

Katriina Ikäläinen ja Toni Kettunen

SEOSREHUN TASALAATUISUUS

SEOSREHUN TASALAATUISUUS

Katriina Ikäläinen ja Toni Kettunen
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijät: Katriina Ikäläinen ja Toni Kettunen
Opinnäytetyön nimi: Seosrehun tasalaatuisuus
Työn ohjaajat: Merja Holma (Raisioagro) ja Matti Järvi (Oamk)
Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Syksy 2016 Sivumäärä: 58

Seosrehuruokinnassa eli aperuokinnassa kaikki ruokinnassa käytettävät karkea- ja väkirehut, tai osa niistä sekoitetaan yhdeksi mahdollisimman tasaiseksi seokseksi seosrehusekoittimen avulla. Seosrehuruokinta on ihanteellisessa tilanteessa työtä helpottava, ruokintakustannuksia laskeva ja tehokas ruokintamenetelmä etenkin suurten eläinmäärien ruokinnassa.

Seosrehuruokinnan käyttöön kuitenkin liittyy ongelmia. Yksi ongelmista on se, että eläimille syötettävä rehu poikkeaa suunnitellusta seosrehuseptistä, jolloin tuotoksessa saattaa näkyä vaihtelua. Syy tähän on se, että seosrehu on epätasaista ruokintapöydän eri osissa, jolloin eri eläimet syövät erilaatua rehua. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia seosrehun tasalaatuisuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tarkoituksena on tutkia appeen fysikaalista ja kemiallista vaihtelua eri valmistuspäivien välillä ja eri tiloilla. Selvitettiin myös miten aperesepti toteutui ruokintapöydällä. Tarkoituksena on myös saada lisätietoa seosrehusta ja sen kannattavuudesta.

Opinnäytetyö toteutettiin Raisioagron toimeksiantona. Opinnäytetyön teki kaksi agrologiopiskelijää. Se koostuu kahdesta osasta, tutkimuksesta ja kirjallisesta teoriaosuudesta. Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena kesän 2015 aikana, jolloin opiskelijat kävivät kymmenellä eri maitotilalla kahdesti muutaman kuukauden välein ja keräsivät rehunäytteitä. Rehunäytteitä kerättiin yhteensä 80, joita tutkittiin fysikaalisesti seulomalla sekä analysoimalla ruokinnan kannalta oleellisia parametrejä. Rehut analysoi Eurofins Scientific laboratorikonserni.

Lisäksi tiloilta kerättiin perustietoja kuten nurmenkorjuumenetelmä, siilomalli, eläinmäärä, rehuanalyysit kotoisista rehuista ja aperesepti. Seosrehun valmistusmenetelmiä ja -laitteita tarkasteltiin sekoitusajan ja sekoituslaitteiden ominaisuuksien osalta. Tilakäynnillä mitattiin myös ruokintapöydän pituus tai ruokintapaikkojen lukumäärä ruokintapöydällä sekä makuuparsien lukumäärä. Karjaa tarkasteltiin maitomäärän ja -pitoisuuksien sekä keskimääräisen poikimavälin osalta.

Tilojen antamia rehuanalyysijä, seosrehuseptejä ja apesatseista otettuja näytteitä vertailemalla pystyttiin arvioimaan kuinka syötetty rehu vastaa apereseptin odotettua ravinnetasoa. Fysikaalisen seulonnan tuloksista todettiin, että tietyt valmistus- ja nurmenkorjuumenetelmät vaikuttavat rehun partikkelikokoon. Laboratoriosta saatuja rehuanalyysijä tarkastelemalla todettiin, että varsinkin pienet rehukomponentit sekoittuvat usein epätasaisesti apesatsin sisällä. Jätettä ja varsinaista rehua vertailemalla havaittiin myös, että lehmät pystyvät lajittelemaan rehusta pienet komponentit.

Seosrehu, seosrehuruokinta, aperesepti, seosrehukomponentit, lypsykarja, ruokinta, tasalaatuisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme: Agricultural and Rural Industries

Authors: Katriina Ikäläinen and Toni Kettunen
Title of thesis: Homogeneity of mixed ration
Supervisor: Merja Holma (Raisioagro) and Matti Järvi (OUAS)
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2016 Number of pages: 58

In mixed ration for dairy cattle all the feed components or parts of them are mixed into one homogenous mixture with mixed feeding machine. In an ideal situation mixed ration is an effective feeding method which can facilitate the daily feeding work and decrease feeding costs. Mixed ration fits especially large herds.

However, while using mixed ration, problems can occur. The recipe made to meet the demands of the animals is not necessarily similar to the actual feed or the feed can diverse in different parts of the feeding table. It means that different animals eat different feed. This can be seen as fluctuation of milk output level. The purpose of this thesis is to research the homogeneity of mixed ration and the factors affecting it. The purpose is to explore the physical and chemical variation of the feed between different days and in different farms. The difference between the mixed ration recipe compared to the feed on the feeding table is also investigated.

This thesis was implemented by Raisioagro Ltd. It was made by two agronomist students. It consists of two parts, basic research and a written theoretical part. The basic research was made as a field survey during the summer 2015. The students visited ten different dairy farms two times every couple of months and collected feed samples. Altogether 80 pieces of feed samples were collected and they were all investigated physically and analyzed in the laboratory.

During the farm visits basic data like grass harvesting method, type of silo, number of animals, feed analysis from silage and grains and mixed ration recipe were collected. Manufacturing methods, features of the equipment and mixing time were examined. The length of the feeding table or the number of feeding places and number of cubicles were measured. Also data about milk quantity and quality and calving interval was collected.

By comparing the feed analysis, mixed ration recipe and samples taken from the feeding table it was possible to evaluate the difference between recipe and actual feed. According to physical examination, particularly the feed preparing and grass harvesting methods affect to the particle size of silage. Feed analysis from the laboratory presented that especially minor components were often mixed unequally inside the feed batch. By comparing the waste and the actual feed it was noted that cows can sort the small components from the feed portion.

Keywords: mixed feed, total mixed ration, TMR, partial mixed ration, PMR, dairy cattle, feeding

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	LYPSYKARJAN RUOKINTAMENETELMÄT	10
2.1	Erillisuokinta	10
2.2	Seosrehuruokinta	10
2.2.1	Varsinainen seosrehuruokinta (TMR).....	11
2.2.2	Täydennetty seosrehuruokinta (PMR).....	12
3	SEOSREHUN KOMPONENTIT	14
3.1	Karkearehut.....	14
3.2	Väkirehut	16
3.2.1	Vilja	17
3.2.2	Valkuaisrehut ja tiivisteet.....	17
3.2.3	Pienkomponentit	18
4	TOTEUTUSTAVAT	20
4.1	Sekoitus- ja jakokerrat	21
4.2	Jakomenetelmät	21
4.3	Seosrehusekoittimet.....	23
4.3.1	Kiinteät rehusekoittimet.....	25
4.3.2	Liikuteltavat seosrehuvaunut.....	26
5	SEOSREHUN TASALAATUISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	27
5.1	Nurmenkorjuumenetelmä	27
5.2	Rehun valmistusmenetelmät	28
6	SEOSREHUN TASALAATUISUUDEN VAIKUTUKSET	30
6.1	Vaikutukset eläinterveyteen.....	30
6.2	Navetan täyttöaste ja ruokintatila	31
7	AINEISTO JA MENETELMÄT	33
7.1	Tilat	33
7.2	Rehunäytteiden otto ja käsittely.....	34
8	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	36
8.1	Seulontatulokset.....	36
8.2	Rehuarvojen vaihtelu ruokintapöydällä.....	40
8.2.1	Kuiva-aineen vaihtelu.....	40

8.2.2	Raakavalkuaisen vaihtelu	41
8.2.3	NDF-kuidun vaihtelu	41
8.2.4	Tuhkapitoisuuden vaihtelu	42
8.2.5	Kalsiumpitoisuuden vaihtelu.....	43
8.2.6	Fosforipitoisuuden vaihtelu	44
8.2.7	Magnesiumpitoisuuden vaihtelu	45
8.2.8	Kaliumpitoisuuden vaihtelu	46
8.2.9	Natriumpitoisuuden vaihtelu.....	47
8.3	Jätteen seulontatulokset.....	48
8.4	Reseptin vastaavuus syötettävään rehuun.....	49
8.5	Sekoitusajan vaikutus fysikaaliseen koostumukseen	51
9	POHDINTA	53
	KUVALÄHTEET	55
	LÄHTEET.....	56

1 JOHDANTO

Maitotilalla rehun hyväksikäytön maksimointi on erityisen tärkeää rehukustannusten vuoksi. Ruokintakustannukset ovat yksi maitotilan suurimmista menoeristä, jonka vuoksi ruokinnasta on tärkeää saada maksimaalinen hyöty irti. Oikean ruokintastrategian löytäminen ja sen huolellinen suunnittelu ja toteutus ovat kannattavan maidontuotannon kulmakiviä. (DeVries, LeBlanc, McBride & Sova 2014, 562.)

Seosrehu- eli aperuokinta tarkoittaa nimensä mukaisesti karkearehun ja väkirehun jakamista eläimille seoksena. Seosrehuruokinnan suurimpia hyötyjä ovat joustavuus ja taloudellisuus rehuvalinnoissa, koska se ei rajoita kosteidenkaan rehujen sekoittamista ja syöttöä. Jos seosrehuruokinta on tarkkaan suunniteltua ja oikein toteutettua, sen avulla on helppo saada tasalaatuinen ja riittävä seos koko karjalle. Mikäli seos on tasalaatuista, se mahdollistaa tasaisen ravinnesaannin jokaisen lehmän pötsiin edistäen näin eläinterveyttä ja karjan tuotosta. (DeVries ym. 2014, 562.)

