10 - 12 viikkoa	Pötsin pieneliöstö vakiintuu

Kehittyäkseen märehitijäksi ns. normaalin aikataulun mukaan vasikalle on tarjottava juoman ohella sille sopivaa hyvälaatuista väkirehua ja karkeaa rehua. Vasikka alkaa varsinaisesti syödä kuivaa rehua 1 – 2 viikon iässä, siihen asti rehun syöntiä voi sanoa lähinnä rehuun tutustumiseksi ja maisteluksi. Vasikan ensimmäisiä märehitimisjaksoja voi havaita 2 – 3 viikon iässä. Märehitijälle tyypilliset etumahat kehittyvät ja aineenvaihdunta mukautuu käyttämään hyväkseen erilaisia ravintoaineita 3 – 8 elinviikkojen aikana. Etumahoille tyypilliset liikkeet ovat kehittyneet 6 – 8 viikon ikään mennessä ja pötsin pieneliöstö on vakiintunut 10 – 12 viikon ikään mennessä. Vasikan vieroitus juotolta voidaan yleensä tehdä noin 2 kuukauden ikäisenä, edellytyksenä että vasikka syö tarpeeksi (1,5 – 2 kg) kuivaa rehua. Vieroituksen jälkeen etumahojen kehittyminen jatkuu edelleen, kunnes ne toiminnaltaan ja mittasuhteiltaan vastaavat aikuisen märehitijän etumahoja. (Härtel, 2005, 18)

Kuvassa 3 on vastasyntyneen ja vieroitetun vasikan pötsin pintaa. Vastasyntyneen maitovasikan kehittymätön pötsin pinta on vielä täysin sileä, kun taas vieroitetun vasikan pötsin pinta on jo hyvin poimuttunut ja nystyjä ja papilleja on runsaasti eli ravintoaineiden imeytymispinta-alaa on runsaasti. Tällaiseen tulokseen päästään vasikan oikealla ruokinnalla.

Kuva 3. Vastasyntyneen ja vieroitetun vasikan pötsin pinta (TS presentatie vleesvee UK Sloten BV, n.d.)



3.1 Rehujen ja ruokinnan vaikutus vasikan kehittymiseen märehitjäksi

Alkukasvatuksen tavoitteena on saada vasikka muutettua yksimahaisesta märehitjäksi mahdollisimman nopeasti. Vasikan tehokkainta kasvun vaihetta on sen kolme ensimmäistä kuukautta. Tänä aikana hyvällä kasvulla voidaan vaikuttaa pitkälle eläimen koko elinikäistuotokseen. Kolmen kuukauden ikään asti vasikalle voidaan antaa sekä väki- että karkearehua lähes vapaasti, jolloin alkukasvun potentiaali saadaan parhaiten hyödynnettyä. Ruokinnalla ja rehustuksella pystytäänkin vaikuttamaan niin vasikan kehittymiseen märehitjäksi kuin sen terveyteen. (Suomen Rehu, n.d.)

Pötsin kehitystä pystytään nopeuttamaan ruokinnan avulla. Laadukkaiden kuivarehujen antamisella jo varhaisessa vaiheessa voidaan vaikuttaa siihen, että pötsin bakteerikanta alkaa

muuttua märehijälle ominaiseksi ja haihtuvia rasvahappoja alkaa muodostua. Jotta bakteerit viihtyvät pötsissä, on veden saanti ehdoton edellytys. Kehitykseen vaikuttavat mm. vasikan juottokauden pituus, juottotavat, minkälaista juomarehua käytetään, väkirehun määrä ja laatu sekä vesi. (Farmit, n.d.)

Hyvin sulavista väkirehuista muodostuu suuria määriä haihtuvia rasvahappoja, siksi tällaisia rehuja kannattaa antaa vasikalle. On osoitettu, että varsinkin propioni- ja voihamppo vaikuttavat merkittävästi pötsin kehittymiseen. Alkukasvatusrehuilla, jotka sisältävät runsaasti tärkkelystä ja vähän kuitua, pötsin kehitys on nopeampaa ja tehokkaampaa. (Huuskonen, 2014)

3.2 Ternimaidon merkitys

Vastasyntynyt vasikka on lähes suojaton ympäristön taudinaiheuttajia vastaan, sillä sen syntyessä kehon oma vasta-ainetuotanto ei ole vielä käynnistynyt. Lehmän istukka ei pysty läpäisemään vasta-aineita, joten sikiö ei saa niitä emän verestä. Lehmän maitoon erittämät vasta-aineet, erityisesti immunoglobuliini G jota 85 % ternimaidon vasta-aineista on, siirtyvät ternimaidon kautta vasikalle. (Hokkanen, 2019,31)

Juodun ternimaidon kautta vasikka saa passiivisen immunitettiin. Näin vasikka saa suojaa ympäristön taudinaiheuttajia vastaan. Jos vasikan passiivinen immunitetti on heikko, se altistuu infektiosairauksille, jotka saattavat heikentää sen kasvua. Vasikan oman immuunijärjestelmän kehittyminen alkaa keskimäärin, kun vasikka on kolmen viikon ikäinen. Vasikan emältä saatujen vasta-aineiden määrä on 2 kuukauden iässä alimmillaan. Ternimaidon sisältämä ravintoaineiden määrä on noin kaksinkertainen verrattuna tavalliseen maitoon. Ternimaito on poikimisen jälkeisen ensimmäisen lypsykerran maitoa. Taulukossa 1 nähdään, että ternimaidon sisältämän valkuaisen, rasvan, vasta-aineiden ja A-vitamiinien määrä on huomattavasti suurempi kuin tavallisessa maidossa. (Karlström, 2018, 28)

Taulukko 1. Ternimaidon ja normimaidon koostumuksen vertailu (Karlström, 2018, 28)

KOOSTUMUS	TERNIMAITO	NORMIMAITO
Kuiva-aine %	23,8	12,9
Rasva %	6,7	4,0

Valkuais %	14,0	3,1
IgG mmol/ml	28,0	0,6
Laktoosi %	2,7	5,0
Kivennäis- ja hivenaineet %	1,1	0,7
A-vitamiini µg/dl	295,0	34,0

Ternimaito on vasikalle tärkein ravintoaineiden, vastustuskyvyn ja kasvutekijöiden lähde. Ternimaito sisältää aineita, jotka irrottavat vasikan suolistoon sikiöaikana kehittyneen suolipihkan. Suolipihka, eli pikiuloste tai mekonium, on vasikan ensimmäinen uloste ja se koostuu rauhaseritteistä, niellystä sikiövedestä ja muusta solujätteestä. Se on väriltään tavallisesti tummanruskeaa tai mustaa, ja koostumukseltaan tahnamaista massaa tai kovia pallosia. (Koikkalainen, 2008)

Ternimaidossa olevat vasta-aineet imeytyvät suoliston seinämän läpi verenkiertoon hyvin lyhyen ajan, tehokkaimmin 4 tunnin sisällä syntymästä, siksi ternimaidon antaminen mahdollisimman pian syntymän jälkeen on tärkeää. Vasta-aineiden imeytyminen on puoliintunut 12 tunnin kuluttua ja loppunut kokonaan 24 – 36 tunnin kuluttua syntymästä. Tämä johtuu siitä, että vasikan suolistossa alkaa jo puolen tunnin kuluttua syntymästä muutosprosessi, jossa suolen seinämä ei enää läpäise suurikokoisia vasta-aineiden molekyylejä. Myös kasvutekijöitä on eniten ternimaidossa ja pitoisuus laskee jyrkästi jo muutaman tunnin kuluttua poikimisesta. Näillä on suuri merkitys mm. vastustuskyvyn kehittymiselle ja ruoansulatuskanavan toiminnalle. Vasikalle juotetaan ternimaitoa ensimmäisen vuorokauden aikana 3 – 4 kertaa vapaasti niin paljon kuin se haluaa juoda, yleensä noin 1,5 – 2,0 litraa kerralla. Vasikan juoman ternimaidon määrä ensimmäisen vuorokauden aikana on hyvä olla vähintään 10 – 15 % vasikan painosta. Ternimaidon tulee olla lämmintä, noin 38°C. Maidon juottamista jatketaan tavallisesti 4 päivän ajan 3 – 4 kertaa päivässä, vähintään 6 – 8 litraa päivässä. (Huhtamäki, 2012, 12; Alasuutari ym., 2010, 111 – 112; Manni, 2018)

Lehmän elimistö alkaa muodostaa ternimaitoa tiineyden viimeisellä kolmanneksella ns. kolostrogeneesiksi kutsutussa monimutkaisessa tapahtumassa. (Hokkanen, 2019, 31) Ternimaidon laatu eli maidon vasta-aineiden määrä voi vaihdella paljonkin eri lehmien välillä. Syyspoikivien, useamman kerran poikineiden ja pitkään ummessa olleiden (6 – 8 viikkoa) lehmien ternimaito on

usein parasta. Myös lehmän rotu ja terveys sekä ternimaidon määrä vaikuttaa vasta-aineiden määrään. Vasikka tarvitsee vasta-aineita vähintään 100 g ensimmäisellä juottokerralla. Ternimaidon laadun mittaamisella varmistetaan, että vastasyntynyt vasikka saa hyvälaatuisia ja runsaasti vasta-aineita sisältävää ternimaitoa. Suomalaisilla tiloilla käytetään ternimaidon vasta-aineiden määrän mittaamiseen ternimaitomittaria; joko kolostrometriä tai refraktometriä. Kolostrometri mittaa maidon ominaispainoa ja refraktometri määrittää maidon kiintoaineen määrän. Refraktometriä käytettäessä laadun yksikkönä on Brix-arvo (%). Tulos näkyy mittaasteikolta 0 – 32 %. Hyvälaatuisen ternimaidon Brix-arvo on vähintään 22 % joka vastaa IgG-määrää 50 g/l. Näin ollen vasikalle juotetaan ternimaitoa 2 litraa. Jos lukema on korkeampi, sitä laadukkaampaa ternimaito on.

Riittäväällä ternimaidon saannilla parannetaan vasikan päiväkasvu, terveyttä ja vähennetään kuolleisuutta. Pidemmällä aikavälillä riittävän runsas ja hyvälaatuisen ternimaidon saanti vaikuttaisi myös tulevaa maitotuotosta parantavasti.

(Huhtamäki, 2012,11-14,16; Hokkanen, 2019,32; Hartikainen, 2011; Manni, 2018; Rajala,1986,160 ja Savonia-ammattikorkeakoulu, 2013)

Ternimaito on oikea luonnon tehoaine: siinä on runsaasti vasta-aineita sekä ravintoaineita kuten proteiineja, sokeria, rasvaa, kivennäisaineita sekä vitamiineja. Lisäksi ternimaidossa on runsaasti energiaa, josta vasikka saa puhtia kasvuun ja lämmön tuottamiseen. Samalla ruoansulatuskanavan toiminta käynnistyy. Vasikka saa ternimaidosta suolistoonsa mm. emän valkosoluja sekä maitohappobakteereja, jotka pitävät yllä suoliston terveyttä.

Ternimaidon vasta-ainepitoisuuden ollessa matala tai jos vasikka ei ole saanut riittävää määrää ternimaitoa tai sen saanti on pitkittynyt niin paljon, ettei vasikan suolisto enää pysty läpäisemään suurikokoisia vasta-ainemolekyylejä, jää vasikan passiivinen vastustuskyky silloin heikoksi. Myös kylmästressistä ja hapenpuutteesta syntymän yhteydessä voi seurata sama asia. Heikko passiivinen vastustuskyky saattaa heikentää vasikan terveyttä ja tätä kautta myös kasvua, lisää alttiutta sairastua ja voi lisätä myös kuolleisuutta. Vasikat, joiden veren IgG-pitoisuus on alhainen, sairastuvat ensimmäisten elinkuukausien aikana ripuliin tuplasti herkemmin verrattuna vasikoihin, joiden IgG-taso on tarpeeksi korkea. (Hokkanen ym., Helsingin yliopisto; Manni, 2018 ja Movet Oy, 2019) Kuvassa 4 on kuvattuna vasikan aktiivisen ja passiivisen vastustuskyvyn muutokset eri

ikäkausina, sekä veren kokonaisvasta-ainepitoisuus, joka on alimmillaan noin kahden kuukauden iässä. (Heikkilä, 2009, 16)

Kuva 4. Vasikan veren vasta-ainepitoisuudet eri ikäkausina (Vasikoiden hoito-opas, 2005)



Parasta ravintoa vastasyntyneelle vasikalle on oman emän ternimaito. Myös samassa karjassa olevan toisen lehmän tai toisten lehmien ternimaito soveltuu annettavaksi. Vasikan saadessa riittävän määrän ternimaitoa se saa samalla tarpeellisen määrän energiaa ja suoja-aineita. Passiivisen vastustuskyvyn muodostumiseen vaikuttavat ternimaidon juoton ajankohta, millaista ternimaito on laadultaan, juodun ternimaidon määrä sekä juottotapa. Juoton ajankohdalla on suuri merkitys siihen, että vasikka menestyy. Ensimmäisen lypsyn maito sisältää eniten vasta-aineita, joten sitä kannattaa juottaa useammalla juottokerralla. Koska maidon sisältämät ainesosat antavat vasikalle suojan suolen limakalvoille esim. ripulia vastaan, kannattaa emän myöhempienkin lypsyjen maitoa juottaa useampia vuorokausia, vaikka vasta-aineet eivät enää imeydykään. Hyvälaatuista, useamman kerran poikineen lehmän ternimaitoa kannattaa pakastaa hätävaraksi tilanteisiin, joissa vasikan oman emän ternimaitoa ei jostain syystä ole saatavilla. Myös useamman lehmän hyvälaatuisesta ternimaidosta voi tehdä sekoituksen, joka pakastetaan. Ternimaidon sisältämät vasta-aineet ovat valkuaisaineita, jotka tuhoutuvat liian korkeassa lämpötilassa. Siksi ternimaidon sulattaminen ja lämmittäminen on paras tehdä miedolla lämmöllä, alle 40-asteisessa vesihautteessa. Tuttiämpäristä juottaminen on paras juottotapa sillä se tehostaa märekoururefleksiä, vasta-aineiden imeytymistä ja ruoansulatustoimintoja, jotka taas parantavat vasikan kasvua. Myös vasikoiden imemisen tarve tyydyttyy ja näin vältetään vasikoilta, jotka imevät toisiaan. Vasikat, jotka eivät jaksaa imeä tuttiämpäristä voidaan letkuttaa suoraan ruoansulatuskanavaan. (Hokkanen, 2019, 33; Kulkas, 2005, 58-59)

Pohjois-Savon alueen maitotiloilla tehtiin vuonna 2012 tutkimus ternimaidon oikea-aikaisen antamisen merkityksestä. Tulosten mukaan ensikoiden maitotuotos oli keskimäärin 8 933 kg vuodessa, kun vasikalle oli annettu ternimaitoa heti syntymän jälkeen. Jos taas ternimaitoa oli annettu myöhemmin kuin neljän tunnin kuluttua, oli ensikoiden maitotuotos keskimäärin 7 846 kg vuodessa. Lisäksi havaittiin, että ensikoiden maitotuotos oli keskimäärin 200 kg korkeampi, jos vasikkaa juotettiin tuttiämpärillä koko juottokauden, kuin jos vasikka oli siirretty juottoautomaatille viikon ikäisenä. (Kekäläinen, 2013)

3.3 Väkirehun merkitys

Väkirehulla on tärkeä tehtävä; ne ovat helposti fermentoituvia, pötsissä sulatettavia rehuja, joista pötsi alkaa muodostaa haihtuvia rasvahappoja (VFA). Väkirehujen syönnistä voidaankin sanoa, että se on lähtölaukaus vasikan pötsin ja edelleen sen märehittäjäksi kehittymiselle. Sen lisäksi, että haihtuvia rasvahappoja alkaa muodostua, väkirehu vaikuttaa pötsin kehittymiseen myös muilla tavoin; pötsin limakalvo kehittyy, mikrobisto muuttuu märehittäjälle tyypilliseksi ja pötsin seinämien pötsinukan ja papillien kehitys nopeutuu. Väkirehusta tulee haihtuvia rasvahappoja määrällisesti enemmän kuin karkearehusta, tämän takia se on tärkein rehu vasikan mahojen kehittämisessä. (Manni, 2018)

