

# **RUMIVITAL TOP -TÄYDENNYSREHU**

Ruokintakoe Hämeen Ammattikorkeakoulun

Mustialan opetus- ja tutkimusnavetassa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Mustiala

syyslukukausi 2020

Simo Pärssinen

---

Tekijä Simo Pärssinen

Vuosi 2020

Työn nimi Rumivital Top -täydennysrehu

Ohjaaja Jari Heikkonen

---

## TIIVISTELMÄ

Karkearehuista peräisin olevat hiilihydraatit toimivat lypsylehmien tärkeimpänä energian lähteenä. Säilörehu on lypsylehmien tärkein rehu ja sen sulavuudella on suurin merkitys sen sisältämän energian määrään. Jouduttaessa käyttämään ruokinnassa huonommin sulavia karkearehuja nousee kiinnostus pystyä vaikuttamaan karkearehun sulavuuteen jälkikäteen ja lehmän siitä saaman energian määrään.

Opinnäytetyön toimeksiantaja RV Eurotrading Oy tuo maahan Rumivital Top -täydennysrehua, jonka sisältämät entsyymit edesauttavat pötsimikrobien pääsyä huonommin sulavan kuidun soluseinän läpi. Pötsimikrobien päästessä hyödyntämään soluseinän sisällä olevaa energiaa, joka muuten poistuisi sulamattomana, saadaan tehostettua rehun sisältämän energian hyötykäyttöä. Tässä opinnäytetyössä tehtiin ruokintakoe, jossa selvitettiin tehostaako Rumivital Top rehulisäys lehmien energiansaantia. Tätä pyrittiin päättelemään ruokinnan oikeellisuuden mittarien, kuiva-aineen syönnin sekä märehitimiseen käytetyn ajan perusteella.

Ruokintakoe toteutettiin Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan opetusmaatilalla. Koeryhmänä toimi karjan automaattilypsyryhmä ja sen koko koejaksoilla oli keskimäärin 62,9 lehmää. Ruokintakoe sisälsi vertailujakson ja kolme koejaksoa. Koejaksojen 1 ja 3 pituus oli neljä viikkoa ja tuolloin ruokintaan lisättiin Rumivital Top -rehua 50 g/pv/lehmä. Koejakson 2 pituus oli kolme viikkoa ja silloin Rumivital Top poistettiin ruokinnasta. Koejaksojen aikana ei tehty muita ruokinnan muutoksia. Ruokintaan otettiin toimeksiantajan toiveesta mukaan olki, jonka annos oli 1 kg/pv/lehmä.

Ruokintakokeen tulosten perusteella Rumivital Top -lisäyksellä saavutettiin vähäistä maitomäärän kasvua, rehun hyväksikäytön sekä energiansaannin tehostumista. Maidon pitoisuudet pysyivät yllä tuotoksen kasvaessa. Kokeen perusteella Rumivital Topin hyötyjen saavuttaminen näyttäisi edellyttävän pidempiaikaista rehun käyttöä, jolloin pötsimikrobit ehtivät valmentautua sen hyödyntämiseen. Pidempi tutkimusjakso parantaisi tulosten luotettavuutta.

Avainsanat Karkearehu, lypsylehmä, rehunkäyttökyky, märehittäjän ruoansulatus märehittäminen

Sivut 44 sivua ja liitteitä 13 sivua

---

ABSTRACT

Carbohydrates from roughage serve as the main source of energy for dairy cows. Silage is the most important feed for dairy cows and its digestibility plays a major role in the amount of energy it contains. When it comes to using poorly digestible roughage in feeding, there is an interest in being able to influence the digestibility of roughage in retrospect and thus the amount of energy the cow receives from it.

The commissioner of the thesis, RV Eurotrading Oy, imports Rumivital Top supplementary feed, the enzymes of which promote the entry of rumen microbes through the cell wall of the less digestible fiber. By allowing the rumen microbes to utilize the energy inside the cell wall, which would otherwise be eliminated as indigestible, the utilization of the energy contained in the feed is enhanced. In this thesis, a feed trial was carried out, where it was determined whether the feed supplement of Rumivital Top enhances the energy intake of cows. An attempt was made to deduce this from indicators feeding correctness, dry matter intake, and time spent ruminating.

The feed trial was carried out at the Häme University of Applied Sciences' Mustiala research farm. The trial group was the herd's robot milking group and it had on average 62.9 cows milking during the experimental periods. The feed trial included a control period and three experimental periods. The length of experimental periods 1 and 3 was four weeks, during which time Rumivital Top 50 g / day / cow was added to the diet. The length of experimental period 2 was three weeks during which Rumivital Top was removed from the diet. No other changes were made to the diet during the experimental periods. At the request of the client, straw with a dose of 1 kg / day / cow was included in the diet.

Based on the results of the feed trial, the addition of Rumivital Top resulted in a small increase in the amount of milk, improved feed utilization and energy intake. Milk concentrations were maintained as yields increased. Based on the trial, achieving the benefits of Rumivital Top would seem to require the longer-term use of the feeding, allowing the rumen microbes to prepare for its utilization. This would improve the reliability of the results.

Keywords Rouhage, dairy, efficiency of feed utilization, digestion of ruminat, ruminating

Pages 44 pages and appendices 13 pages

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Märehtijän ruoansulatuskanavan rakenne .....	2
2.1	Suu, nielu ja ruokatorvi .....	2
2.2	Mahat .....	3
2.2.1	Etumahat .....	3
2.2.2	Juoksutusmaha .....	4
2.3	Suolisto .....	4
3	Märehtijän ruoansulatuskanavan toiminta .....	5
3.1	Suu, nielu ja ruokatorvi .....	5
3.1.1	Sylki .....	6
3.1.2	Märehtiminen .....	6
3.1.3	Röyhtäily .....	7
3.2	Pötsi .....	8
3.2.1	Pötsin sisällön kerrostuneisuus .....	8
3.2.2	Pötsin liikkeet .....	8
3.2.3	Pötsimikrobit .....	9
4	Karkearehun kuidut ravintoaineena .....	10
4.1	Kuitu märehtijän ruokinnassa .....	11
4.2	Kuidun sulavuus ja sen merkitys ruokinnassa .....	12
4.3	Kuidun sulatus pötsissä sekä siitä syntyvät ravintoaineet .....	13
5	Ruokinnan oikeellisuutta ja onnistumista kuvaavia mittareita .....	14
5.1	Sonnan koostumus .....	16
5.2	Maidon koostumus .....	17
5.3	Maidon urealuku .....	19
5.4	Maitotuotos .....	20
6	Ruokintakoe Rumivital Top -täydennysrehulla .....	20
6.1	RV Eurotrading Oy .....	21
6.2	Rumivital Top .....	22
6.3	Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatila .....	23
7	Ruokintakokeen toteutus .....	24
7.1	Ruokintakokeen ruokinnansuunnittelu .....	24
7.2	Ruokintakokeen toteutus .....	26
8	Ruokintakokeen tulokset ja niiden tarkastelu .....	28

8.1	Muutokset kuiva-aineen syönnissä ja märehitimisessä .....	28
8.2	Muutokset sonnan koostumuksessa .....	31
8.3	Muutokset maidon urealuvussa .....	32
8.4	Muutokset maidon pitoisuuksissa .....	34
8.5	Muutokset maitomäärässä .....	35
9	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	37
	Lähteet.....	42

#### Liitteet

Liite 1	Ruokintakokeen karkearehujen rehuanalyysitulokset
Liite 2	Myllärinseosharjoitus 5 koostumus ja rehuarvot
Liite 3	Ruokinnan optimoitu tulos sekä dieetin koostumus
Liite 4	Ruokintakokeen seoksen optimoitu tulos
Liite 5	Ruokintakokeen päivittäiset rehunkäyttömäärät koejaksoilla
Liite 6	Kuvia sonnan pesusta koejaksoilta

## 1 Johdanto

Märehtijöillä on ainutlaatuinen ominaisuus pystyä hyödyntämään karkearehun kuitua ja muita ravintoaineita. Karkearehuksi kutsutaan rehuja, joiden raaka-aineena ovat nurmi, apila- tai palkokasvit, olki tai maissi. Tuo ainutlaatuinen ominaisuus märehtijällä on sen ruoansulatus ja ruoansulatuselimistö, pötsi ja siellä elävät pötsimikrobit sekä märehtiminen. Märehtijän ruoansulatus on erikoistunut nimenomaan karkearehun kuidun sulatukseen, mihin yksimahaisten eliöiden ruoansulatus ei kykene.

Märehtijän ruoansulatus on monivaiheinen alkaen suussa tapahtuvasta pureskelusta nielemiseen jatkuen uudelleen pureskeluun eli märehtimiseen ja lopulta hajoamiseen ja imeytymiseen pötsi-verkkomahassa, juokсутusmahassa, satakerrassa sekä suolistossa. Ravintoaineiden hajotus tapahtuu eri ruoansulatuselimissä eri tavalla. Etumahoiksi kutsuttavissa märehtijän mahoissa: verkkomahassa, pötsissä sekä satakerrassa rehun ravintoaineiden hajotusta tekevät pötsimikrobit, kun taas juokсутusmahassa ja ohutsuolessa siitä vastaavat ruoansulatusentsyymit.

Ravinnonsaannin kannalta tärkein ravintoaine märehtijällä on hiilihydraatit. Ne toimivat tärkeimpänä energian lähteenä ruokinnassa. Hiilihydraatit jaetaan solunsisäisiin ja solunseinähiilihydraatteihin. Karkearehujen hiilihydraatit ovat solunseinähiilihydraatteja. Niistä käytetään yleisnimitystä kuitu tai neutraalidetergenttikuitu, josta käytetään lyhennettä NDF. Hiilihydraatteihin luetaan myös ligniini. Se on märehtijän ruoansulatuksessa sulamaton osa ja se voi myös suojata muita ravintoaineita sulatukselta.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään märehtijän kuidun sulatukseen sekä tutkitaan tilatason ruokintakokeella, voidaanko kuidun sulavuuteen vaikuttaa lisäämällä ruokintaan karkearehun kuidun hajotusta mahdollisesti tukevaa ja lisäävää rehua. Lisättävän rehun avulla eläimen odotetaan saavan entistä paremmin käyttöönsä ja hyödynnettäväksensä rehussa olevia ravintoaineita. Lisäksi selvitetään, voidaanko lisärehun tuoman karkearehun sulavuuden parantumisen takia osa peruskarkearehusta korvata huonommin sulavalla karkearehulla. Kiinnostusta tähän löytyy rehunvalmistajilta, sillä aina karjalle ei pystytä korjaamaan ravintoarvoiltaan optimaalista rehua esimerkiksi sääolosuhteista johtuen tai jos

korjuun aikana tapahtuu viivästyksiä, jotka pitkittävät rehunkorjuun valmistumista. Kotoiset, omilta pelloilta korjatut karkearehut ja niiden sisältämät ravintoarvot ovat tiloilla koko karjan ruokinnan runko, johon muu ruokinnan täydentäminen perustuu. Tilatason ruokintakokeen vastaukset tutkimuskysymykseen pyrittiin löytämään valituilla mittareilla, jotka olivat helposti saatavissa lypsyrobotin tuottamasta tiedosta karjasta tai maidosta tehtävistä meijerianalyyseistä.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana ja tilaajana toimii Eurotrading Oy. Opinnäytetyön teettämisen kautta yritys haluaa saada tilatason tuloksia Suomessa tuotevalikoimaansa kuuluvan karkearehun kuidun sulatusta edistävän rehun, tuotenimeltään Rumivital Top, vaikutuksista. Yhteistyökumppanina tilatason ruokintakokeessa toimii Hämeen Ammattikorkeakoulu Oy:n Mustialan opetus- ja tutkimusmaatila.

## **2 Märehtijän ruoansulatuskanavan rakenne**

Märehtijän ruoansulatuskanavassa erityispiirteenä on, että sillä on neljä mahaa (pötsi, verkkomaha, satakerta ja juoksutusmaha), kun taas yksimahaisilla niitä on vain yksi (mahalaukku). Märehtijän juoksutusmaha ja yksimahaisen mahalaukku vastaavat toiminnaltaan toisiaan. Ruoansulatuskanavan osat ovat suu ja nielu, ruokatorvi, mahat sekä suolisto. (Manni, 2010, ss. 42–44)

Märehtijän ruoansulatuselimistö on yhtenäinen putki, joka alkaa suusta ja loppuu peräaukkoon. Tällä välillä märehtijän syömän rehun sisältämät ravintoaineet hajotetaan imeytymiskelpoiseen muotoon ja ne imeytyvät eläimen verenkiertoon. Se osa rehua, mitä ei saada sulatettua, poistuu elimistöstä sontana. (Vanhatalo, 2010, s. 20) Ruoansulatuksessa vapautuu myös vettä sekä syntyy uusia ravintoaineita, kuten mikrobivalkuaista. Lisäksi ruoansulatuskanavan kautta elimistöstä poistetaan eläimelle haitallisia aineita. (Manni, 2010, s. 44, 46)

### **2.1 Suu, nielu ja ruokatorvi**

Naudan suun rakenne on erikoistunut karkearehun syömiseen. Paksulla ja pinnaltaan sarveistuneella kielellään nauta pystyy tehokkaasti katkaisemaan ruohoa ja sisäosiltaan

sarveistunut suun limakalvo mahdollistaa karkeamman rehun pureskelemisen ennen sen nielemistä. Ruohon katkaisuun se käyttää lisäksi hampaitaan, joita naudalla on vain alaleuassa, yhdistäen siihen nyhtävän pään heilautusliikkeen. (Manni, 2010, s. 43)

Nielemisen yhteydessä nielu ohjaa rehun ruokatorveen, jota pitkin nielty rehu kulkeutuu pötsiin. Vastaavasti märehimisen yhteydessä märepala nousee takaisin suuhun ruokatorvea pitkin uudelleen pureskeltavaksi. Ruokatorvea pitkin poistuvat pötsissä muodostuneet käymiskaasut suuhun ja suusta pois. (Manni, 2010, s. 43)

## **2.2 Mahat**

Märehtijällä on neljä mahaa: pötsi, verkkomaha, satakerta ja juoksutusmaha. Märehtijän kolme ensimmäistä mahaa kutsutaan etumahoiksi. Neljäs maha, juoksutusmaha, vastaa toiminnaltaan yksimahaisten mahalaukkua. Märehtijän eri mahojen kokosuhteissa toisiinsa tapahtuu isoja muutoksia, kun eläinyksilö kasvaa ja kehittyy vastasyntyneestä täyskasvuiseksi (Manni, 2010, s. 43).

Etumahojen tehtävänä on varastoida syötyä rehua ja pidentää rehun viipymisaikaa mahoissa. Mahojen mahdollisuus varastoida syötyä rehua tehostaa hajotusta, sillä etenkin karkearehun kuidut vaativat hajotukseen pitkän viipymisajan mahoissa. Tärkein etumahojen tehtävä on synnyttää tila anaerobiselle fermentaatiolle eli pötsikäymiselle sekä imeyttää fermentaatiossa syntyviä lopputuotteita eli haihtuvia rasvahappoja (VFA), joista eläin saa energiaa. (Huhtanen, 1997., s. 5)

### **2.2.1 Etumahat**

Etumahat: pötsi-verkkomaha ja satakerta sijaitsevat naudän vatsaontelossa vasemmalla kyljellä, jonka ne täyttävät kokonaan ja vielä lisäksi ison osan oikeanpuoleista kylkeä. Yhteensä koko vatsaontelon tilavuudesta etumahat vievät kaksi kolmasosaa. (Vanhatalo, 2010, s. 20)

Pötsi-verkkomaha on aikuisella eläimellä tilavuudeltaan toista sataa litraa (Vanhatalo, 2010, s. 30). Rehumassaa sinne mahtuu 80–100 kg. Pötsi jakaantuu pötsipusseihin, joita sisä- ja



ulkopuoliset poimut erottavat toisistaan. Pötsin sisäpuolella on lisäksi pilari- ja koururakenteita. Pötsin seinämissä on voimakas lihaksisto. Lihaksistoa tarvitaan aikaansaamaan supistuksia, joiden avulla pötsin sisältöä sekoitetaan. (Huhtanen, 1997., ss. 5–6) Verkkomaha on tilavuudeltaan 4–10 litraa. Pötsi-verkkomaha ei eritä ruoansulatusentsyymejä. (Manni, 2010, s. 43, 46)

Pötsin sisäpinnan täyttävät nystyrät, joita kutsutaan pötsipapilleiksi. Niiden tarkoitus on lisätä pötsin seinämän ravintoaineita verenkiertoon imeyttävää pinta-alaa. Kasvanut imeytyspinta-ala tehostaa ravinteiden imeytystä. Hiilihydraattien hajotuksessa syntyvillä rasvahapoilla on vaikutusta pötsipapillien kehitykseen. (Manni, 2010, s. 47) Verkkomahan sisäpinnassa on mehiläiskennomainen rakenne (Huhtanen, 1997., s. 6).

### **2.2.2 Juoksutusmaha**

Juoksutusmaha on kooltaan 5–15 litraa (Manni, 2010, s. 43). Rakenteeltaan juoksutusmaha on voimakkaasti pituussuunnassa poimuttunutta. Juoksutusmahassa erittyy jatkuvasti ruoansulatusnesteitä mm. suolahappoa ja ruoansulatusentsyymejä mm. pepsiiniä ja lysotsyymiä.

Juoksutusmahaan rehu siirtyy satakerrasta jatkuvana virtauksena. Tämän johdosta myös ruoansulatusnesteiden erityys on jatkuvaa. Suolahapon vaikutuksesta rehusulan pH laskee tasolle 2,5–4 ollen hapan. Happamuus tuhoaa etumahoista rehusulassa kulkeutuvat pötsimikrobit ja rehun mikrobihajotus päättyy. (Vanhatalo, 2010, s. 21) Rehusula siirtyy juoksutusmahasta ohutsuolen alkuosaan säädellysti aina kun ohutsuolessa oleva rehusula siirtyy eteenpäin.