Käytännössä on kuitenkin huomattu, että vaikka aperesepti on tarkkaan suunniteltu karjan tarpeet huomioiden ja vaikka säilörehu ja muut rehuosakkeet reseptissä ovat hyvälaatuisia, karjan tuotos kuitenkin vaihtelee päivästä toiseen. Tämä voi johtua siitä, että ruokintapöydälle jaettava rehu poikkeaa apereseptistä. Tällaista lajittumista voi tapahtua prosessin eri vaiheissa, sekoituksessa ja jaon yhteydessä. Tuotoksen vaihtelu voi johtua myös siitä, että rehu on laadultaan epätaista ruokintapöydän eri kohdissa, jolloin eri eläimet syövät erilaista apetta. Lehmät pystyvät lajittelemaan rehua kielellään ja ensin syömään tulleet syövät vain parhaat palat jättäen karkearehut syömättä, jolloin lopuille lehmille jää vain karkeita kuituja. Seosrehun tasalaatuisuuteen vaikuttavat useat eri tekijät, joiden syihin kannattaa paneutua tilakohtaisesti. Oleellista on kuitenkin se, että appeen valmistuksessa kannattaa pyrkiä mahdollisimman tasaiseen lopputulokseen ja minimoida päivien välinen koostumusvaihtelu, jotta ruokinnan kannattavuus ja karjan terveys paranevat. (DeVries ym. 2014, 562.)

Oulun ammattikorkeakoulun Luonnonvara-alan maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelman opinnäytetyönä toteutetaan tämä tutkimus seosrehun tasalaatuisuudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä Pohjois- Pohjanmaalla. Tutkimus toteutetaan Raisioagron toimeksiantona.

Tutkimuksessa suoritetaan kenttäkoe Pohjois-Pohjanmaalla. Kesän 2015 aikana käydään kymmenellä eri maitotilalla. Jokaisella tilalla käydään kahdesti, muutaman kuukauden välein. Tiloilta kerätään perustietojen lisäksi tietoja ruokintakäytännöistä, nurmenkorjuumenetelmistä, navettarakenteista ja maitomääristä ja -pitoisuuksista. Lisäksi tiloilta kerätään rehunäytteitä ja pyydetään mahdollisimman tarkka aperesepti.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää apeen kemiallinen ja fysikaalinen vaihtelu eri tiloilla eri valmistuspäivien välillä ja miten tasalaatuista ape oli eri kohdissa ruokintapöytää. Selvitetään myös miten hyvin apevaunun sisältö vastaa apereseptiä. Eri tilojen rehukomponentteja, nurmenkorjuumenetelmiä, ruokinnan toteutustapoja, kuten apesekoittimia ja jakomenetelmiä, apeen reseptejä ja valmistustapoja vertaillaan keskenään. Opinnäytetyöllä pyritään saamaan lisätietoa seosrehuruokinnasta ja sen kannattavuudesta ja se on tarkoitettu kaikille seosrehuruokinnasta kiinnostuneille ja sitä käytännössä toteuttaville.

2 LYPSYKARJAN RUOKINTAMENETELMÄT

Maidontuotantotilalla huomattava osuus tilan kuluista muodostuu rehukustannuksista. Monissa tapauksissa rehukustannukset voivat ylittää jopa 60 % maidontuotannon kokonaiskustannuksista. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää saada ruokinnasta kaikki hyöty irti. Hyvä ja toimiva ruokinta edistää ja ylläpitää hyvää eläinterveyttä ja hyvinvointia, vähentää työmäärää sekä parantaa maidontuotosta ja on osa taloudellista maidontuotantoa. (Mikus 2012, 27.) On erittäin tärkeää, että jokaisella lypsävällä lehmällä on päivittäin johdonmukainen ja sen tuotokseen sopiva ruoka-annos saatavilla, koska ainoastaan tällöin se pystyy tuottamaan korkeita maitomääriä. Ruokintamenetelmän valinnalla vaikutetaan myös tilan koneistukseen, tekniikkaan, työn määrään, ruokinnan suunnitteluun ja rehuvalikoimaan. Menestyksellinen ruokinta edellyttää pitkäaikaista ja huolellista ruokinnan suunnittelua, tarkkaa arviointia ja hyviä rehukomponentteja. Ruokintastrategialla, eli rehujen jakotavalla ja rehuvalikoimalla on huomattava merkitys ruokintaa suunnitellessa. (Harmoinen, Kyntäjä & Nokka 2010, 46.)

2.1 Erillisruokinta

Erillisruokinnassa karkea- ja väkirehut jaetaan lehmälle erikseen ja väkirehua jaetaan jokaiselle eläimelle yksilöllinen määrä. Erillisruokinta on nykyään yleensä automatisoitu, jolloin lehmä saa väkirehuannoksensa lypsyröbotilla tai ruokintakioskilla. Yleisin tapa toteuttaa erillisruokintaa on tuotoksen mukainen ruokinta. Tällöin jokaiselle lehmälle tarjotaan sen tuotosta vastaava määrä väkirehua. Tämä ruokintamalli sopii automatisoiduille tiloille, joilla on hyvin epätasainen eläinaines. Toinen tapa jakaa päivittäinen väkirehuannos on jakaa se tasaväkirehuperiaatteella. Tällöin annos muodostuu koko lypsykauden tuotoksen perusteella ja väkirehutasoa muutetaan vain muutaman kerran vuodessa. Hyvälaatuinen säilörehu ja sen vapaa saatavuus korostuu, koska se kompensoi pientä väkirehuannosta. Erillisruokinta väkirehuperiaatteella sopii karjoille, joiden eläinaines on suhteellisen tasaista. (Harmoinen ym. 2010, 46.)

2.2 Seosrehuruokinta

Seosrehuruokinta on yhä yleistynyt ruokintamenetelmä ja suurin osa seosrehuruokintaa harjoittavista tiloista ovat laajentavia nautakarjatilajoja. Seosrehuruokinta mahdollistaa edullisten

perusrehujen runsaan käytön, mutta ruokinnassa on mahdollista käyttää myös teollisuuden nestemäisiä sivutuotteita, joita olisi erillisruokinnassa vaikea käsitellä. Myös teollisia rehuseoksia käytetään usein seoksen joukossa tai sitä täydentämässä. Komponenttien käytössä joustavuus ja monipuolisuus mahdollistavat rehukustannuksen laskun. (Harmoinen ym. 2010, 47.)

Seosrehuruokinta on myös lehmän terveyden kannalta hyvä vaihtoehto. Koska lehmän on väkirehua syödessään aina syötävä myös karkearehua, seosrehuruokinta tasaa pötsin pH:n vaihtelua ja ruuansulatus eli rehujen hyväksikäyttö paranee. (Harmoinen ym. 2010, 47.) Tavoitetilanteessa onnistunut seosrehuruokinta mahdollistaa tasaisen ravintoaineiden saannin ympäri vuorokauden koko karjalle. Seosrehuruokinnan muita etuja ovat ruokintatyöhön ja -tekniikkaan sekä kalusteiden tehokkaaseen hyväksikäyttöön liittyvät tekijät. Seosrehuruokinnan onnistumisen edellytyksenä on, että lehmät ovat terveitä sekä liikkuvat ja syövät hyvin. Seosrehu on myös tärkeää valmistaa oikein, eli sekoitustavalla ja -ajalla on merkitystä seoksen onnistumisen kannalta. Seosrehuruokinta on nopea ja tehokas ruokintamenetelmä edellyttäen kuitenkin, että koko ketju – rehuvarastot, sekoitustekniikka, jakomenetelmä ja ruokintapöytä – on suunniteltu toimivaksi. Seosrehuruokinnassa on kaksi eri toteutustapaa, TMR eli Total Mixed Ration ja PMR eli Partial Mixed Ration. Valittu menetelmä vaikuttaa käytettäviin rehukomponentteihin sekä ruokintalaitteisiin. (Lehtinen 2015, 11; Farnit 2015, viitattu 18.8.2015.)

2.2.1 Varsinainen seosrehuruokinta (TMR)

TMR (Total Mixed Ration), eli varsinainen seosrehuruokinta tarkoittaa ruokintaa, jossa kaikki ruokinnassa käytettävät rehut sekoitetaan keskenään. Tilalla voi olla käytössä erilaisia seosreseptejä, mutta erillistä, yksilöllistä väkirehuannostelua ei ole. Pääsääntöisesti tarvitaan kolme seosvaihtoehtoa, joilla säädellään energian, valkuaisen ja kivennäisten saantia. Yksi seos tehdään väkeväksi ja sitä syötetään korkeatuottoisille lehmille. Matalatuottoiset ja nuorkarja saavat kalsiumvoittoisen seosrehun niukahkolla energiasisällöllä ja ummessa olevat saavat laimeimman seoksen. TMR on kuitenkin seosrehuruokintaa yksinkertaisimmillaan, koska tällöin ei tarvita useita päällekkäisiä ruokintaratkaisuja ja yksilöllisen ruokinnan säätelystä johtuva lisätyö vähenee. (Kulkas 2015a, 26–27.)

Eläinten jako ryhmiin on suositeltavaa, koska eri ryhmille on tällöin helpompi jakaa erilainen seos. Mikäli eri tuotantovaiheessa olevat tai eri-ikäiset lehmät ovat samassa ryhmässä, ruokinnallisten

häiriöiden riski voi kasvaa ja tuotostaso kärsiä. Lisäksi esimerkiksi hiehojen ja ummessa olevien eläinten kivennäisvaatimukset ovat niin erilaisia, että yhteinen seos niille voi olla vaikea rakentaa. Seosta ei tehdä korkean tai alhaisen tuotostason tai päiväkasvun mukaisesti, vaan sekoitettavien rehumäärien suunnittelussa käytetään koko eläinryhmää hyvin edustavaa ns. keskimääräistä eläintä. (Kulkas 2015a, 26–27.)