Vasikoille on tärkeää tarjota väkirehua ja karkearehua heti ensimmäisestä elinviikosta lähtien. Vasikoille voidaan antaa hyvin sulavia teollisia alkukasvatusrehuja, joissa on runsaasti valkuaista ja energiaa. Teolliset rehut ovat tasalaatuisia, maittavia ja niissä on oikeassa suhteessa kivennäis- ja hivenaineita. Tällaisilla rehuilla vasikka kasvaa luontaisen taipumuksensa mukaisesti. Väkirehu edistää pötsinukan kasvua. Pötsinukan on oltava pitkää ja hyvin kehittyntä, jotta vasikka pystyy käyttämään hyväkseen haihtuvia rasvahappoja (voi- ja propionihappoa). Pötsin mikrobivalkuaisen muodostamiseen vasikka tarvitsee väkirehujen valkuaista. Vasikan juotto voidaan lopettaa pötsin ollessa tarpeeksi kehittynyt, jolloin vasikka pystyy käyttämään rasvahappoja energian lähteenään ja mikrobivalkuaista aminohappojen lähteenä. Väkirehun maittavuutta, rakennetta ja jonkin verran myös sulavuutta pystytään parantamaan raaka-aineiden käsittelyllä. (Huhtamäki, 2012, 14-15)

Alussa tarjottavan väkirehuannoksen määrä on hyvin pieni ja sen on oltava puhdasta ja tuoretta. Ensimmäiseksi viljaväkirehuksi soveltuvimpia ovat hienoksi jauhettu ohra tai vehnä. Teollisia

väkirehuja käytetään vasikoilla kuitenkin yleisimmin; ne maittavat paremmin ja kivennäislisää ei tarvita erikseen, koska ne sisältävät tarpeellisen määrän kivennäisiä ja vitamiineja. Vasikan ruokinta on väkirehuvaltaista johtuen etumahojen pienestä koosta ja karkearehun syönnin ollessa vielä hyvin vähäistä. (Nousiainen, 2005, 36)

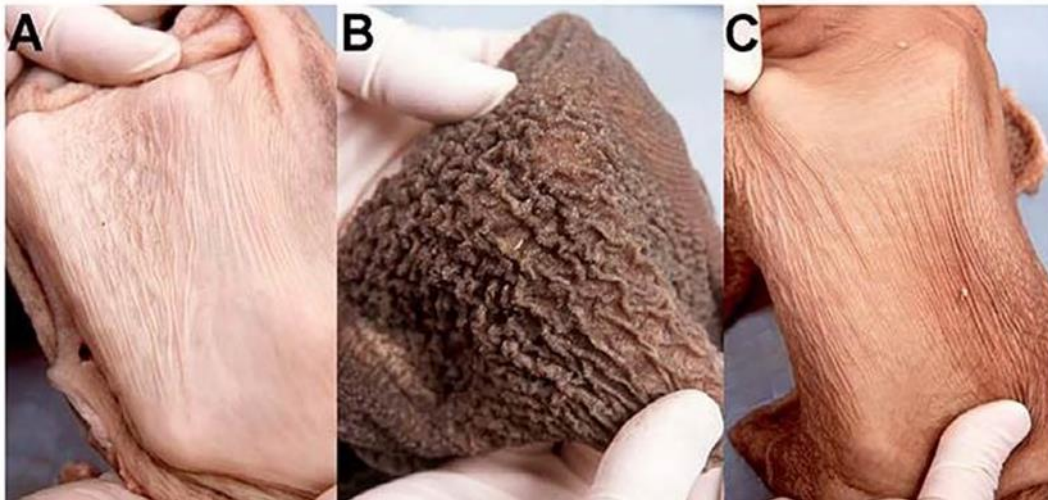
Reyn, Enjalbertin, Combesin, Cauquilin, Bouchezin ja Monteilsin (2013, 255) julkaiseman tutkimuksen mukaan havainnot viittaavat siihen, että mitä aikaisemmin vasikat alkavat syödä kiinteää rehua, sitä aikaisemmin niiden pötsin mikrobisto alkaa muistuttaa aikuisen naudan mikrobistoa.

3.4 Karkearehun merkitys

Karkearehun kuidut raapivat ja ärsyttävät etumahojen seinämien sisäpintaa. Näin ne saavat aikaan etumahojen liikkeitä ja supistukset. Nämä taas vaikuttavat pötsin lihaksiston kehittymiseen edullisesti ja tällä on tärkeä vaikutus ravintoaineiden imeytymiseen. Karkearehulla on positiivinen vaikutus pötsin limakalvojen kuntoon sekä syljen eritykseen. Syljellä on tärkeä merkitys pötsin pH:n tasapainottajana. Vasikalle on tärkeää tarjota hyvänlaatuista ja kasvuasteeltaan aikaisin korjattua rehua, jolloin se on myös helpommin sulavaa ja vasikka pystyy syömään sitä enemmän. Vasikalle annetaan uutta rehua kahdesti päivässä. Vieroituksen jälkeen vasikka tulee riippuvaiseksi karkearehun saannista, mikä lisää syöntiä nopeasti pötsin kehittyessä edelleen. (Alasuutari ym., 2010, 119; Manni, 2018)

Kuvassa 5 nähdään erilaisen ruokinnan vaikutus pötsin papillien eli imeytymispinta-alan kehitykseen ja pötsin seinämän lihaksien kehitykseen. O Kuvassa A: pelkkä maito + vesi -> pötsi on vaalea, ohutseinäinen ja täysin kehittymätön. Kuvassa B: maito + väkirehu + vesi -> pötsin seinämän lihakset ovat kehittyneet ja papillit alkaneet kehittyä ja kuvassa C: maito + heinä + vesi -> pötsin seinämän lihakset ovat hieman paksuuntuneet, mutta papillit eivät ole lainkaan kehittyneet (Lantmännen Feed, n.d.)

Kuva 5. Kolmen vasikan pötsit 6 viikon ikäisenä erilaisella ruokinnalla



Ensimmäisestä elinviikosta alkaen vasikalle voi tarjota hyvänlaatuista karkearehua aluksi pieniä määriä. Perinteisesti vasikalle on annettu karkearehuna nuorena korjattua heinää, myös hyvälaatuinen säilörehu tai tuore ruoho sopivat vasikan pelkäksi karkearehuksi. Tutkimuksissa on todettu, että maittavinta karkearehua on tuore tai keinokuivattu ruoho, seuraavaksi säilörehu ja viimeksi heinä. (Nousiainen, 2005, 37)

3.5 Veden merkitys

Vettä tulee olla vasikalle tarjolla alusta saakka vapaasti ja helposti saatavilla. Veden juominen lisää kuivarehun syöntiä, mikä taas nopeuttaa etumahojen kehitystä. Vesi on myös edellytyksenä mikrobiston viihtymiseen pötsissä. Veden on oltava puhdasta, raikasta ja noin 17-asteista. Vesi ohjautuu etumahoihin ja juuri viileys on se tekijä, joka ohjaa veden etumahoihin. Vasikan veden tarve on noin 10 – 15 % sen elopainosta eli 50-kiloinen vasikka tarvitsee päivässä 5 – 7 litraa vettä, jonka se saa pääosin juomarehun muodossa. (Alasuutari ym., 2010, 120; Manni, 2018)

Kasvavien nautojen veden tarpeeseen vaikuttavat varsinkin kasvunopeus ja elimistön erittämän virtsan ja sonnan määrä. Vasikoiden veden tarve suhteessa rehun syöntiin rehun kuiva-ainekiloa kohti on suurempi kuin aikuisilla naudoilla. (Huuskonen, Tuomisto ja Kauppinen, 2010)

Vapaasti saatavilla oleva vesi nopeuttaa kasvua ja edistää vasikoiden terveyttä mm. vähentäen ripulipäiviä. Vedellä on tärkeä merkitys mm. lämmönsäätelyssä, ravintoaineiden kuljetuksessa ja

vieraiden aineiden erityksessä. Ylimäärä poistuu virtsan, sonnan, hien ja hengityksen mukana. (Farmit.net, n.d.; Manni, 2018)

Vasikan veden tarpeeseen vaikuttaa paitsi kuiva-aineen syönti ja ympäristön lämpötila, myös rehujen suolaisuus ja valkuaispitoisuus. Vesi on vasikalle elintärkeä elimistön suola- ja nestetasapainon kannalta ja vapaasti saatavilla oleva vesi edistää kuivarehun syöntiä ja pötsin kehittymistä. Erityisesti karkearehun, mutta myös väkirehun syönti lisääntyy, kun vettä on jatkuvasti saatavilla. Juomanippa tai -kuppi on hygieenisin vaihtoehto mutta myös paras hoitotyön käytännöllisyyden kannalta. Ellei näitä ole, vesi tarjotaan ämpäristä. Vasikalle annettava vesi ei saa olla liian kylmää (alle 15 °C) koska se vähentää syöntiä ja kasvua, myös hengitystietulehdusten ja ripulin vaara kasvaa. Vesi ei saa olla myöskään liian lämmintä (yli 40 °C) koska se vähentää juontia, bakteerit lisääntyvät siinä nopeasti ja hygieeninen laatu heikkenee. Vasikka, joka on saanut syntymästään asti vettä vapaasti, ei juo kerralla liikaa, taas jos vasikan vedensaanti on ollut rajoitettua, se voi innoissaan juoda liikaakin kerralla. (Nousiainen, 2005, 35 - 36)

4 Tutkimus aikuisen lehmän pötsin mikrobien annostelun vaikutuksista nuorten vasikoiden syöntiin, kasvuun ja terveyteen

4.1 Tutkimuksen tavoitteet

Vasikan ensimmäisten kahdeksan elinviikon aikana sekä sen immuunijärjestelmä että ruoansulatuskanavan pieneliöstö ja pötsi kehittyvät sen saaman ravinnon ja mikrobien vaikutuksesta. Kehityksellä voi olla kauaskantoinen vaikutus eläimen terveyteen ja tuotokseen tulevana vuosina. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten paljon pötsin pieneliöstön kehitystä ja sen myöhempää vaikutusta voidaan ohjata ensimmäisten elinviikkojen käsittelyjen avulla.

Kokeessa tutkitaan alkion halkaisulla tehdyillä monotsygoottisilla kaksosilla eli identtisillä kaksosvasikoilla kahden erilaisen käsittelyn vaikutuksia kehittyvän pötsin pieneliökoostumukseen. Koe tehdään identtisillä kaksosvasikoilla siksi että eläimen perimän ja emän vaikutus mikrobien koostumukseen tai muihin mitattaviin ominaisuuksiin saadaan poistettua. Pötsin mikrobikoostumusta sekä vasikoiden kasvua, terveydentilaa ja lopulta tuotantokapasiteettia

seurattiin mittaamalla kaksosten maidontuotantoa, maidon laatua, rehunkulutusta ja metaanin tuotantoa.

4.2 Tutkimuksen toteutus

Näytteiden otto ja täysikasvuisen lehmän pötsinesteen annostelu vasikoille tehtiin syntyneiden kuuden kaksosparin seurantajakson aikana, joka kesti vuoden 2017 heinäkuusta saman vuoden joulukuuhun eli ensimmäisen kaksosparin syntymästä viimeisen kaksosparin 8 viikon ikään asti.

4.2.1 Tutkimuksessa olleet eläimet

Viidelletoista ayrshire-lehmälle tehtiin alkionsiirto, jossa kullekin lehmälle siirrettiin kaksi alkion halkaisulla tuotettua monotsygoottista alkiota. Lehmiä tiinehtyi 10 ja kaksospareja syntyi kuusi, neljä lehmä- ja kaksi sonniparia. Pötsinesteen luovuttajalehmäksi valikoitui perusterve ja rauhallinen, kuusi kertaa poikanut fistelillinen Airam-lehmä, joka oli aiemmissa kokeissa todettu rehuhyötysuhteeltaan hyväksi.

4.2.2 Kokeen järjestelyt

Vasikat erotettiin emästä heti sen nuoltua vasikat puhtaiksi (poikima-ajasta riippuen niin pian kuin mahdollista). Vasikoille annettiin välittömästi, noin kahden tunnin sisällä poikimisesta, annos korkealaatuista ternimaitoa. Vaikka syntyneitä vasikoita olisi alkuun ollut vain yksi, sen kanssa toimittiin kuin tulossa olisi ollut toinen kaksonen. Vasta kun varmistui, ettei toista vasikkaa tule, vasikka poistui koejärjestelystä.

Kustakin syntyneestä kaksosparista valittiin satunnaisesti toinen vasikka koekäsittelyyn ja toinen vasikka kontrolliksi. Kokeessa olevat kaksosvasikat pidettiin pestyissä, erillisissä ritiläpohjaisissa yksilökarsinoissa 8 viikon ikään asti. Tarkoituksena oli estää ruoansulatuskanavan mikrobien välittymistä vasikasta toiseen, jotta vasikan oman mikrobiston kehitystä voitiin seurata mahdollisimman luotettavasti.

Vasikoiden keskinäisen turpakontaktin välttämiseksi karsinoiden etupuolen molemmille sivuille asennettiin läpinäkyvät pleksilevyt. Karsinoiden yläpuolella roikkui kärpäsluimaperit ja vesiastiat

pestiin päivittäin veden vaihdon yhteydessä. Karsinan kuivikkeet vaihdettiin tai niitä lisättiin näytteenoton yhteydessä, tarpeen vaatiessa. Kuvassa 6 on yleisnäkymää kokeessa olevien vasikoiden karsinoista.

Kuva 6. Yleisnäkymä kokeessa olevien vasikoiden karsinoista



4.2.3 Vasikoiden ruokinta ja hoito

Kaikilla vasikoilla oli ensimmäisen elinviikon ajan sama ruokinta. Kahden tunnin sisällä poikimisesta vasikoille juotettiin 2 litran annos samaa, korkealaatuista ternimaitoa, jonka refraktometrillä mitattu arvo oli yli 22 % ja joka koostui kolmen aiemmin poikineen lehmän ternimaidoista (Hotti 12.7., Hetta 19.7. ja Voodoo 25.7.). Näiden lehmien ternimaitoa pakastettiin 0,75 litran erissä ja sulatettaessa yhdistettiin samassa suhteessa 2 litran annoksi, sen mukaan kuin maitoa oli saatu

pakastettua. Jos yhdistettyä ternimaitoa ei riittänyt kaikille, käytettiin kaksosparin oman emän ternimaitoa, mikäli se oli mittausarvoltaan korkealaatuista. Ellei sitäkään ollut käytettävissä, voitiin käyttää muuta korkealaatuista ternimaitoa. Oleellista oli, että kumpikin kaksonen sai samaa ternimaitoa. Ensiannoksen jälkeen kaksosille annettiin oman emän ternimaitoa päivään kolme asti päivittäin seuraavasti: 2 litran annos 4 kertaa päivässä klo 6.00, 10.00, 14.30 ja 19.30. Ternimaitoannoksia annettiin yhteensä 12 juottokertaa, tämän jälkeen eli päivästä 4 oli normaali juottoruokinta eli vasikoille juotettiin täysmaitoa 10 päivän ikään asti, sen jälkeen Startti-maitojuomaa, 8 litraa päivässä. Kaksosten ollessa kuukauden ikäisiä, juottoa alettiin hiljalleen rajoittamaan, jotta kuivarehun syönti lisääntyisi.

Juottosuunnitelma oli seuraavanlainen:

Viikot 1-4: 8 litraa/pvä (2+2+2+2 litraa)

Viikko 5: 7 litraa/pvä (2+1,5+1,5+2 litraa)

Viikko 6: 6 litraa/pvä (1,5+1,5+1,5+1,5 litraa)

Viikko 7: 5 litraa/pvä (1,5+1+1+1,5 litraa)

Viikko 8: 3 litraa/pvä (1,5+0+0+1,5 litraa)

4.2.4 Pötsinesteen annostelu vasikoille

Kunkin kaksosparin koekäsittelyyn valitulle vasikalle annosteltiin luovuttajalehmän, (kuva 7), pötsistä kerättyä pötsinestettä, 7. elinpäivästä alkaen 3 kertaa viikossa 8 viikon ikään asti. Airamin pötsinestettä kerättiin fistelin kautta muovipulloon noin 200 – 500 ml. Muovipullo työnnettiin pötsimassan sekaan siten että käsivarsi oli kainaloa myöten pötsissä. Määrä riippui vastaanottajakaksosten määrästä, kunakin päivänä. Pötsinestettä kerättiin 3 tuntia aamuruokinnan jälkeen, noin klo 10 – 11 välillä. Kerätty pötsineste suodatettiin yksinkertaisen harson läpi esilämmitettyyn termospulloon, jonka jälkeen se annosteltiin välittömästi koeryhmän vasikoille. Vasikoiden toisen ja kolmannen elinviikon aikana annettu kerta-annos oli 5 ml ja elinviikkojen 4 – 8 aikana annettu kerta-annos oli 10 ml. Annos annettiin vasikoille suun kautta ruiskun ja lyhyen taipuisan putken avulla. Pötsinestettä annettiin kolme kertaa viikossa, ei

kuitenkaan viikonloppuisin eikä päivinä, jolloin vasikasta oli tarkoitus ottaa pötsinestenäyte vatsaletkun avulla. Kunkin parin osalta aikataulu sovitettiin sopivaksi näihin käsittelyihin.