### **2.3 Suolisto**

Suoliston muodostavat ohutsuolen ja paksusuolen eri osat ja suolisto päättyy peräaukkoon, josta sulamaton rehu poistuu elimistöstä pois sontana. Ohutsuoli voidaan jakaa kolmeen eri osaan: ohutsuolen alkuosaan (duodenum), ohutsuolen keskiosaan (jejunum) ja ohutsuolen loppuosaan (ileum). Ohutsuolen alkuosaan erittyy haimasta ja maksasta peräisin olevia ruoansulatusnesteitä, joita tarvitaan rehun ravintoaineiden hajotuksessa. (Vanhatalo, 2010,

s. 21) Ohutsuolessa on pituutta lähes 40 metriä ja sen sisäpinnalla on suolinukkaa, jonka tehtävänä on lisätä ravintoaineita imeyttävää pinta-alaa. Ohutsuolessa tapahtuva hajotustoiminta tapahtuu suolen alkuosassa ja loppuosassa tapahtuu lähinnä ravintoaineiden imeytystä. (Manni, 2010, s. 49)

Seuraavaksi rehusula siirtyy paksusuoleen, joka on myös kolmiosainen. Alkuosan muodostaa noin 0,75 metrin pituinen umpisuoli, keskiosan varsinainen paksusuoli ja loppuosan peräsuoli, jota kautta sulamaton rehu poistuu elimistöstä söntana. (Vanhatalo, 2010, s. 21) Paksusuolen pituus on noin kymmenen metriä (Manni, 2010, s. 49).

Märehtijöiden tehokasta kuidun sulatusta täydentää umpi- ja paksusuolella tapahtuva fermentaatio, joka sulatus perustuu mikrobitoimintaan. Paksusuolella oleva mikrobisto on samankaltainen kuin pötsissäkin mutta se ei sisällä lainkaan alkueläimiä. Sulatusta edistävät lyhyt partikkelikoko ja lievä happohydrolyysi juoksumahasta. Paksusuolella tapahtuvan sulatuksen osuus on kuitenkin vähäinen johtuen rehusulan viipymääjan lyhydestä. (Huhtanen, 1997, ss. 43–44)

### **3 Märehtijän ruoansulatuskanavan toiminta**

#### **3.1 Suu, nielu ja ruokatorvi**

Syödessään rehua nauta pureskelee sitä vain sen verran, että nieleminen on mahdollista. Varsinainen rehun pureskelu tapahtuu märehtimisen yhteydessä suussa ja vasta märehtimisen jälkeen alkaa varsinainen rehun sulatus ruoansulatuskanavassa. (Manni, 2010, s. 45) Pureskelun märehtijä tekee poskihampaillaan (Suomen Eläinsuojelu ry 2020). Ruokatorvessa rehu kulkee ylös- ja alaspäin aaltoliikkeiden eli peristaltiikan avulla. Rehua niellessä peristalttiset supistukset kuljettavat syötyä alaspäin ja märehtittäessä antiperistalttiset supistukset kuljettavat märepalan ylöspäin suuhun takaisin pureskeltavaksi. Ruokatorvi toimii myös pötsin käymiskaasujen poistumisreitteinä naudan röyhtäillessä. (Manni, 2010, s. 45)

### 3.1.1 Sylki

Suussa pureskeltavaan rehuun sekoittuu runsaasti sylkeä naudän sylkirauhasista. Sylkeä erittyy runsaammin naudän syödessä karkearehua kuin väkirehua. Naudän syljessä ei ole entsyymejä eikä suussa tapahdu rehun hajotusta tai ravintoaineiden imeytymistä. Syljellä on pötsin pH:ta neutraloiva vaikutus. Mitä kuivempaa rehua nauta syö, sitä enemmän pureskeltavaan rehuun sekoittuu sylkeä, joka pötsiin kulkeutuessaan nostaa pötsin pH-lukua ylöspäin. Tämä on tärkeä ominaisuus, kun tarkastellaan ruokintaa kokonaisuutena sekä rehun hajotuksen tehokkuutta pötsissä. Väkirehujen hajotustuotteena pötsissä syntyy runsaammin pötsiä happamoittavia haihtuvia rasvahappoja ja väkirehutasojen ollessa suuria myös maitohappoa, jotka laskevat voimakkaasti pötsin pH-tasoa. Tästä seuraa, että pötsimikrobien toimintaedellytykset huononevat ja karkearehun sulatus heikkenee. (Vanhatalo, 2010, s. 29)

### 3.1.2 Märehtiminen

Märehtimisellä tarkoitetaan jo pötsiin niellyn rehun nousua ruokatorvea pitkin suuhun uudelleen pureskeltavaksi ja hienonnettavaksi sekä sen uudelleen nielemistä. Pötsistä ylösnousevaa rehuannosta kutsutaan märepalaksi (Vanhatalo, 2010, s. 22). Märepalan ylösnousemisen takaisin suuhun saa aikaan pötsin supistuminen ja ruokatorven antiperistalttiset liikkeet. Syödessään rehua lehmä pureskelee rehua vain vähän ennen sen nielemistä. (Manni, 2010, ss. 45–47)

Märehtiminen tekee mahdolliseksi yhtäaikaisen syömisen ja nopean nielemisen.

Märehtimisen yhteydessä rehuun sekoittuu sylkeä, mikä kostuttaa märepalaa ja helpottaa pureskelemistä sekä märepalan nielemistä (Vanhatalo, 2010, s. 22) Itse syömiseen lehmä käyttää aikaa vuorokaudessa 6-8 tuntia ja märehtimiseen sen tulisi käyttää aikaa 8–10 tuntia (Hulsen, 2007, s. 63).

Märehtimisen tehtävänä on hienontaa märehtijän syömän rehun partikkelikokoa, mikä tehostaa rehun sulatusta ruoansulatuskanavassa ja parantaa rehussa olevien ravintoaineiden hyväksikäyttöä. Rehun hyväksikäytön paraneminen perustuu märehtimisen seurauksena saavutettavaan rehun hienojakoisuuden lisääntymiseen, kun uudelleen pureskeltaessa

rehun hajotukselle altis pinta-ala kasvaa. Tähän lisääntyneeseen pinta-alaan pääsevät pötsimikrobit kiinnittymään laajemmin ja hajotus nopeutuu. Myös entsyymien kautta ruoansulatuselimistössä tapahtuva hajotus tehostuu. (Manni, 2010, s. 45, 47)

Märehtiminen tapahtuu jaksottaisesti yhden jakson kestäessä puolesta tunnista tuntiin. Märehtimisjaksot ovat erotettavissa toisistaan. (Vanhatalo, 2010, s. 22) Yhden märepalan märehtiminen kestää keskimäärin noin yhden minuutin, jonka jälkeen lehmä nielee märepalan ja muutaman sekunnin kuluttua pötsistä nousee uusi märepala suuhun pureskeltavaksi. Märepalan kanssa suuhun nousee myös pötsinestettä, jonka lehmä nielee takaisin pötsiin ennen märehtimisen aloittamista. (Manni, 2010, s. 47). Minuutin aikana lehmä pureskelee märepalaa 50–70 kertaa (Vanhatalo, 2010, s. 23).

Märehtijän ruoansulatuskanavan toiminnan kannalta on lisäksi merkityksellistä, ettei sille syötettävä rehu ole jo valmiiksi liian hienojakoista vaan partikkelikoon pienentämisen tulee tapahtua ruoansulatuksen yhteydessä (Manni, 2010, s. 45). Lisäksi on todettu, että jos märehtijän märehtimiseen käytettävissä olevaa aikaa rajoitetaan, se märehtii pidempään, kun sille taas annetaan mahdollisuus märehtimiseen. Tämä kertoo siitä, että märehtijällä on luontainen tarve saada märehtiä. (Vanhatalo, 2010, s. 25) Karkearehusta peräisin oleva kuitu stimuloi pötsin seinämiä sekä lisää märehtimiseen käytettyä aikaa. (Hulsen, 2007, s. 63). Mitä kuitupitoisempaa rehu on, sitä enemmän lehmä käyttää aikaa märehtimiseen. Muita märehtimisaktiivisuuden vaikuttavia tekijöitä ovat rehun saatavuus, ympäristöolosuhteet ja lehmän terveydentila. (Vanhatalo, 2010, s. 23)

### **3.1.3 Röyhtäily**

Pötsissä pötsimikrobien toimesta tapahtuvassa fermentaatiossa muodostuu suuria määriä kaasuja. Isoin osa kaasusta nousee pötsin yläosaan rehumassan päälle. Osa kaasusta on sitoutuneena rehumassaan. Märehtimisessä märepalan noustessa ruokatorvea pitkin takaisin suuhun pötsistä, poistuu samalla rehunsulatuksen yhteydessä syntyviä pötsin käymiskaasuja. (Manni, 2010, s. 43). Käymiskaasut ovat metaania (CH<sub>4</sub>), joka on ilmaston lämpenemistä aiheuttava kasvihuonekaasu. Metaaniröyhtäisyssä menetetään osa rehun sisältämästä bruttoenergiasta, keskimäärin 7 %. (Vanhatalo, 2010, s. 12, 26)

## 3.2 Pötsi

Etumahojen suuri tilavuus mahdollistaa syödyn rehun pitkän viipymisen ja hajotusajan. Kuidun hajotuksen osalta tämä on hyvä asia, sillä solunseinäkuidut vaativat huomattavasti pidemmän hajotusajan kuin nopeasti hajoavat solunsisällyshiilihydraatit. Pitkän, 1–3 vuorokautta kestävän, pötsiviipymän johdosta solunseinäkuidut altistuvat riittävän pitkään pötsimikrobien hajotustoiminnalle ja niiden sulatus on mahdollista pötsissä tapahtuvan käymisen johdosta. Hyvin karkearehuvaltaisella ruokinnalla, jossa rehujen sulavuus on huono, saattaa pötsi-verkkomahan tilavuus muodostua syöntiä rajoittavaksi tekijäksi. (Vanhatalo, 2010, ss. 24–29) Rehuannoksessa olevat soluseinähiilihydraatit: pektiini, selluloosa ja hemiselluloosa sulavat lähes kokonaan pötsissä. (Vanhatalo, 2010, ss. 20–21, 29)

### 3.2.1 Pötsin sisällön kerrostuneisuus

Pötsi-verkkomahassa syöty rehumassa on kerroksittain neljässä kerroksessa. Alimpana neljännessä kerroksessa on hienojakoisimmat ja painavimmat rehuartikkelit. Ne ovat viipyneet pötsissä jo pidempään ja niiden sulatus on pitkällä. Kolmas on pötsinesteen muodostama kerros, jossa on sekoittuneena erikokoisia kelluvia rehuartikkeleja. Toisen kerroksen muodostaa pötsinesteen pinnalla ja yläosassa kelluva kevyt, vielä sulamaton karkearehukerros. Pötsin ylimmässä osassa on pötsihajotuksessa muodostuvaa metaanikaasua sekä hiilidioksidia. (Manni, 2010, s. 46)

### 3.2.2 Pötsin liikkeet

Rehun sulatusta pötsissä tehostaa sen seinämien säännölliset, noin minuutin välein toistuvat supistukset. Supistuksen aikana pötsissä kerrostuneena oleva sisältö sekoittuu alhaalta ylöspäin. Sekoituksen aikana massa vettyy, siivilöityy sekä hajoaa. Samalla pohjalla olevaa, painavaa rehumassaa työntyy eteenpäin kohti seuraavaa mahaa, satakertaa. Supistuksen jälkeen, kun rehumassa alkaa taas kerrostua, jää osa pötsinesteeseen sekoittuneista, jo hajotuksen vaiheessa edenneistä ja pötsissä viipyneistä rehuartikkeleista kiinni kevyempiin, pinnalla kelluviin vielä sulatuksen alkuvaiheessa oleviin rehuartikkeleihin. Tämä tehostaa hajotusta edelleen ja tuo sille lisää aikaa. (Manni, 2010, s. 46)

Pötsistä sen supistavien liikkeiden vaikutuksesta hajotettua rehumassaa siirtyy verkkomahan ja satakerran välistä aukkoa pitkin satakertaan. Rehusulan virtaus ei ole jatkuvaa, mikä pidentää rehun viipymäaikaa pötsi-verkkomahassa. (Huhtanen, 1997, s. 7) Satakerta on kooltaan jalkapallon kokoinen pyöreähkö maha, jonka sisällä on erikokoisia liuskamaisia lehtiä. Lehtien pinnassa on ravintoaineiden imeytyspinta-alaa lisääviä pienikoisia papilleja. Satakerrassa pötsimikrobien hajotustoiminta jatkuu edelleen mutta vähäisempänä. Lisäksi satakerrasta imeytyy ravintoaineita verenkiertoon. Ruoansulatuksessa satakerran tehtävä on imeyttää nestettä pötsistä poistuvasta, erittäin vetisestä rehumassasta, jolloin juoksutusmahaan ja edelleen suolistoon siirtyvä rehusula kiinteytyy. (Vanhatalo, 2020, s. 21) Satakerta pumpkaa myös rehusulaa lävitseen suoraan juoksutusmahaan (Huhtanen, 1997, s. 7).

### 3.2.3 Pötsimikrobit

Pötsi-verkkomahassa rehun hajotus tapahtuu pötsin pieneliöiden eli mikrobien avulla. Pötsimikrobisto muodostuu bakteereista, alkueläimistä ja sienistä, joista bakteerit muodostavat suurimman ryhmän. Ruokinnan koostumuksella on iso merkitys millainen mikrobisto pötsiin muodostuu ja millaisia lopputuotteita pötsikäymisessä muodostuu. Siksi ruokinnassa nopeasti tehtävät muutokset voivat aiheuttaa häiriöitä mikrobitoiminnassa. (Vanhatalo, 2010, s. 23)

Märehtijä ja pötsimikrobit elävät symbioottisessa suhteessa eli molemmat hyötyvät toisen olemassaolosta. Märehtijä tarjoaa mikrobeille tilan, jossa ne voivat elää. Mikrobit puolestaan hajottavat märehtijän syömää rehua, jota märehtijän omat ruoansulatusentsyymit eivät riitä hajottamaan ja märehtijä hyödyntää mikrobitoiminnan lopputuloksena syntyviä haihtuvia rasvahappoja. Pötsimikrobit ottavat tarvitsemansa energian hiilihydraattien fermentaatiosta ja valkuaisen rehujen sisältämästä valkuaisesta. Pötsimikrobit ovat pääosin anaerobeja bakteereja, mutta ne sietävät vähäisiä määriä happea, jota pötsiin tulee rehun, juomaveden ja märehtimisen mukana. (Huhtanen, 1997, ss. 16–17)

Pötsimikrobit voidaan jakaa eri ryhmiin niiden käyttämän ravintoaineen tai muodostaman hajotuksen lopputuotteen perusteella. Esimerkiksi kuidun tai tärkkelyksen hajotukseen ovat

erikoistuneet eri pötsimikrobit. Hajotus tapahtuu pötsimikrobien tuottamien ruoansulatusentsyymien avulla. (Vanhatalo, 2010, s. 23)

Karkearehun kuidun sisältämän selluloosan hajotukseen ovat erikoistuneet sellolyttiset bakteerit, joiden määrä pötsissä on aina suurempi mitä karkearehuvaltaisempi ruokinta on käytössä. Kun ruokinnan väkirehutasoa nostetaan, niiden määrä tai ainakin aktiivisuus pötsissä laskee, kun ne siirtyvät käyttämään tärkkelystä energian lähteenään. Lisäksi ne ovat herkkiä pötsin pH:n vaihteluille. Useimmiten sellolyttiset bakteerit pystyvät hajottamaan lisäksi hemiselluloosaa, mutta ne eivät kykene hyödyntämään itse hajotuksesta saatavia hajotustuotteita. (Huhtanen, 1997, ss. 18–19) Ilman pötsibakteereja märehittäjä ei kykenisi hajottamaan karkearehua (Manni, 2010, s. 46).

Karkearehun kuidun hajotuksessa pötsimikrobiston pienimmällä ryhmällä sienillä on iso merkitys runsaasti kuitua sisältävien rehujen, esimerkiksi oljen, sulatuksessa. Sienet kiinnittyvät rihmastonsa avulla rehun vaikeasti hajoaviin osiin. Pötsikäymisessä rehupartikkelin huokosista poistuu kaasua. Tämä haurastuttaa solunseinärakenteita ja ne hajoavat pienemmiksi ja pötsimikrobit pääsevät niihin paremmin kiinni. (Vanhatalo, 2010, ss. 23–24)

#### **4 Karkearehun kuidut ravintoaineena**

Märehittäjät tarvitsevat energiaa ja ravintoaineita joka päivä. Niitä käytetään elimistön perustoimintoihin, kasvuun, maidon- tai lihantuotantoon ja tiineyteen. Rehussa olevat ravintoaineet ovat hiilihydraatteja, valkuaisaineita, rasvoja, kivennäisaineita ja vitamiineja. (Manni, 2010, s. 42) Märehittäjän tärkeimmät ravintoaineet ovat hiilihydraatit ja valkuaisaineet. Ravintoaineille ja energialle on määritetty ruokintasuositukset, joiden pohjalta voidaan turvata riittävä ravintoaineiden saanti. Lehmän osalta energian saannilla on suuri merkitys maidontuotannon kannalta. Hiilihydraatit toimivat lypsylehmän tärkeimpänä energian lähteenä. (Jaakkola, Rinne & Nousiainen, 2010, s. 11)

Lehmä saa energiaa syömistään rehuista. Suomessa käytössä oleva märehittäjien energia-arvojärjestelmä perustuu muuntokelpoiseen energiaan, josta käytetään lyhennettä ME. Tässä järjestelmässä kaikkien syötyjen rehujen sisältämää energiaa kutsutaan kokonais- eli

bruttoenergiaksi. Rehun bruttoenergiasta lehmä voi hyödyntää vain sen osan, mikä sulaa sen ruoansulatuksessa. Tätä energian osaa kutsutaan sulavaksi energiaksi. Sulamattomassa osassa oleva bruttoenergia hukataan suoraan sontaan. Tätä energian osaa lehmä ei ole voinut hyödyntää lainkaan. Suoraan sontaan hukataan merkittävä määrä, runsas neljännes, bruttoenergiasta. Sulavasta energiasta lehmä menettää osan virtsaan sekä metaaniksi, jota syntyy ruoansulatuksessa käymiskaasuna. Vähennysten jälkeen sulavasta energiasta jäljelle jäänyttä energiaa kutsutaan muuntokelpoiseksi energiaksi. Muuntokelpoisesta energiasta lehmä menettää vielä ison osan energiaa muuntumistappiona lämmöntuotantoon. Lämpöön hukataan runsas kolmannes rehun bruttoenergiasta. Jäljelle jäävää energiaa kutsutaan nettoenergiaksi. Kerrotut osuudet kuvaavat normaalipainoisen, 26 kg päivässä maitoa tuottavan lehmän energian käyttöä. Huomattava osa lehmän syömän rehun kokonaisenergiasta häviää muuhun käyttöön kuin maidontuotantoon. Kun halutaan parantaa lehmän energiansaantia, tulee kiinnittää erityistä huomiota rehujen sulavuuteen. (Jaakkola ym, 2010, ss. 11–12)