2.2.2 Täydennetty seosrehuruokinta (PMR)

PMR (Partial Mixed Ration), eli täydennetty seosrehuruokinta tarkoittaa ruokintaa, jossa karkearehun joukkoon sekoitetaan vain osa väkirehuista. Loppu väkirehu jaetaan yksilöllisesti joko lypsyrobotilla tai -asemalla tai esimerkiksi ruokintakioskilla. Hyvä puoli PMR - ruokinnassa on se, että se mahdollistaa yksilökohtaisen ruokinnan. Verrattuna TMR - ruokintaan myös ruokinnallisten häiriöiden riski on pienempi, kun ruokinta on mahdollista hioa tarkemmin jokaista eläintä kohden. Toisaalta se kuitenkin lisää investointikuluja ja työtarvetta, koska se sisältää kaksi päällekkäistä ruokintaratkaisua, joiden hiominen vaatii tarkkuutta ja perehtyneisyyttä onnistuakseen. Myös laiteinvestointeja, kuten väkirehunjakolaitteita, tulee lisää. (Toivonen 2010, 2.)

Täydennettyä seosrehuruokintaa käyttävät pääsääntöisesti automaattilypsynavetat, joiden karjat saavat väkiehulisänsä lypsyrobotilta tai ruokintakioskilta. Robottikarjan ruokinta tuo tuottajalle omat haasteensa ruokinnassa. Optimaalinen ruokinta on tasapainoilua seosrehun väkevyyden ja lypsyllä tarjottavan houkutusväkirehun laadun ja määrän kanssa. Lehmien tulee käydä tarpeeksi usein lypsyllä ja ruokailemassa väkirehuatomaatilla tai robotilla, jotta maitoa tulisi tuotoskyvyn mukaisesti. (Karttunen, Palva & Puumala 2007, 9.) Monilla suomalaisilla robottitiloilla, joilla käytössä on seosrehuruokinta, mutta ei houkutusrehua lypsyrobotilla, taistellaan niukkojen lypsykertojen kanssa. Tilan tuottavuus laskee, kun lehmät eivät mene tarpeeksi usein lypsylle ja tuotos laskee. Yleensä syynä on liian korkea energiataso seosrehussa. Seosrehu voi olla myös maittavampaa kuin lypsyrobotilla tarjottava, epäsopiva väkirehu. Lypsyaktiivisuus voi heikentyä myös, jos seos jaetaan vain kerran päivässä, eikä eläinten syömistä stimuloida tarpeeksi. Rehun sisältämät ravinnepitoisuudet voivat myös olla väärät. Mikäli kaikkien seosrehuun sekoitettavien rehukomponenttien analyysieja ei tunneta, saattaa seos olla liian laimeaa tai liian vahvaa. Seosrehun valmistuksessa sattuneet virheet, rehun lajittuminen ja kuiva-aineen vaihtelu vähentävät myös lehmien aktiivisuutta. Tämän vuoksi robottitilalla seosrehun tasalaatuisuuden

merkitys korostuu entisestään. Lypsyrobotille tarvitaan maittava täysrehu, joka saa lehmät liikkeelle ja lypsylle. (Raisioagro 2015, viitattu 21.9.2015.)

3 SEOSREHUN KOMPONENTIT

Seosrehuruokinnassa käytettävien rehujen suhteesta puhuttaessa puhutaan seosreseptistä. Se suunnitellaan aina tilan lähtökohdista. Toimiva ja hyvin suunniteltu seosresepti on onnistuneen seosrehuruokinnan kulmakivi. Reseptissä säädetään kohdilleen seosrehun valkuainen, energia, tärkkelys, karkearehun kuitu eli NDF, väkirehuprosentti, seoksen rakenne, kuiva-aine, kivennäiset ja vitamiinit. Reseptin suunnitteluun vaikuttaa se, onko ruokinta toteutettu varsinaisen vai täydennetyin seosrehuruokinnan mukaan. Mikäli karja saa väkirehua automaatilta tai lypsyrobotilta, reseptistä voidaan suunnitella huomattavasti laimeampi. (Puumala 2014, 22–23.)

Rehukomponenttien tunteminen on erityisen tärkeää seosrehuruokinnan onnistumisen kannalta. Kun seosreseptiä suunnitellaan, tulee kaikista käytettävistä rehuista olla analyysitiedot, muuten ruokinnan suunnittelu on turhaa. (Puumala 2014, 22–23.)

Seosrehun laadun kannalta on tärkeää, ettei rehun joukkoon joudu vanhaa tai pilaantunutta rehua tai säilörehun pilaantuneita kohtia, koska huonolla rehulla voi pilata koko rehuerän ja osa tuotoskyvystä jää hyödyntämättä. Muutokset appeen komponenttien laadussa näkyvät siis eläinten tuotoksessa. Sekoitettujen rehujen määrien pitää olla aina samassa suhteessa, jotta karja saa rehusta tarvittavat ravintoaineet. Reseptissä tulee minimoida rehuerien väliset ja yhden rehuerän sisäiset kosteuden, partikkelikoon ja ravintoaineiden vaihtelut. (Puumala 2014, 22–23.)

3.1 Karkearehut

Tärkein raaka-aine seoksessa on karkearehu, joka voi olla kaikkia normaaleja karkearehujä, kuten säilörehua, kuivaheinää, kokoviljasäilörehua tai olkea. Karkearehu sisältää kasvin kortta ja/tai lehtiä sekä mahdollisesti siemeniä. Karkearehussa on runsaasti soluseinämäainesta. Märehtijä tarvitsee aina runsaasti karkearehua, koska siitä se saa pötsin toiminnalle välttämätöntä kuitua. Kuituvaikutuksen ratkaisee rehun kuitupitoisuus ja eri kuitukomponenttien osuudet ja ominaisuudet sekä partikkelikoko. Karkearehu ei saa olla liian pieneksi silputtua, sillä lehmä tarvitsee rehussaan korsia, joita pureskella, jotta sen ruuansulatustoiminnot eivät heikkene. Kaikkien karkearehukomponenttien tulee olla aina korkealaatuisia ja hygieenisinä. (Kulkas 2013, 27.)

Yksi tärkeimmistä karkearehuista seosrehuruokinnassa on nurmisäilörehu, jonka korjuun, säilönnän ja varastoinnin aiheuttamat muutokset ja ravinneainetappiot muokkaavat rehun koostumusta ja ruokinnallista arvoa. Tärkein yksittäinen säilörehun ruokinnallista laatua kuvaava mittari on D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen osuus kuiva-aineesta. D-arvo 690–700g/kg ka on optimaalinen taso. D-arvoltaan matalan säilörehun ruokinnallista vaikutusta voidaan korvata nostamalla väkirehuruokintaa ja päinvastoin. (Kulkas 2013, 27.) Tietyissä tilanteissa on myös mahdollista syöttää eri eläinryhmille erilaatuista säilörehua. Tuotannon onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä säilörehun osalta ovat myös nurmen satotaso ja säilönnällinen laatu. Huonoa käymislaatua ei voida kuitenkaan korvata millään. Siksi seosrehuruokinnassa onkin erityisen tärkeää käyttää vain säilörehua, jonka säilönnällinen laatu on hyvä. Seosrehuruokinnassa säilörehun huonot kohdat eivät vain jää pöydälle syömättöminä paloina, vaan ne pilaavat koko sekoitetun rehuerän. (Korhonen 2015, 18-19; Holma 2015a, 27.)

Kokoviljasäilörehu on rehua, jossa koko kasvi on säilötty korsineen, lehtineen ja jyvineen. Kokoviljasäilörehun suositeltava osuus lypsylehmän ruokinnassa on 20–50 % karkearehun kuiva-aineesta. (Suomen Rehu 2015, viitattu 16.10.2015.) Yleensä kokoviljasäilörehu korjataan taikinatuleentumisvaiheessa, eli silloin kun viljakasvuston väri on selkeästi muuttumassa keltaiseksi. Tällöin korren osuus pienenee ja tähkän osuus suurenee niin, että taikinatuleentuneessa viljassa tähkän osuus on yleensä 50-60 % kuiva-aineesta. (Huuskonen 2010, 38–39.) Kokoviljasäilörehun valkuaisainepitoisuus on nurmisäilörehua matalampi, joten sitä voidaan tarjota eläimille hyvälaatuisen valkuaisväkirehun kanssa ilman, että koko rehuannoksen valkuaispitoisuus kohoaa liikaa. Kokoviljasäilörehulla on siis mahdollista laimentaa liian väkevää seosta etenkin robottilypsytiloilla. Kokoviljasäilörehu maittaa lehmille appeessa hyvin ja syönti pysyy korkeana. Sen sulavuus on huonompi kuin nurmisäilörehun, mutta runsas syönti korvaa huonompaa sulavuutta. Tämän vuoksi maitotuotos ei heikkene ja osa hyvälaatuisesta nurmisäilörehusta voidaan korvata kokoviljasäilörehulla. Kokoviljasäilörehua voidaan tarjota ummessaoleville ja nuorkarjalle enemmän kuin lypsäville lehmille. (Harmoinen ym. 2010, 66.)

Oljen ja heinän käyttömahdollisuus seosrehuruokinnassa riippuu syötettävän eläinryhmän ravinnontarpeesta ja halutusta tuotostasosta. Olki vähentää lypsävän lehmän maidontuotosta ja syöntihalua. Olkea käytetään usein pienentämään rehuannoksen energiapitoisuutta tai kun tavoitellaan parempaa karkearehuvaikutusta, pötsintäytettä tai ajankulua. Olkea ja heinää

käyttäessä niiden hygieenisen laadun on erittäin tärkeää olla moitteetonta. Mikäli tilalla on käytössä aikaisin korjattua, erittäin hyvin sulavaa säilörehua, voi seoksen rakenteellisten kuitujen osuus jäädä liian alhaiseksi. Tällöin seokseen kannattaa lisätä olkea tai heinää tai mahdollisesti kuitupitoisempaa säilörehua. (Suomen rehu 2015, viitattu 16.10.2015.)