Kuva 7. Pötsinesteen luovuttajalehmä Airam



Vasikoilla oli paalattua hyvänlaatuista heinää alusta asti vapaasti saatavilla. Heinää lisättiin tai vaihdettiin uuteen tarpeen vaatiessa, jos se oli syöty vähiin, tippunut maahan, kosteaa tai joukkoon oli päässyt sontaa.

Väkirehuna annettiin erikseen toimitettuna Pikku-Mullin Herkkua, jota vasikat saivat vapaasti toisesta elinpäivästä alkaen. Käytännössä rehuannoksen koko oli aluksi 200 g, josta annoskokoa lähdettiin kasvattamaan syödyn määrän mukaan. Väkirehua annettiin vapaasti koko juottokauden ajan, sillä tavoite oli stimuloida kuivan rehun syöntiä vieroitukseen mennessä.

4.2.5 Näytteenotto ja punnitukset

Näytteenotossa noudatettiin hyvää hygieniää, käytettiin steriilejä kertakäyttöisiä näytteenottovälineitä ja edellisestä vasikasta seuraavaan siirryttäessä huolehdittiin saappaiden

pesusta ja kertakäyttöisten käsineiden vaihdosta. Siirrettäessä vasikkaa karsinasta punnitukseen huolehdittiin, ettei vasikka päässyt kosketuksiin toisten vasikoiden kanssa. Ennen navetan puolelle siirtymistä näytteidenottovälineistö koottiin kevyeen helposti liikuteltavaan styrox-laatikkoon (kuva 8).

Kuva 8. Näytteidenottovälineistöä



Pötsinestenäytteet

Vasikoista otettiin pötsinestenäytteet viikoilla 2, 4, 6 ja 8 mikrobikoostumuksen määrittämiseksi, jokaisesta eläimestä siis yhteensä neljä kertaa. Näytteet otettiin 3 tuntia aamuruokinnan jälkeen, käyttäen pehmeää mahaletkua (sisä-/ulkoläpimitta 9/13 mm). Välittömästi näytteenoton jälkeen näyte jaettiin 2 ml putkiin; 3 x 1,5 ml ja 2 x 0,5 ml. Putket laitettiin heti kylmälaukussa olevaan kuivajäähän. Kuivajää valmistetaan nestemäisestä hiilidioksidista kiinteyttämällä se ensin lumeksi ja sitten puristaen kuivajääksi. Sitä käytetään mm. laboratorioiden näytteiden kuljetuksissa. (Woikoski, n.d.) Näyteputket säilytettiin -80°C. Tässä lämpötilassa mikrobien elintoiminnot pysähtyvät eikä näytteissä tapahdu muutoksia.

Sylkinäytteet

Sylkinäytteet otettiin kahdella steriilillä vanupuikolla, joita pyöriteltiin useita kertoja poskien sisäpuolen limakalvoilla. Toinen puikoista laitettiin 15 ml Falcon® sentrifugiputkeen, jossa oli 1 ml PBS/glyserolia. Näytteenottopuikon pää leikattiin steriileillä saksilla poikki niin että se upposi nesteeseen. Toinen näytepuikko laitettiin kuiviltaan 15 ml:n sentrifugiputkeen. Molemmat näyteputket laitettiin heti kylmälaukussa olevaan kuivajähän ja säilytettiin -20° C.

Verinäytteet

Vasikoista otettiin verinäyte immuuni- ja terveysparametrien määrittämiseksi 3 – 5 ensimmäisen elinpäivän aikana, sen jälkeen viikoittain kahdeksan viikon ikään saakka. Verinäytteet otettiin K2E EDTA -putkiin (Greiner Bio-one, Itävalta), säilytettiin huoneenlämmössä ja toimitettiin analysoitavaksi seuraavana päivänä. Plasmanäytteet kerättiin Litium Heparini -putkiin (Greiner Bio-one, Itävalta), sentrifugoitiin 3500 g/min 10 minuutin ajan. Plasma kerättiin ja varastoitettiin -20°C analyysia varten. Vasikoista otetuista verinäytteistä mitattiin Immunoglobuliini G (IgG), perusverenkuva (PVK), fibrinogeeni (Fibr), glutamyyli transferaasi (GT) ja albumiini (Alb). Edellä mainitut näytteet otettiin, mutta tässä työssä esitetään tulokset perusveren kuvasta vain hemoglobiinin (hemoglobiinin määrä/l verta) ja leukosyyttien (valkosolujen määrä/l verta) osalta.

Vastasyntyneen vasikan veressä on vasta-aineita vain noin 0,1 g/l. Saadakseen hyvän alkuunlähdön kasvulle ja kehitykselle sen on saatava tarvitsemansa vasta-aineet ternimaidosta. Ternimaidossa on eniten IgG-ryhmän vasta-aineita, ja vasikan veren IgG-pitoisuutta mittaamalla saadaan tutkittua tietoa ternimaitojuoton onnistumisesta. Passiivisen immunitetin riittävänä määränä pidetään 1 - 2 vrk:n ikäisellä vasikalla 10 – 16 g/l. Nautojen viitearvot ovat 16 – 24 g/l. (Movet Oy, 2019)

Ulostenäytteet

Peräsuolesta otettiin viikoittain punnituksen yhteydessä tuore ulostenäyte ulosteen mikrobien määrittämistä varten. Isommasta ulostepalasta otettiin pieni otos kertakäyttölusikalla pieneen Minigrip-pussiin. Näytepusseihin oli valmiiksi kirjoitettu vasikan nimi, korvanumero ja näytteenottopäivämäärä. Näytteet litistettiin ja laitettiin heti kylmälaukussa olevaan kuivajähän, josta ne siirrettiin pakastimeen -20 °C.

Näytteet käsiteltiin edelleen Luonnonvarakeskuksen laboratoriossa, missä niistä eristettiin mikrobi-DNA. Näytteiden mikrobikoostumus määritettiin sekvensoimalla ribosomaalinen 16 S geenialue käyttäen uuden sukupolven sekvensointimenetelmiä (Next Generation Sequencing, NGS). Tämä tarkoittaa, että määritettiin näytteiden DNA:n emäsjärjestys, jonka avulla voidaan tunnistaa näytteissä olevat bakteerilajit. Ribosomaalinen 16 S geenialue on geeni, joka on tumattomilla eliöillä, ja jossa on paljon laji- ja kantakohtaista vaihtelua. Uuden sukupolven sekvensointimenetelmät ovat tehokkaita sekvensointimenetelmiä, joiden avulla voidaan monistaa useiden satojen näytteiden tai tuhansien erilaisten DNA-pätkien sekvenssi samaan aikaan. Näin voidaan samalla kertaa saada selville pötsin kaikkien bakteerien 16 S geenin emäsjärjestys ja verrata sitä tietokantaan, jolloin saadaan selville mitä lajeja siellä on. (Patwardhan ym., 2014, 4; Hintikka, 2020, 11, 13 – 14)

Punnitus

Vasikat punnittiin heti syntymän jälkeen ja sen jälkeen kerran viikossa, samana päivänä kuin otettiin verinäyte. Viikoittainen punnitus ja verinäytteen otto ajoitettiin juottoaikataulun mukaan tehtäväksi samaan aikaan päivästä eli iltapäivällä klo 13 – 14 välillä.

Vasikat kävelytettiin karsinastaan punnitusvaáalle, (kuva 9). Siirrossa varmistettiin, ettei vasikka pysähtynyt ”seurustelemaan” ja olemaan kosketuksissa toisten vasikoiden kanssa. Vasikan ollessa punnituksessa sen karsina siivottiin ja tarvittaessa lisättiin uusia kuivikkeita.

Kuva 9. Vasikat punnittiin viikoittain punnitusvaa'alla.



5 Tulokset ja tulosten tarkastelu

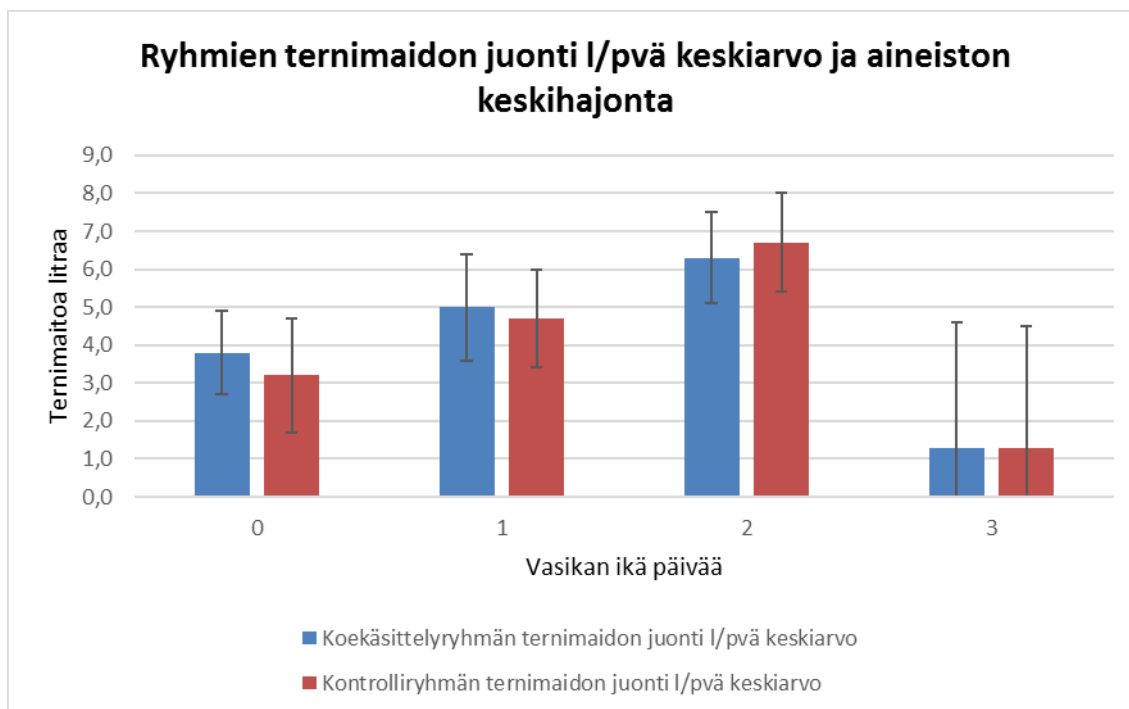
5.1 Vasikoiden syönti ja kasvu

Molempien ryhmien vasikoiden ternimaidon, täysmaidon ja maitojuoman juontimääriä seurattiin. Vasikoille tarjottu määrä maitoa ja juomatta jäänyt määrä mitattiin ja kirjattiin muistiin ja näin saatiin päivittäinen juodun maidon määrä jokaisen vasikan kohdalla.

Kuvassa 10 nähdään ryhmien keskimääräinen ternimaidon juontimäärä päivässä. Koeryhmän ja kontrolliryhmän vasikoiden ternimaidon juonnissa ei ollut suuria eroja; kahtena ensimmäisenä päivän koeryhmän vasikat joivat hieman enemmän, mutta kolmantena päivänä asetelma oli taas päinvastainen. Kummassakin ryhmässä oli tasaisesti vasikoita, jotka eivät vain juoneet kaikkea tarjottua maitoa. Koeryhmän yksi vasikka, Ooppera, joi ternimaitoa aluksi todella huonosti. Se ei

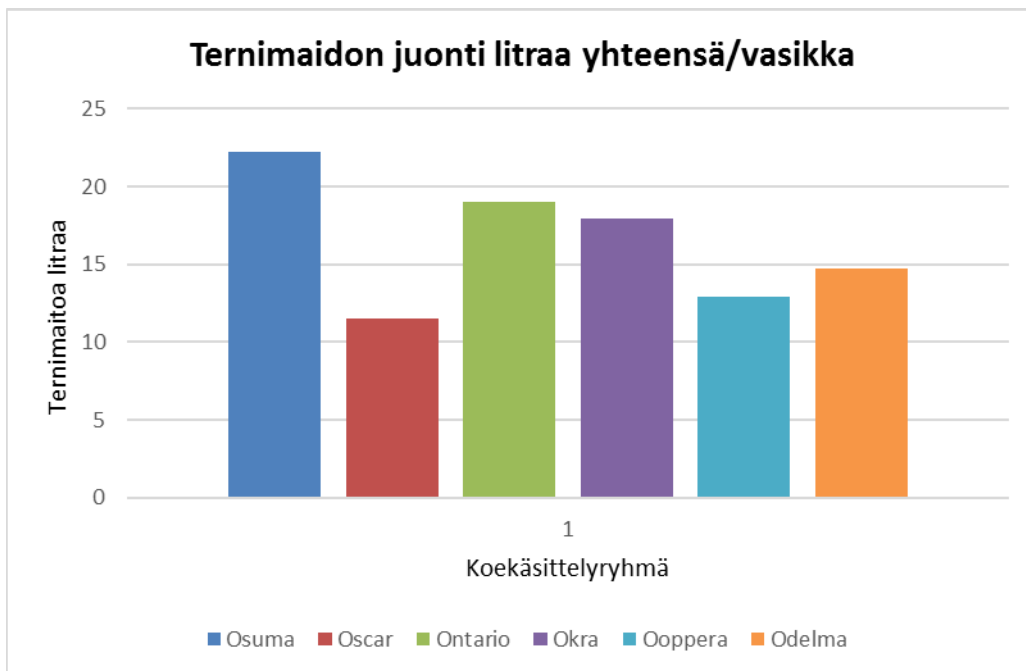
suostunut juomaan ensimmäistä ternimaitoannosta lainkaan, ja sitä oli letkuruokittava ja juotettava tuttipullosta. Neljäntenä päivänä ternimaidon juotu määrä oli kummallakin ryhmällä vain noin reilun litra, johtuen siirtymisestä täysmaitoon. Ryhmien väliset erot ternimaidon juonnissa olivat pieniä; luokkaa 0,3 – 0,6 litraa. Yksilöiden välinen hajonta on suurta päivänä 0, johtuen siitä, että vasikat ovat syntyneet eri aikaan vuorokaudessa, ja saatujen annosten määrä ensimmäisenä elinpäivänä riippuu syntymäajankohdasta. Kaksi vasikkaa, koekäsittelyryhmän Osuma ja kontrolliryhmän Ohari, ovat saaneet ternimaitoa myös kolmantena päivänä, kun muut vasikat ovat siirtyneet täysmaitoon jo päivän 2 jälkeen. Tämä selittää päivän 3 suuren juontimäärien vaihtelun.

Kuva 10. Ryhmien ternimaidon keskimääräinen juontimäärä päivässä ja aineiston keskihajonta.

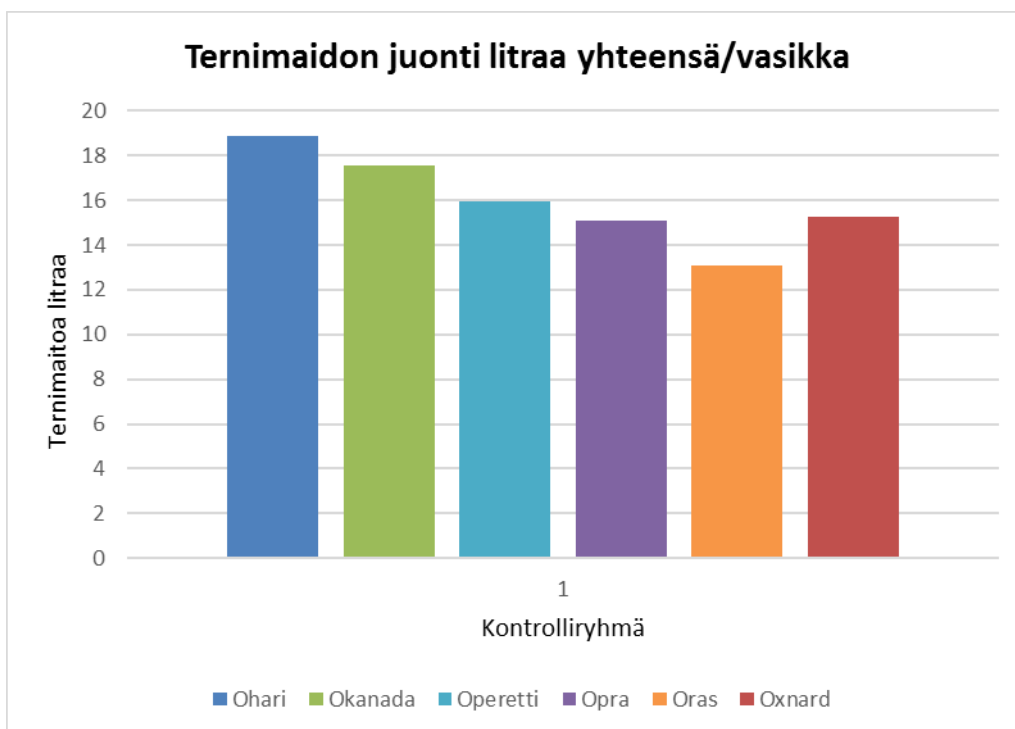


Yksilölliset erot juodun ternimaidon kokonaismäärissä ryhmien sisällä olivat jo huomattavasti suurempia (kuvat 11 ja 12). Koeryhmän vasikoilla peräti 10,65 litraa eniten ja vähiten juoneen välillä, vaihteluvälillä 11,55 – 22,2 litraa ternimaitoa. Kontrolliryhmän vasikoilla ero oli puolet pienempi, 5,75 litraa eniten ja vähiten juoneen välillä, vaihteluvälillä 13,1 – 18,85 litraa ternimaitoa.