#### **4.1 Kuitu märehijän ruokinnassa**

Kuitu on yleisnimitys rehussa olevista solunseinähiilihydraateista. Näitä ovat selluloosa, hemiselluloosa ja pektiini. Solunsisäisiä hiilihydraatteja ovat tärkkelys ja sokerit. (Manni, 2010, s. 55) Kuidun määrän määrittämiseen rehusta on kehitetty detergenttikuituanalyysit. Analyysissä määritetään rehussa oleva solunseinähiilihydraattien kokonaismäärä, jota nimitetään neutraalidetergenttikuiduksi (NDF). (Huuskonen, 2010, s. 7) Lisäksi analyysi jakaa rehun hiilihydraatit solunsisällyshiilihydraatteihin ja solunseinähiilihydraatteihin (Huuskonen, 2013). NDF-kuidusta osa jää sulamatta märehijän ruoansulatuksessa. Tästä sulamattomasta solunseinähiilihydraattien osasta käytetään nimitystä sulamaton neutraalidetergenttikuitu ja se lyhennetään iNDF (Vainio, 2019, s. 9). Kuiduksi luetaan lisäksi ligniini, joka on märehijän ruoansulatuksessa kuidun osa, jota se ei pysty sulattamaan vaan se poistuu elimistöstä sulamattomana (Manni, 2010, s. 56). Ligniini on polymeeri eli molekyyli, jossa useat pienemmät molekyylit liittyvät toisiinsa kemiallisin sidoksin, mikä antaa kasville mekaanista vahvuutta sekä vahvistaa solunseinämän kemiallista ja biologista vastustuskykyä. Se pystyy lisäksi estämään toisten ravintoaineiden sulavuutta, mikäli ne ovat sitoutuneet sen solunseinämään. (Vainio, 2019, s. 9)



Kuidusta käytetään arkikielessä monia erilaisia termejä. Puhutaan muun muassa rakennekuidusta, sulavasta kuidusta ja pitkästä kuidusta. Näillä eri termeillä on kaikilla erilainen merkitys, kun ajatellaan märehitjän tarpeita ja ruoansulatuksen fysiologiaa. Märehitjälle olennaista kuidun osalta on kolme asiaa. Ensimmäiseksi ruokinnassa käytettävän kuidun on oltava riittävän pitkää, jotta siihen sekoittuu riittävästi sylkeä, kun lehmä pureskelee sitä ja märehitii. Toiseksi kuidun potentiaalisen sulavuuden ja kolmanneksi sulavan kuidun sulatusnopeuden tulisi olla suuria. Kuidun pituuteen eli pitkän kuidun määrään voidaan vaikuttaa karkearehun korjuussa korjattavan rehun silpun pituudella. Tutkimuksessa on todettu lehmän käyttävän enemmän aikaa syömiseen ja pureskeluun syötettäessä pidempänä silppuna korjattua pyöröpaalisäilörehua verrattuna tuubisäilöttyyn lyhyeen silppuun. Silpun pituudella ei kuitenkaan todettu olevan vaikutusta syöntimäärään, märehitsemiseen käytettyyn aikaan eikä maitotuotokseen. (Huuskonen, 2013)

Rehuanalyysissä määritettävää NDF-kuidun määrää hyödynnetään ruokinnansuunnittelussa. Sen avulla voidaan päätellä, onko ruokinnassa oleva kuitumäärä riittävä turvaamaan pötsin normaalitoimintaa vai liian suuri, jolloin rehuannoksen täyttävyyys tulee ongelmaksi ja syöntikykyä rajoittavaksi tekijäksi. Lehmän rehuannoksessa karkearehun kuidun osuuden tulisi olla vähintään 25 %. Tämä tukee lehmän pötsin toimintaa ja lisää märehitsemistä. (Hulsen, 2007, s. 63)

## **4.2 Kuidun sulavuus ja sen merkitys ruokinnassa**

Kuidun sulavuudella on suuri merkitys rehun ruokinnalliseen arvoon, lehmän syöntikykyyn ja maitotuotokseen. Karkearehujen sulavuuteen vaikuttavat erityisesti kasvilaji ja kasvin kehitysaste korjuuhetkellä. Myös rehun säilönnässä voi tulla muutoksia sulavuuteen. Usein käytännön ruokintatyössä ja ruokinnansuunnittelussa on käytettävissä jokin yksittäinen karkearehu, useimmiten säilörehu, joka muodostaa ison osan lehmän päivittäisestä rehuannoksesta ja syödyistä kuiva-aineesta. Tällöin nousee erityiseen asemaan käytettävän karkearehun sulavuus. (Rinne, Huhtanen & Nousiainen, 2008)

Rehun sulavuudelle ei ole olemassa helposti määritettävää yhtä ja oikeaa arvoa, sillä sulavuus on monen eri tekijän summa. Rehussa itsessään olevia sulavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat rehun kokonaiskuitupitoisuus ja siitä sulamattoman kuidun osuus sekä

potentiaalisesti sulavan kuidun sulavuus. Lisäksi ympäristötekijät vaikuttavat rehun sulavuuteen. Näitä ovat rehua syövän eläimen ominaisuudet, ruokinnan tehokkuus sekä kokonaisruokinnan koostumus. Erityisesti rasvan lisäämisellä nostettaisiin helposti energian määrää kokonaisruokinnassa, mutta liiallinen rasvan määrä häiritsee ja heikentää pötsissä tapahtuvaa mikrobihajotusta nimenomaan kuidun osalta, joka on tärkein energian lähde. Tällöin kokonaisenergiansaanti alenee, jonka johdosta rasvalisäys ei ole enää kannatettavaa. Myös liiallinen väkirehun kokonaismäärä ruokinnassa huonontaa ruokinnan tehokkuutta, kun pötsin liian alhainen pH -taso estää pötsimikrobien toimintaa ja heikentää niiden elinolosuhteita. Pötsissä tapahtuva sulavuus pienenee, mikäli rehun virtausnopeus pötsissä suurenee tai sulatusnopeus laskee. Rehun virtausnopeuteen voidaan vaikuttaa rehun partikkelikoolla, esimerkiksi karkearehun silpun pituudella. Lyhyemmäksi silputtu rehu virtaa nopeammin pötsin läpi eikä jää täyttämään pötsiä. Tällöin rehun hidas sulavuus ei ole lehmän syöntikykyä rajoittava tekijä. (Rinne, 2014) Kun rehun viipymäaika pötsissä kasvaa pitkäksi ja rehu on täyttävää ison kuitupitoisuuden johdosta, vähentää se lehmän rehun syöntiä, alentaa ravinnonsaantia ja vähentää maitotuotosta (Manni, 2010, s. 82).

Karkearehujen sulavuutta kuvataan D-arvolla, joka kertoo rehussa olevan sulavan orgaanisen aineen määrää. Yksikkönä käytetään g/kg kuiva-ainetta. D-arvo on tärkein rehun tuotantovaikutusta kuvaava yksittäinen analysoitava lukuarvo. D-arvolukua hyödynnetään myös rehun energia-arvon laskennassa. (Manni, 2010, s. 85)

### **4.3 Kuidun sulatus pötsissä sekä siitä syntyvät ravintoaineet**

Märehtijän ruoansulatuskanavassa tapahtuvassa anaerobisessa käymisessä pötsimikrobit hajottavat kuitua kuten muitakin rehujen sisältämiä ravintoaineita ja käymisen aikana alun perin monimutkaiset rehujen ravintoaineiden sisältämät yhdisteet saadaan hajotettua yksinkertaisempaan muotoon. Syntyneitä yhdisteitä pötsimikrobit hyödyntävät omaan energiantarpeeseensa sekä kasvuunsa. Mikrobikäymisessä syntyy lisäksi haihtuvia rasvahappoja, hiilidioksidia ja metaania. Pötsimikrobit elävät symbioosissa märehtijän kanssa. Pötsimikrobit saavat suurimman osan tarvitsemastaan energiasta märehtijän syömistä hiilihydraateista, joista suurin osa on peräisin karkearehusta ja sen kuiduista. Isäntäeläimenä toimiva märehtijä hyötyy symbioosista mikrobikäymisen sivutuotteena syntyvien haihtuvien rasvahappojen kautta. (Vanhatalo 2010, s. 25) Haihtuvat rasvahapot

ovat lyhytketjuisia rasvahappoja. (Jaakkola, 2010, s. 59) Nämä lyhytketjuiset yhdisteet imeytyvät märehitjän verenkiertoon pötsistä ja ovat märehitjän tärkein energian lähde. (Vanhatalo, 2010, s. 25)

Pötsikäymisessä muodostuvia haihtuvia rasvahappoja, VFA, ovat etikkahappo ( $C_2H_4O_2$ ), propionihappo ( $C_3H_6O_2$ ) ja voi happo ( $C_4H_8O_2$ ). Nämä kolme muodostavat yhdessä 95 % pötsissä muodostuvista haihtuvista rasvahapoista. Lisäksi muodostuu isovoi-, valeriaana-, isovaleriaana- sekä kapronihappoa. Haihtuvien rasvahappojen keskinäiset osuudet vaihtelevat riippuen käytettävästä ruokinnasta. Eniten muodostuu etikkahappoa, jonka osuus on noin 60–70 %. Propionihapon osuus on 15–20 % ja voi hapon 10–15 %. (Vanhatalo, 2010, 26)

Pötsissä muodostuvien haihtuvien rasvahappojen osuuksiin vaikuttaa erityisesti onko kyseessä solunsisällyshiilihydraatti vai solunseinähiilihydraatti. Solunsisällyshiilihydraattien ryhmään kuuluvat vesiliukoiset hiilihydraatit eli sokerit hajoavat pötsissä nopeasti ja niistä muodostuu runsaasti voi happoa, joka alentaa nopeasti pötsin pH-arvoa. Samaan ryhmään kuuluvan tärkkelyksen sulatuksessa lisääntyy voi hapon lisäksi propionihapon muodostuminen. Solunseinähiilihydraattien eli kuitupitoisempien rehujen sulatuksessa etikkahapon osuus haihtuvien rasvahappojen muodostumisessa kasvaa. (Vanhatalo, 2010, 28–29)

## **5 Ruokinnan oikeellisuutta ja onnistumista kuvaavia mittareita**

Maidontuotannossa tavoitellaan hyvää maitotuotosta niin päivätuotoksena kuin vuosituotoksena. Lypsääkseen hyvin lehmä vaatii hoitajaltaan onnistumista monella eri sektorilla, jotka ovat kytköksissä toisiinsa. Hyvin tuottavat, terveet lehmät vaativat hyvälaatuiset rehut, joiden ravintoarvo tunnetaan. Pelkät rehuanalyysit eivät riitä vaan ne pitää hyödyntää ruokinnansuunnittelussa. (Nousiainen, Vanhatalo & Nokka, 2010, s. 117) Ruokintasuunnitelmaa on osattava tilaolosuhteissa tarpeen vaatiessa soveltaa. Lisäksi on oltava ymmärrys siitä, että lehmän ruokinnassa keskiössä tulee olla lehmän pötsi ja siellä elävät pötsimikrobit sekä näiden terveys ja hyvinvointi. (Hulsen, 2007, ss. 56–57)

Ruokinnansuunnittelussa pyritään maksimoimaan lehmän kuiva-aineen syönti. Syödyssä kuiva-aineessa on oltava energiaa ja valkuaista riittävä määrä lehmän tarpeeseen nähden ja niiden keskinäisen suhteen tulee olla oikea. Hyväkään ruokintasuunnitelma tai ruokintakäytännöt eivät takaa onnistumista navettaolosuhteissa, mikäli navetassa on ympäristöperäisiä lehmän syöntikykyä tai syöntimahdollisuuksia rajoittavia tekijöitä, esimerkiksi tilanahtaus, ylitäyttö tai lehmän liikkeitä rajoittava ruokintapöydän rakenne. Hyvä ruokintasuunnitelma ei pääse myöskään toteutumaan, jos lehmässä itsessään on seikkoja, jotka rajoittavat sen kuiva-aineen syöntikykyä. Yksi hyvin tyypillinen lehmästä johtuva syöntikykyä rajoittava tekijä on kipu jaloissa. Sen yleisin aiheuttaja on hoitamattomat sorkat. Vältellessään kivun tunnetta lehmä rajoittaa liikkumistaan eikä pihatto-olosuhteissa hakeudu riittävän pitkäksi ajaksi rehun ääreen, jotta ehtisi syödä rehutarpeensa täyteen. Toinen lehmästä johtuva seikka on naudalle tyypillinen tapa syödä rehua valikoiden. Tämä korostuu etenkin seosrehutiloilla. Valikoidessaan syömäänsä rehua lehmä ei syö seoksesta kaikkea sitä rehua mitä sen on suunniteltu kokonaisuutena syövän. Se syö enemmän paremmalta maistuvia seoksen komponentteja, esimerkiksi väkirehukomponentteja tai maissisäilörehua ja vähemmän ei niin maistuvia rehukomponentteja kuten olkea tai muuta kuivempaa karkearehua. Tämä altistaa niin yksittäistä lehmää kuin ryhmä- ja karjatasolla mm. hapantötsistä aiheutuville ongelmille ja ketoosille. (Hulsen, 2007, s. 38, 56–57, 64–65)

Ruokinnan oikeellisuutta ja onnistumista kuvaavia mittareita on olemassa useita. Osa niistä kertoo yhden ruokinnan osa-alueen onnistumista tai tasapainoa lyhyellä ajanjaksolla, kun taas osa kertoo enemmän ruokinnan kokonaisuuden hallinnasta pidemmällä ajanjaksolla. Eri mittareita on hyvä hyödyntää yhdessä, jotta saadaan riittävä kokonaiskuva ruokinnan tasapainosta ja korjaavia toimenpiteitä osataan tehdä riittävällä tarkkuudella ja aikataululla. (Hulsen, 2007, s. 57)

Ruokinnan onnistumisen seurannan tulisi olla jatkuvaa. Heti kun havaitaan poikkeamia, niihin tulee puuttua ja tehdä tarvittavat korjaavat toimenpiteet (Manni, 2010, s. 94). Ruokinnan oikeellisuutta ja onnistumista kuvaavat mittarit voidaan jakaa muun muassa navetta-, maidon koostumus-, tuotanto-, talous-, ympäristö- ja karjan terveystittareihin. (Nousiainen ym., 2010, ss. 117–131)

## 5.1 Sonnan koostumus

Sonnan siivilöinti on keino selvittää rehun läpivirtausta ja hajotusta pötsissä. Siivilöintiin riittää yksinkertaisimmillaan tavallinen keittiössä käytettävä siivilä, johon otetaan edustava näyte tutkittavasta tuoreesta sonnasta ja sitä aletaan pestä vedellä, kunnes siivilän läpi tuleva vesi on kirkasta. Siivilöidystä ja pestystä sonnasta havainnoidaan sonnassa olevan kuidun määrää, rehun sulatusastetta sekä sulamattoman rehun osuutta. (Ravinne ja energia, n.d.) Sulamattoman rehun osuutta pestyssä sonnassa edustavat kokonaisena havaittavat viljan jyvät, joiden olisi pitänyt sulaa ruoansulatuksessa. Rehun sulatusasteessa voidaan tarkastella merkkejä kuidun pureskelusta ja sulatuksesta. (Hulsen, 2007, s. 60)

Toinen tapa arvioida tuoretta sontaa on tunnustella sitä muovihansikas kädessä. Tällä tavoin tehty arviointi on aivan yhtä luotettava kuin sonnan siivilöinti. Sontaa voidaan tutkia myös katsomalla silmin ja potkimalla saappaan kärjellä. Näihin molempiin tarkastelutapoihin on kehitetty omat sontaluokituksensa, jossa tuoretta sontaa arvioidaan jaettuna viiteen eri luokkaan asteikolla 1–5 (taulukko 1). Ruokinnan onnistumisen arviointi sonnan koostumuksen perusteella kuvaa nykyhetkeä karjan ruokinnassa. (Hulsen, 2007, s. 57)

Taulukko 1. Tuoreen sonnan luokitustaulukko (mukaillen Hulsen, 2007, s. 62)

Luokka 1	Sonta on niin vetistä, että se on hädin tuskin tunnistettavissa sonnaksi. Tällaista sonta on vain hyvin sairailta lehmillä.
Luokka 2	Sonta on kuin laihaa marjasoppaa, mutta tunnistettavissa sonnaksi. Sen osuessa kovaan pintaan roiskeet lentävät laajalle. Tällaista sontaa muodostuu nuorella, ravinteikkaalla laitumella tai kun rehuannoksessa on epätasapainoa.
Luokka 3	Sonta on kuin paksua kiisseliä, josta jää 2 - 3 cm korkuinen läjä. Sonnan osuessa lattiaan kuuluu pehmeä, pulputtava ääni. Saapastestissä läjään ei jää jälkeä siihen astuttaessa eikä sonta tartu saappaaseen. Tämä on tavoiteltava sonnan koostumus, joka kertoo rehun olevan hyvin sulanutta.
Luokka 4	Sonta on paksua ja päästää läjähtävän äänen osuessaan lattiaan. Läjällä on selkeä muoto ja siihen muodostuu renkaita. Läjän korkeus on sormenmitta tai enemmän. Saapastestissä siihen jää jälki ja sonta tarttuu saappaaseen. Merkitsee epätasapainoa rehuannoksessa mutta voi olla hyväksyttävä umpilehmillä ja poikivilla hiehoilla. Ruokintaa on kuitenkin tarkastettava.
Luokka 5	Sonta on sitkeitä kikkareita ja muistuttaa hevosen sontaa. Saapastestissä läjään jää selkeä kuvio saappaanpohjasta. Umpilehmillä ja poikivilla hiehoilla usein tavattavaa sontaa mutta merkitsee ettei rehuannos ole tasapainossa ja sitä on korjattava.