Säilörehusta, niin kuin muistakin seokseen tulevista karkearehuista, kannattaa teettää analyysyjä mahdollisimman kattavasti, sillä seosrehuruokinnan onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että esimerkiksi säilörehun kuiva-aineen vaihdellessa muutetaan koko seoksen koostumusta. Karkea- ja väkirehun osuudet kuiva-aineesta tulee pitää vakiona. Nurmisäilörehu pitää lehmien mahat kunnossa, mikäli väkirehua käytetään seoksessa kohtuullisesti. (Karttunen ym. 2007, 7.)

3.2 Väkirehut

Väkirehuissa käytetään pääasiassa jyviä ja siemeniä tai niiden osia, mutta osa väkirehujen raaka-aineista on peräisin muunmuassa sokerijuurikkaasta ja perunasta. Väki-rehut koostuvat lähinnä solunsisällysaineista eli sokerista, tärkkelyksestä, valkuaisaineista ja rasvasta. Väki-rehuja on käytettävissä monenlaisia erilaisia vaihtoehtoja ja esimerkiksi osassa vaihtoehtoista on runsaasti kuituja. Väki-rehut ovat yksi tärkeimmistä seosrehuruokinnassa käytettävistä rehukomponenteista. (Harmoinen ym. 2010, 69.)

Paras tulos saavutetaan märehitjän ruokintaperiaatteita noudattaen hyvälaatuisilla rehuilla ja kohtuullisella väki-rehun käytöllä. Syötettävien väki-rehujen määrään vaikuttaa paljon säilörehun koostumus. Säilörehun D-arvolla on suuri merkitys sille, kuinka paljon väki-rehuja voidaan syöttää. Väki-rehut sisältävät paljon helposti liukenevia hiilihydraatteja, joita pötsimikrobit muuttavat haihtuviksi rasvahapoiksi. Nämä muuntavat pötsin pH:ta nopeasti jo muutaman tunnin sisällä ravinnon syömisestä. Tämä voi johtaa pötsin häiriöihin ja terveydellisiin ongelmiin. Siksi väki-rehuruokintaa tulee tarkkailla ja suunnitelmallinen väki-rehutäydennys on syytä suunnitella huolellisesti tuotosvaiheen mukaan. (Kulkas 2013, 27.)

3.2.1 Vilja

Yleisin seosrehuun käytettävä väkirehu on vilja. Sitä voidaan käyttää seoksiin sekä kuivana että märkäsäilötynä. Vilja koostuu pääosin solunsisällysaineista eli sokerista, tärkkelyksestä, valkuaisaineista ja rasvasta. Se on energiapitoista rehua ja ravintoainepitoisuudet vaihtelevat eri lajien välillä. Viljojen käyttöä seosrehuruokinnassa rajoittaa niiden tärkkelyspitoisuus. Liika tärkkelys ruokinnassa lisää pötsin happamuutta, joka voi aiheuttaa muun muassa sorkkavaivoja, syömättömyyttä ja tuotoksen laskua. (Harmoinen ym. 2010, 69–70.) Viljan prosessoinnista, kuten pelletöinnistä tai paahtamisesta ei ole todettu olevan hyötyä märehitöiden ruokinnassa. Viljan tärkkelys ja muut solun sisällysaineet ovat nimittäin märehitöjän mahassa täysin sulavia. Karkea jauhatus ja litistys ovat riittäviä prosessoiteja nautakarjan ruokinnassa. Seosrehuruokinta ei aseta vaatimuksia viljan säilöntätavoille ja kosteatkin viljat sopivat seokseen mainiosti. (Karttunen ym. 2007, 8.) Murskevilja toimii myös erittäin hyvin, sillä murskattu vilja tarttuu helposti appeessa säilörehuun, eivätkä lehmät pysty lajittelemaan jakeita (Pulkka 2014, viitattu 11.11.2015).

3.2.2 Valkuaisrehut ja tiivisteet

Maidontuotantotilalla karjan valkuaisstarpeen tyydyttämiseksi on nykyisin olemassa runsaasti eri vaihtoehtoja. Perinteisten valkuaiskasvilajien rinnalle ovat nousseet erilaiset valkuaisrehuruoheet ja -puristeet. Näistä yleisimpinä voidaan mainita soija-, rypsi- ja rapsirouhe, mutta myös hernettä käytetään. Myös monet teollisuuden sivutuotteet ovat lehmille soveltuvaa valkuaisrehua kuten mäski, vehnälese ja ohravalkuaisrehu. (ProAgria 2014, viitattu 17.11.2015.)

Osittaisessa seosrehuruokinnassa, eli PMR- ruokinnassa eläimet saavat usein rehua lypsyrobotilta tai ruokintakioskista. Niissä käytettävä rehu riippuu seosrehun ravintoarvoista ja eläinten tavoittelusta tuotostasosta. Automaatteihin ja robotille soveltuu yleensä parhaiten tekniseltä laadultaan hyvä, monipuolinen, maittava ja kohtalaisen energiapitoinen täysrehu. (Farmit 2016b, viitattu 16.1.2016.)

Teollisia väkirehujä voidaan käyttää seosrehun joukossa tai niillä voidaan täydentää perusseosta. Teollisia väkirehuseoksia, joita voidaan käyttää, ovat täysrehujen lisäksi tiivisteet tai puolitiivisteet. (Farmit 2016b, viitattu 16.1.2016.) Teolliset täysrehut sisältävät viljaa, valkuaisrehujä, erilaisia elintarviketeollisuudesta saatavia sivutuotteita, kivennäis- ja hivenaineita sekä vitamiineja.

Tiivisteet sisältävät melkein yksinomaan valkuaisrehuja ja ne ovat yleensä käytössä täydennettäessä seoksen valkuaisarvoa kotoisten viljojen ohella. Myös puolitiivisteitä käytetään kotoisten viljojen ohella ja ne sisältävät valkuaisrehun lisäksi esimerkiksi melassileikettä tai ohrarehua. (Peda.net 2013, viitattu 17.11.2015.)

Rakeistettujen väkirehuseoksien ongelmana on rehun lajittuminen etenkin jos seos on kuivaa. Tällöin lehmät voivat kielellään lajitella rehua, koska raemaiset tiivisteet eivät sekoitu seokseen tarpeeksi tehokkaasti. On olemassa keinoja, joilla tätä ongelmaa voidaan ehkäistä, esimerkiksi lisäämällä seokseen jotain tuoretta sivutuotetta kuten mäskiä. Tämä lisää samalla myös maittavuutta. (Farmit 2016b, viitattu 16.1.2016.)

3.2.3 Pienkomponentit

Mikäli ruokinnassa halutaan käyttää elintarviketeollisuuden sivutuotteita, seosrehuruokinta on siihen paras mahdollinen ruokintateknikka. Sopivia sivutuotteita seosrehuruokintaa ajatellen syntyy esimerkiksi mylly-, sokeri-, tärkkelys- ja juomateollisuudesta. Myllyteollisuudesta saadaan muun muassa leseitä ja kuorijauhoja, sokeriteollisuudesta tuoreleikettä ja melassia, tärkkelysteollisuudesta ohrarehua, perunarehua ja maissigluteenia sekä juomateollisuudesta mäskiä ja rankkia. (Farmit 2016c, viitattu 31.10.2016.) Sivutuotteita käytetään monipuolistamaan väkirehun hiilihydraattikoostumusta ja pienentämään tärkkelyksen osuutta seoksessa. Osa viljasta on mahdollista korvata tietyillä sivutuotteilla. Karkearehun kuitua ne eivät korvaa, sillä ne eivät stimuloi syljen tuotantoa ja märehtimistä samalla tavalla kuin karkearehut. Sivutuotteiden käyttö voi olla taloudellisesti järkevää, jos sivutuotteen hinta suhteessa sen tuontantovaikutukseen on muita käytettäviä rehuja edullisempi. (Harmoinen ym. 2010, 71.)

Lypsylehmät tarvitsevat kivennäis- ja hivenaineita elimistönsä rakenteiden osiksi sekä elimistönsä normaalitoimintoihin ja niiden säätelyyn sekä maidontuotantoon. Ne ovat elintärkeitä immuunipuolustus- ja hormonoiminnoissa sekä ravintoaineenvaihdunnassa. Tasapainoinen kivennäis- ja hivenaineruokinta on siis edellytys eläinterveydelle ja hyvälle tuotokselle. Kivennäis- ja hivenaineruokinnan merkitys korostuu, kun lehmät tuottavat korkeita määriä maitoa. Tällöin korkea tuotos ja nopea aineenvaihdunta lisäävät kivennäis- ja hivenaineiden tarvetta. Lypsylehmän tarvitsemat keskeisimmät kivennäiset ovat fosfori, kalsium, magnesium ja natrium. Tärkeimmät hivenaineet naudalle ovat jodi, kupari, seleeni ja sinkki. (Kulkas 2015b, 32–33.) Kivennäisiä ja

hivenaineita lehmä saa kotoisista rehuista, kuten hyvälaatuisesta säilörehusta. Niiden määrä rehussa kuitenkin saattaa vaihdella huomattavasti ja kivennäisten ja hivenaineiden suhde voi olla väärä. Kotoisten rehujen osalta kivennäis- ja hivenaineiden määrä saadaan selvitettyä rehuanalyysillä. Kivennäisten ja hivenaineiden monipuolisesta saannista tulee huolehtia ympäri vuoden ja puuttuvia kivennäisiä ja hivenaineita täydennetään yleensä ostorehulla (kuvio 1). Ruokinnan onnistuminen on monen tekijän summa ja rehu- ja maitoanalyysien teettäminen säännöllisesti on tärkeässä roolissa ruokinnan onnistumisen seurannassa. (Kulkas 2015b, 32–33.)