Kuva 11. Koekäsittelyryhmän vasikoiden ternimaidon juontimäärä yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 11 ja 12 on "väritetty" samalla värillä)



Kuva 12. Kontrolliryhmän vasikoiden ternimaidon juontimäärä yhteensä



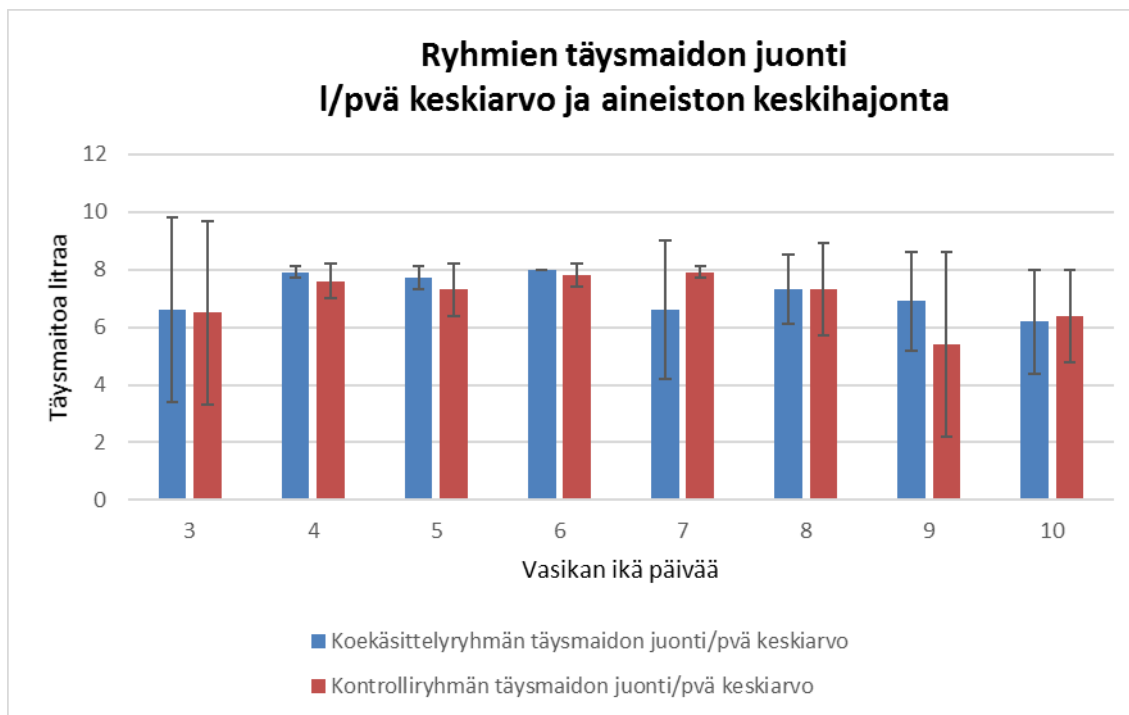
Kuvassa 13 nähdään ryhmien keskimääräinen täysmaidon juontimäärä päivässä. Juontimäärät ryhmien välillä ovat melko tasaiset. Kummassakin ryhmässä oli vasikoita, jotka eivät juoneet

kaikkea tarjottua maitomäärää, mutta myös niitä, jotka joivat kaiken. Kummassakin ryhmässä yhdellä vasikalla esiintyi päivien 9 – 10 ja 14 aikana ripulia, jolloin maito ei oikein maistunut. Myös nupoutus näytti vaikuttavan parilla vasikalla juomishalukkuuteen yhdellä juotokerralla.

Nupoutus tehtiin vasikan ollessa 10 päivän ikäinen, yleensä aamupäivän aikana. Näiden parin vasikan juomattomuus ilmeni nupoutusta seuraavana juotokertana, joko klo 10 tai klo 14.30 juotossa.

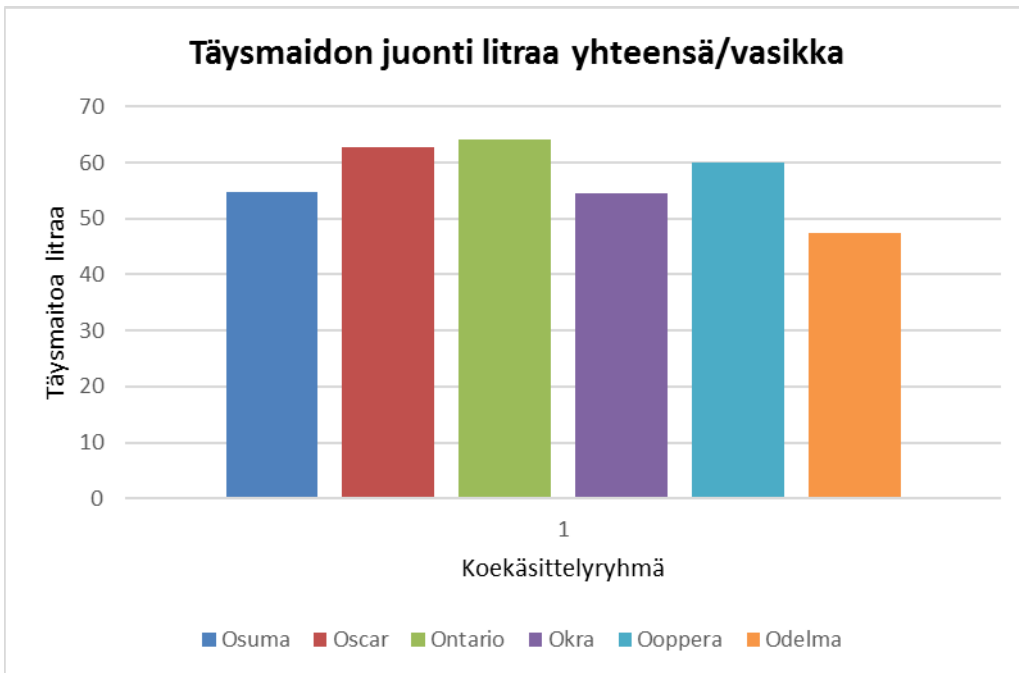
Ryhmien väliset erot olivat hivenen suurempia kuin ternimaidon juontimäärissä; 0,1 – 1,5 litraa.

Kuva 13. Ryhmien täysmaidon keskimääräinen juontimäärä päivässä ja keskihajonta

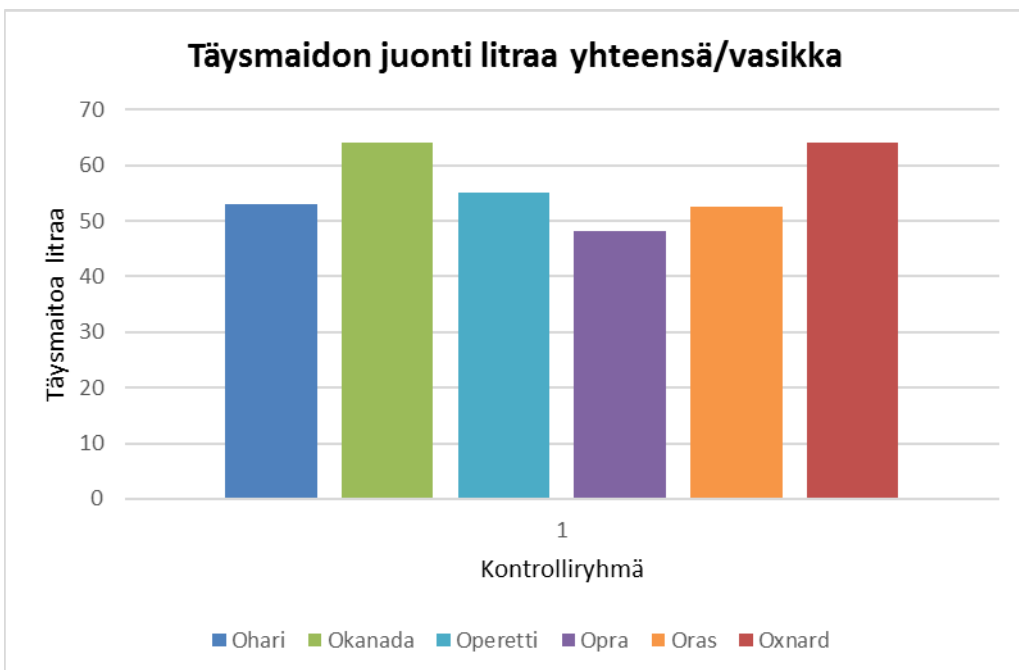


Yksilölliset erot täysmaidon kokonaisjuontimäärissä (kuvat 14 ja 15) ryhmien sisällä olivat huomattavan suuria mutta hyvin samankaltaisia, koeryhmän vasikoilla 16,6 litraa eniten ja vähiten juoneen välillä, vaihteluvälillä 47,4 – 64,0 litraa täysmaitoa ja kontrolliryhmän vasikoilla 15,85 litraa, vaihteluvälillä 48,15 – 64,0 litraa täysmaitoa. Yksilöiden välinen hajonta on kolmantena päivänä huomattavan suurta, johtuen vasikoiden hieman eriaikaisesta siirtymisestä ternimaidosta täysmaitoon. Yksilöiden väliset erot ovat hieman tasoittuneet ternimaidon juontimääriin verrattuna. Yllättäen ne vasikat, joiden ternimaidon juontimäärät olivat suhteellisen alhaiset, kirivät nyt täysmaidon juontiin siirryttäessä ja ohittivat muut reippaasti.

Kuva 14. Koekäsittelyryhmän vasikoiden täysmaidon juontimäärä yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 14 ja 15 on "väritetty" samalla värillä)



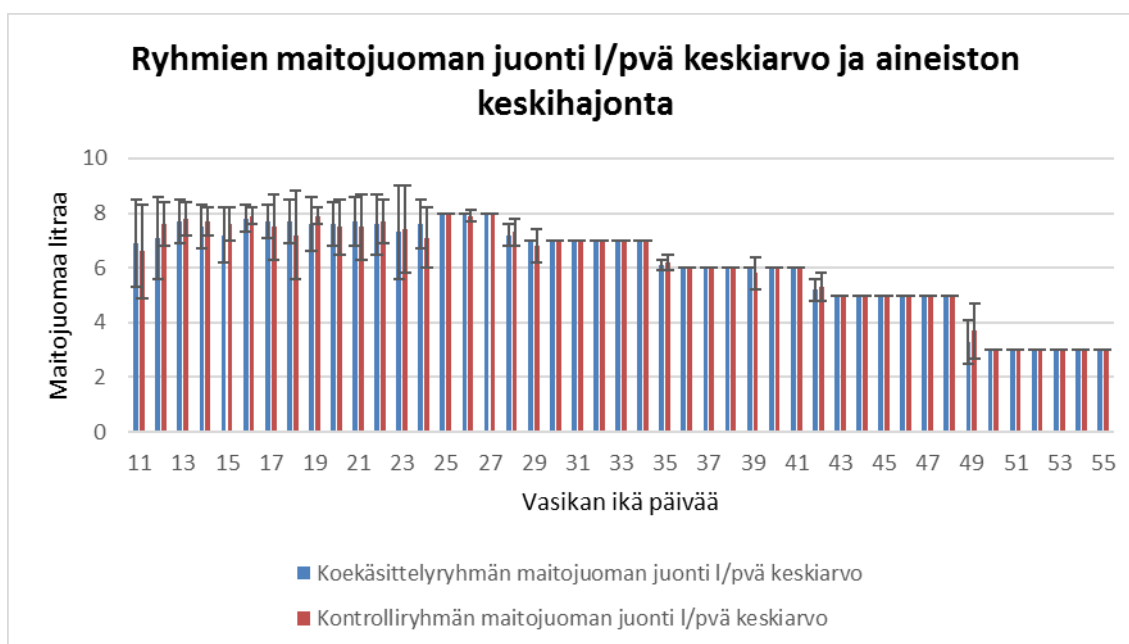
Kuva 15. Kontrolliryhmän vasikoiden täysmaidon juontimäärä yhteensä



Kuvassa 16 nähdään ryhmien keskimääräinen maitojuoman juontimäärä päivässä päivinä 11 – 55. Ryhmien keskinäiset juontimäärät olivat hyvin tasaisia eikä suurempia notkahduksia ollut kummassakaan ryhmässä. Väliaikaista juomattomuutta aiheuttivat lähinnä ripuli ja nupoutus, ja

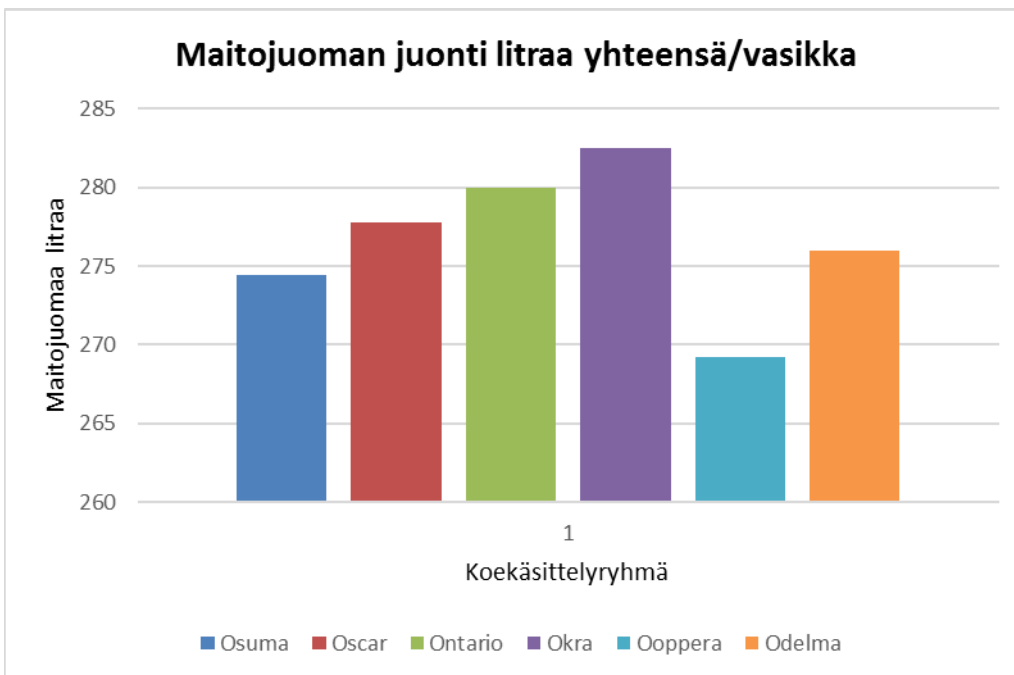
mukana on myös vasikoita jotka olivat huonoja juomaan. Nämä ovat nähtävissä 11 – 23 päivän iässä. Laskeva trendi juontimäärissä 28 päivän ikäisestä lähtien johtuu siitä, että vasikoita alettiin vähitellen vieroittamaan juotolta vähentämällä juottomääriä ja lopulta juottokertoja karkearehun syönnin edistämiseksi. Päivien 11 – 23 välillä vasikoiden juontimäärissä on hajontaa, jolloin kaikki vasikat eivät ole juoneet kaikkea tarjottua 8 litraa maitojuomaa päivässä. Juontimäärät tasoittuvat päivästä 25 ja melkein kaikki vasikat ovat juoneet tarjotun määrän. Havaittavissa on myös selkeää laskusuuntaa johtuen juontimäärien rajoittamisesta.