## 5.2 Maidon koostumus

Käytettäessä maidon koostumusta ruokinnan oikeellisuuden mittarina arvioidaan maidon rasva- ja valkuaispitoisuutta sekä niiden keskinäistä suhdetta. Maidon koostumus on hyvin lehmäkohtainen ja siihen vaikuttaa moni asia. Kun maidon koostumusta käytetään onnistumisen mittarina, on hyvä tarkastella koostumusta karjatasolla tilasäiliömaidosta

otetuista maitonäytteistä. Maidon koostumus kuvaa silti tilannetta varsin karkealla tasolla. (Nousiainen ym., 2010, s. 121)

Pääsääntöisesti lisättäessä lehmien energiansaantia maidon määrä sekä valkuaispitoisuus kasvavat riippumatta siitä saadaanko lisäenergia väkirehujen määrää kasvattamalla tai parantamalla karkearehun sulavuutta. Karjatasolla ajatellaan olevan puutteita ruokinnassa, mikäli valkuaispitoisuus tilasäiliömaidossa jää alle 3,20 %:n ja hälytysrajana 2,90 %:a. Molemmissa tilanteissa ratkaisuna pidetään energian riittävyyden tarkistamista ruokinnassa ja energiamäärän lisäämistä. (Nousiainen ym., 2010, s. 121) Siihen minkälaisiin valkuaispitoisuuksiin maidossaan yksittäinen lehmä voi ylittää vaikuttavat lehmän omat perintötekijät. Onnistuneella ruokinnalla on mahdollista saada koko potentiaali käyttöön ja hyödynnettyä. (Eicher, 2004, s. 2)

Maidon rasvapitoisuus kuvaa parhaiten ruokinnan karkearehun ja väkirehun suhdetta toisiinsa. Väkirehun osuuden kasvaessa, ja sitä kautta lisäenergian hakemisella ruokintaan, rasvapitoisuus laskee. Tutkimuksissa on todettu, että mikäli energialisä ruokinnassa haetaan karkearehun kautta parantamalla sen sulavuutta eli esimerkiksi korjaamalla säilörehu aikaisemmin, maidon rasvapitoisuus nousee. Rasvapitoisuuden hälytysrajana pidetään 3,25 %: a. (Nousiainen ym., 2010, ss. 120–122) Maidon pieni rasvapitoisuus voi viitata lisäksi hapanpötsin mahdollisuuteen (Pyörälä & Tiihonen, 2005, s. 3).

Maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden suhde toisiinsa kuvaa hyvin ruokinnan väkirehuastetta. Suhdeluku pienenee lisättäessä väkirehun osuutta ja kasvaa, kun karkearehun osuus lisääntyy. (Nousiainen ym., 2010, s. 122) Pötsissä muodostuvat haihtuvat rasvahapot toimivat rasvan rakennusaineina. Niitä muodostuu ja imeytyy pötsistä eri määriä ja niiden määrä ja keskinäinen suhde toisiinsa ovat yksi selittävä tekijä maidon pitoisuuksien vaihtelussa. (Huhtanen, 1997, s. 101) Maidon valkuainen on peräisin aminohapoista, joita saadaan rehun ohutsuolessa imeytyvän valkuaisen, OIV, sulaessa. OIV muodostuu pötsissä pötsimikrobien tuottamasta mikrobivalkuaisesta sekä rehun pötsissä hajoamattomasta valkuaisen osasta, jota kutsutaan ohitusvalkuaiseksi. Imeytyminen tapahtuu ohutsuolessa. (Manni, 2010, s. 54)

Rasvavalkuaissuhteesta on hieman erilaisia tulkintoja eri lähteissä. Cejnan & Chladekin (2005, s. 540) mukaan optimi alue olisi 1,2–1,4 kun taas Eicherin (2004, s. 3) mukaan 1–1,25 olisi riittävä. Ylärajasta ollaan myös hieman erimielisiä, Eicherin mukaan Duffield asettaa ylärajan 1,33:en kun taas Cejna & Chladek asettavat rajan 1,4:än ja Richardt 1,5:en. Yleisesti kaikki toteavat, että kun suhdeluku alittaa 1,0–1,1 riski hapanpötsin aiheuttamille ongelmille rehuannoksen liiallisesta väkirehun osuudesta johtuen kasvaa ja kun suhdeluku ylittää 1,4–1,5, energian saanti on riittämätöntä ja uhka ketoosin esiintymiselle karjassa kasvaa. (vrt. Cejna & Chladek, 2005, s. 2; Eicher, 2004, s. 3) Suomessa valiolaisessa maidontuotannossa pidetään tuotantotapaohjeiden mukaan tavoitetasona 1,1–1,4 ja, että luvun ylittäessä 1,4 karjan energiaruokintaa on tarkastettava (Valio, 2019).

Maidon koostumuksessa tapahtuu vuositasolla enemmän vaihtelua rasva- kuin valkuaispitoisuudessa. Alimmillaan pitoisuudet ovat yleensä kesällä. Pitoisuudet alkavat nousta syksyllä, jolloin ne ovat korkeimmillaan ja lähtevät taas laskuun keväällä. (Nousiainen ym., 2010, ss. 121–122)

### 5.3 Maidon urealuku

Urealukua voidaan määrittää lehmäkohtaisesti tai tilasäiliömaidosta. Yksittäisten lehmäkohtaisten näytetulosten hajonta voi olla suurta ja ruokinnan oikeellisuuden mittarina parempana pidetään tilasäiliömaidosta otettua näytettä. Urealuku kuvaa valkuaisruokinnan riittävyttä suhteessa energiaruokintaan sekä ruokinnan energia- ja valkuaismäärän keskinäistä suhdetta toisiinsa. Urea muodostuu pötsissä hajoavasta valkuaisesta, joka imeytyy verenkiertoon. Normaalina vaihteluvälinä pidetään +/- 3 yksikköä ja, että +/- 10 yksikön muutokset ovat niin suuria, että on tarpeen tehdä muutoksia ruokinnassa. (Valio, 2019, s. 114). Säilörehuruokinnalla urean tavoitearvo muuttuu käytössä olevan säilörehun raakavalkuaispitoisuuden mukaan. Taulukossa 2 on esitelty ureatulosten tulkinta, kun käytössä on normaali suomalainen säilörehuruokinta ja käytettävän säilörehun sulavuus ja raakavalkuaispitoisuus ovat tavoitearvojen mukaisia. Mikäli säilörehun raakavalkuaispitoisuus laskee 12–14 % kuiva-aineessa niin tavoitetaso maidossa laskee urealukuun 22–26. (Nousiainen ym., 2010, s. 123) Liian korkeana pidetään yli 40 olevia lukuarvoja, joka voi altistaa heikentyneelle hedelmällisyydelle. (Valio Maidonlaatukäsikirja, 2012, s. 114)



Taulukko 2. Tilasäiliömaidon urealuvun tulkintaohje (Manni, 2010, s. 94)

Urea, alle 20 mg/dl	Pötsissä hajoavasta valkuaisesta on puutetta. Ruokintaan lisättävä valkuaista.
Urea, 20–30 mg/dl ja maidon valkuainen 3,2–3,6 %	Tavoitealue
Urea, yli 30 mg/dl	Pötsissä hajoavaa valkuaista liikaa suhteessa energiaan Ruokinnassa valkuaisen ja energiansaannin suhdetta tasapainotettava

#### 5.4 Maitotuotos

Maitotuotos on erinomainen ruokinnan onnistumisen mittari. Siinä voidaan käyttää mittarina maitotuotosta kiloa/päivä, joka kuvaa onnistumista lyhyellä aikavälillä ja vuosituotosta, joka kuvaa onnistumista ja osaamista pitkällä aikavälillä. Mikäli karja kuuluu tuotosseurantaan, on sen kautta laskettavissa tuotostietoja erilaisille jaksoille eläimen iän tai tuotosvaiheen mukaisesti. Esimerkiksi lehmille laskettava elinikäistuotos mittaa ruokinnan onnistumisen lisäksi hoidon onnistumista pitkällä aikavälillä. Lyhyen aikavälin onnistumista kuvaa hyvin vakioitu päivätuotos, joka tarkoittaa ruokinnan suhteen vakioitua päivätuotosta karjassa. Mikäli havaittu tuotos on suurempi kuin vakioitu, kertoo se onnistumisesta ruokinnassa ja hoidossa ja vastaavasti havaittu alhaisempi tuotos kertoo, että karjan ruokinnasta ja hoidosta voidaan löytää parannettavaa. Näistä saadaan kaikista arvokasta tietoa, kun halutaan parantaa omaa toimintaa ja etsitään karjan sisältä kehittämisen kohteita, joilla parantaa taloudellista tulosta. (Nousiainen ym., 2010, ss. 124–125)

## 6 Ruokintakoe Rumivital Top -täydennysrehulla

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, pystytäänkö karkearehun kuidun sulavuutta parantamaan lisäämällä ruokintaan kuidun sulatusta edistävää Rumivital Top -täydennysrehua. Rumivital Top -lisällä tavoiteltiin saatavan lehmälle käyttöön lisäenergiaa märehtijän ruoansulatuksessa muuten sulamattomana läpikulkevasta kuidun osasta.

Yhteistyössä opinnäytetyön tilaajan RV Eurotrading Oy:n ja yhteistyökumppanin Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilán kanssa suunniteltiin toteutettavaksi empiirisenä tutkimuksena ruokintakoe tilán navetassa ja karjassa. Karjasta

tehtävien havaintojen ja mittausten avulla pyrittiin selvittämään Rumivitalin mahdollisia vaikutuksia karkearehun sulavuuteen. Toiseksi tavoitteena oli arvioida toimivatko tilatasolla yleisesti käytettävät ruokinnan oikeellisuutta kuvaavat mittarit tässä arviointityössä riittävinä mittareina, joilla Rumivitalin vaikutukset voidaan osoittaa.

Tutkimuskysymykset, joilla havainnoitiin ja mitattiin Rumivitalin lisäämisen vaikutuksia karkearehun sulavuuteen olivat

- Miten lehmien kuiva-aineen syöntimäärät kiloa kuiva-ainetta/lehmä/päivä muuttuvat ruokintakokeen eri jaksojen aikana?
- Miten lehmien sonnan koostumus muuttuu ruokintakokeen eri jaksojen aikana?
- Miten maidon ureapitoisuus tilasäiliömaidossa muuttuu ruokintakokeen eri jaksojen aikana?
- Miten maidon pitoisuudet tilasäiliömaidossa muuttuvat ruokintakokeen eri jaksojen aikana?
- Miten maitomäärä kiloa/lehmä/päivä muuttuu ruokintakokeen eri jaksojen aikana?

Näiden tutkimuskysymysten kautta tehtyjen havaintojen ja mittausten perusteella selvitettiin, oliko osoitettavissa, että tutkimusrehun lisäämisellä ruokintaan saataisiin lisättyä lehmän energiansaantia.

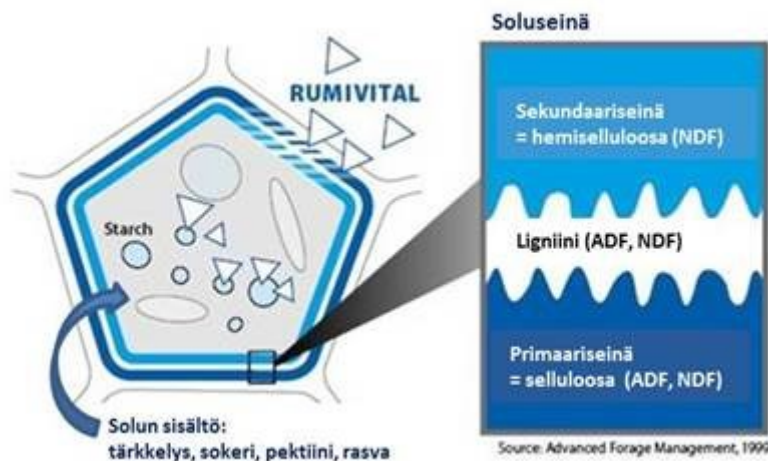
## 6.1 RV Eurotrading Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana ja tilaajana toimi RV Eurotrading Oy. Yritys on 1996 perustettu suomalainen perheyrittäjä ja maahantuoja itävaltalaisen Schaumannin eläinrehuja ja maataloustarvikkeita maatalousalan yrityksille. Yrityksen kotipaikka on Kuopio. RV Eurotrading Oy tarjoaa nautakarja- ja sikatalouteen erilaisia ruokintaratkaisuja, jotka parantavat tilan omien rehujen hyväksikäyttöä ja yrityksen tuotevalikoimasta löytyy erilaisia rehuja molemmille tuotantosunnille. Rehuvalikoiman lisäksi yrityksellä on laaja valikoima biologisia rehunsäilöntäaineita kotoisten rehujen säilöntään. Tilaajan edustajana ruokintakokeen teon eri vaiheissa sekä opinnäytetyössä toimi yrityksen Etelä- ja Länsi-Suomen rehumyynnin, ruokinnansuunnittelun ja neuvonnan työntekijä Kirsi Busk. (RV Eurotrading Oy, n.d)

## 6.2 Rumivital Top

Opinnäytetyönä tehdyssä ruokintakokeessa testattu rehu oli nimeltään Rumivital Top, jatkossa Rumivital. Rumivital on Schaumann Agri International GmbH:n patentoima, käymisteitse valmistettu valkuaisrikas rehuinnovaatio lypsykarjan ruokintaan. Tuotteen valmistusmaa on Saksa ja RV Eurotrading Oy toimii tuotteen maahantuojana Suomeen. Rumivitalin sisältämät entsyymit pilkkovat rehussa olevaa sulamatonta kuitua pötsimikrobeille soveltuvampaan muotoon. Rumivital toimii tuotteessa vaikuttavana ainesosana. (Busk, 2020) Kuvasta 1. selviää miten ruoansulatuksessa Rumivitalin entsyymit vaikuttavat soluseinähiilihydraattien soluseinään heikentävästi siten, että pötsimikrobin on mahdollista läpäistä se. Tätä kautta pötsimikrobit pääsevät hajottamaan ja hyödyntämään raakakuidun, NDF:n ja ADF:n sisältämää energiaa. Rumivital vaikuttaa myös solunsisällyshiilihydraatti tärkkelyksen sulatukseen edistävästi. Siten rehussa olevasta sulamattomasta kuidusta peräisin olevaa energiaa ja valkuaista vapautuu hyödynnettäväksi maidontuotannossa, mikä muuten poistuisi sulamattomana lantaan. (RV Eurotrading Oy, n.d.)

Kuva 1. Rumivitalin toiminta kuidun hajotuksessa (RV Eurotrading Oy, n.d.)



Kuvassa 2 on lasipurkissa Rumivitalia. Kuvasta ilmenee sen jauheinen olomuoto. Suomeen rehu maahantuodaan ja markkinoidaan 25 kg säkkiin pakattuna.

Kuva 2. Rumivital jauhe (Busk, 2019)



### 6.3 Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatila

Opinnäytetyönä tehdyn tilatason ruokintakokeen yhteistyökumppanina ja toteutuspaikkana toimi Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatila Tammelassa. Tilalla on vuonna 2015 valmistunut viileä 90 lypsylehmän ja nuorenkarjan pihattonavetta. Navetassa on panostettu automaatioon eläinten hoidossa. Lypsytyöstä huolehtii yksi Lelyn A4-mallinen lypsyrobotti ja karjan ruokinnasta automaattinen Lely Vector - ruokintajärjestelmä. Lisäksi navetassa on kolmepaikkainen Pellon kalanruotomallinen lypsyasema opetuskäyttöön. ProAgrian tuotosseurannan vuosiraportin vuodelta 2018 mukaan tilan keskilehmäluku oli 73,5 lehmää ja niiden keskituotos oli 9777 kg maitoa. Maidon pitoisuudet olivat rasvaa 3,95 % ja valkuaista 3,41 %. Opetusmaatilán karjassa valtarotuna ovat holstein 46,1 % ja ayrshire 44,3 %. Loput, 9,6 % lehmistä ovat jerseyrotuisia tai suomenkarjan eri rotuja. Karjassa on käytössä täydennetty seosrehuruokinta, PMR, osan väkirehusta tullessa lypsissä oleville lypsyrobotista. Opinnäytetyön teon aikana lypsyrobotilla oli käytössä yksi väkirehu ja se oli täysrehua. Karkearehuna karjalla käytetään tilan omilta pelloilta korjattua nurmisäilörehua, joka säilötään joko laakasiiloihin tai pyöröpaaleihin.

## 7 Ruokintakokeen toteutus

Opinnäytetyönä tehty ruokintakoe suoritettiin Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilalla 7.3–22.5.2019 välisenä aikana. Koeryhmänä toimi opetusmaatilan robottilypsyssä olevat lehmät ja kokeen tulosten tarkastelussa hyödynnettiin lypsyrobotin tuotannonhallintaohjelman antamaa tietoa märehimisajasta ja maitomääristä. Maidon urea-, valkuais- ja rasvapitoisuuksien tarkastelussa hyödynnettiin meijerin tilasäiliömaidosta kokeen aikana ottamien maitonäytteiden tuloksia. Sonnan koostumusta selvitetttiin tekemällä sonnan siivilöinti kolmesti ja punnitsemalla eri sihteihin jääneet sonnan osat.

Ruokintakokeessa koeryhmänä toimi koko automaattilypsyssä oleva lehmäryhmä. Tämä oli järjestelyjen ja tarkasteltavien tulosten saamisen kannalta käytännöllisin tapa toimia. Näin pystyttiin suoraan hyödyntämään lypsyrobotin tuotannonhallintaohjelmasta saatavaa tietoa. Ruokintakokeessa hyväksyttiin se, että kokeen aikana muutamia lehmistä poistui ryhmästä mentyään umpeen ja muutamia tuli ryhmään tilalle uutena eläimenä poikimisen jälkeen. Koska tuloksia tarkasteltiin karjatasolla, näiden eläinmuutosten takia ei tuloksista poistettu tai lisätty eläinkohtaista tietoa.

Kokeen alkaessa 7.3.2019 koeryhmässä oli 62 lehmää ja päättyessä 22.5.2019 65 lehmää. Keskimäärin kokeessa oli 62,9 lehmää koko sen keston ajan. Koeryhmässä oli edustettuna lehmiä holstein-, ayrshire- ja jerseyroduista.