4 TOTEUTUSTAVAT

Rehuvalinnan jälkeen lypsykarjatilalla on keskityttävä toiseen seosrehuruokinnassa tärkeään osaluueeseen eli rehun sekoitukseen (kuvio 2) ja sen toteutustapoihin sekä rehun jakamiseen eläimille. Seosrehuruokintaan on tarjolla runsaasti erilaista tekniikkaa ja toteutustapoja on yhtä monta kuin rehun tekijöitäkin. Kukaan seosrehuruokintaa harjoittava tilallinen joutuu puntaroimaan useaan otteeseen eri toteutustapojen välillä – mikä tapa on tilalle juuri se paras ja optimaalinen. Kompromisseja on tehtävä eri variaatioiden välillä kun mietitään tilalle toimivinta ja tuottavinta sekoitusaikaa, sekoituskertojen lukumäärää, jakolaitteita ja rehusekoittimia. Yhtä ja oikeaa tapaa tehdä täydellistä apetta ei ole vaan eri tiloilla toimivat eri ratkaisut. Seosrehun jako- ja sekoitustekniikan valintaan vaikuttavat tilan logistiset olosuhteet, työvoiman määrä sekä tilallisen omat mielipyykset ja näkemykset. Varastojen sijainti, eläintilojen määrä ja ruokintapöydän leveys vaikuttavat olennaisesti valintaan. Huomioitava on myös karjan ravinnontarve sekä se, kuinka paljon ruokintaa halutaan automatisoida ja kuinka paljon laitteisto vie energiaa. (Karttunen ym. 2007, 3.) Rehunkäsittelyä on tarkasteltava kokonaisuutena pellolta ruokintapöydälle eikä vain yksittäisinä, toisistaan riippumattomina työvaiheina. (Harmoinen ym. 2010, 96.)



KUVIOT 1. ja 2. Kivennäisrehu valmiina sekoitettavaksi. Seosrehua valmistumassa. (Kettunen 2015.)

4.1 Sekoitus- ja jakokerrat

Appeen jakokertojen määrä ja jakoväli on oleellista suunnitella tarkkaan jokaisella seosrehuruokintaa harjoittavalla tilalla. Yleensä yksi rehunjakokerta päivässä riittää. On hyvä huomioida työkäytännöt ja ruokintaan käytettävä työaika sekä lehmien tarpeet, karjakäyttäytyminen ja navetan olosuhteet. Esimerkiksi kesällä seosrehun voi jakaa useammin päivässä kuin talvella, jotta välttyttäisiin rehun liialta lämpenemiseltä. Käytännössä seoksen jakokertojen lukumäärä vuorokauden aikana ei vaikuta maidontuotokseen, mutta rehun määrä ja saatavuus ratkaisevat ison osan tuotoksesta. Rehua tulee olla saatavilla 24 tuntia vuorokaudessa, vuoden kaikkina päivinä. Lehmät eivät lypsä, jos rehua ei ole riittävästi saatavilla, vaikka se olisi hyvälaatuista ja sisällöltään optimaalista. Lehmän ei kannata antaa nuoleskella tyhjää pöytää, vaan vanhaa rehua tulee olla saatavilla vielä silloin kun pöytää aletaan puhdistamaan ennen uuden rehuerän jakoa. Optimissaan jätteen määrä on 3–5 % kaikesta jaettavasta appeesta. Silloin voidaan todeta, ettei rehu ole missään vaiheessa päässyt liian niukaksi ruokintapöydällä. Rehun vähyyys ja niukka saatavuus näkyvät nopeasti maitotuotoksessa ja 3–4 viikon kuluessa laihtumisena. Jos rehua jaetaan liian vähän ja se loppuu kesken, vahvimmat, ensin syömään tulleet lehmät ahmivat liian ison annoksen seuraavalla jakokerralla ja niiden pötsin pH laskee ja rehun hyötysuhde huonontuu. (Holma 2015a, 27.)

4.2 Jakomenetelmät

Seosrehuruokinnassa jakomenetelmä osaltaan voi vaikuttaa siihen, kuinka tasaisesti rehuseos jakautuu eri kohtiin ruokintapöytää. Koska optimaalisessa tilanteessa rehu olisi samanlaista ruokintapöydän joka kohdassa, myös jakomenetelmällä voidaan huomattavasti vaikuttaa sen onnistumiseen. Seosrehua voidaan jakaa monenlaisilla jakolaitteilla. Käytettävät laitteet voidaan jakaa kiinteisiin ja liikkuviin järjestelmiin. Kiinteästi asennetulla seosrehusekoittimella sekoitettu rehu jaetaan ruokintapöydälle erillisen laitteiston avulla. Tällaisia laitteita ovat kisko- ja matoruokkijat, ketjuruokintapöytä tai esimerkiksi pienkuormaaja. Karkearehujen ruokintaan tarkoitetuilla laitteilla onnistuu myös seosrehun jakaminen ja teknologiavaihtoehtoja on olemassa lukuisia. Tässä esittelemme ne teknologiat, joita tutkimuksessa olleilla tiloilla esiintyi. (Karttunen ym. 2007, 3.)

Pienkuormain

Traktoria tai varsinaista pyöräkuormaajaa pienempi, mutta vahva pienkuormain on hyvä apu ruokinnassa. Rehua jaettaessa voidaan pienkuormaimessa käyttää esimerkiksi rehupihtiä tai erillistä rehunjakokauhaa. Käyttäessä pienkuormainta appeen jakamisessa navettaan tulee ruokintapöydän olla tarpeeksi leveä. Yleensä seosrehuruokinnassa pienkuormaajaa käytetään kun seosrehu on purettu kiinteästi asennetusta sekoittimesta rehuvaraston lattialle, josta se pienkuormaajan avulla siirretään ruokintapöydälle. Pienkuormain on hyvä apu ruokinnassa, mutta on huomattava, että työmäärä kasvaa suureksi eläinmäärän lisääntyessä ja sitä suositellaan pienemmille, 70-80 lypsävän lehmän kokoisille karjatiloilta. Kuitenkin pienkuormaimella rehuja jaettaessa ongelmat keskittyvät vain yhteen laitteeseen ja ongelmien tunnistaminen on helpompaa. (Hartikainen 2012. 14.)

Seosrehuvaunu

Seosrehuvaunulla (kuvio 3) voidaan hoitaa rehun valmistus, mutta sillä voidaan myös jakaa rehu suoraan ruokintapöydälle. Seosrehuvaunulla jakaminen on työtä vähentävä tekijä, kun rehua ei tarvitse siirtää sekoittimesta rehunjakolaitteeseen. Se on näppärä varsinkin silloin kun eläimiä on useassa eri paikassa tai useat tilat haluavat käyttää samaa vaunua. (Karttunen 2007, 3.)



KUVIO 3. Apetta jaetaan hinattavasta seosrehuvaunusta (Kettunen 2015.)

Matto- ja kiskoruokkijat

Automatisoidussa rehunjaossa käytettävät matto- ja kiskoruokkijat tarvitsevat yhden tai useamman rehuvarastoon sijoitetun täyttöpöydän. Seosrehua puretaan ruokkijalle rehuvarastossa joko seosrehuvaunusta tai sekoittimesta täyttöpöydän avulla. Mattoruokkijat ovat yleistymässä maassamme ja ne soveltuvat hyvin seosrehun jakoon. Rehumassan on kuitenkin tultava tasaisesti matolle. Joissain mattoruokkijoissa on lisävarusteena eri ruokintaryhmille jakava ominaisuus. Mikäli mattoruokkija jakaa rehua samassa tilassa oleville eri ruokintaryhmille, tarvitaan 1,5–2,5 metriä leveä ruokintapöytä, jotteivat eri rehut pääse sekoittumaan pöydällä. Lisätilaa tarvitaan myös kun rehua työnnellään eläinten ulottuville ja kun ruokintapöytää puhdistetaan. Mattoruokkijan avulla rehua voidaan jakaa automatisoidusti useita kertoja päivässä, vähän kerralla. (Harmoinen ym. 2010, 101.)

4.3 Seosrehusekoittimet

Seosrehuihin keskittyviä ruokintateknologiaa valmistavia merkkejä ja valmistajia löytyy markkinoilta useita. Tarjolla on hinattavia ja ajettavia seosrehuvaunuja, kiskoilla kulkevia seosrehusekoittimia ja kiinteitä sekoittimia. Vaunuja ja kiinteitä sekoittimia on molempia saatavilla eri sekoitustekniikoilla. (Karttunen 2007, 3.) Yleisin seosrehun valmistus- ja jakomenetelmä on traktorilla hinattava seosrehuvaunu, mutta myös itsekulkevat seosvaunut ovat yleistymässä. (Harmoinen ym. 2010, 99.)

Lähes kaikissa seosrehusekoittimissa rehunsekoituksen perustekniikat ovat samat. Tekniikat ovat vaakaruuvi-, pystyruuvi-, kela- ja lapasekoitus sekä erilaiset välimuodot kuten laparuuvisekoitus. Kiskosekoitusvaunuissa on lisäksi erilaisia tekniikoita kuten kelasekoittimen ja ruuvin yhdistelmä sekä lapa- tai kelasekoitin. Kaikki sekoitustekniikat tarjoavat mahdollisuuden tuottaa hyvää seosrehua mikäli laitteet ovat kunnossa ja niissä sekoitetaan kullekin laitteelle sopivaa rehua. (Karttunen 2007, 2.)

Vaakaruuvisekoittimessa sekoittimen pohjaosassa on vaakatasossa yhdestä neljään kappaletta terillä varustettua ruuvia, jotka yleensä kuljettavat rehua vaunun keskelle vastavirtaperiaatteella.

Ruuveissa on vaihteleva määrä teriä. Vaunujen leveys vaihtelee 2–2,7 metriin ja korkeus 2,3–3,3 metriin. (Karttunen 2007, 2.)

Pystyruuvisekoittimessa (kuviot 4 ja 5) sekoitus tapahtuu kartiomaaisessa säiliössä ylöspäin kapenevalla ruuvilla. Ruuveja on vaunun koon mukaan yhdestä kolmeen kappaletta ja yhdessä ruuvissa on neljästä kuuteen kappaletta säädettäviä teriä. Rehu nousee ruuvilla säiliössä ylös ja putoaa reunoja pitkin alas. Säiliön reunoissa on säädettäviä vastateriä, jotka estävät rehumassan pyörimisen kehän suuntaisesti. Vaunujen leveys vaihtelee noin 2–3,5 metriin ja korkeus 2,3–3,6 metriin. (Karttunen 2007, 2.)