Kuva 16. Ryhmien maitojuoman keskimääräinen juontimäärä päivässä ja keskihajonta

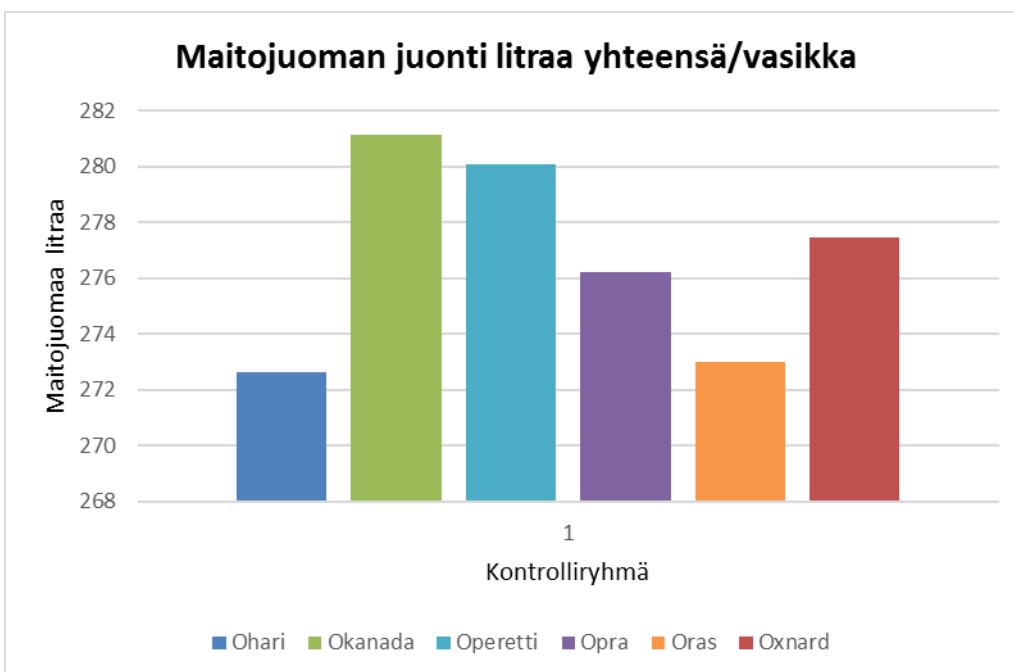


Kuvissa 17 ja 18 on esitetty molempien ryhmien yksilöiden maitojuoman juontimäärät yhteensä. Koekäsittelyryhmässä vaihteluväli on 269,25 – 282,5 litraa maitojuomaa, ja kontrolliryhmässä 272,65 – 281,15 litraa maitojuomaa.

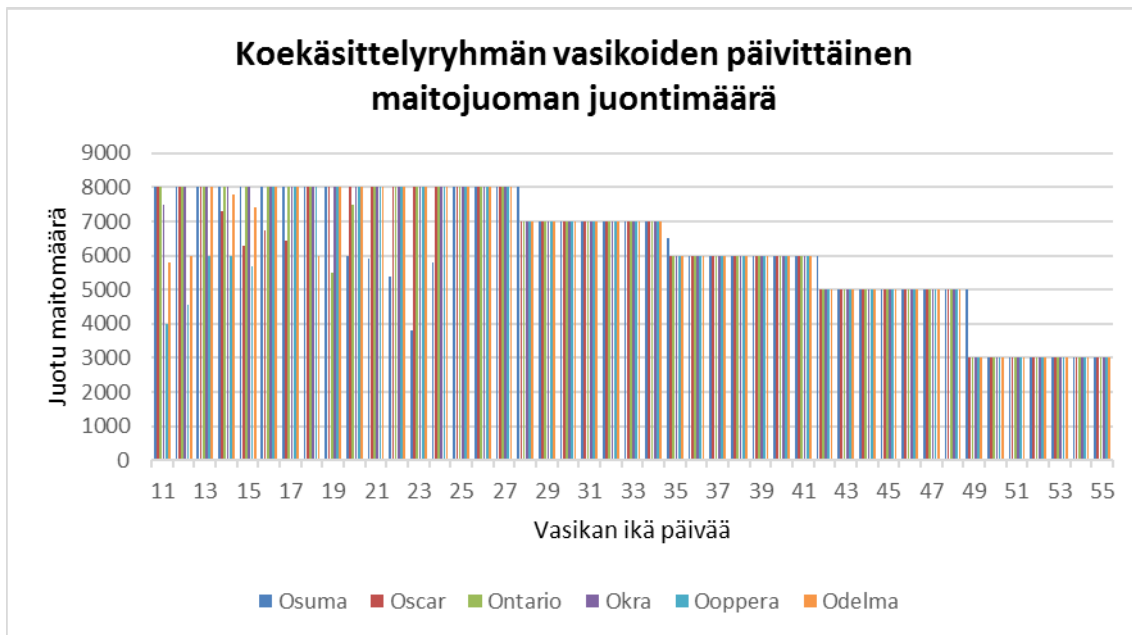
Kuva 17. Koekäsittelyryhmän vasikoiden maitojuoman juontimäärät yhteensä (kaksosparit ryhmien välillä kuvissa 17 ja 18 on "väritetty" samalla värillä)



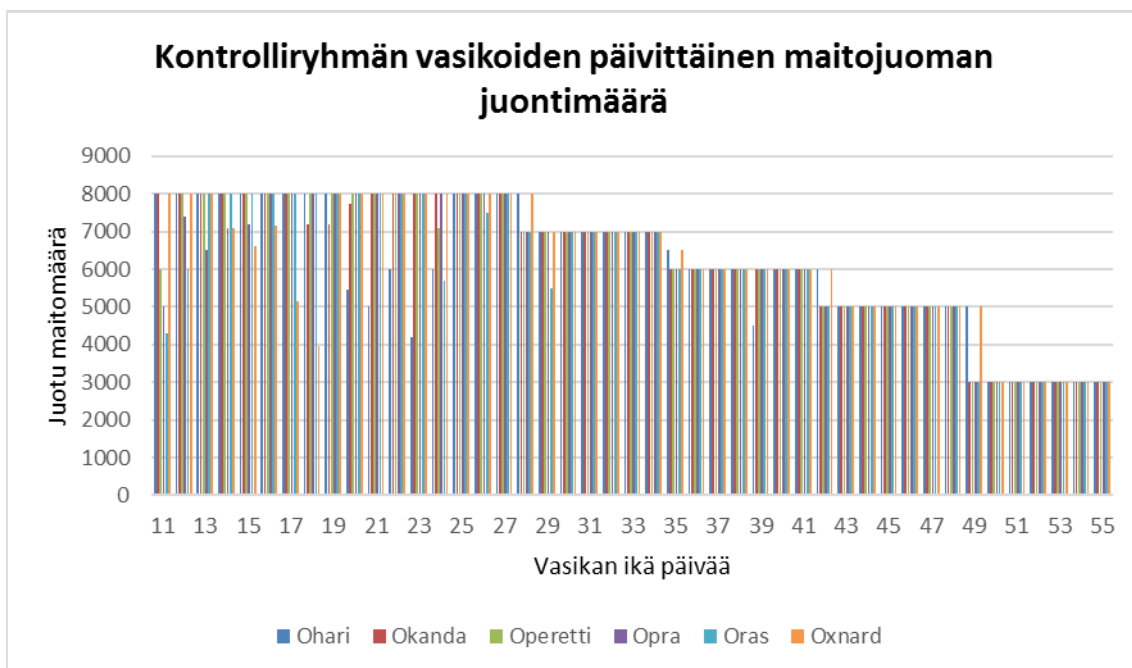
Kuva 18. Kontrolliryhmän vasikoiden maitojuoman juontimäärät yhteensä



Kuva 19. Koekäsittelyryhmän vasikoiden päivittäiset maitojuoman juontimäärät



Kuva 20 . Kontrolliryhmän vasikoiden päivittäiset maitojuoman juontimäärät

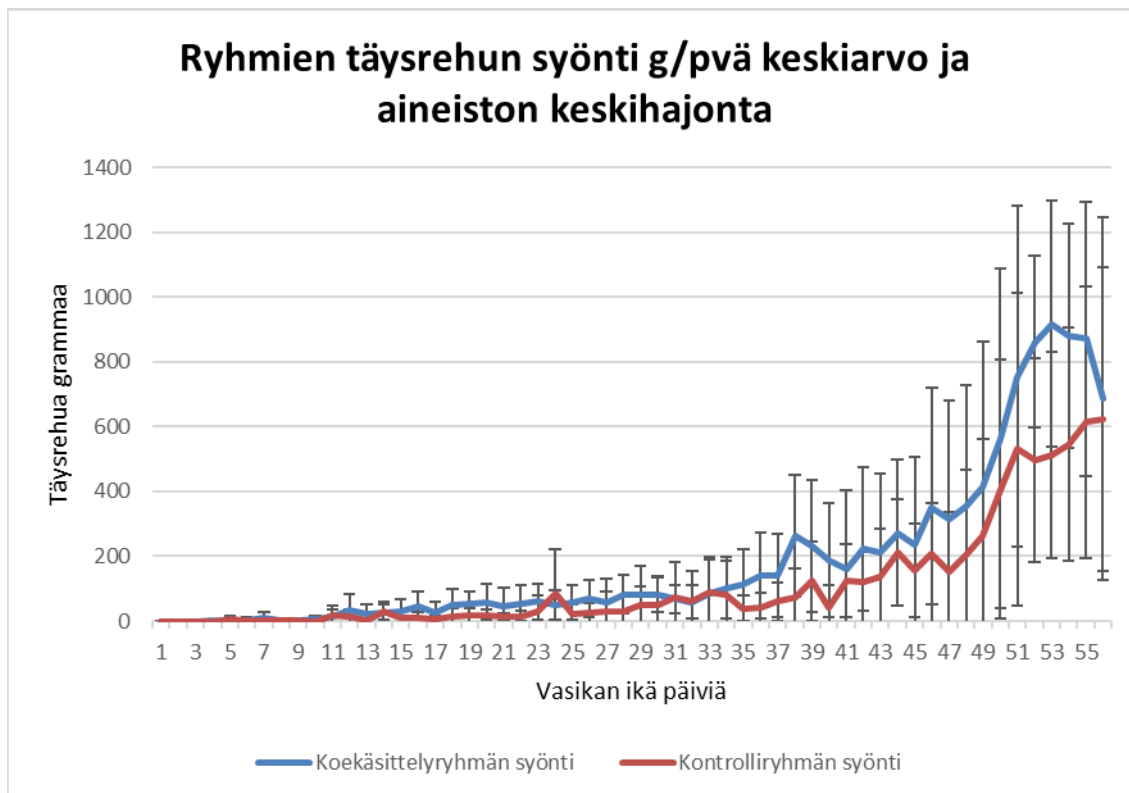


Myös vasikoiden väkirehun ja karkearehun syöntimääriä seurattiin ja mitattiin kuten maidon juontimääriä. Vasikoille annettiin väkirehuna Pikku-Mullin Herkkua, jota tarjottiin toisesta elinpäivästä alkaen. Rehumäärä oli aluksi 200 grammaa, ja määrää lisättiin vähitellen syödyn määrän mukaan. Syömättä jäänyt rehu punnittiin päivittäin jokaisen vasikan kohdalla. Kun

tiedettiin paljonko vasikalle oli edellisenä päivänä annettu rehua, vähentämällä annetusta määrästä syömättä jääneen rehun määrä saatiin syöty rehumäärä.

Kuvissa 21 ja 22 nähdään molempien ryhmien keskimääräinen täysrehun syönti, ja keskimääräisen syönnin lisäksi aineiston keskihajonta. Kuvassa 23 nähdään molempien ryhmien täysrehun syönnin kehitys koejakson aikana ja esitetään ikä, jolloin päivän aikana syöty täysrehumäärä ylitti ensimmäisen kerran 100, 200, 300, 400 ja 500 grammaa. Keskimääräinen ikä jolloin 100 gramman päivittäinen syöntimäärä ylittyi, oli koeryhmän vasikoilla 23,8 päivää ja kontrolliryhmän vasikoilla keskimäärin 35,7 päivää. Suurin ero oli heti täysrehun syönnin alkuvaiheessa, myöhemmin erot hieman tasoittuivat, mutta trendinä oli, että koeryhmän vasikat söivät suurempia määriä täysrehua varhaisemmassa vaiheessa.

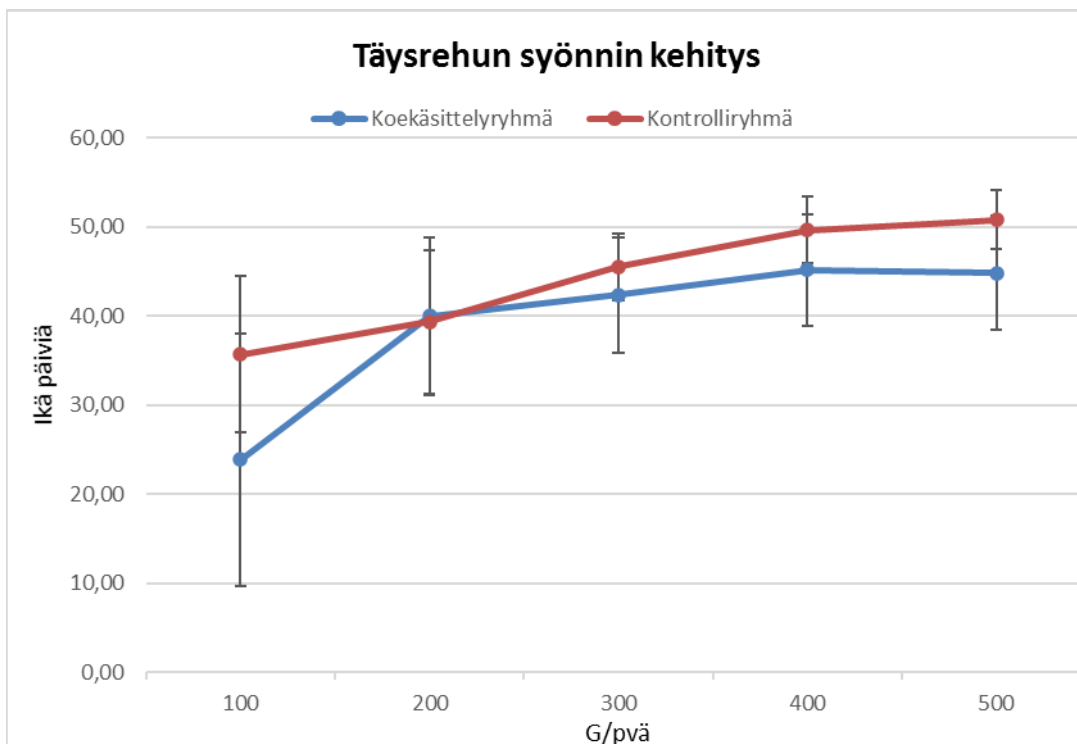
Kuva 21. Ryhmien täysrehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta



Kuva 22. Ryhmien täysrehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta



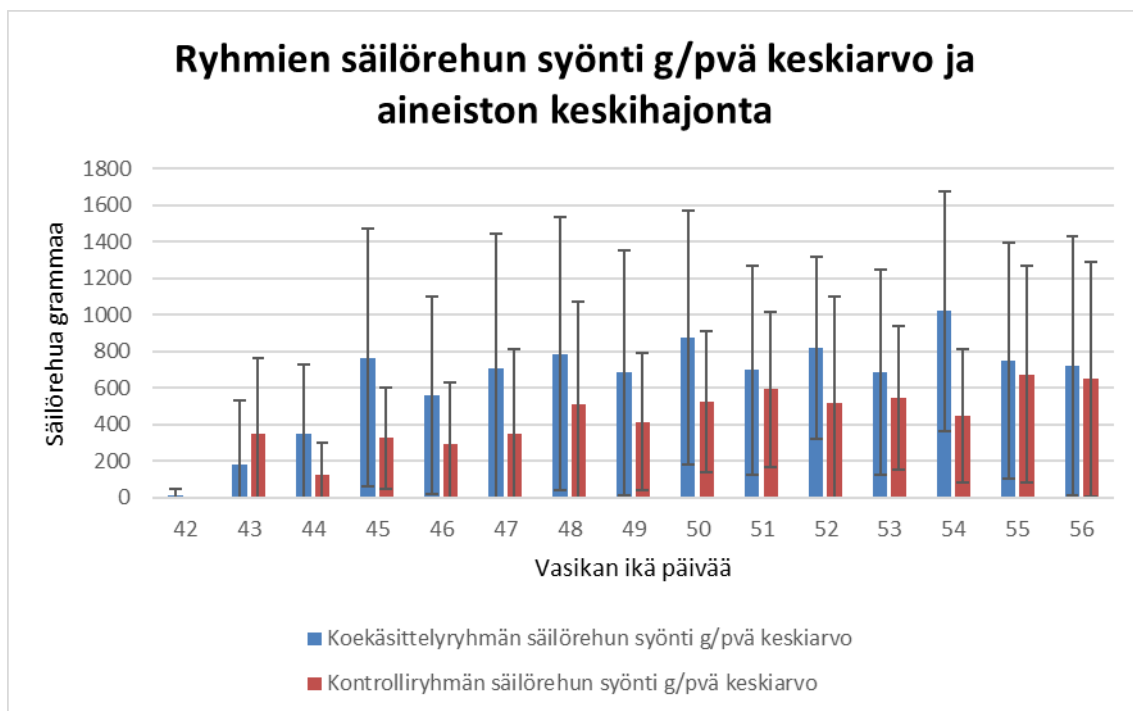
Kuva 23. Ryhmien täysrehun syönnin kehitys. Ikä, jolloin syöty täysrehun määrä ensimmäisen kerran ylitti 100, 200, ... 500 g päivässä, keskiarvo ja keskihajonta.