### 7.1 Ruokintakokeen ruokinnansuunnittelu

Ruokintakoe suunniteltiin yhteistyössä opinnäytetyön tilaajan edustajan Kirsi Buskin sekä yhteistyökumppani Hämeen Ammattikorkeakoulu Oy:n Mustialan opetus- ja tutkimustilan kanssa. Merkityksellistä kokeen aikana oli, että automaattilypsyryhmän ruokinta tuli olla mahdollisimman muuttumatonta. Tähän tilanteeseen päästiin ajoittamalla ruokintakoe ajanjaksoon, jolloin ruokinnassa otettiin käyttöön laakasiiloon 7 säilötty säilörehu, joka oli kesän 2018 1. sadosta korjattua nurmisäilörehua. Säilörehun korjuussa opetusmaatilan pelloilta oli käytetty tilan omaa noukinvaunua ja säilöntäaineena oli käytetty happoa. Tämä laakasiilo 7:n säilörehu riitti koko ruokintakokeen ajan ja se oli koeryhmän pääkarkearehu.

Laakasiilo 7 oli avattu ja otettu käyttöön 4.2.2019, joten voitiin olettaa, että lehmät ja erityisesti niiden pötsissä elävät mikrobit olivat tottuneet ja valmentautuneet sulattamaan sekä hajottamaan laakasiilo 7:n säilörehua ennen kokeen aloitusta.

RV Eurotrading Oy:n toiveesta ruokintakokeeseen otettiin yhdeksi karkearehukomponentiksi olki, jonka käyttömääräksi sovittiin yksi kilo/lehmä/päivä. Käytetty olki oli pyöröpaalattua vehnän olkea. Pyöröpaaleista osa oli tehty silppuavalla paalajalla. Silppuavalla paalajalla tehtyjen paalien olkisilppu soveltui silpun pituuden puolesta sellaisenaan appeeseen. Pidempänä paalattu olki silputtiin lyhyeksi silpuksi pyöröpaalisilppurilla ennen käyttöä. Molemmat silput sekoittuivat hyvin appeeseen.

Ruokinnansuunnittelun lähtötietoina olivat laakasiilo 7:n säilörehusta 17.2.2019 ja oljesta 21.2.2019 otettujen rehuanalyysien tulokset (liite 1). Säilörehusta otettiin kokeen edetessä lähes viikoittain uusia rehunäytteitä mutta ruokintaa ei niiden tulosten pohjalta muutettu. Rehuanalyysituloksen 17.2.2019 mukaan laakasiilo 7:n säilörehu oli säilönnälliseltä laadultaan pääasiassa hyvän rehun tavoitearvojen sisässä (pH, maito- ja muurahaishappo ja sokeri) ja muutamissa kohdin riskirehun tavoitearvojen sisällä (ammoniakkityppi ja haihtuvat rasvahapot).

Koostumuksen osalta laakasiilo 7:n rehu vastasi märkänä korjattua säilörehua, jonka sulavuus ja raakavalkuaispitoisuudet olivat hieman tavoitearvojen alapuolella. Säilörehun kuiva-aine oli 240 g/kg kun tavoitearvo säilörehussa on 300–450 g/kg. Raakavalkuainen säilörehussa oli 124 g/kg ka, kun tavoite 130–160 g/kgka. Säilörehun kuitu (NDF) oli 544 g/kgka, mikä oli tavoitearvon 500–600 g/kgka sisällä. Säilörehun sulavuutta kuvaava D-arvo säilörehussa oli 675 g/kgka tavoitteen ollessa 680–700 g/kgka.

Rehuarvot säilörehussa olivat rehun energiaa kuvaan ME-arvon osalta 10,8 MJ/kg ka ja rehun valkuais sisältöä kuvaavien ohutsuolesta imeytyvien valkuaisaineiden (OIV) ja pötsin valkuais tase (PVT) arvojen osalta OIV 79 g/kgka ja PVT 6 g/kgka. Nämä tulokset vastasivat normaalin, perussäilörehun lukuarvoja.

Muut koejakson aikana lehmien appeeseen suunnitellut rehukomponentit olivat myllärinseos sekä kivennäinen. Myllärinseos oli rahtimyllärin jauhamaa ja sekoittamaa väkirehuseosta, jonka komponentteina olivat tilan omat viljat: ohra, kaura, vehnä sekä

valkuaislisänä rypsirouhe. Liitteessä 2 on selvitetty myllärinseoksen eri komponenttien osuudet sekä seoksen laskennallinen rehuarvo. Kivennäisenä appeessa oli tilalle räätälöity lypsylehmille tuotoskaudelle tarkoitettu kivennäisseos. Robotilta lehmät saivat tuotoksensa mukaan täysrehua ja nestemäistä energialiuosta. Ruokintasuunnitelman mukainen ruokinnan optimoitu tulos, josta ilmenee yhden lehmän päivittäinen rehuannos, tuotosvaste eli odotettavissa oleva tulos sekä dieetin koostumus on kerrottu liitteessä 3. Sen ennusteen mukaan ruokintakokeeseen suunnitellulla ruokinnalla oli odotettavissa maitoa 31,81 kg/lehmä, jossa olisi rasvaa 4,06 % ja 3,51 % valkuaista. Maidon ureaksi ennustetaan 23 mg/100 ml eli urealukuna 23. Liitteessä 4 on kuvattu ruokintakokeessa käytetyn seosrehun koostumus ja rehuarvo. Seoksessa karkearehun osuus on 65 % ja väkirehun 35 %. Yhteensä koko ruokinnassa, kun otetaan mukaan tarkasteluun myös lypsyrobotilta annosteltu väkirehu, väkirehun osuus oli 46 % ja karkearehun 64 %.

## 7.2 Ruokintakokeen toteutus

Ruokintakoe jaettiin kolmeen jaksoon. Ensimmäisen jakson pituus oli neljä viikkoa (7.3.–3.4.2019) ja sen aikana lehmien appeeseen sekoitettiin Rumivitalia 50 g/lehmä/päivä. Toisen jakson pituus oli kolme viikkoa (4.4.–22.4.2019) ja tänä aikana appeeseen ei lisätty tutkimusrehua. Kolmas jakso oli neljä viikkoa (23.4.–22.5.2019) ja sen aikana appeeseen lisättiin jälleen Rumivital 50 g/lehmä/päivä. Jaksojen pituudet ruokintakokeeseen määrittivät Eurotrading Oy. Ruokintakokeen eri jaksojen tulosten vertailu on tehty vertailujaksoon, joka oli viikko ennen ruokintakokeen aloitusta eli 28.2.–6.3.2019.

Rumivital annosteltiin lehmien appeeseen tilalla olevan automaattisen ruokintajärjestelmän kautta. Rumivital kaadettiin säkeistä kivennäisannostelijan säiliöön, josta rehu kulkeutui rehuspiraalia pitkin apesekoittimeen. Annostelija kalibroitiin laitevalmistajan ohjeen mukaisesti, jotta pystyttiin varmistamaan oikea annostarkkuus appeeseen. Kokeen aikana Rumivitalin päivittäistä kulutusta seurattiin tuotannonhallintaohjelman raportilta ja varmistettiin, että kulutus vastasi ohjelmoitua annoskokoja.

Lehmien päivittäinen ape valmistettiin tilan Lely Vector -ruokintajärjestelmällä.

Täysautomaattinen ruokintajärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- **PDB**, jonka tehtävä on ohjata järjestelmän työtä sille ohjelmoitujen tietojen esim. rehukeittiön sisällön ja rehuannosten pohjalta
- **Bridgegrain** (BG, siltanosturi), joka sijaitsee rehukeittiössä ja jossa grapper liikkuu
- **Grapper** eli rehukoura. Sen tehtävä on kerätä rehukeittiöön varastoiduista rehuista kulloinkin appeeseen tarvittavat oikeat rehuosakkeet ja tuoda ne sekoittimelle.
- **MFR**, mixing feeder robot eli sekoitin. Tähän tilavuudeltaan 2 m<sup>3</sup> olevaan laitteeseen grapper pudottaa rehukeittiöstä hakemansa rehut. Lisäksi irtorehuseiloista tulevat rehuosakkeet ohjataan spiraaleita pitkin sekoittimeen. Sekoittimessa oleva vaaka ohjaa grapperia hakemaan annokseen tarvittavan kilomäärän karkearehuja tai spiraaleita purkamaan irtorehuseilosta väkirehuosakkeita ja kivennäisiä. MFR kulkee ruokintapöydällä automaattisesti ohjelmoitua reittiä pitkin. Kulkiessaan se työntää lähemmäksi eläinten ulottumattomiin siirtyneen rehun ja samalla se mittaa syömättä olevan rehun korkeuden millimetreissä. Kun MFR toteaa edellisen jaetun rehuannoksen olevan syöty alemmaksi kuin asetettu rehun minimitaso, se käynnistää uuden aje-erän valmistuksen automaattisesti. Samalla kun MFR:ään, lastataan lisää rehua, se sekoittaa jo sisälle lastattuja rehuja sekaisin. Lisäksi säiliön reunoilla olevat terät hienontavat rehuosakkeita lyhyemmiksi ja appeen tasalaatuisuus paranee. Tuotannonhallintaohjelmaan ohjelmoidaan eri eläinryhmille haluttu aje-erä, jossa kerrotaan mitä rehuosakkeita tarvitaan ja kuinka paljon. Määrä ilmoitetaan rehun tuorepainossa kilogrammaa/lehmä/päivä. Lisäksi ohjelmalle kerrotaan, kuinka monta eläintä ryhmässä on. Tästä tiedosta järjestelmä laskee automaattisesti eläinryhmälle päivässä valmistettavan appeen määrän. Yhdellä jakokerralla valmistettavaa annoskokoja rajataan seoksen maksimikuorman määrällä. Maksimikuorman tulee olla sellainen, että se sopii appeen valmistus- ja sekoitusvaiheessa MFR:n säiliöön eikä pursua sieltä yli. Esimerkiksi kun eläinryhmän laskennallinen päivätarve aje-erä on yhteensä 1000 kg ja maksimikuorman rajaksi asetetaan 500 kg, tulee järjestelmän valmistaa tälle eläinryhmälle kaksi aje-erää vuorokaudessa, jotta saavutetaan eläinryhmän päivätarve. Ensimmäisen ajakerän jälkeen toinen tarvittava ajakerä valmistetaan, kun ensimmäinen erä on syöty asetetun rehun minimitason alapuolelle.

Ruokintakokeen aikana ruokintajärjestelmä ja tuotannonhallintaohjelma toimivat moitteetta eikä rehunvalmistuksessa ollut ongelmia. Liitteissä 5 on kuvattu ruokintakokeen jaksojen 1, 2



ja 3 päivittäin käytetty rehumäärä komponenteittain koeryhmälle. Liitteistä voidaan nähdä myös muutokset koeryhmän lehmämäärässä.

## 8 Ruokintakokeen tulokset ja niiden tarkastelu

Opinnäytetyössä tarkastellaan ruokintakokeen tuloksia asetettujen tutkimuskysymysten kautta eli miten kuiva-aineen syönti, märehtiminen, maidon määrä, koostumus tai ureapitoisuus muuttuvat ruokintakokeen aikana. Lisäksi tarkastellaan sonnan koostumuksen muutoksia. Mahdollisten muutosten vertailujaksona käytetään ajanjaksoa 28.2.–6.3., joka on ruokintakoetta edeltävä viikko. Koeviikkoja vertaillaan keskenään keskiarvoluvuilla, jotka on laskettu koeviikon eri koepäivien mitatuista luvuista. Osa mitatuista tuloksista on muutettu indeksimuotoon, jotta pystytään havainnollistamaan muutoksen merkittävyyttä ja eroa vertailujaksoon nähden. Vertailujakson indeksinä käytetään lukuarvoa 100, jolloin eri koeviikon tulos lasketaan kaavalla:  $(\text{koeviikon keskiarvotulos} \times 100) / \text{vertailujakson keskiarvotulos}$  kyseisessä mitattavassa tutkimuskysymyksessä. Havainnollistavissa kuvissa vertailujakso on kuvattu vihreällä värillä. Koejaksot 1 & 3, jolloin Rumivital-rehu oli käytössä koeryhmän ruokinnassa, on kuvattu sinisellä ja koejakso 2, jolloin Rumivital-rehu oli poissa ruokinnasta punaisella.

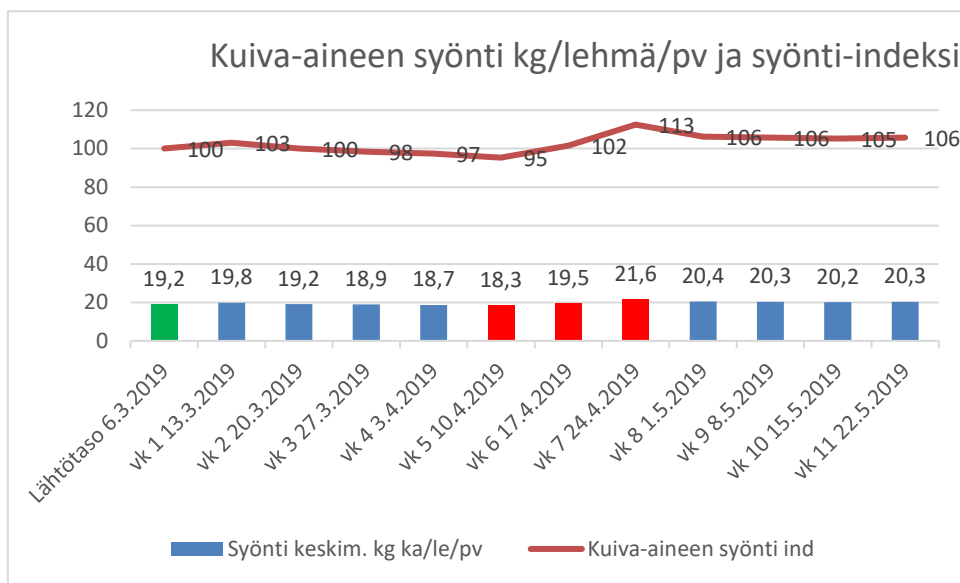
### 8.1 Muutokset kuiva-aineen syönnissä ja märehtimisessä

Lehmien kuiva-aineen syöntiä ja märehtimistä mittaava tieto on otettu Lelyn T4C -ohjelmistosta. Näiden muutosten mittaamisessa vertailujaksolle osui ruokintarobotin huoltopäivä. Siksi huoltopäivän kuiva-aineen syöntiä kuvaava luku ei ole vertailukelpoinen muihin päiviin nähden ja se on jätetty huomioimatta vertailujakson keskiarvon laskennassa.

Kuvassa 3 on esitetty muutokset koeryhmän kuiva-aineen syönnissä eri ruokintakokeen viikoilla syötyinä kuiva-ainekiloina ja indeksilukuna. Vertailujakson kuiva-aineen syönti oli keskimäärin 19,2 kg/lehmä/päivä. Koejaksolla 1 kuiva-aineen syönnissä ei tapahtunut merkittävää muutosta vaan se jopa laski kokeen viikkojen edetessä. Koejakson 2 lopulla kuiva-aineen syönnissä tapahtui kasvu ylöspäin ja saavutettu kasvutaso säilyi koko loppukokeen ajan. Huomioitavaa on, että syönnin kasvu tapahtui koejaksolla 2, jolloin Rumivital ei ollut käytössä. Koejaksolla 3 saavutettu syönnin lisäys oli 1,1–1,2 kg

ka/pv/lehmä verrattuna vertailujaksoon. Syönnin lisääntyminen on merkityksellinen mutta sen syntymisessä ei voida poissulkea muita tekijöitä. Toisaalta syönnin lisäys on ollut pysyvää, jolloin voisi tulkita, että Rumivitalin hyödyt tulevat esiin vasta pidemmän käyttöajan jälkeen, kun pötsimikrobit ovat valmentautuneet hyödyntämään sen tarjoaman avun rehun hajotuksessa. Kasvaneeseen kuiva-aineen syötiin lehmät ovat vastanneet kasvaneena EKM-tuotoksena. Liitteessä 5 on nähtävissä eri rehujen päivittäiset käyttömäärät koeryhmälle koejaksottain.

Kuva 3. Kuiva-aineen syönti kg/lehmä/pv ja syönti-indeksi.

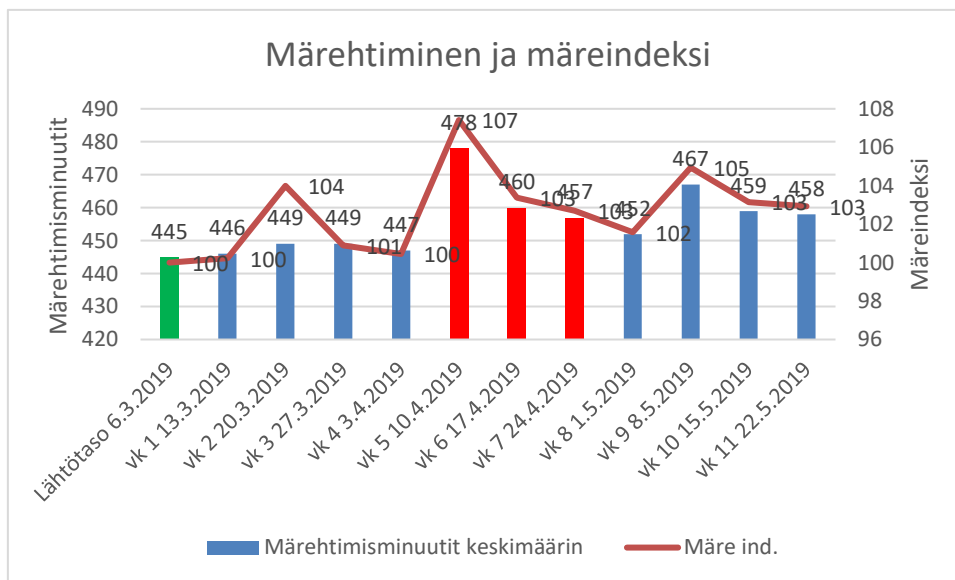


Koeryhmän märehetmissajat ja niistä laskettu märehetmissaindeksi on esitetty kuvassa 4. Koejaksolla 1 märehetminen on ollut tasaista viikoittaisten keskiarvojen perusteella. Koejaksolla 2 märehetminen on lähtenyt lisääntymään ja märehetmiseen käytetty aika kasvuun. Nousu on jäänyt pysyväksi myös koejaksolla 3, kun koejaksoja 2 & 3 verrataan vertailu- ja koejakso 1:een. Märehetmiskäyrästä nousee esiin koeviikko 5, jolloin märehetminen on noussut huomattavasti. Tarkasteltaessa päivittäisiä märehetmissaikoja selviää, että koeviikon 4 viimeisen päivän (3.4.2019) tulos on koko koejakson selkeästi alhaisin mitattu luku, 376 minuuttia. Vastaavasti koeviikolle 5 osuu koko koejakson korkein mitattu luku (6.4.2019) 585 minuuttia. Nämä kahden eri päivän erot ovat merkittäviä ja osaltaan vaikuttavat keskiarvoon huomattavasti kyseisillä viikoilla.