KUVIO 4. 2-ruuvinen pystyruuvivaunu (Kettunen 2015.)



KUVIO 5. 1-ruuvinen pystyruuvivaunu (Kettunen 2015.)

Kelasekoittimen keskellä on hitaasti pyörivä kela, joka sekoittaa rehua vaakatasossa. Kelasekoitin vaatii valmiiksi silputun rehun mikäli sekoitinta ei ole varusteltu rehua silppuavilla lisälaitteilla. Kelasilppurivaunujen leveys vaihtelee 2,3–3 metriin ja korkeus 2,3–4,4 metriin. (Karttunen 2007, 2.)

Seosrehuvaunujen tilavuudet vaihtelevat 4–30 kuution. Hinattava ja ajettava vaunu tai kiinteä sekoitin tulee mitoittaa kerralla sekoitettavan rehumäärän perusteella. Tarvetta voidaan laskea siten, että rehukilot muutetaan kuutioiksi tyypillisen seosrehun tilavuuspainon mukaan, joka on 200–300 kg/m³. Seoksen tilavuuspaino vaihtelee käytettävien rehujen mukaan jonkin verran, esimerkiksi kuivana paalattu säilörehu voi painaa keskivertoa vähemmän. Saatuun kuutiomäärään tulee lisätä sekoituksen tarvitsema tila, yleensä 10–15%. (Karttunen 2007, 4.)

Toimiva seosrehuruokinta edellyttää rehumäärien punnitsemista, jotta seosrehusatsi saadaan valmistettua mahdollisimman tarkasti suunnitellun apereseptin mukaisesti. Vaa'allisen vaunun voi valita perusvaa'an sekä tietoa käsittelevän ja erilaisia toimintoja ilmoittavan mittauslaitteen väliltä. Perusvaaka ilmoittaa lisätyn rehumäärän kilogrammoina. Ohjelmoitavalle vaa'alle ilmoitetaan rehun sekoitusohje. Vaa'alle voidaan myös siirtää muuta tuotantoon liittyvää tietoa ja se voidaan ohjelmoida seuraamaan esimerkiksi rehun kulutusta tai rehuvarastojen tilanteen muutoksia. (Karttunen 2007, 3.)

4.3.1 Kiinteät rehusekoittimet

Seosrehu voidaan valmistaa kiinteällä sekoittimella, mutta tällöin vaaditaan erillinen rehunjakolaite. Kiinteistä sekoittimista rehu jaetaan ruokintapöydälle joko mattoruokintalaitteella, pienkuormaajalla tai rehunjakovaunulla. Kiinteä rehusekoitin on hyvä vaihtoehto, jos rehun sekoitus ja jako halutaan automatisoida. (Karttunen 2007, 3.)

4.3.2 Liikuteltavat seosrehuvaunut

Hinattavilla ja ajettavilla vaunuilla sekä kiskolla kulkevilla sekoittimilla rehut sekoitetaan ja jaetaan samalla koneella. Hinattavat ja ohjaamalla varustetut, ajettavat seosrehuvaunut sopivat 4–5 metriä leveille ruokintapöydille. Pienemmille ajettaville malleille riittää 3 metriä leveä ruokintapöytä. Suurimmat hinattavat ja ajettavat mallit soveltuvat parhaiten tiloille, joilla ruokitaan satoja eläimiä päivittäin, useissa eri tuotantorakennuksissa. Suuret ajettavat seosrehuvaunut ovat yleensä varustettu täyttöjyrsimellä tai jyrsinkauhalla, jolloin ei tarvita erillistä lastastraktoria. Hinattavalla tai ajettavalla vaunulla rehun sekoitus ei ole riippuvainen sähkön saannista, mutta suuret vaunut vaativat käyttäjältään hyvää traktorin ajotaitoa. Tämä on otettava huomioon esimerkiksi lomittajien ja muun tilapäistyövoiman kohdalla. (Karttunen 2007, 2–3.)

Kiskosekoittimet sekä sekoittavat että jakavat rehua. Sekoitustekniikka vaihtelee eri malleissa. Kiskosekoittimet soveltuvat parhaiten valmiiksi silputulle rehulle. Pitkäsilppuinen rehu ja paalirehu vaativat esikäsittelyn ennen sekoittimeen syöttöä. Sekoittavien kiskovaunujen koko on 2–3 m³. (Karttunen 2007, 5.)

5 SEOSREHUN TASALAATUISUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lypsykarjan ruokinnan pitää toimia luotettavasti kaikissa tilanteissa, koska lehmä on hyvin herkkä muutoksille. Kun sille toimitetaan tarpeeksi hyvälaatuaista rehua säännöllisesti, se pysyy terveenä ja tuottaa runsaasti maitoa. Rehunjakko ei saa olla liian työlästä, eikä seosrehun laatu saa vaihdella merkittävästi. Tämän vuoksi ruokinnan tekniset vaihtoehdot tulee kartoittaa huolellisesti jo rakennussuunnitteluvaiheessa. Näin esimerkiksi seosrehun jakolaitteiden toimivuus käytettävissä olevien rehunkorjuu- ja varastointimenetelmien kanssa pystytään varmistamaan. (Harmoinen ym. 2010, 93.)

5.1 Nurmenkorjuumenetelmä

Seosrehussa karkearehun silpun pituus on merkittävässä roolissa puhuttaessa hyvästä ja tasaisesta appeesta, josta lehmät eivät pysty lajittelemaan väki- ja karkearehujä. (Karttunen ym. 2007, 7.) Nurmenkorjuumenetelmä osaltaan vaikuttaa karkearehun silpun pituuteen ja seosrehuruokintaa ruokintamenetelmänään käyttävän tilan on valittava tilalleen sopiva nurmenkorjuumenetelmä kiinnittäen huomiota myös seosrehusekoittimeen ja muuhun ruokintakalustoon. Tutkimuksessa olleet tilat käyttivät menetelmänään yleisimmin paalirehua. Muita käytössä olleita nurmenkorjuumenetelmiä olivat noukinvaunu, ajosilppuri ja tarkkuussilppuri.

Kaikilla rehusekoittimilla pystytään sekoittamaan kaikilla menetelmillä korjattua säilörehua, mutta tietyt tekniikat asettavat erityisvaatimuksia tietyn pituisen silpun sekoittamisessa. Pyöröpaalirehut (kuvio 6) voivat asettaa haastetta appeen teossa. Esimerkiksi kela- ja lapasekoittimet eivät silppua pitkäkortista karkearehua, ellei vaunuja ole varustettu paalia silppuavilla tai repivillä lisälaitteilla. Myös kiskosekoittimet toimivat hyvin vain, jos karkearehun silpun pituus on alle 10 cm. (Karttunen 2007, 2.) Jos kuitupartikkelit ovat lehmät kielen leveyttä pidempiä, pääsee lehmä helposti lajittelemaan appeesta hienomman osuuden eli väkirehukomponentit. Tällöin pitkät karkearehukuidut jäävät myöhemmin syömään tulleiden lehmien syötäviksi. (Holma 2015b, 28-29.) Tarkkuussilputtua tai muuta lyhytsilppuista säilörehua vaakaruuvisekoittimella sekoittaessa voi olla tarpeen poistaa keskeltä teriä liian voimakkaan sekoituksen estämiseksi. (Karttunen 2007, 2.)



KUVIO 6. Pyöröpaali menossa apevaunuun (Kettunen 2015.)

5.2 Rehun valmistusmenetelmät

Seosrehuruokinnassa saattaa syntyä virheitä apeen valmistusvaiheessa, esimerkiksi kosteuden ja sekoitusajan arvioinnissa. Mikäli ape ei ole sekoittunut kunnolla tai se on liian kuivaa, saattavat lehmät pystyä lajittelemaan appeesta väkirehukomponentit ja jotkut lehmät saavat niitä liikaa syödäkseen. (Holma 2015b, 28.) Toisaalta liikaa sekoitettu ape on liian hienoksi pilkkoutunutta, jolloin rehun vähempi pureskelu vähentää syljeneritystä, mikä taas vaikuttaa puskuritoimintojen vähenemiseen ja pötsin happamoitumiseen. Oireina ovat löysä uloste ja ruokahaluttomuus. (Farmit 2016a, viitattu 19.4.2016.) Ihanteellinen ape on siis tarpeeksi karkeaa, mutta sen tulee olla sekoittunut tarpeeksi hyvin. Kun seosta ei sekoiteta puuroksi asti ja väkirehun käyttö sovitetaan säilörehun laadun ja sulavuuden mukaan, ei olkea tai heinää tarvita lypsylehmien ruokinnassa varmistamaan pötsin ja märehтимisen toimintaa. Karkearehun kuituvaikutus heikkenee vasta, kun silpun pituus on alle 3 mm. (Karttunen ym. 2007, 7.)

Sekoitusajan optimointi on tärkeää apesatsin tasalaatuisen koostumuksen saavuttamiseksi. Liian lyhyt tai liian pitkä sekoitusaika tuottavat molemmat ongelmia apeen valmistuksessa. Yksi yleisimmistä ongelmista on seosrehusekoittimeen laitettavan viimeisen komponentin liian vähäinen

sekoitusaika. Mikäli seosrehusekoittimen terät ovat kuluneet, täytyy sekoitusaikaa lisätä sekoituksen onnistumisen takaamiseksi. (Oelberg 2011, 83.)

Seosrehusekoittimen ylitäyttö lisää ongelmia appeen tasalaatuisuuden tavoittelussa. Ylitäytetyllä sekoittimella valmistetussa apesatsissa ilmenee enemmän vaihtelua kuiva-aineen, raakavalkuaisen, tärkkelyksen ja tuhkan osalta. (Oelberg 2011, 83.)