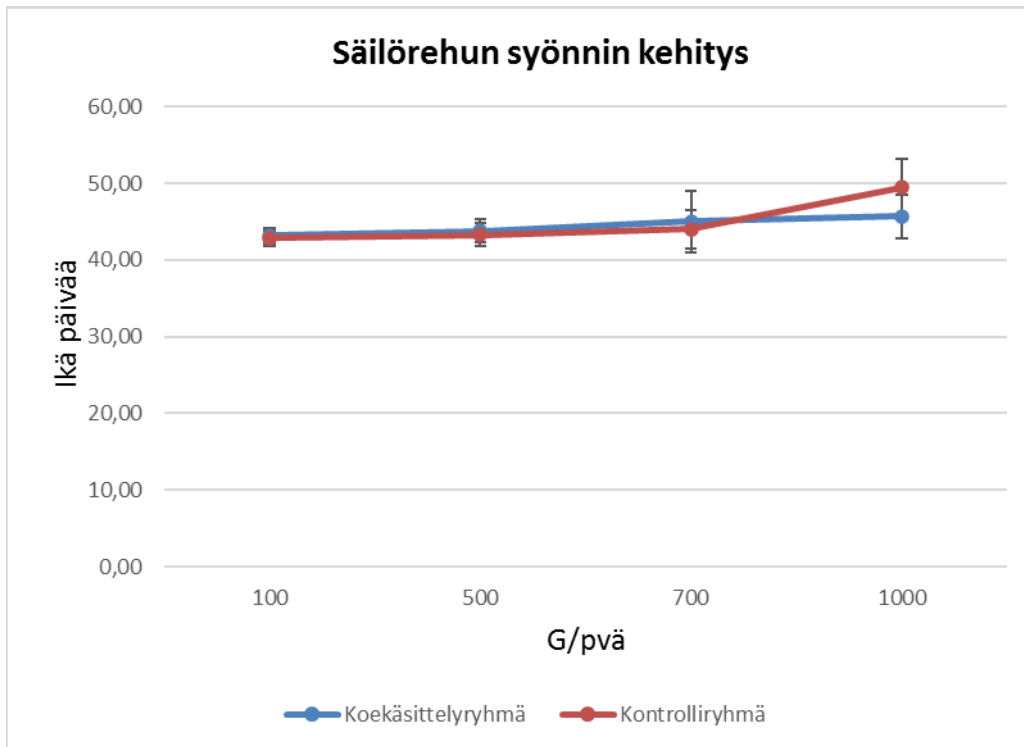
Säilörehun tarjoaminen vasikoille aloitettiin 42 päivän ikäisenä. Säilörehu punnittiin samoin kuin väkirehu eli vasikoille annettiin tietty määrä, ensi alkuun 1000 g, säilörehua ja syömättä jäänyt

rehu taas punnittiin, jolloin saatiin syöty rehumäärä. Kontrolliryhmä näytti aloittavan säilörehun syömisen hieman aikaisemmin, tosin erot olivat pieniä, ja 100, 500, 700 gramman syöntimäärät ylittyivät 0,34 – 1,0 päivää nuorempina kuin koeryhmän vasikoilla. Siitä eteenpäin, kohti 1000 gramman päiväsyöntiä kohden mentäessä, kontrolliryhmän syönti taantui ja 1000 g:n päiväsyönti ylittyi keskimäärin vasta 49,5 päivän ikäisenä, kun taas koeryhmän vasikoilla keskimäärin 45,7 päivän ikäisenä. Koeryhmän vasikoiden syöntikäyrä näyttäisi kasvavan suhteellisen tasaista vauhtia, vaikkakin ryhmän yksilöiden välinen hajonta oli varsin suurta (kuvat 24 ja 25).

Kuva 24. Ryhmien säilörehun keskimääräinen syöntimäärä päivässä ja keskihajonta



Kuva 25. Ryhmien säilörehun syönnin kehitys. Ikä, jolloin syöty säilörehun määrä ensimmäisen kerran ylitti 100, 500, 700 ja 1000 g päivässä, keskiarvo ja keskihajonta.



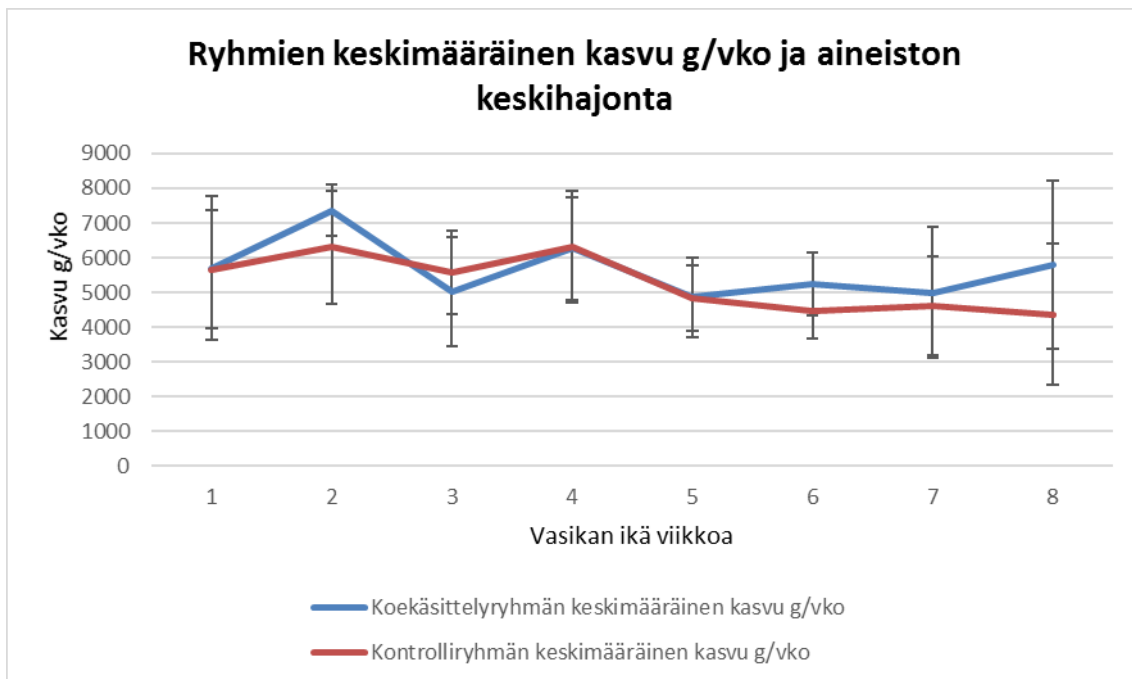
Vasikoille tarjottiin väkirehun lisäksi hyvälaatuista kuivaa heinää toisesta elinpäivästä lähtien. Heinän syöntiä ei mitattu, ainoastaan kirjattiin muistiin, jos vasikalle annettiin uutta heinää. Näillä tiedoilla saatiin laskettua ryhmien vasikoille annetun heinän määrä keskiarvona viikossa, (taulukko 2). Uutta heinää annettiin, jos vanha heinä oli syöty tai vasikka oli pudottanut heinän maahan tai karsinaan. Tietojen perusteella ryhmien vasikoille tarjotun heinän keskimääräinen määrä viikossa oli suunnilleen samaa suuruusluokkaa, paitsi viikoilla 4 ja 6, jolloin koeryhmälle tarjotun heinän määrä oli karkeasti puolet suurempi kontrolliryhmään verrattuna, ja viikolla 8 kontrolliryhmän vasikoilla noin 200 g suurempi kuin koeryhmän vasikoilla.

Taulukko 2. Vasikoille tarjottu keskimääräinen heinäannos grammaa viikossa

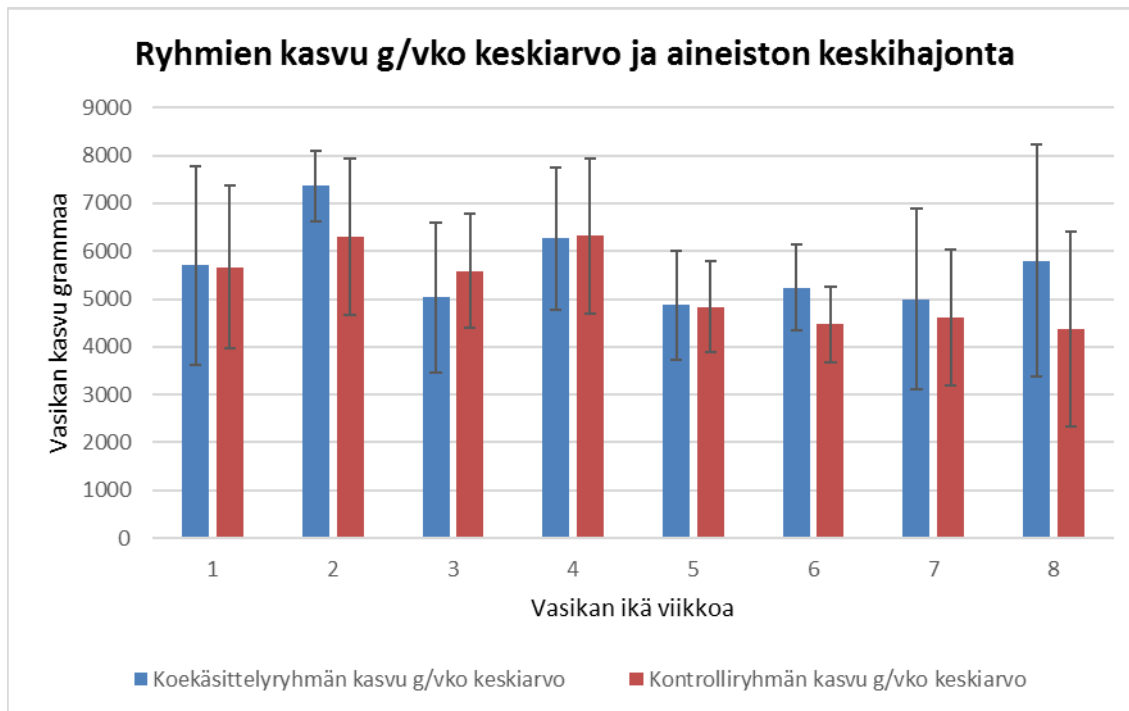
VKO	KOERYHMÄ	KONTROLLIRYHMÄ
1	196,8	203,2
2	68,5	82
3	187,7	153,7

4	201,3	115,8
5	464,2	400,3
6	1028,8	563
7	750	700
8	1010,3	1212,5

Kuva 26. Ryhmien vasikoiden keskimääräinen kasvu g/vko ja keskihajonta



Kuva 27. Ryhmien vasikoiden keskimääräinen kasvu g/vko ja keskihajonta



Yllä olevissa kuvissa, (kuvat 26 ja 27) nähdään koe- ja kontrolliryhmän vasikoiden keskimääräinen viikkokasvu, ja lisäksi aineiston keskihajonta. Koekäsittelyryhmän vasikoiden paino oli tutkimuksen alussa keskimäärin 34,8 kg ja kontrolliryhmän vasikoiden paino keskimäärin 33,4 kg. Ensimmäisen viikon lähtötilanteessa kasvu oli lähes sama kummankin ryhmän vasikoilla, sen jälkeen esiintyi jonkin verran vaihtelua, ja viikoilla 4 ja 5 kasvu oli taas samaa luokkaa, muutaman kymmenen gramman erolla. Viikolla 2 ero oli suurin, koeryhmän jopa 1067 g suuremmalla kasvulla. Yleisesti ottaen koeryhmän vasikoiden keskimääräinen viikkokasvu oli 8 viikon seurantajakson aikana parempi kuin kontrolliryhmän vasikoilla, lukuunottamatta viikon 3 punnitusta, jolloin kontrolliryhmä kasvoi noin 500 grammaa paremmin. Tämän selittänee koeryhmän Ooppera-nimisen vasikan heikko kasvu, vain 2200 g kyseisenä viikkona, joka pudotti ryhmän keskiarvoa. Ooppera-vasikka joi aika huonosti ja sairasti myös vesiripulia viikolla 2, joten se näkyy viikon 3 kasvussa. Ryhmien sisällä yksilöiden väliset erot olivat huomattavan suuria; koeryhmän vaihteluväli oli 2500 g ja kontrolliryhmän 1950 g.

5.2 Vasikoiden terveys

Yleisesti ottaen vasikat voivat hyvin, niiden karva kiilsi ja ne olivat terhakkaita ja leikkisiä. Sen lisäksi että vasikoiden terveydentilaa tutkittiin ottamalla verinäytteitä, joiden avulla saatiin tarkkaa tietoa mm. vastustuskyvyn kehittymisestä, seurattiin vasikoita 8 viikon aikana myös silmämääräisesti ja havaitut poikkeamat terveydessä tai maidon/maitojuoman juomisessa kirjattiin muistiin (taulukko 3). Poikkeamia esiintyi lähinnä neljän ensimmäisen elinviikon aikana. Taulukosta 3 nähdään, että koeryhmän vasikoilla esiintyi juomattomuutta 24 kertaa neljällä vasikalla, ja kontrolliryhmän vasikoilla 15 kertaa, myös neljällä vasikalla. Määrällisesti koeryhmän vasikoilla oli juomattomuutta siis 9 kertaa enemmän verrattuna kontrolliryhmän vasikoihin. Tavallista ripulia oli yhdellä ja vesiripulia yhdellä vasikalla koeryhmästä, vastaavasti kontrolliryhmän vasikoista kolmella oli tavallista ripulia ajanjakson aikana, samoin veristä sontaa esiintyi kerran kahdella vasikalla, syy veriseen sontaan ei selvinnyt. Ripulitapausten esiintymisen yhteydessä myös Pikku-Mullin Herkku -erä vaihtui – mahdollisesti uusi rehuerä oli koostumukseltaan hieman erilainen, ja se osaltaan aiheutti ripulia. Lisäksi koeryhmän yhden vasikan navasta tuli mätää. Ripulin hoitoon vasikoille annettiin hiilipastaa, Benfitalia ja Tehobaktia. Hiilipasta on nopeavaikutteinen täydennysrehu, jota annetaan vasikoille ripulin ja sen aiheuttaman nestehukan yhteydessä. (Finncow, n.d.) Benfital on vasikoille annettava täydennysrehu ripulitilanteissa. Sen sisältämät suolat ja glukoosi ehkäisevät vasikan kuivumista ja haitallisia bakteereita sitovat kuidut kuljettavat ne pois elimistöstä ulosteen muodossa. (Vetcare, n.d.) Tehobakt on täydennysrehuseos, joka sisältää maitohappobakteereita. Sitä annetaan vasikoille suolistohäiriöiden kuten ripulin yhteydessä, se tasapainottaa suolistomikrobistoa (Vilomix, n.d.) Napa hoidettiin Betadine-käsittelyllä. Betadine on jodipitoinen, antiseptinen ihonpuhdisteliuos haavojen yms. hoitoon. (Apteekkituotteet, n.d.) Vasikat nupoutettiin 10 päivän ikäisenä. Vaikka eläinlääkäri antoi vasikoille ennen toimenpidettä rauhoittavan esilääkityksen ja kipulääkityksen, näytti toimenpide aiheuttavan hetkellistä juomattomuutta.