Päivittäisiä märehetmissaikoja tarkastellessa huomaa, että lukusarjassa usein alhaisen märehetmissajan omaavan päivän jälkeen seuraa keskimääräistä korkeamman märehetmissajan päivä. Tämä tukee Vanhatalon (2010, s. 25) väitettä siitä, että jos jokin tekijä rajoittaa märehetijän mahdollisuutta märehetä, suorittaa se sen myöhemmin rajoittavan tekijän poistuttua, kun märehetminen on jälleen mahdollista.

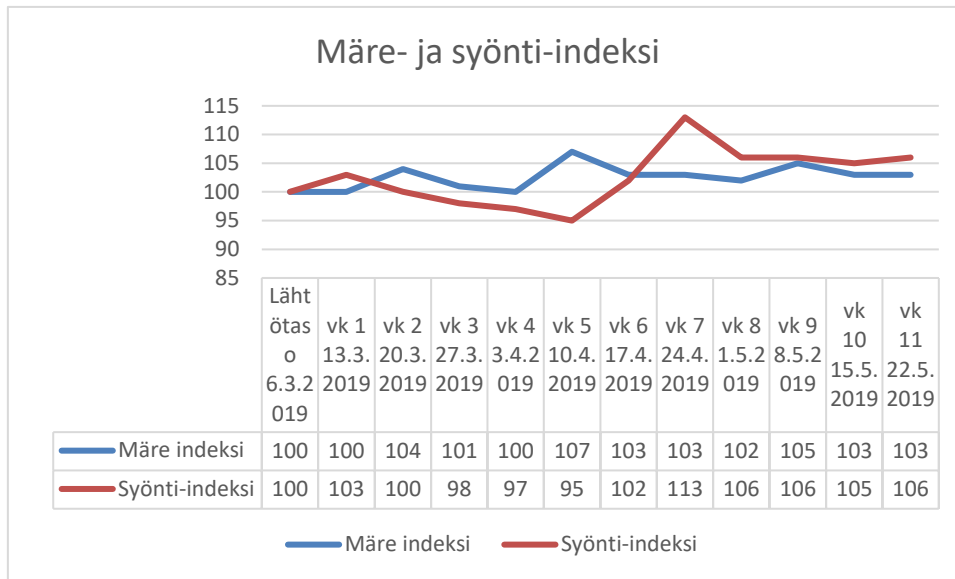
Rumivitalin vaikutusta märehetmissen lisääntymiseen ei voida poissulkea. Mikäli lisääntyminen johtuisi Rumivitalista, näyttäisi kuvan mukaan siltä, että saavutettava hyöty edellyttää pitkäkestoisempaa rehun käyttöaika ja pötsimikrobien valmentamista.

Kuva 4. Märehetmiss minuutit ja märehetindeksi.



Kuvasta 5 voi tarkastella kulkevatko kasvanut syönti ja kasvanut märehetminen samansuuntaisesti. Lisääntynyt syönti koejaksolla 3 näkyy myös lisääntyneenä märehetmissenä vertailujaksoon nähden. Toisaalta koejaksolla 2 syönnin lasku näkyy märehetmissen lisääntymisenä ja ero on suurempi kuin koejaksolla 1. Tämän saattaisi selittää rehun pidempi viipymäaika pötsissä koejaksolla 2, jolloin voi päätellä, että Rumivitalin käyttäminen lyhentää rehun viipymäaika pötsissä. Koejaksolla 3 lehmät ovat pystyneet syömään enemmän rehua ja selvittäneet sen nopeammalla märehetmisellä eteenpäin ruoansulatuskanavaan.

Kuva 5. Märe- ja syönti-indeksi



## 8.2 Muutokset sonnan koostumuksessa

Alkuperäisen suunnitelman mukaan sonnan koostumusta oli tarkoitus tarkastella siivilöimällä, tunnustelemalla käsin, silmin katsomalla sekä potkimalla saappaankärjellä. Sontaa siivilöitiin jokaisella koejaksolla käyttäen RV Eurotradingin Oy välittämää sonnan pesuun tarkoitettua kolmiosaista sihtisarjaa. Tarkoitus oli punnita jokaiseen eri sihtiin jäänyt sulamaton massa, kun yksi pesuerä oli 1 kg sontaa. Sonnan pesut ja punnitukset suoritettiin suunnitellusti mutta samalla huomattiin, että pesun yhteydessä sihtien yli huuhtoutui sonta-ainesta. Pesuissa saadut punnitustulokset eri sihteihin jääneestä sonnasta olivat huomattavan vaikeaselkoisia tulkittavaksi, joten niitä ei hyödynnetty opinnäytetyössä. Voitaneen todeta, että yhtä luotettavan arvion sonnan koostumuksesta olisi saanut pelkästään tavallisessa keittiösihdissä sontaa pesemällä. Siivilöidyn sonnan koostumuksessa oli havaittavissa eroja eri koejaksoilla. Liitteessä 6 on nähtävissä kuvia sonnasta eri pesukerroilla. Kaikilla koejaksoilla sonnan pesu tehtiin yhden kerran. Aistinvaraisesti silmin tarkastellen selkein ero on havaittavissa karkeimpaan sihtiin jääneessä sulamattomassa rehussa. Koejaksoilla, jolloin Rumivital oli käytössä, karkeimpaan sihtiin jäänyt sonta sisälsi vähemmän pitkäksi jäänyttä karkearehun silppua ja se oli lyhyempää ja pehmeämpää. Mikäli sonnan koostumuksen tarkasteluun olisi käytetty ainoastaan navettaoloissa helposti tehtävää saappaankärkitekniikkaa, ei näitä havaintoja olisi pystytty tekemään. Koeryhmän sonta oli kaikilla koejaksoilla samantyyppistä, lypsykauden lehmille normaaliksi luokiteltavaa

sonnan luokitustaulukossa luokkaan 3 menevää sontaa. Liitteessä 6 on kuvia sonnan pesusta eri koejaksoilta sekä käytetystä sihdistä.

### **8.3 Muutokset maidon urealuvussa**

Taulukossa 3 on kuvattu tilasäiliömaidosta otettujen maitonäytteiden analyysitulokset maidon urealuvun ja valkuaispitoisuuden suhteen. Lisäksi taulukossa näkyy kyseisen päivän energiakorjattu maitotuotos, EKM. Kuvassa 6 nämä on yhdistetty pylväs- ja viivadiagrammiksi. Maidon urealuvun normaalitasoksi on määritelty 20–30 mg/dl perinteisellä suomalaisella säilörehuruokinnalla, kun maidossa on normaali valkuaispitoisuus 3,2–3,6 %. Taulukosta 3 voidaan todeta, että koko vertailujakson ja ruokintakokeen ajan karjan tilasäiliömaidon valkuainen oli hyvin vakaasti 3,3–3,4 %, eikä siinä juuri ollut muutosta vertailu- tai koejaksoilla.

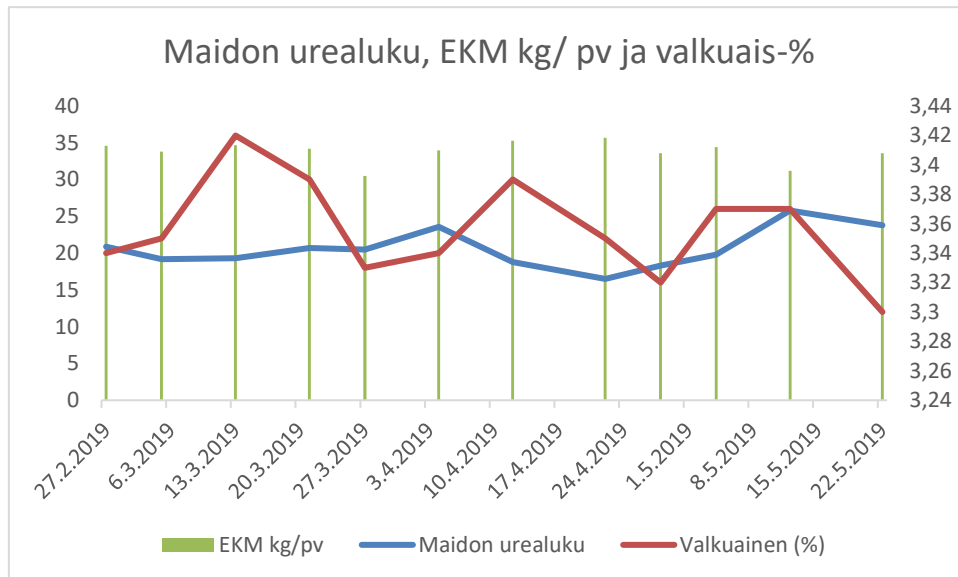
Taulukko 3. Maidon pitoisuudet, urealuku sekä EKM kg/pv ruokintakokeen eri jaksoilla.

Päivämäärä	Rasva (%)	Valkuainen (%)	Laktoosi (%)	EKM kg/pv	Maidon urealuku	Koejakso
27.2.2019	4,19	3,34	4,58	34,6	20,9	Vertailu
5.3.2019	4,20	3,35	4,56	33,8	19,2	Vertailu
13.3.2019	4,43	3,42	4,51	34,7	19,3	Koejakso 1
21.3.2019	4,27	3,39	4,57	34,2	20,7	Koejakso 1
27.3.2019	4,21	3,33	4,60	30,5	20,5	Koejakso 1
4.4.2019	4,37	3,34	4,60	34,0	23,6	Koejakso 1
12.4.2019	4,34	3,39	4,61	35,3	18,8	Koejakso 2
22.4.2019	4,25	3,35	4,66	35,7	16,5	Koejakso 2
28.4.2019	4,15	3,32	4,69	33,6	18,3	Koejakso 3
4.5.2019	4,32	3,37	4,61	34,4	19,8	Koejakso 3
12.5.2019	4,40	3,37	4,56	31,2	25,8	Koejakso 3
22.5.2019	4,29	3,30	4,63	33,6	23,8	Koejakso 3

Sen sijaan urealuvussa on nähtävissä pientä vaihtelua. Kun huomioidaan päivittäinen EKM-tuotos havaitaan, että päivissä, joissa tuotos on ollut korkeammalla tasolla, on myös urea alhaisempi. Lisäksi koejaksolla 2 on urealuku laskenut verrattuna koejakso 1:een ja lähtenyt nousuun vasta koejakso 3:n lopussa. Perinteisen urealuvun tulkintaohjeen mukaan karjan ruokinnassa on ollut lievää puutetta valkuaisesta. Liitteen 1 mukaan kokonaisruokinnan valkuaisitaso on ollut 147 g/kg ka, joka on hivenen matala, kun suosituksena pidetään tasoa 165–185 g/kg ka (Suomen Rehu, n.d.) Ruokintakokeen aikana mitatut ureatulokset vahvistavat myös Nousiaisen, Vanhatalon & Nokan (2010, s. 123) näkemystä ureatason asettumisesta havaitulle tasolle, kun ruokinnan kokonaisvalkuaisitaso asettuu ruokintakokeessa käytetylle tasolle. Keskiarvot urealuvussa ovat vertailujaksolla 20,1, koejaksolla 1 21,0, koejaksolla 2 17,7 ja koejaksolla 3 21,9. Vaihtelu on pientä mutta sitä kuitenkin on. Koejaksolla 2 voidaan todeta olleen selvempää puutetta valkuaisesta kuin muilla koejaksoilla, missä ruokinnan valkuaisitasoa olisi myös voinut korottaa. Tuloksista voi

urealuvun mukaan päätellä Rumivitalin lisännen valkuaisen saantia koejaksoilla 1 ja 3, kun kokonaisvalkuais- ja rasvapitoisuus ruokinnassa on ollut suosituksia alemmalla tasolla.

Kuva 6. Maidon urealuku, EKM kg/pv ja valkuais-%



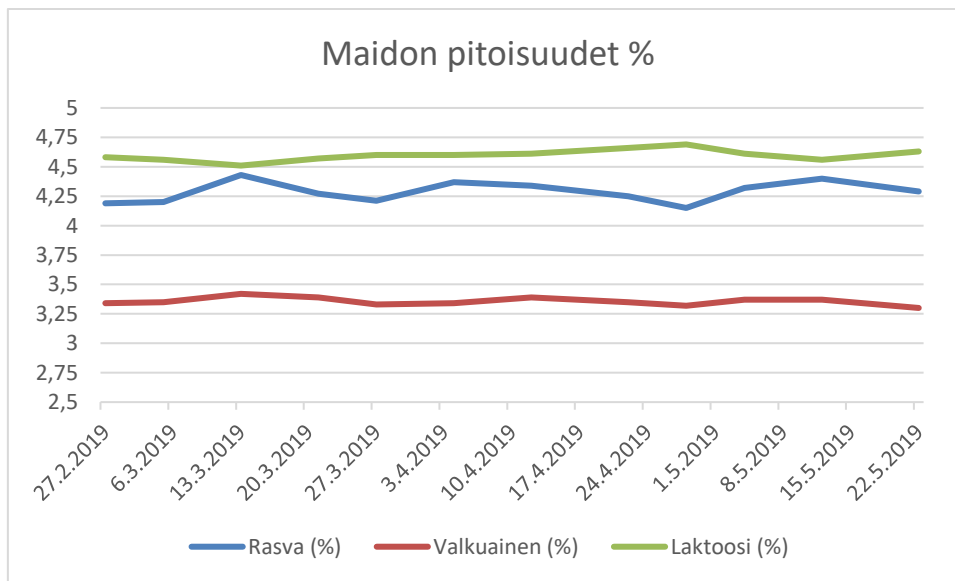
#### 8.4 Muutokset maidon pitoisuuksissa

Taulukossa 3 on esitetty ruokintakokeen aikaiset maidon pitoisuudet tilasäiliömaidossa ja lisäksi kuvassa 7 kaaviona. Jo edellä todettiin, että maidon valkuaispitoisuudessa ei tapahtunut juuri muutosta. Maidon rasvapitoisuudessakaan ei tapahtunut suurta muutosta sen ollessa 4,15–4,43 % koko koejakson ajan. Ajanjakson alhaisin rasvapitoisuus mitattiin koejakson 3 alussa ja korkein heti koejakson 1 alussa. Kumpanakaan näistä päivistä EKM-tuotos ei ollut korkeimmillaan tai alhaisimmillaan. Maidon pitoisuuksiin ei voida Rumivitalin käytöllä katsoa olleen merkitystä.

Kokonaisuutena voitaneen lisäksi todeta maidon pitoisuuksista niiden olleen koko koejakson verraten alhaiset. Väkirehun osuuden ollessa kokonaisruokinnassa 46 % ei voi ajatella sen olevan vielä niin korkea, että se olisi maitorasvaa rajoittava tekijä. Kokeessa käytetyn säilörehun alhainen raakavalkuainen sen sijaan on saattanut olla pötsissä pötsimikrobien toimintaa rajoittava tekijä ja siten maitorasvan ja –valkuaisen muodostamisessa tarvittavien ravintoaineiden riittävyys on ollut pitoisuuksia rajoittava tekijä. Maidon pitoisuudet ovat myös rotuominaisuus, jota tässä tarkastelussa ei ole otettu huomioon. Todetaan kuitenkin,

ettei ruokintakokeen aikana tapahtunut merkittäviä muutoksia koeryhmän rotuosuuksissa. Liitteessä 1 on ruokintasuunnitelman mukaiset ennustetut maidon pitoisuudet koejaksolle: rasva 4,06 % ja valkuainen 3,51 %. Kuvasta 7 voidaan todeta, että ruokintakokeen aikana saavutettu maidon rasvapitoisuus ylitti ennustetun tason. Maidon valkuaispitoisuudessa jäätiin ennustetun tason alapuolelle.

Kuva 7. Maidon pitoisuudet %

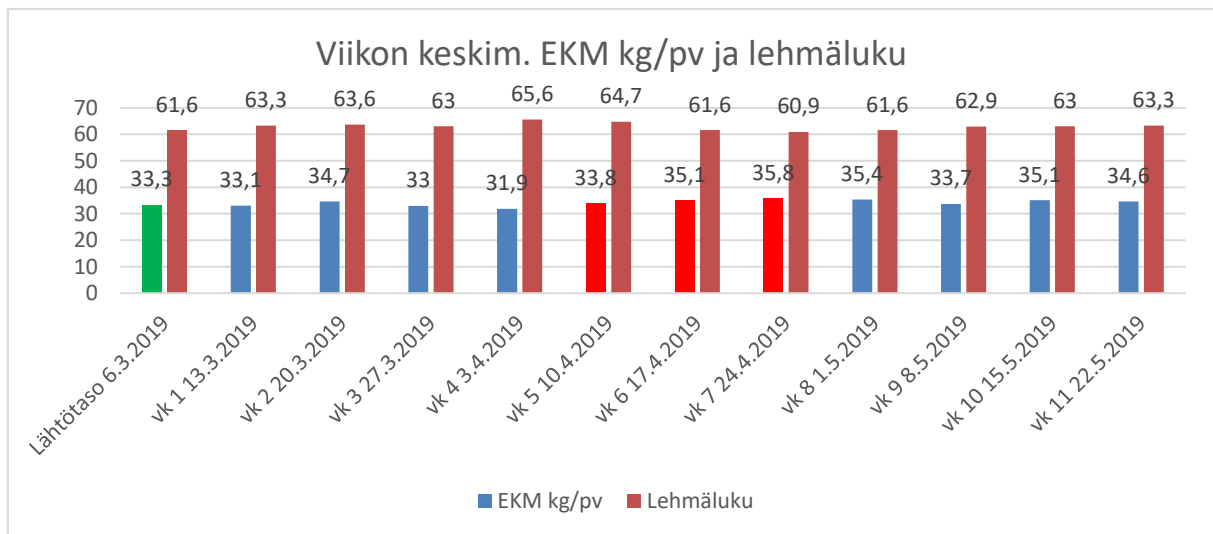


## 8.5 Muutokset maitomäärässä

Ruokintakokeen ajalle suunnitellun ruokintasuunnitelman mukaan lehmien odotettu maitotuotos oli 31,81 kg/lehmä/pv ja EKM-tuotoksena 32,63 kg/lehmä/pv. Kuvassa 8 on esitetty ruokintakokeen viikoittainen EKM-tuotos, josta voidaan havaita, että lehmät lypsivät koko koejakson enemmän kuin laskennallinen odotettu tuotos oli. Poikkeuksena oli koeviikko 4, jolloin jäätiin 31,9 kg/lehmä/pv tuotokseen. Viikon tuotostaso on selkeästi huonompi kuin muina koeviikkoina. Tosin myös viikon keskilehmäluku oli koejakson korkein. Keskimääräinen havaittu viikkotuotos kasvoi ruokintakokeen koejakso 2 aikana ja se pysytteli siitä eteenpäin korkeammalla kuin kokeen alkupuoliskolla. Vertailujakson keskimääräinen EKM-tuotos päivää kohden oli 33,3 kg, koejakson 1 33,2 kg (vertailutasoon -0,1kg), koejakson 2 35,4 kg (+2,1 kg) ja koejakson 3 34,7 kg (+1,4 kg). Tämän perusteella voisi tulkita Rumivitalilla saavutettavan tuotoslisän maitomäärässä edellyttävän pidempiaikaista käyttöä ja pötsimikrobien valmentamista sen hyödyntämiseen.