Sekoittimen täyttöjärjestystä täytyy miettiä hyvän tuloksen saamiseksi. Mikäli käytetään pyöröpaaleja, heinää tai olkea, tulee ne laittaa sekoittimeen ensimmäisenä, sillä ne vaativat pidemmän sekoitusajan. Sen jälkeen tulevat kuivat väkirehut, kosteat väkirehut, tarkkuussilputtu tai noukinvaunulla kerätty säilörehu sekä lopuksi nesteet tässä järjestyksessä. (Karttunen 2007, 2–3.)

6 SEOSREHUN TASALAATUISUUDEN VAIKUTUKSET

6.1 Vaikutukset eläinterveyteen

Rehukomponenttien sisältämät ravinneainepitoisuudet eivät välttämättä riitä varmistamaan ravintoaineiden saantia. Ravinnon normaalit sulamis- ja imeytymisprosessit ovat myös tärkeitä ruuansulatukseen liittyviä asioita, jotka on tärkeää huomioida ruokinnassa. Mikäli eläin kärsii imeytymisongelmista, ravintoaineiden riittämätön saanti kärjistyy ja eläinterveys ja tuotantotaso kärsivät. (Kulkas 2015, 32–33.) Pötsi- ja suolistohäiriöt ovat yleisiä ruokinnasta johtuvia ongelmia ja yksi yleisimmistä pötsin terveysongelmista on hapan pötsi. Mikäli ape sisältää liikaa väkirehua, saattaa pötsin pH laskea muutaman tunnin sisällä rehun syömisestä. Mikäli pH laskee alle 5,5:n alkavat pötsin mikrobit voida huonosti ja se näkyy myös lehmän hyvinvoinnissa. Tällöin ravintoaineet eivät pilkkoudu ja imeydy normaalisti ja seurauksena on usein erilaiset ravintoainepuutokset, ainakin energiavaje. Ongelmana usein on se, että hapanpötsiongelmat ovat piileviä ja ne on vaikea havaita. Pötsin happamoituminen johtaa pötsimikrobien kuolemaan sekä hajoamiseen ja mikrobien sisältämiä yhdisteitä imeytyy verenkiertoon. Jotkut niistä voivat aiheuttaa hiussuonien seinämien vaurioitumista raajoissa ja johtaa pahimmillaan martosorkan alueen tulehdukseen, eli sorkkakuumeeseen, joka on erittäin kivulias sorkkasairaus. (Kulkas 2013, 27.) Aperuokinnassa tasalaatuisuuden merkitys korostuu, koska epätasalaatuisesta rehusta eläimet saattavat saada liikaa väkirehua.

Pötsin mikrobitoiminta muuttaa rehuannoksen sisältämää valkuaista ja muita tyypellisiä aineita määrällisesti ja laadullisesti. Lypsylehmän valkuaisen tarve omaa valkuaisynteesiään varten on ohutsuolesta imeytyvien aminohappojen tarvetta. Mitä tarkemmin pötsimikrobien tyypin tarve ja lypsylehmän aminohappojen tarve tyydytetään, sitä enemmän rehutyyppiä sitoutuu maitoon ja lihaan ja sitä vähemmän sitä hukkaantuu sonnan ja virtsan mukana. Valkuaisen hyväksikäyttöä voidaan tehostaa pienentämällä rehuannoksen valkuaispitoisuutta. Rehuvalkuaisesta hajoaa pötsissä 20–100%. Lypsylehmän tärkein aminohappojen lähde on mikrobivalkuainen, koska se muodostaa suurimman osan ohutsuoleen virtaavasta valkuaisesta. Tämän vuoksi on tärkeää maksimoida pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määrä. (Harmoinen ym. 2010, 30–32.)

Ruokinnan perustuessa hyvälaatuisen ja hyvin sulavaan säilörehuun mikrobivalkuaista muodostuu pötsissä suhteellisen runsaasti. Väkirehun koostumuksella ja sen määrällä ruokinnassa on myös merkitystä. Jos väkirehun osuus lehmän rehuannoksessa ylittää 60% kuiva-aineesta, mikrobivalkuaisen tuotanto pötsissä vähenee kuidun sulatuksen huonontuessa. Eli jos seosrehu on epätasaista ja eri lehmät syövät eri määriä väkirehua ja karkearehua, osalle karjaa saattaa aiheutua puutetta mikrobivalkuaisesta. Mikrobivalkuaisen tuotantoa pystyy ylläpitämään tarjoamalla lehmälle sopivaa, hyvälaatuista ja tasalaatuista rehua. (Harmoinen ym. 2010, 32.)

Juokutusmahan laajentuma ja siirtymä on myös seurausta liiasta väkirehun saannista. Tällöin lehmä on syönyt liikaa väkirehua suhteessa säilörehun D-arvoon. Taustalla on usein hapantöpsipilaantuma. Yksi mahdollinen aiheuttaja on se, että lehmä on pystynyt lajittelemaan epätasaisesta appeesta kielellään pienet komponentit ja jättänyt karkearehut syömättä. Pötsi on tällöin usein liian vähäisesti täyttynyt, mikä antaa tilaa juokutusmahan siirtymiselle. (Kulkas 2013, 27.)

6.2 Navetan täyttöaste ja ruokintatila

Lehmä käyttää päivittäin noin viisi tuntia syömiseen ja toiset viisi tuntia märehkimiseen. Navetassa on tärkeää olla tarpeeksi tilaa ja riittävän monta syömispaikkaa eläinten turhautumisen, tappelemisen ja kilpailun minimoimiseksi. On todettu, että suuri eläintiheys muuttaa eläinten käyttäytymistä ja vähentää tuotosta.

Pihatoissa ahtaus ja liian niukka ruokintapöytätila voi johtaa suhteelliseen liialliseen väkirehun syöntiin, kun arvoasteikossa alempi lehmä ei pääse syömään riittävästi korsirehua. (Holmström 2005, 30.) Tämä johtaa väistämättä tuotostason laskuun ja aiheuttaa ongelmia eläimen terveyteen. (Kulkas 2013, 27.) Seosrehuruokintaa toteuttavalla tilalla, jossa ruokintatilaa on niukasti, on vieläkin oleellisempaa, että ape on tasaista ympäri vuorokauden. Näin myös ensikot ja arat lehmät saavat syödä samaa ravitsevaa rehuseosta, kun ensimmäisenä syömään tulleet lehmät eivät ole päässeet lajittelemaan rehua.

Liian ahtaat tilat ja navetan ylitäyttö, eli kun makuuparsia on vähemmän kuin lehmiä, aiheuttavat eläimelle myös kroonista stressiä, joka johtaa syömättömyyteen, hedelmällisyysongelmiin,

heikentyneeseen yleis- ja lihaskuntoon, suolisto- ja mahahaavoihin sekä käyttäytymishäiriöihin. On syytä muistaa, että jaettaessa navettaa eläinryhmien mukaan makuuparsien lukumäärä tai makuualueen pinta-ala on suhteutettava ruokintatilaan ja ruokintapaikkojen määrään. (Holmström 2005, 30–32.)

PMR-ruokinnassa eli täydennytyssä seosrehuruokinnassa käytetään väkirehukioskeja. Navetassa ne kannattaa sijoittaa mieluummin ruokinta-alueelle kuin makuualueelle, koska silloin ne lehmät, jotka eivät pääse syömään väkirehua, voivat syödä karkearehua ja tyydyttää syömiskäyttäytymistään. Näin makuuparsissa makaavat lehmät saavat olla rauhassa. Kaikkia väkirehukioskeja ei pidä sijoittaa pihatossa rinnakkain, etteivät johtavassa asemassa olevat lehmät pysty rajoittamaan alempiarvoisten yksilöiden pääsyä ruokinta-automaateille. Syömismotivaation ylläpitämiseksi väkirehukioskista tarjottava väkirehuannos ei saa olla liian pieni. (Holmström 2005, 34.)

7 AINEISTO JA MENETELMÄT

7.1 Tilat

Valitsimme aineistoksemme Pohjois-Pohjanmaalta kymmenen lypsykarjatilaa, jotka käyttävät ruokinnassa täydennettyä seosrehuruokintaa ja joilla on käytössä lypsyrobotti. Kävimme jokaisella tilalla kesän 2015 aikana kaksi kertaa muutaman kuukauden välein. Selvitimme tilallisilta milloin he jakavat lehmille rehun ja saavuimme paikalle sitä ennen. Tällöin pystyimme ottamaan ruokintapöydälle jääneestä jätteestä näytteen ennen ruokintapöydän puhdistamista ja uuden rehun jakamista.

Numeroimme tilat ja käyntikerrat siten, että esimerkiksi lyhenne 2.2. tarkoittaa tilan numero 2 käyntiä numero 2.

Tilat, jotka valitsimme tutkimuksemme aineistoksi, ovat erilaisia lehmien lukumäärän, nurmenkorjuumenetelmän, siilomallin, appeen sekoitusmenetelmien ja jakotapojen mukaan (taulukko 1). Tilat sijaitsevat kaikki Pohjois-Pohjanmaalla. Ne vaihtelevat kooltaan 58 ja 177 lehmän välillä. Erilaisia nurmenkorjuumenetelmiä on seuraavasti: pyöröpaalain neljällä tilalla, noukinvaunu kolmella tilalla, tarkkuussilppuri kahdella tilalla ja yhdellä tilalla on sekä noukinvaunulla että ajosilppurilla korjattua säilörehua. Tilat ovat myös erilaisia appeen valmistuksessa ja jakotavoissa. Yhden apesatsin määrä vaihtelee 700–8400 kiloon. Appeen jakokerrat päivittäin vaihtelevat 1–10 satsiin. Ape valmistetaan kerran päivässä kaikilla muilla tiloilla paitsi tilalla 6, jossa ape valmistetaan 3 kertaa päivässä. Tällä tilalla on käytössä pieni kiinteä 7,5m³ apesekoitin ja matoruokkija. Myös tilalla 3 käytössä on matoruokkija. Tilalla 2 appenjaossa käytetään apuna RehuMatti-rehunjakovaunua. Muilla tiloilla ape jaetaan suoraan apevaunusta tai se työnnetään ruokintapöydälle pienkuormaajalla.