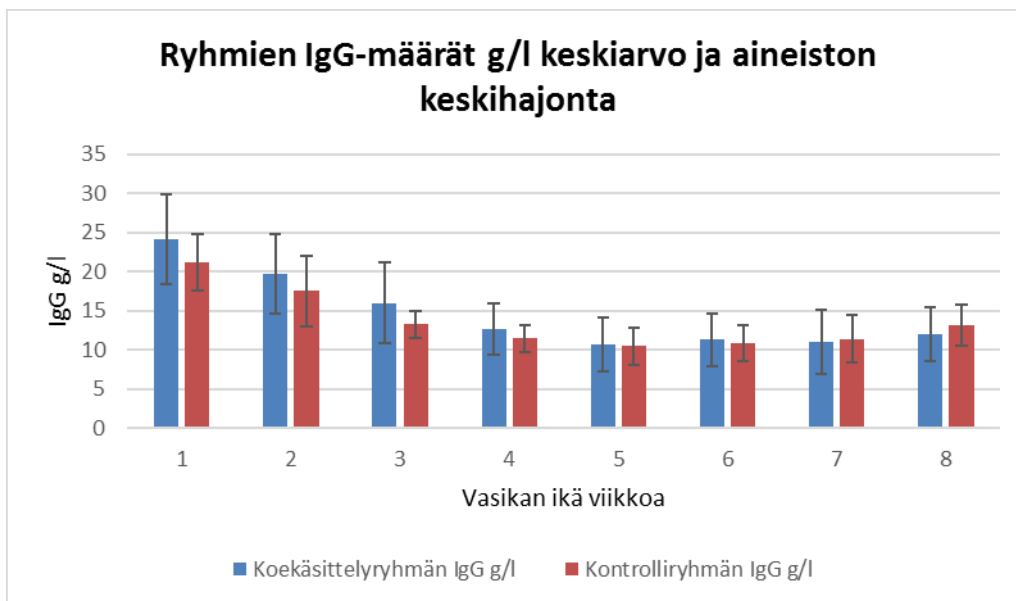
Taulukko 3. Vasikoilla havaitut terveystoikkeamat 8 viikon seurantajakson aikana

Havaittupoikkeama	Koeryhmä kpl	Kontrolliryhmä kpl
Ripuli	1	3
Vesiripuli	1	0

Verinen sonta	0	2
Haavat yms.	1	0
Juomattomuus	24	15

Kuvassa 28 nähdään ryhmien vasikoiden keskimääräiset Immunoglobuliini G (IgG) -määrät veressä (g/l) ja aineiston keskihajonta 8 viikon seurantajakson aikana. Koeryhmän vasikoiden IgG-määrä näytti pysyvän hieman korkeammalla tasolla ensimmäiset kuusi viikkoa, kuitenkin laskien tasaisesti kummallakin ryhmällä joka viikko ja ollen alimmillaan viikolla 5. Siitä eteenpäin taso lähti kummallakin ryhmällä hieman taas kohoamaan, kunnes viikoilla 7 ja 8 vastaavasti kontrolliryhmän vasikoiden IgG-taso oli hieman korkeampi verrattuna koeryhmän vasikoihin. Koeryhmän vasikoiden IgG-määrä oli korkeimmillaan, 24,2 g/l, ensimmäisellä viikolla ja alhaisimmillaan, 10,7 g/l, viidennellä viikolla syntymästä. Vastaavat määrät kontrolliryhmän vasikoilla 21,2 g/l ja 10,5 g/l.

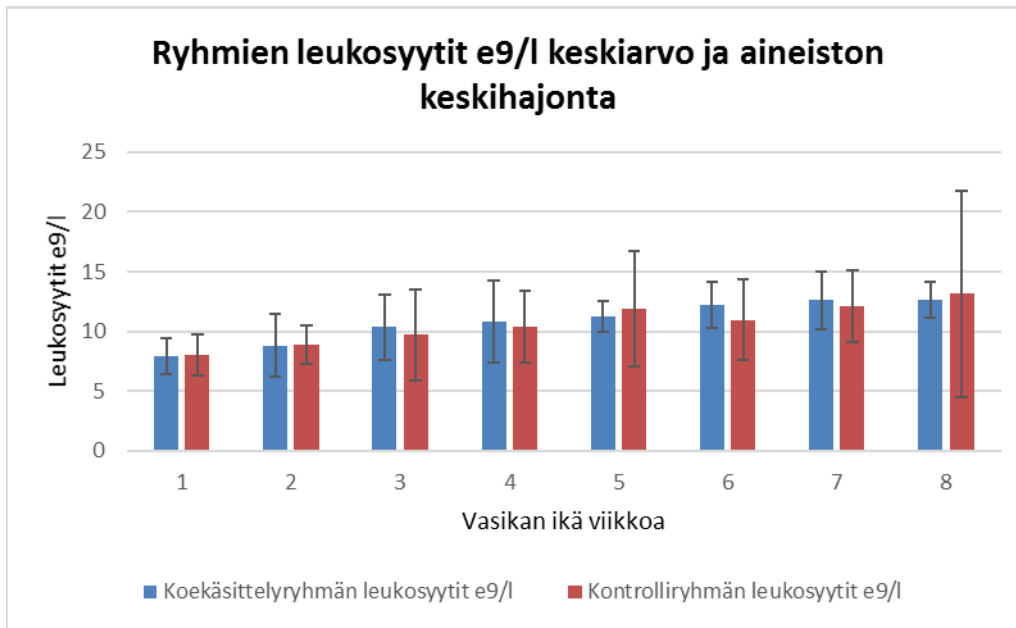
Kuva 28. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset IgG-määrät veressä g/l ja keskihajonta



Leukosyyttien eli valkosolujen määrä keskiarvona sekä aineiston keskihajonta ryhmien vasikoiden veressä on nähtävissä kuvassa 29. Valkosolujen määrä on kasvanut tasaisesti viikoittain kummankin ryhmän vasikoilla. Pientä vaihtelua on ryhmien välillä ollut molempiin suuntiin viikoittain, mutta erot ovat olleet pieniä, 0,1 – 1,2 välillä. Pienin ero oli viikolla 2 ja suurin viikolla 6. Koeryhmän vasikoilla valkosolujen määrän vaihteluväli oli 7,9 – 12,6 $\times 10^9/l$ ja kontrolliryhmän vasikoilla 8,1 – 13,1 $\times 10^9/l$. Viikolla 8 kontrolliryhmän leukosyyttiarvojen hajonta on huomattavan

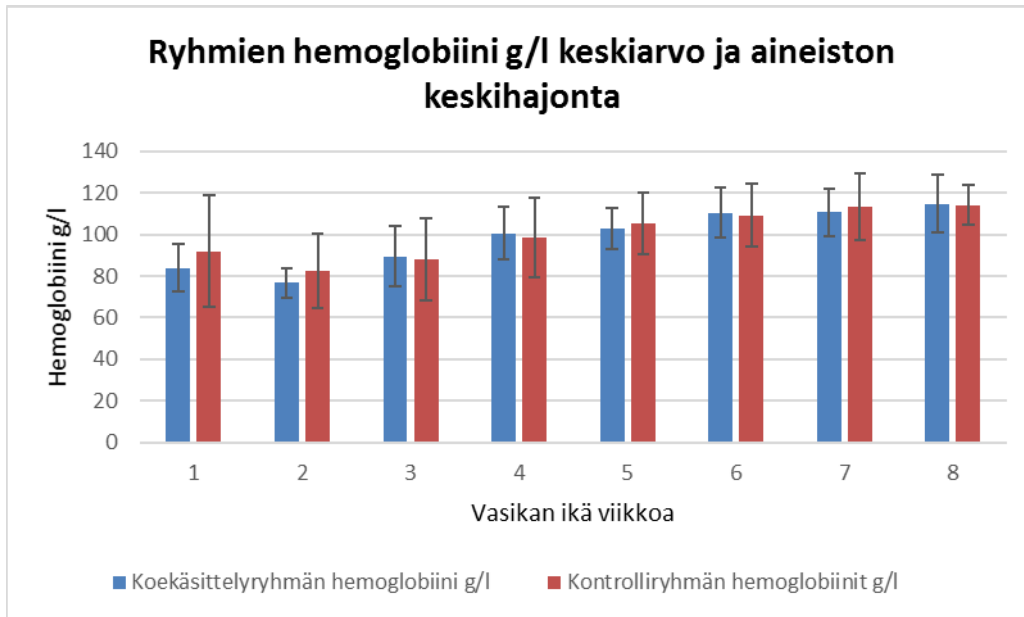
suurta, johtuen kahden vasikan valkosolujen määrän vaihtelusta. Operetti-vasikan valkosolujen määrä oli tuolloin jopa 28,8 ja Oras-vasikan vain 2,2. Mitään sairautta ei näillä vasikoilla kuitenkaan havaittu.

Kuva 29. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset leukosyyttien määrät veressä e9/l ja keskihajonta



Kuvassa 30 nähdään ryhmien vasikoiden keskimääräiset hemoglobiiniarvot g/l ja aineiston keskihajonta. Kehityssuunta näyttää olevan, että kummankin ryhmän arvot kohoavat tasaisesti viikoittain, ainoastaan kahdella ensimmäisellä viikolla kontrolliryhmän vasikoilla arvot ovat hieman selkeämmin korkeammat koeryhmän vasikoihin verrattuna. Koeryhmän vasikoilla Hb-arvo vaihteli 76,7 – 114,8 välillä ja kontrolliryhmän vasikoilla 82,5 – 114,2 välillä. Kummankin ryhmän vasikoilla hemoglobiiniarvo hieman notkahti viikolla 2, jolloin arvot jäivät viitearvojen alapuolelle. Sen jälkeen arvot lähtivät tasaisesti kohoamaan. Huomioitavaa kuitenkin on, että vasikoiden hemoglobiiniarvot ovat yleensä hieman alhaisemmat, varsinkin maitoruokintavaiheessa.

Kuva 30. Ryhmien vasikoiden keskimääräiset hemoglobiiniarvot g/l ja keskihajonta



6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Vastasyntynyt vasikka muistuttaa ruoansulatukseltaan pitkälti yksimahaista nisäkstä. Sen ruoansulatuksen keskeisin elementti on juoksutusmaha, joka on rakenteellisesti ja toiminnallisesti hyvin kehittynyt. Etumahat ovat vielä pienet ja toimimattomat. Siksi maitopohjainen ravinto on pikkuvasikalle elinehto ja tärkein rehu sen ensimmäisten kahdeksan elinviikon aikana. Vasikan kehittyminen märehijäksi tapahtuu vähitellen ja tärkeintä siinä on pötsin ja sen mikrobiston kehittyminen. Oikeanlaisella ruokinnalla pötsin kehittymistä voidaan nopeuttaa. Vasikalla tulisivin olla pian saatavilla hyvin sulavaa, ravintoainepitoista ja maittavaa väkirehua ja karkearehua sekä puhdasta vettä.

Ruokinnalla pystytään myös hyödyntämään vasikan luontaista kasvupotentiaalia, sillä sen tehokkain kasvun vaihe on kolmen ensimmäisen elinkuukauden aikana. Tuona aikana tapahtuvalla vasikan ja utarekudoksen hyvällä kasvulla voidaan vaikuttaa sen tulevaan elinikäistuotokseen ja kestävyteen lypsylehmänä.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, voidaanko pikkuvasikan kehitystä ohjata annostelemalla vasikalle aikuisen lehmän pötsinestettä, ja samalla laajemmin koko tutkimuksen tarkoitus oli tuottaa uutta tietoa vasikan pötsimikrobiston kehittymisestä.

Opinnäytetyössä tehdyssä kokeessa kummankin ryhmän (koekäsittely- ja kontrolliryhmä) vasikat juotettiin ja ruokittiin samoilla rehuilla. Myös hoitokäytännöt olivat kummallakin ryhmällä samat. Koekäsittelyryhmän vasikoille annettiin 7. elinpäivästä lähtien aikuisen lehmän pötsinestettä. Lähtökohtaisena oletuksena oli, että pötsinestettä saaneiden koekäsittelyvasikoiden pötsin mikrobisto muistuttaisi enemmän aikuisen lehmän pötsin mikrobistoa, ja että pötsinesteannostelu saattaisi vaikuttaa pötsin toimintaa edistävästi.

Vasikoiden terni- ja täysmaidon sekä maitojuoman juontimäärät ryhmien välillä olivat suhteellisen tasaiset eikä suuria eroja havaittu. Osalla vasikoista juomaan oppiminen kesti hieman kauemmin kuin muilla, ja toisilla vasikoilla jäi joka kerta juomaa ämpärin pohjalle enemmän tai vähemmän toisten juodessa ämpärin tyhjäksi viimeiseen tippaan.

Täysrehun syönnissä suurin ero näkyi heti syönnin alkuvaiheessa, jatkuen tasaisesti koko seurantajakson ajan koekäsittelyryhmän eduksi. Näytti siltä, että koekäsittelyryhmän vasikat olisivat valmiimpia syömään suurempia täysrehumääriä varhaisemmassa vaiheessa.

Säilörehun syöntiä vertailtaessa kontrolliryhmän vasikat aloittivat syönnin hieman aikaisemmin, mutta koekäsittelyryhmän vasikoiden syönti kasvoi tasaisemmin ja 1000 gramman päiväsyönti ylittyi 4 päivää nuorempana kontrolliryhmän vasikoihin verrattuna.

Heinän syöntiä ei mitattu, mutta tarjotut määrät kirjattiin muistiin. Näiden tietojen perusteella tarjotut määrät ryhmien välillä olivat varsin tasaiset, huomattavimmat erot näkyivät viikoilla 4, 6 ja 8, jolloin koekäsittelyryhmän tarjotut määrät olivat huomattavasti suurempia.

Syöntimäärissä korostuivat todella suuret yksilöiden väliset erot molempien ryhmien sisällä. Voi olla, että koeryhmän vasikoiden pötsi on hieman aiemmin valmis hajottamaan kuitupitoista/kiinteää rehua. Vaikka pötsin haihtuvien rasvahappojen kokonaismäärässä ei ollut eroja koeryhmien kesken, pötsin mikrobikoostumuksen analyysit antoivat viitteitä siitä, että koeryhmän vasikoiden mikrobikoostumus oli erilainen kuin kontrolliryhmällä. (Huuki ym., 2019).

Koekäsittelyryhmän vasikoiden paino oli tutkimuksen alussa keskimäärin 34,8 kg ja koejakson päättyessä keskimäärin 80,1 kg. Vastaavat painot olivat kontrolliryhmän vasikoilla keskimäärin 33,4 kg ja 75,5 kg. Vasikoiden keskimääräinen viikkokasvunopeus koejakson aikana oli

koekäsittelyryhmän vasikoilla 5733 g/vko ja kontrolliryhmän vasikoilla 5267 g/vko. Keskimääräiset päiväkasvut olivat koekäsittelyryhmän vasikoilla 819 g/pv ja kontrolliryhmän vasikoilla 752,4 g/pv. Maidon juontimäärien ollessa varsin tasaiset ryhmien kesken, koekäsittelyryhmän vasikoiden paremman kasvun koko koejakson ajan selittänee täysrehun huomattavasti parempi syönti ja syönnin kehitys kontrolliryhmään verrattuna.

Vasikoiden terveydentilaa seurattiin havainnoimalla mahdollisia terveyspoikkeamia. Vasikat, jotka sairastivat ripulia, sairastivat sen kahden ensimmäisen elinviikon aikana. Ripulia kesti yleensä 1 – 2 päivää. Ripuli ja vasikoiden nupouttaminen aiheuttivat jonkin verran hetkellistä juomattomuutta osalla vasikoita. Juomattomuutta oli koekäsittelyryhmän vasikoilla 9 juottokertaa enemmän kuin kontrolliryhmän vasikoilla.

Kummankin ryhmän vasikoiden veren IgG-pitoisuudet olivat alimmillaan viikolla 5, jolloin ternimaidosta saatujen vasta-aineiden pitoisuus oli jo laskenut huomattavasti ja vasikan oma vasta-ainetuotanto oli vasta kehittymässä. Kuitenkaan alimmillaankaan vasikoiden veren IgG-pitoisuudet eivät pudonneet alle raja-arvon. Hokkasen (2019, 32) mukaan yleisenä vasikan veren seerumin IgG-pitoisuuden raja-arvona pidetään 10 g/l, jotta vasikka saa ternimaidosta riittävän hyvän passiivisen vastustuskyvyn. Movet Oy:n mukaan nautojen viitearvot ovat 16 – 24 g/l.