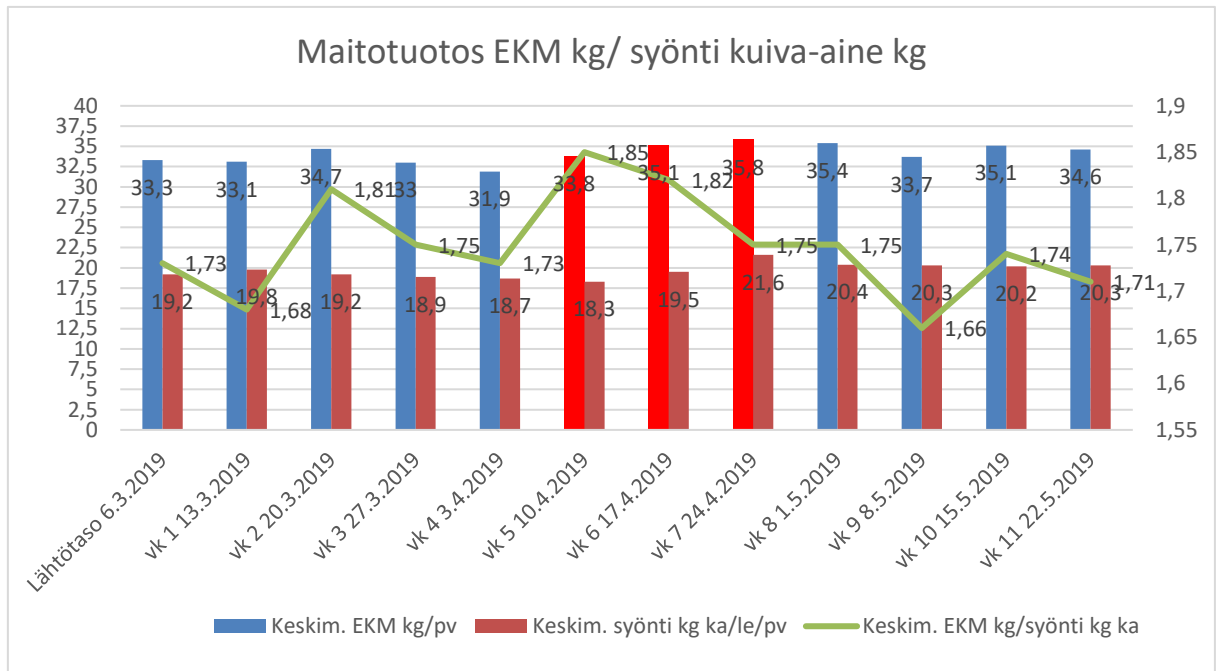


Kuva 8. Keskimääräinen EKM kg tuotos/ viikko ja lehmäluku



Rehun hyväksikäyttö maidontuotantoon on yksi tapa tarkastella ruokinnan tehokkuutta. ProAgrian mukaan lypsävien lehmien keskimääräinen EKM kg/syöty kuiva-ainekilo on ollut Suomessa vuonna 2017 1,47 EKM kg/kg ka, joka on sen mukaan hyvä. Tilatasolla ominaisuudessa esiintyy runsasta vaihtelua. (ProAgria, 2018) Suuren vaihtelun rehun hyväksikäytössä osoittaa myös ruokintakokeen ajanjaksoilta laskettu rehuhyötysuhde, mikä ilmenee kuvasta 9. Vertailujaksolla saavutettiin 1,73 EKM kg/ kg ka taso. Koejaksolla 1 1,75 EKM/ kg ka (+0,02 EKM kg), koejaksolla 2 1,81 EKM kg/kg ka (+0,08 EKM kg) ja koejaksolla 3 1,72 EKM kg (-0,01 EKM kg). Kaaviosta voi todeta rehun hyväksikäytön lisääntyneen ja saavutetun EKM-tuotoksen kg/ syöty kuiva-ainekilo kasvaneen kokeen alussa ja jopa parantuneen käyttökaton aikana koejaksolla 2. Kuitenkin Rumivitalin palatessa käyttöön koejaksolla 3 rehun hyväksikäyttö on taantunut vertailutasolle ja hieman sen alle. Tästä voinee päätellä Rumivitalin käytöllä olleen merkitystä rehun hyväksikäytön tehostumiseen mutta hyödyn saaminen edellyttää jatkuvaa käyttöä. Viikoissa on kuitenkin suurta vaihtelua ja epäselväksi jää miksi rehun hyväksikäyttö ei lähde uudelleen nousemaan jaksolla 3. Kokonaisuudesta voi todeta, että opetusmaatilán karjassa saavutettiin parempi rehuhyötysuhde kuin se on ollut Suomessa keskimäärin vuonna 2017 ProAgrian mukaan.

Kuva 9. Rehun hyväksikäyttö



## 9 Yhteenveto ja johtopäätökset

Märehtijän ja sen pötsissä elävien erilaisten pötsimikrobien symbioosi on luonnossa ainutlaatuinen, monivaiheinen ja monimutkainen prosessi, jossa on lukemattomia tekijöitä, jotka vaikuttavat saavutettavaan lopputulokseen. Märehtijän ruoansulatuksen toiminnassa on ymmärrettävä, että ruokintatyössä ei ruokita itse eläintä vaan sen pötsi-verkkomahassa eläviä pötsimikrobeja. Pötsimikrobit tuottavat ja muodostavat ravintoaineet märehtijälle käyttökelpoiseen muotoon, jossa ne voivat imeytyä verenkiertoon eläimen käytettäväksi ruoansulatuskanavassa.

Märehtijän ruoansulatuskanavan rakenne ja toiminta on erikoistunut hyödyntämään erityisesti karkearehuja esimerkiksi säilörehua ja heinää. Näiden rehujen ravintoaineiden saattaminen hyödynnettävään muotoon vaatii monivaiheisen tapahtumien ketjun. Märehtiminen eli rehun uudelleen pureskelu ja hienontaminen on märehtijälle luontaista toimintaa, joka tehostaa rehujen ravintoaineiden hyväksikäyttöä. Tästä märehtimällä hienoksi jauhetusta rehusta pötsi-verkkomahassa elävät pötsimikrobit käyttävät ravintoaineita ensin itselleen ja toiseksi muodostavat pötsikäymisessä märehtijälle hyödynnettävissä olevia ravintoaineita.

Maidontuotannossa hiilihydraattien hajotuksessa tapahtuvassa pötsikäymisessä pötsimikrobien muodostamat haihtuvat rasvahapot ovat ratkaisevassa asemassa. Tärkeimpinä haihtuvina rasvahappoina etikka-, propioni- ja voihappo määrittävät huomattavasti millaiset maitomäärät ja maidonpitoisuudet lypsylehmä voi toteutettavalla ruokinnalla saavuttaa. Hiilihydraatit toimivat lehmän tärkeimpänä energian lähteenä ja eri hiilihydraateista muodostuu pötsikäymisessä eri suhteessa erilaisia haihtuvia rasvahappoja. Säilörehu lypsylehmien tärkeimpänä rehuna, ja erityisesti sen käymislaatu, on merkityksellinen, millaisia haihtuvia rasvahappoja kulloinkin pötsikäymisessä muodostuu. Haluttaessa parantaa lypsylehmän energiansaantia paras ja helpoin tapa on parantaa karkearehusta tulevan energian määrää. Käytännössä tämä tarkoittaa karkearehun sulavuuden parantamista. Tiedetään, että nuorena korjattu säilörehunurmi tuottaa hyvin pötsissä sulavaa, energiapitoista rehua, jonka kuitupitoisuus on alhainen ja mitä vanhemmalla korjuuasteella nurmi korjataan, sitä huonommin se sulaa, kun sulamattoman kuidun ja ligniinin osuus nurmikasvissa lisääntyy, ja samalla energia-arvo laskee.

Käytännön elämässä karjaa joudutaan ruokkimaan aina kulloinkin varastossa olemassa olevilla kotoisilla karkearehuilla, jotka on pyritty korjaamaan parhaimmalla hetkellä niin nurmen kasvuasteen kuin vallitsevien sääolosuhteiden perusteella. Joka kerta karkearehua ei pystytä korjaamaan optimitilanteessa vaan joudutaan tyytymään parhaaseen mahdolliseen kompromissiin. RV Eurotrading Oy on tuonut markkinoille teollisiin rehuihin täydennysrehun, jolla luvataan pystyvän vaikuttamaan karkearehun sulamattoman kuidun sulatukseen edistävästi. Täydennysrehun käytön avustuksella pötsimikrobit saavan käyttöönsä myös sulamattomaan kuituun sitoutunutta energiaa. Rumivital Top-nimisen täydennysrehun sisältämät entsyymit pilkkovat rehussa olevaa sulamatonta kuitua heikentäen solunseinähiilihydraattien soluseinää siten, että pötsimikrobeilla on mahdollista läpäistä se ja päästä hajottamaan ja hyödyntämään siinä oleva energia ja valkuainen.

Opinnäytetyönä tehtiin ruokintakoe, jossa selvitettiin, voidaanko Rumivitalia käyttämällä osoittaa karkearehun kuidun sulavuuden paranemisen toteutuvan. Kuidun sulavuuden paranemista tarkasteltiin ruokinnan oikeellisuutta kuvaavilla mittareilla: maidon määrä, maidon pitoisuudet, maidon urealuku ja sonnan koostumus. Lisäksi selvitettiin kuiva-aineen syönnissä sekä märehimisessä tapahtuvat muutokset. Ruokintakoe suoritettiin Hämeen Ammattikorkeakoulun Mustialan tutkimus- ja opetusmaatilán navetassa. Koeryhmänä toimi

navetan robottilypsyssä olevien lehmien ryhmä. Ryhmä sisälsi eri rotuisia, eri tuotoskaudella ja eri tuotosvaiheessa olevia lehmiä. Kokeen aikana koeryhmästä poistui umpeenmenon kautta lehmiä ja vastaavasti ryhmään tuli poikimisen kautta uusia lehmiä. Keskimäärin koeryhmän koko oli 62,9 lehmää. Kokeessa hyödynnettiin lypsyrobotin tietojärjestelmän tuottamaa sekä meijerin maidon analyyseistä antamaa tietoa. Ruokintakokeen ajan lehmien ruokinta pidettiin muuttumattomana seosrehun osalta. Lypsyrobotti antoi lehmille väkirehua tuotoksesta ja tuotospäivistä riippuvan ruokintataulun mukaan. Myöskään ruokintatauluja ei muutettu kokeen aikana. Ainoa muutos ruokinnassa oli Rumivitalin lisääminen seosrehuun 50 g/lehmä/pv. Ruokintakoe jaettiin kolmeen jaksoon: ensimmäisen jakson kesto oli 4 vk, jolloin ruokinnassa oli mukana Rumivital, toisen jakson kesto oli 3vk, jolloin Rumivital oli poissa seoksesta ja kolmannen jakson kesto oli 4 vk, jolloin Rumivitalin lisäystä seokseen jatkettiin. Vertailujakson muodosti viikon ajanjakso ennen ensimmäistä koejaksoa. Kokeen eri jaksojen tuloksia vertailtiin tämän aikajakson tuloksiin.

Valittujen mittarien pohjalta Rumivitalin lisäämisellä ruokintaan voidaan päätellä olleen merkitystä maitomäärän kg/pv ja rehun hyväksikäytön osalta EKM/kg ka. Maitomäärä karjassa pysyi viikotasona vertailutasoa korkeampana koejaksolta 2 alkaen koko kokeen loppuajan. Rehun hyväksikäyttö nousi koejaksolla 1 vertailutasoa paremmaksi ja pysyi siellä osin koejakson 2 ajan mutta putosi koejaksolla 3 vertailuajan tasolle. Tästä voi päätellä Rumivitalin edellyttävän mahdollisesti pidempiaikaista yhtäjaksoista käyttöä ja pötsimikrobien vaativan pidemmän valmennuksen hyödyn saavuttamiseksi.

Maidon urealuvut osoittavat koejaksoilla olleen pientä vaihtelua. Alhaisin keskiarvo ajoittui koejaksolle 2, joka oli vertailutasoakin alhaisempi ja osoittaa ruokinnassa olevan selvästi valkuaisen puutetta. Koejaksojen 1 ja 3 urean keskiarvo oli korkeampi kuin vertailujakson. Siitä päätellen Rumivital on lisännyt eläinten energian ja valkuaisen saantia tasapainoisemman ruokinnan suuntaan. Ureatasot ovat olleet tavoitearvoihin verrattuna hyvin maltilliset ja osoittavat hyvää ruokinnan tehokkuutta koko ruokintakokeen ajan.

Maidon pitoisuuksista mitattuna tehty ruokintakoe ei tue Rumivitalilla olleen vaikutusta, vaan ne pysyivät eri koejaksojen ajan hyvin samalla tasolla. Vaikka Rumivitalilla ei voidakaan katsoa olleen maidon pitoisuuksia nostattavaa vaikutusta, ei kohonnut tuotos myöskään

laskenut niitä. Maidon pitoisuuksien ylläpysyminen on positiivinen havainto Rumivitalin puolesta.

Kuiva-aineen syönnin ja märehitimiseen käytetyn ajan voidaan todeta kulkevan koejaksoilla 2 ja 3 samansuuntaisesti. Rumivitalin lisääminen ruokintaan on lyhentänyt rehun viipymäaika pötsissä ja mahdollistanut suuremman syönnin. Koejakson 1 tulokset eivät kuitenkaan tue tätä päätelmää täysin.

Maitomäärä kasvoi ja Rumivital tehosti hieman energian- ja valkuaisensaantia urealuvun perusteella. Maitomäärän kasvun pohjalla oli kokeen aikana kasvanut kuiva-aineen syönti. Lisäksi on havaittavissa, että märehittäminen tehostui rehun viipymäajan lyhentyessä pötsissä. Selvää on, että tämän yksittäisen ruokintakokeen tulosten tarkastelun pohjalta ei pysty tekemään isoja johtopäätöksiä, sillä havaitut poikkeamat ovat pieniä mutta eroja tuloksissa on nähtävissä.

Kokeen luotettavuutta ja tulosten varmuutta olisi voinut parantaa muuttamalla koejaksoja pidemmiksi, vähintään kuuteen viikkoon ja kaikki koejaksot olisivat olleet samanpituisia. Myös vertailujakson olisi pitänyt olla pidempi kuin viikko, mieluiten samanmittainen kuin koejaksot. Pitkien koejaksojen toteuttaminen on kuitenkin tilatasolla haastavaa, kun vaatimuksena on ruokinnan pitäminen vakiona karkearehujen osalta. Tämä koe ajoitettiin aikaan, jolloin syötettävä säilörehu oli samaa korjuuerää. Säilörehun ruokinnallinen laatu kuitenkin vaihtelee hieman varaston eri kohdissa. Tätä laadun mahdollista vaihtelua ei otettu ruokintakokeessa huomioon.

Toinen kokeen toteutusta parantava seikka olisi ollut koerehun sekoittaminen esiseokseen. Tällä olisi nähdäkseni pystytty varmentamaan Rumivitalin tasaisempi sekoittuminen jokaiseen seoserään minkä MFR valmisti. Kivennäisannostelijan annostarkkuus riitti näin pienten grammamäärien annosteluun, mikä oli positiivinen huomio. Rumivitalin kokonaiskulutusta seurasin T4C ohjelman ruokinnan seurantaraportilta päivätasolla. Kun Rumivitalin kokonaiskulutus päivätasolla oli 3 kg niin yhteen 650 kg seoserään sitä kului 500 g. Näin pienen jauhemaisen rehuerän sekoittumisesta tasaisesti koko seoserään ei voi olla täysin varma eikä siitä, että sitä on jokaisessa lehmän syömässä suupalassa. Mikäli Rumivital sekoitettaisiin esiseokseen, jonka käyttömäärä lehmää kohden päivässä olisi suurempi,

uskoisin sen sekoittuvan tasaisemmin yhteen seoserään. Sitä kautta Rumivitalia olisi ollut tasaisemmin lehmän syömässä seoksessa ja samoin Rumivitalia olisi tullut pötsiin tasaisemmin.

Sonnan pesu ja sen tulosten tarkastelu niin, että niistä olisi voinut tehdä päätelmiä osoittautui haasteelliseksi. Pesussa käytettyyn sihtiin ei ollut olemassa käyttöohjetta ja työtä tehtiin itse opettelemalla yrityksen ja erehdyksen kautta. Saatuja tuloksia oli vaikea hyödyntää ja tulosten tarkastelu jää täysin mututuntumalle. Näin ollen niistä ei voi tehdä päätelmiä. Toisaalta sonnan pesu oli uutta ja erilaista tekemistä mitä en ollut aikaisemmin tehnyt. Erityisesti sihtiin jääneiden rikkakasvien siemenien suuri määrä sonnassa oli itselleni yllätys sekä selkeiden korrenpätkien näkyminen pestyssä sonnassa. Näistä kumpaakaan ei voi havaita ilman pesua.