Leukosyyttien eli valkosolujen määrä kummankin ryhmän vasikoiden veressä oli viikoittain lievästi noususuuntainen. Vasikoilla ei ollut infektioita tai muita tulehdustiloja, joihin kohonneet valkosoluarvot olisivat viitanneet. Kummankin ryhmän vasikoiden tulokset olivat viitearvojen sisällä. Movet Oy:n mukaan nautojen viitearvot ovat 5,9 – 14,0 $\times 10^9/l$, joka tarkoittaa 5,9 – 14,0 miljardia valkosolua litrassa verta. Vasikoiden leukosyyttien totaolimäärä saavuttaa aikuisen naudan arvot noin viikon ikäisenä. (Pyörälä ja Tiihonen, 2005) Naudalla valkosolujen määrä vaihtelee huomattavasti riippuen eläimen iästä, stressitilasta tai lihasaktiivisuudesta. (Kekkonen ja Tonteri, 2012, 27)

Suomalaisen tutkimuksen mukaan vasikan Hb-arvot ovat korkeammat heti syntymän jälkeen ja alimmillaan ne ovat 3 - 4 viikon iässä, kunnes alkavat vähitellen nousta. Juottovasikoille tulee määräysten mukaan antaa tarpeeksi korsirehua anemian välttämiseksi. (Pyörälä ja Tiihonen, 2005) Movet Oy:n mukaan nautojen viitearvot ovat 87 – 124 g/l.

Koekäsittelyryhmän ja kontrolliryhmän välillä havaittiin numeerisia eroja kasvussa ja rehun syönnissä. Tämän opinnäytetyön aineiston perusteella ei voida osoittaa, millaisia vaikutuksia aikuisen lehmän pötsin mikrobiston siirtämisellä on vasikan pötsin mikrobiston kehitykseen, mutta tutkimushanke jatkuu mikrobikoostumuksen määrittämisen osalta. Huukin ja muiden (2019) samasta kokeesta julkaisemien tulosten mukaan käsittelyryhmän vasikoiden mikrobisto oli monipuolisempi kuin kontrolliryhmän ja että mikrobiomin koostumuksessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja viikkojen ja koeryhmien välillä. Pötsin kokonaisrasvahappomäärissä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Heidän tuloksensa viittaavat siihen, että pötsinesteen annostelulla on saattanut olla vaikutusta mikrobiston koostumukseen, mutta sen vaikutukset eivät suoraan näy pötsin toiminnan muutoksena. Yhdessä Huukin ym. tutkimuksen tulosten kanssa tämän opinnäytetyön tulokset antavat viitteitä siitä, että pötsinesteen annostelulla saattaisi olla positiivisia vaikutuksia vasikan syönniin ja kasvuun. Lisää tutkimusta tarvitaan siitä, millaisia mikrobiryhmien muutoksia pötsissä tapahtuu. Lopulliset vaikutukset näkyvät vasta kun vasikat aikuistuvat tuotantoikänsä asti, tuolloin selviää myös se millaisiksi ryhmien eläinten väliset erot loppujen lopuksi muodostuivat.

Samasta aiheesta on myös tehty useita ulkomaisia tutkimuksia. Merino-lampaiden karitsoilla tehdyn tutkimuksen mukaan sekä ruokinnan muokkaaminen että pötsinesteen annostelu voivat vaikuttaa pötsin mikrobiston koostumukseen, mutta ruokinta näytti tuottavan pötsinesteen annostelua suuremman ja kestävämmän vaikutuksen. (De Barbieri ym., 2015)

Belanche ym. (2020) tutkimuksen mukaan pötsinesteen anto kileille nopeutti niiden pötsin toiminnan kehittymistä ennen vieroitusta. Pötsinesteen anto edisti myös pötsimikrobien runsasta ja varhaista esiintymistä pötsissä. Kileillä, jotka olivat saaneet pötsinestettä, oli 2,2 kertaa suurempi painonkasvu.

Yu et al. (2020a) tutkimuksen mukaan pötsinesteen anto karitsoille ennen vieroitusta ja vieroituksen aikana vaikutti pötsin mikrobikoostumukseen, mutta ei merkittävästi kasvuun. Yu et al. (2020b) toisen tutkimuksen mukaan kylmäkuivattu eli lyofilisoitu pötsineste (LRF) lisäsi merkittävästi rehun tärkkelyksen ja raakaproteiinin sulavuutta karitsoilla.

Bu ym. (2020) havaitsivat että pötsinesteen antaminen vasikoille ei juurikaan vaikuttanut pötsin mikrobiston kehittymiseen tai vasikoiden kasvuun, mutta merkittävästi vähensi ripulia.

Tutkimuksessa olleiden kaksosvasikoiden lukumäärä jäi odotettua huomattavasti Tutkimuksen toistaminen suuremmalla vasikkamäärällä voisikin olla paikallaan, samalla ulkoisten tekijöiden vaikutusta tulisi miettiä. Toisaalta täysin vastaavaa tutkimusta ei Suomessa ole aiemmin tehty, joten kaikki uusi tieto mitä tästä tutkimuksesta saatiin ja tullaan saamaan, on merkittävää ja hyödyllistä tulevaisuutta ajatellen. Myös tutkimuksen hyödynnettävyyttä tilatasolla tulisi pohtia; miten sen voisi käytännössä toteuttaa, kustannuksia unohtamatta.

Lähteet

Alasuutari, S., Manni, K. & Rautala, H. (2010). Lypsylehmän ruokinta ja hoito. Helsinki: Opetushallitus.

Apteekkituotteet.fi (n.d.) Haettu 10.4.2020 osoitteesta:

<https://www.apteekkituotteet.fi/Betadine-paikallisantiseptiliuos>

Belance, A., Palma-Hidalgo, J.M., Nejjam, I., Jiménez, E., Martin-Garcia, A.I. & Yáñez-Ruiz, D.R. (2020). Inoculation with rumen fluid in early life as a strategy to optimize the weaning process in intensive dairy goat systems. *Journal of Dairy Science* 103, 5047, 5051, 5057 – 5058. Espanja.

Bu, D., Zhang, X., Ma, L., Park, T., Wang, L., Wang, M., Xu, J. & Yu, Z. (2020). Repeated Inoculation of Young Calves With Rumen Microbiota Does Not Significantly Modulate the Rumen Prokaryotic Microbiota Consistently but Decreases Diarrhea. *Frontiers in Microbiology* 11, 1 – 2, 9 – 10. Kiina.

De Barbieri, I., Hegarty, R.S., Silveira, C., Gulino, L.M., Oddy, V.H., Gilbert, R.A., Klieve, A.V. & Ouwerkerk, D. (2015). Programming rumen bacterial communities in newborn Merino lambs. *Small Ruminant Research* 129, 48 – 59. Australia.

Farmit.net (n.d.). Haettu 3.2.2019 osoitteesta:

<https://www.farmit.net/kotielain/vasikka/ruokinta/vesi-heina-sailorehu>

Finncow (n.d.). Haettu 10.4.2020 osoitteesta: <https://www.finncow.fi/tuotteet/lehman-hiili-pasta/>

Hakala, V. (2010). Kotieläinten anatomia ja fysiologia. Luento 8.4.2010. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Heikkilä, R. (2009). Ripulivasikan kuivuusasteiden määrittäminen ja hoito tilalla. Opinnäytetyö.

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Laurea-ammattikorkeakoulu. Haettu 30.9.2019 osoitteesta:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/4483/opinnaytetyo_kannella.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hintikka, T. (2020). Naudan sorkka-alueen ihotulehduksen bakteriologinen tutkimus 16S rRNA-rinnakkaissekvensoinnilla. Pro gradu -tutkielma.

Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. Haettu 30.12.2020 osoitteesta:

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/314011/Hintikka_Tuomas_P_pro_gradu_2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Hokkanen, A-H. & Taponen, S. Ternimaito on vastasyntyneen vasikan elämälle erittäin tärkeää!

Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. Haettu 3.2.2019 osoitteesta:

https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/etu_ternimaito_tiitu_ja_suvi_valmis_110815.pdf

Hokkanen, A-H. (2019). Tärkeä ternimaito sisältää paljon muutakin kuin emän vasta-aineita.

Kotieläinten terveydenhoitolehti KMVET (4/2019). Helsinki: Terramedia Oy.

Huhtamäki, T. toim. (2012). Tieto tuottamaan – Vasikasta huippulypsylehmäksi. ProAgria

Keskusten Liitto.

Hulsen, J. & Aerden, D. (2014). Ruokintahavaintoja. Käytännön opas terveiden ja tuottavien

lypsylehmien ruokintaan. ProAgria Keskusten Liitto.

Huuki, H., Ahvenjärvi, S., Popova, M., Vilkki, J., Vanhatalo, A. & Tapio, I. (2019). Early-life rumen

microbiota manipulation effect on calf's bacterial community development. Congress on gastrointestinal function 2019, 15th – 17th April 2019, Chicago, Illinois, USA.

Huuskonen, A., Tuomisto, L. & Kauppinen, R. (2010). Juomaveden lämpötilan vaikutus

maitorotuisten sonnivasikoiden kasvuun, rehun syöntiin ja veden juontiin. Maataloustieteen päivät.

Härtel, H. (2005). Vasikoiden hoito-opas. Helsinki: Valio Oy

Kainu, J., toim. (2013). Bios 5. Bioteknologia. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Karlström, T. (2018). Amerikkalaistiloilla satsataan vasikoihin, jotta saadaan yhä parempia lehmiä.

Kotieläinten terveydenhoitolehti KMVET (3/2018). Helsinki: Terramedia Oy.

Kekkonen, J. & Tonteri, K. (2012). Eläinten perifeeristen verisolujen tutkiminen – Ohjekansio

eläinlääkäriopiskelijoille. Opinnäytetyö. Bioanalytiikan koulutusohjelma. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Haettu 30.12.2020 osoitteesta:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/49587/Tonteri_Kaisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kekäläinen, M. (2013). Vasikan ja hiehon kasvatuksen vaikutus ensikon maidontuotantoon.

Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Haettu 20.7.2019 osoitteesta:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54025/Kekalainen.Maija.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Koikkalainen, K. (2008). Vastasyntyneen varsan sepsis, osa I. Syventävät opinnot. Kliinisen eläinlääketieteen laitos. Helsingin yliopisto. Haettu 20.2.2020 osoitteesta:

<https://vdocuments.mx/vastasyntyneen-varsan-sepsis-helda-tutkielma-tiivistelmae-referat.html>

Koskinen, E. (2009). Vasikoiden ruokintakoe – kasvattaako hydrolysoitu panimohiiva paremmin?

Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Haettu 10.12.2017 osoitteesta:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17634/jamk_1237274266_8.pdf?sequence=3

Kuivalainen, J. (2015). Vasikkaterveyden kehittäminen – Ruokintakoe ProgresR -rehuaineella.

Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Savonia- ammattikorkeakoulu. Haettu 10.12.2017 osoitteesta:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/98175/Kuivalainen_Johanna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kulkas, L. ym. (korjattu painos 2005), Vasikoiden hoito-opas. Valio Oy.

Kyntäjä J., Nokka S. & Harmoinen T., toim. (2010). Tieto tuottamaan. Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liitto.

Laakkonen, I. & Laakkonen, M. (2018). Ternimaidon tehosteet ja pastörinti. Opinnäytetyö.

Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haettu 3.4.2019 osoitteesta:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146352/Laakkonen_Ilpo_Laakkonen_Martta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lantmännen Feed (n.d.). Haettu 6.8.2019 osoitteesta:

<https://www.lantmannenfeed.fi/ajankohtaista/vasikan-juottokausi/>

Maatilan Pellervo (2011). Terve eläin. Haettu 30.8.2019 osoitteesta:

https://nythanke.files.wordpress.com/2012/02/mp9_terveelain.pdf

Manni, K. (2018). Lihanutatilan tuotanto ja kehittäminen -moduulin verkkoaineisto ja luentotalenne 5.11.2018, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 25.8.2019 osoitteesta:

https://kaltura.hamk.fi/media/M%C3%A4rehtij%C3%A4n+ja+vasikan+ruuansulatus/0_4sgu5zw0

Millen, D., Arrigoni, M. & Pacheco R. toim. (2016). Rumenology. Switzerland: Springer.

Moran, J. (2005). Tropical dairy farming: Feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics. Landlinks Press.

Movet Oy. Laboratoriokäsikirja. Haettu 4.4.2019 osoitteesta:

<http://www.movet.fi/laboratoriokasikirja/>

Neuvonen, M. & Oksman, A. (2011). Vasikoiden vastustuskyky ja vasikkakuolleisuus. Opinnäytetyö. Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haettu 30.9.2019 osoitteesta:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28425/Neuvonen_Mirjami_Oksman_Anita.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nousiainen, J. ym. (korjattu painos 2005). Vasikoiden hoito-opas. Valio Oy.

Patwardhan, A., Ray, S. & Roy, A. (2014). Molecular Markers in Phylogenetic Studies – A Review. Journal of Phylogenetics & Evolutionary Biology.

Haettu 30.12.2020 osoitteesta: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/molecular-markers-in-phylogenetic-studiesa-review-2329-9002-2-131.pdf>

Peltola, A. (2014). Tehostetulla ternimaidolla huipputuotukseen. Nauta-lehti. Haettu 30.8.2019 osoitteesta: http://www3.delaval.com/ImageVaultFiles/id_22037/cf_5/N4-14_54-55.PDF

Pyörälä, S. & Tiihonen, T. (2005). Hematologia ja siihen liittyvät sairaudet. Nautojen sairaudet 2005. Haettu 10.3.2020 osoitteesta:
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/10_hematologia_ja_siihen_liittyvat_sairaudet.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Rajala, H. (1986). Nautakarjatalous. Helsinki: Kirjayhtymä.

Rey M., Enjalbert F., Combes S., Cauquil L., Bouchez O. & Monteils V. (2013). Establishment of ruminal bacterial community in dairy calves from birth to weaning is sequential. *Journal of Applied Microbiology* 116, 245 – 257. France: The Society for Applied Microbiology.

Riihikoski, U. (1985). Kotieläinten rakenne ja terveydenhuolto. Helsinki: Kirjayhtymä.

Savonia-ammattikorkeakoulu (2013). Haettu 30.8.2019 osoitteesta:
<http://tietokortti.savonia.fi/kesto-tietokortit/23-ternimaidonjuotto>

Solunetti (n.d.) Haettu 16.3.2019 osoitteesta:
http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/muut_mikrobit/

Soveri, T. (2014). SARA – Subakuutti hapan pötsi. Helsingin yliopisto. Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto. Haettu 15.6.2019 osoitteesta:
<https://docplayer.fi/16026908-O-perusasioita-o-sara-n-maaritelma-o-sara-n-vaikutukset-elaimen-o-sara-n-oireet-diagnoosi-o-sara-lle-altistavat-tekijat-o-sara-n-ennaltaehkaisy.html>

Suomen Rehu Oy (n.d.). Haettu 30.1.2019 osoitteesta:
<http://www.suomenrehu.fi/fi/ruokinta/vasikoiden-ruokinta/>

Tiihonen, H. (2011). MCT1-, MCT4- ja CD147 -proteiinit kehittyvässä kilin pötsissä. Pro gradu -työ. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. Haettu 11.1.2018 osoitteesta:
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/29331/TutkielmaTiihonen.pdf?sequence=1>

Torikka, T. (2018). Vasikan suolisto ei ole bakteeriton syntyessä. *Maaseudun Tulevaisuus* 3.8.2018.

TS presentatie vleesvee UK Sloten BV (n.d.) Haettu 1.11.2019 osoitteesta:
<https://docplayer.fi/9233262-080218-ts-presentatie-vleesvee-uk-sloten-bvelinvoimainen-vasikka-tulevaisuuden-lypsylehma-tai-tehokas-lihantuottaja.html>

Vanhatalo, A. (2010). Lypsylehmän ruokinta. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Vetcare (n.d.) Haettu 10.4.2020 osoitteesta: https://www.vetcare.fi/wp-content/uploads/Benfital_esite_web.pdf

Vilomix (n.d.) Haettu 10.4.2020 osoitteesta:

http://www.vilomix.fi/ruuansulatuskanavan_hyvinvointituotteet-suoliston_toiminta?tehobakt&h=732210d34f0b675c70fc238b449ffaf

Woikoski (n.d.) Haettu 27.2.2020 osoitteesta: <http://www.woikoski.fi/fi/yksityisille/muut-tuotteet/kuivajaa-hiilidioksidijaa>

Yu, S., Zhang, G., Liu, Z., Wu, P., Yu, Z. & Wang, J. (2020a). Repeated inoculation with fresh rumen fluid before or during weaning modulates the microbiota composition and co-occurrence of the rumen and colon of lambs. Yu et al. *BMC Microbiology*, 1 – 2, 7 – 10.

Yu, S., Shi, W., Yang, B., Gao, G., Chen, H., Cao, L., Yu, Z. & Wang, J. (2020b). Effects of repeated oral inoculation of artificially fed lambs with lyophilized rumen fluid on growth performance, rumen fermentation, microbial population and organ development. *Animal Feed Science and Technology* 264, 1 – 2, 10 - 11. Kiina/USA.