Tehty ruokintakoe antaa viitteitä siitä, että karkearehun kuidun sulatusta märehittäjän ruoansulatuskanavassa on mahdollista tehostaa. Kuidun sulatuksen tehostaminen edellyttää, että pötsimikrobien pääsyä solunseinähiilihydraattien sisään avustetaan, esimerkiksi Rumivitalin sisältämien entsyymien toiminnan avulla. Ruokintakokeen tulosten perusteella ainakin pieni osa karkearehusta voidaan korvata huonommalla karkearehulla maitotuotoksen merkittävästi laskematta. Tästä tiedosta on hyötyä erityisesti huonoina rehuvuosina, jolloin karkearehusta on pulaa määrällisesti ja ruokintaan on välttämätöntä ottaa mukaan huonommin sulavia rehuja, kuten olkea tai vanhana korjattua heinää. Säilönnälliseltä laadultaan huonoa karkearehua ei täydennysrehullakaan pysty paremmaksi muuttamaan. Lisäksi on huomattava, että tulosten aikaansaaminen edellyttää pötsimikrobien valmentamista hyödyntämään täydennysrehua, jolloin sen käytön on oltava pitkäkestoista ja jatkuvaa.

## Lähteet

Busk, K. (2019). Rumivital kuva. Whatsapp-viesti tekijälle 15.11.2019.

Busk, K. (2020). VS. Simon oppari. Sähköpostiviesti tekijälle 7.5.2020.

Čejna, V & Chládek, G. (2005). The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in holstein cows during lactation. *Journal Central European Agriculture* 6(4), ss. 539–546.

Eicher, R. (2004). Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components. *Proceeding of the WBC Congress, Quebec, Canada, 2004*. <http://www.ivis.org/proceedings/wbc/wbc2004/WBC2004-Eicher-simple.pdf>

Eurotradig. (n.d.). Rumivital.

<https://www.eurotrading.fi/tuotteet/naudanrehut/lypsylehmille/rumivital/>

Huhtanen, P. (1997). Märehtijän ravitsemusfysiologia: Osa 1, luentomoniste. [kustannuspaikka tuntematon]: Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimuslaitos.

Hulsen, J. (2007). Lehmähavaintoja. Suom. Kyntäjä Juho. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Huuskonen, A. (2010). Nurmisäilörehun laadun merkitys lihanaudoilla. Maataloustieteen päivät. Luentoesitys 2010. <https://docplayer.fi/32006162-Nurmisailorehun-laadun-merkitys-lihanaudan-ruokinnassa.html>

Huuskonen, A. (2013). Säilörehusta se kaikki lähtee! Loppukasvatuksen taloudelliset vaihtoehdot ruokinnassa 25.3.2013, Kannonkoski. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/480796/S%E4il%F6rehu%20A%20H%2025%203%202013.pdf?sequence=1>

Jaakkola, S. (2010). Rehujen koostumus. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Tieto Tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto, s. 59.

Jaakkola, S., Rinne, M. & Nousiainen, H. (2010). Lehmän tärkeimmät ravintoaineet. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Tieto Tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto, ss. 11–18.

- Manni, K. (2010). Ruokinnan perusteet. Teoksessa S. Alasuutari, K. Manni & H. Rautala. Lypsylehmän ruokinta ja hoito. Helsinki: Opetushallitus, ss. 42–51.
- Nousiainen, J., Vanhatalo, A. & Nokka, S. (2010). Ruokinnan onnistunut seuranta. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) Lypsylehmän ruokinta. Tieto Tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto, ss. 117–129.
- ProAgria. (2018). Tuotosseurantakarjojen tuotos nousi ja tilakoko kasvoi.  
<https://www.proagria.fi/ajankohtaista/tuotosseurantakarjojen-tuotos-nousi-ja-tilakoko-kasvoi-energiakorjattu-maitotuotos>
- Pyörälä, S, & Tiihonen, T. (2005). Ruoansulatuskanavan sairaudet. Nautojen sairaudet 2005.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/12\\_ruoansulatuskanavan\\_sairaudet.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/12_ruoansulatuskanavan_sairaudet.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- Ravinne ja energia (n.d.). Materiaalisivusto. Lehmien ruokinta.  
<http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/peltosalmi/lehmien-ruokinta/>
- Rinne, M. (2014). Lehmien ruokinnan perusteet ja peruskäsitteet. Luentoesitys 4.11.2014.  
[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/R\\_ehuarvot\\_MRinne\\_4.11.2014.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/R_ehuarvot_MRinne_4.11.2014.pdf)
- Rinne, M., Huhtanen, P. & Nousiainen, J. (2008). Karkearehun sulavuuden määrittäminen tarkentunut. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 23.  
[https://www.researchgate.net/publication/332679678\\_Karkearehujen\\_sulavuuden\\_määrittäminen\\_tarkentunut/link/56d1363708aeb52500cd8a6a/download](https://www.researchgate.net/publication/332679678_Karkearehujen_sulavuuden_määrittäminen_tarkentunut/link/56d1363708aeb52500cd8a6a/download)
- Suomen Eläinsuojelu ry. (2020). Nautatieto- tietoa nautojen hyvinvoinnista.  
<http://nautatieto.sey.fi/nauta/naudalla-on-nelja-mahaa>
- Suomen Rehu (n.d.) Tavoitetason ruokinta.  
<http://www.suomenrehu.fi/fi/ruokinta/lypsylehmien-ruokinta/ruokinta-eritulosvaiheissa/tavoitetason-ruokinta/>
- Vainio, L. (2019). Sulamaton kuitu (iNDF) merkkiaineena lypsylehmän ruokinnan sulavuusmäärittämisessä. Maisterintutkielma. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto.



[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/301686/Vainio\\_Laura\\_Pro\\_Gradu\\_2019.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/301686/Vainio_Laura_Pro_Gradu_2019.pdf?sequence=2)

Valio (2019). Valion tuotantotapaohjeet 18. Hyvä ruokinta. Valion tuottajien intranet.

[https://maitotilayrittajat.valio.fi/fi-FI/Tuotantotapaohjeet/18\\_Hyva\\_ruokinta\(439\)](https://maitotilayrittajat.valio.fi/fi-FI/Tuotantotapaohjeet/18_Hyva_ruokinta(439))

Vanhatalo, A. (2010). Ruoansulatus. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.)

Lypsylehmän ruokinta. Tieto Tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto, ss. 19–26.

**Liite 1: Ruokintakokeen karkearehujen reuanalyysitulokset.**

Ruokintakokeessa käytettyjen laakasiilo 7 ja oljen reuanalyysitulokset (Proagria Rehulato 12.12.2019)

<b>Näytetunniste</b>	<b>vehnän olki</b>	<b>LS 7 vk8</b>	<b>Tavoitearvot</b>
Rehun nimi	Nurmisäilörehu, syysato, paalattu (07065)	Nurmisäilörehu, keväsato (07060)	Nurmisäilörehut
Näytteenottopäivä	21.2.2019	17.2.2019	
Muut lisätiedot	pyöröpaali	laakasiilo	
Näytetyyppi	Nurmisäilörehut	Nurmisäilörehut	
Analysointilaboratorio	Valio	Valio	
<b>Koostumus</b>			
Kuiva-aine, g/kg	896	240	300 - 450
D-arvo, g/kg ka	419	675	680 - 700
Raakavalkuainen, g/kg ka	29	124	130 - 160
Kuitu, g/kg ka	746	544	500 - 600
Sulamaton kuitu, g/kg ka	288	83	60 - 90
Tärkkelys, g/kg ka			
Tuhka, g/kg ka	81	65	50 - 100
Hehtolitraino, kg/hl			
<b>Rehuarvot</b>			
ME, MJ/kg ka	6	10,8	10.8 - 11.2
OIV, g/kg ka	45	79	71 - 88
PVT, g/kg ka	-40	6	14 - 46
Syönti-indeksi		104	Yli 105
<b>Säilönnällinen laatu</b>			
pH		4,10	
Ammoniakkityppi, g/kg N		21	Alle 40
Maito&muur.happo, g/kg ka		37	35 - 80
Haiht. rasvahapot, g/kg ka		11	Alle 10
Liukoinen typpi, g/kg N			Alle 500
Sokeri, g/kg ka	30	76	50 - 150
Laatuarvosana			
<b>Kivennäisanalyysi</b>			
Kalsium, g/kg ka	2,1		3.0 - 5.0
Fosfori, g/kg ka	1,1		2.8 - 3.5
Kalium, g/kg ka	20,0		20 - 30
Magnesium, g/kg ka	1,2		2.0 - 2.5
Natrium, g/kg ka			Yli 0.1

**Liite 2: Myllärinseosharjoitus 5 koostumus ja rehuarvot**

<b>Myllärinseosharjoitus 5 (17.04.2019)</b>	<b>kg</b>	<b>%</b>	<b>% ka:sta</b>
01072 Härkäpapu-18 siilo 4+5	1350	13.5	13.43
01013 Kaura-18 siilo 31	3000	30	29.91
01004 Ohra -18 Siilo 12,13,14	3000	30	30.28
22834 Opti 34	1700	17	17.02
01033 Vehnä -17 siilo 22	950	9.5	9.36
<b>Yhteensä</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<b>Seoksen rehuarvot</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Arvo</b>
--------------------------	----------------	-------------

**Rehuarvot**

Kuiva-aine	g/kg	874
Syönti-indeksi		143
Muuntokelpoinen energia	MJ/kg ka	12.5
Raakavalkuainen	g/kg ka	190
OIV	g/kg ka	111
PVT	g/kg ka	34
Kuitu	g/kg ka	246
Sulamaton kuitu (karkear. ja viljat)	g/kg ka	51
Karkearehun kuitu	g/kg ka	0
Solunsisällyshiihihydraatit	g/kg ka	487
Tärkkelys	g/kg ka	421
Tuhka	g/kg ka	40
Raakarasva	g/kg ka	37

**Koostumus**

Väkirehun osuus	osuus ka:ssa	1.00
-----------------	--------------	------

**Kivennäiset ja hivenaineet**

Kalsium, Ca	g/kg ka	1.60
Fosfori, P	g/kg ka	5.13
Kalium, K	g/kg ka	7.28
Magnesium, Mg	g/kg ka	1.85
Natrium, Na	g/kg ka	0.27
Sinkki, Zn	mg/kg ka	37
Seleeni, Se	mg/kg ka	0.08
Jodi, I	mg/kg ka	0.12
Ca/P-suhde		0.31

## Liite 3: Ruokinnan optimoitu tulos sekä dieetin koostumus

Tuotosvaste ja talous		
		Maidontuotanto
	ed. 12 kk	01.01.2019 - 30.06.2019
Maitoa kg/lehmä/pv	26,65	31,81
EKM kg/lehmä/pv	26,98	32,63
Rasvatuotos, g/lehmä/pv	1 084	1 292
Valkuaistuotos, g/lehmä/pv	906	1 118
Maidon rasva-%	4,08	4,06
Maidon valkuais-%	3,4	3,51
Keskituotos, kg	9 728	11 610
Maidon urea, mg/100 ml	25	23

Optimoitu ruokinta		
<b>Väkirehu-%</b>		45.84
<b>OIV, g/kg ka</b>		93.09
<b>Syönti kg ka/pv</b>		21.60
Karkearehut		
07060	LS 7 vk 9	-
07065	Vehnän olki	-
Seosrehut		
80145	Lypsylehmät ls 7 vk 9+my 7+	40,30
80137	Myllärinseosarjoitus 5	-
Väkirehut		
20100	Auto-Krossi 2	4,00
26958	Acetona Energy liuos	0,20
24723	Fosforikivennäinen	0,00
24032	Sopiva MG SR-ELM1083 25-9-1	0,00
11007	Ruokasuola (natriumkloridi)	0,00

**Dieetin koostumus****Osajakso 1.1.2019 - 30.6.2019****Lehmät**

	Yks.	Lehmät
<b>Yleistä</b>		
ka	g/kg	485
ME (k)	MJ/eläin/pv	233
ME maidontuotantoon (k)	MJ/eläin/pv	164
Väkirehun osuus		0,46
Karkearehun osuus		0,54
Ostorehujen osuus		0,21
Syönti-ind., KR		109
Syönti-ind., VR		111
Syönti-ind. dieetti		120
Max syönti	kg ka/pv	21,59
ka-syönti	kg ka/pv	21,60
<b>Valkuainen</b>		
rv	g/kg ka	147
hvo		0,79
OIV	g/kg ka	93
OIV maidontuotantoon	g/kg ka	69
PVT	g/kg ka	10
<b>Rasva</b>		
rr	g/kg ka	41
<b>Hiilihydraatit</b>		
D-arvo	g/kg ka	716
Karkearehun kuitu	g/kg ka	277
tärk	g/kg ka	172
sok + tärk	g/kg ka	245

## Liite 4: Ruokintakokeen seoksen optimoitu tulos



KarjaKompassi

## Ruokinnansuunnittelu

**Karjatunnus** 702576  
**Omistaja** Hämeen ammattikorkeakoulu oy  
**Laskelma** vk 9 LS7 + olki 1kg+ MY 7,0kg  
**Valitut eläinryhmät** Lehmät  
**Optimointiperuste** Maitotuotto - rehukustannus, €/lehmä/pv

**Laskentajakso** 01.01.2019 - 30.06.2019  
**Lähtötiedot** Ruokinnanseuranta,  
päivälaskelmat

## Seoksen koostumus ja rehuarvo 80145 Lypsylehmät ls 7 vk 9+my 7+1lg ve olki

Seoksen koostumus					
	kg	%	kg ka	% ka:sta	€/t ka
LS 7 vk 9	32,14	79,77	10,80	60,11	83
Vehmän olki	1,00	2,48	0,90	4,99	31
Myllärinseosharjoitus 5	7,00	17,37	6,12	34,04	114
Fosforikivennäinen	0,00	0	0,00	0	600
Sopiva MG SR-ELM1083 25-9-17	0,15	0,38	0,15	0,85	528
Ruokasuola (natriumkloridi)	0,00	0	0,00	0,01	19
<b>Seos yhteensä</b>	<b>40,30</b>	<b>100</b>	<b>17,97</b>	<b>100</b>	<b>95</b>

## Seoksen rehuarvo

	Yks.	Min.	Seosrehu	Maks.
<b>Yleistä</b>				
ka	g/kg		446	
ME	MJ/kg ka		11,4	
Väkirehun osuus			0,35	
Karkearehun osuus			0,65	
Ostorehujen osuus			0,05	
Syönti-ind. dieetti			102	
<b>Valkuainen</b>				
rv	g/kg ka		136	
hvo	osuus		0,80	
OIV	g/kg ka		88	
PVT	g/kg ka		6	
<b>Rasva</b>				
rr	g/kg ka		39	
<b>Hilihydraatit</b>				
D-arvo	g/kg ka		702	
Karkearehun kuitu	g/kg ka		333	
tärk	g/kg ka		147	
sok + tärk	g/kg ka		218	
<b>Kivennäiset ja hivenaineet</b>				
Ca	g/kg ka		4,59	
P	g/kg ka		3,66	
Mg	g/kg ka		2,60	
K	g/kg ka		22,11	
Na	g/kg ka		0,98	



**Liite 6: Kuvia sonnan pesusta koejaksoilta**

Kuvat Kirsi Busk.



Sonnan pesussa käytetty pesulaite, joka sisälsi kolme erikokoista sihtiä joiden läpi pestävä sonta valui.



Kuvia sonnan pesusta koejaksolta 1, 7.3-3.4.2019 (Rumivital 50 g/pv/lehmä) Kuvat 28.3.2019.



Lantakäytävältä kerätty yhteisnäyte, jossa yhdistettynä useita osanäytteitä. Kuva ennen pesua. Sonnassa on havaittavissa silmin selkeästi sulamatonta karkearehua.



Kuva pesun jälkeen eri sihteihin jääneestä sonnasta kun pesuveden on annettu valua pois. Vasemmalta oikealle sihtien silmäkoko pienenee ja sihtiin jäänyt sonta vähenee. Silmin on erotettavissa selkeästi vasemmanpuoleiseen karkeimpaan sihtiin jääneestä sonnasta sulamatonta

karkearehua. Keskellä olevan keskisihdin ja oikeanpuoleisen hienoimman alasihdin sisältö on silmin katsoen samanlaista ja siitä on vaikea tehdä vertailua. Sihteihin jäänyt sulamaton sonta vähenee aina selkeästi kun sihdin silmäkoko pienenee. Sonnan silmämääräinen tarkastelukoejaksojen kesken keskitettiin karkeimman sihdin sisältöön missä oli nähtävissä eroja.



Kuva yläpään sihtiin jääneestä sonnasta.



Kuva samasta yläpään sihtiin jääneestä sonnasta kun siitä on käsivoimin puristeltu vesi pois. Aistinvaraisesti silmin voidaan nähdä, että sonnassa on paljon pitkää sulamatonta karkearehua ja massaa on runsaasti.



Kuvassa samaa ylimpään sihtiin jäänyttä sontaa käsiin otettuna veden poispuristamisen jälkeen. Kuvassa silmin havaittavissa sulamattomia karkearehun korren pätkiä, joiden pituus osalla useita senttejä. Korrenpätkiä ei erikseen mitattu.

**Kuvia sonnan pesusta koejaksolta 2 4.4-22.4.2019. Kuvat otettu 21.4.2019. (Rumivital ei käytössä)**



Lantakäytäviltä kerätty yhteisnäyte, jossa yhdistettynä useita osanäytteitä. Kuva ennen pesua. Sonnassa on havaittavissa silmin selkeästi sulamatonta karkearehua.



Kuvassa sihteihin 23.4. jäänyt sonta kuivaksi puristamisen jälkeen.



Kuvassa karkeimpaan sihtiin jäänut sulamaton sonta kuivaksi puristamisen jälkeen. Sonnassa on silmin nähtävissä karkearehun kuituja. Massan kuidut näyttävät ja tuntuvat pehmeämmiltä kuin koejaksolla 1. Ne ovat lisäksi lyhyemmän oloisia.

Kuvia sonnan pesusta koejaksolta 3 23.4-22.5.2019 (Rumivital 50 g/pv/lehmä). Kuvat otettu 21.5.2020



Lantakäytäviltä kerätty yhteisnäyte, jossa yhdistettynä useita osanäytteitä. Kuva ennen pesua. Sonta on tasalaatuista massaa jossa ei ole silminnähtävissä selkeästi sulamatonta karkearehua. Sontamassa on löysempää ja tasalaatuisempaa kuin vertailujakson yhteisnäytteessä.



Sonnanpesun tulos 21.5.2019 eri sihdeissä ennen puristamista kuivaksi.



Kuivaksi puristettu sonta karkeimmasta sihdistä 21.5.2019. Sonta sisälsi selkeästi havaittavissa olevaa sulamatonta karkearehua.



Karkeimpaan sihtiin jäänyt sulamaton karkearehu 21.5 oli koostumukseltaan lyhyttä silppua vertailujakson tulokseen verrattuna