TAULUKKO 1. Yhteenvedo kohdetiloista.

	Tila 1	Tila 2	Tila 3	Tila 4	Tila 5	Tila 6	Tila 7	Tila 8	Tila 9	Tila 10
Lehmiä	177	66	95	120	120	64	60	60	58	105
Lehmiä lypsyssä	141	65	95	107	100	54	42	52	53	95
Makuuparsia	157	71	140	104	120	61	64	62	74	113
Ruokintatila/lehmä (m)		0,62	0,49		0,68	0,56	0,64	0,56	0,75	0,57
Ruokintapaikkoja	93			68						
Keskim. Poikimaväli	404		401	391	400	419	442	419	400	390
Keskim. Poikimisia/lehmä	2,4	1,9	2,2	1,7	2,5	2	2,2	1,6	2	1,9
Nurmenkorjuumenetelmä	nv	ts	nv	nv+as	ts	paali	nv	paali	paali	paali
Siilomalli	ls	auma	ls	ls+paali	auma+ls	paali	ls	paali	paali	paali
Apevaunun vetoisuus (m3)	20	14	24	24	20	7,5	20	14	16	23
Pysty/vaaka	pysty	pysty	pysty	pysty	pysty	pysty	vaaka	pysty	pysty	vaaka
Appeen sekoitus aika	10	10	15	12,5	10	6	15	30	17,5	30
Appeen määrä/satsi (kg)	8400	4800	5600	5085	6000	700	2900	2600	3950	3500
Appeen jakokerrat	2	2	8	1	1	10	1	3	2	1
Appeen valmistuskerrat	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1

7.2 Rehunäytteiden otto ja käsittely

Koejärjestelyyn kuului ottaa ruokintapöydältä kolme kahden kilon painoista näytettä juuri jaetusta tuoreesta seosrehusta. Yhden näytteen otimme ruokintapöydän alkupäästä, yhden keskeltä ruokintapöytää ja yhden ruokintapöydän loppupäästä. Otimme myös yhden noin kahden kilon rehunäytteen ruokintapöydälle jääneestä rehusta.

Näytteiden partikkelijakauman selvittämiseksi teimme seulonnan 3-tasoisella Penn State Particle Separator -rehuseulalla. Seula on oiva apukeino, kun halutaan tutkia miten appeen fysikaalinen koostumus vaihtelee yhden apesatsin sisäisesti ja eri satsien välillä. (Leahy 2013.) Ylätasolla on 19 mm kokoiset reiät, keskitasolla oli 8 mm kokoiset reiät ja alataso on kiinteä. On ehdottoman tärkeää, että seulonta suoritetaan mahdollisimman tasaisella alustalla. Tutkimuksessamme valitsimme seulontaa varten navetasta sellaisen paikan, missä lattia oli tasainen eikä seulontapaikalla esiintynyt vetoa tai tuulta. Käytimme näytteiden punnituksessa apuna digitaalista talousvaakaa. Seulontaa varten mittasimme jokaisesta näytteestä erikseen n. 200 g seosrehua ylätason päälle. Mikäli seulaan laittaa liikaa rehua, ei laatikon käsitteleminen enää onnistu vaan rehua voi mahdollisesti lentää seulasta ulos. Seulontaa varten mitattu rehumäärä vaihteli 195–215 grammaa. Seulonnan toimintaperiaate oli seuraava: heilutimme seulaa edestakaisin 5 kertaa, jonka jälkeen käännsimme seulaa neljänneksen myötäpäivään. Jatkoimme tätä kunnes seula oli ravistettu joka reunalta. Tämä tarkoittaa, että yhdessä kierroksessa tarvitaan 40 ravisteluliikettä. Seulonnan jälkeen punnitsimme jokaiselle tasolle jääneen rehumäärän. (Bonsels 2016, 2.)



KUVIO 7. Rehuseulan eri tasot. Päällimmäisen tason reiät ovat suurimmat, pohja on kiinteä. (Bonsels 2016, 3.)

Ruokintapöydältä otetut seosrehunäytteet lähetettiin kemialliseen analyysiin Eurofins Viljavuuspalveluun, jossa niistä määritettiin kuiva-aine, raakavalkuainen, NDF-kuitu, tuhka sekä tehtiin suppea kivennäisanalyysi. Laskimme reseptiä vastaavat rehuarvot LUKE:n rehuarvolaskurilla. Todellisen lehmillä syötetyn appeen koostumuksen tiedot saimme lähetettyämme näytteet appeesta Viljavuuspalvelun analysoitavaksi.

Laskimme rehuarvon vaihtelua ruokintapöydällä kuvaavat vaihteluarvot seuraavalla kaavalla:

$$\text{vaihtelu} = \frac{\text{rehusatsista saatu pienin rehuarvo} - \text{rehusatsista saatu suurin rehuarvo}}{\text{pienin rehusatsista saatu rehuarvo}}$$

Vertailimme seulonnan tuloksia tarkastelemalla kuinka appeen sekoitusajan pituus vaikuttaa appeen fysikaaliseen koostumukseen.

8 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

8.1 Seulontatulokset

Seulonnasta saaduista tuloksista voimme nähdä miten seosrehun fyysikaalinen koostumus vaihtelee tilakohtaisesti ruokintapöydän eri kohdissa ja eri käyntien välillä. Karkearehun pituus vaikuttaa seulonnan tuloksiin. Erot olivat silminkin havaittavia (kuviot 8–10).



KUVIO 8.. Seulonnan tulokset tilan 1 ensimmäiseltä käynniltä. Karkeimman rehun osuus on selvästi suurin. (Kettunen 2015.)



KUVIO 9.. Seulonnan tulokset tilan 6 ensimmäiseltä käynniltä. (Kettunen 2015.)



KUVIO 10. Seulonnan tulokset tilan 5 toiselta käynniltä. Eri tasoilla ei ole suuria eroja. (Kettunen 2015.)

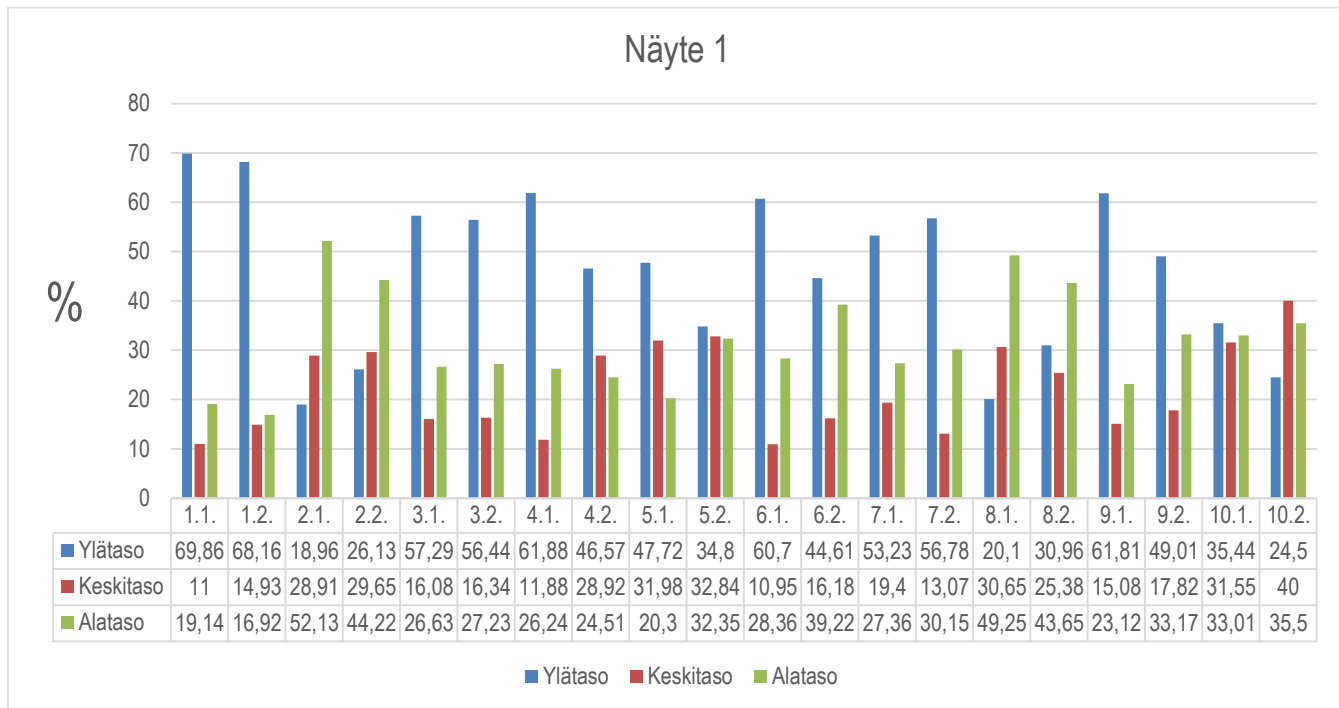
Erlaisilla nurmenkorjuumenetelmillä on havaittavissa eroavaisuuksia tuloksissa. Noukinvaunulla kerättyä karkearehua oli kolmella tilalla kymmenestä. Tarkkuussilppurilla kerättyä rehua oli kahdella tilalla. Neljä tilaa käytti paalirehua ja yhdellä tilalla oli noukinvaunulla sekä ajosilppurilla kerättyä rehua.

Seulonnassa ilmeni, että pitkäkortisinta seosrehua oli tiloilla, joilla oli käytössä noukinvaunulla korjattu karkearehu (tilat 1, 3 ja 7). Näillä tiloilla seulan ylätasolle jäänyt eli karkein rehuosuus vaihteli 42,4–70,7%:iin. Näiden tilojen karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 59,2%, kun taas kaikkien tilojen keskiarvo oli 45,4%. Noukinvaunutiloilla jätteen karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 66,3%. (Kuviot 11–14).

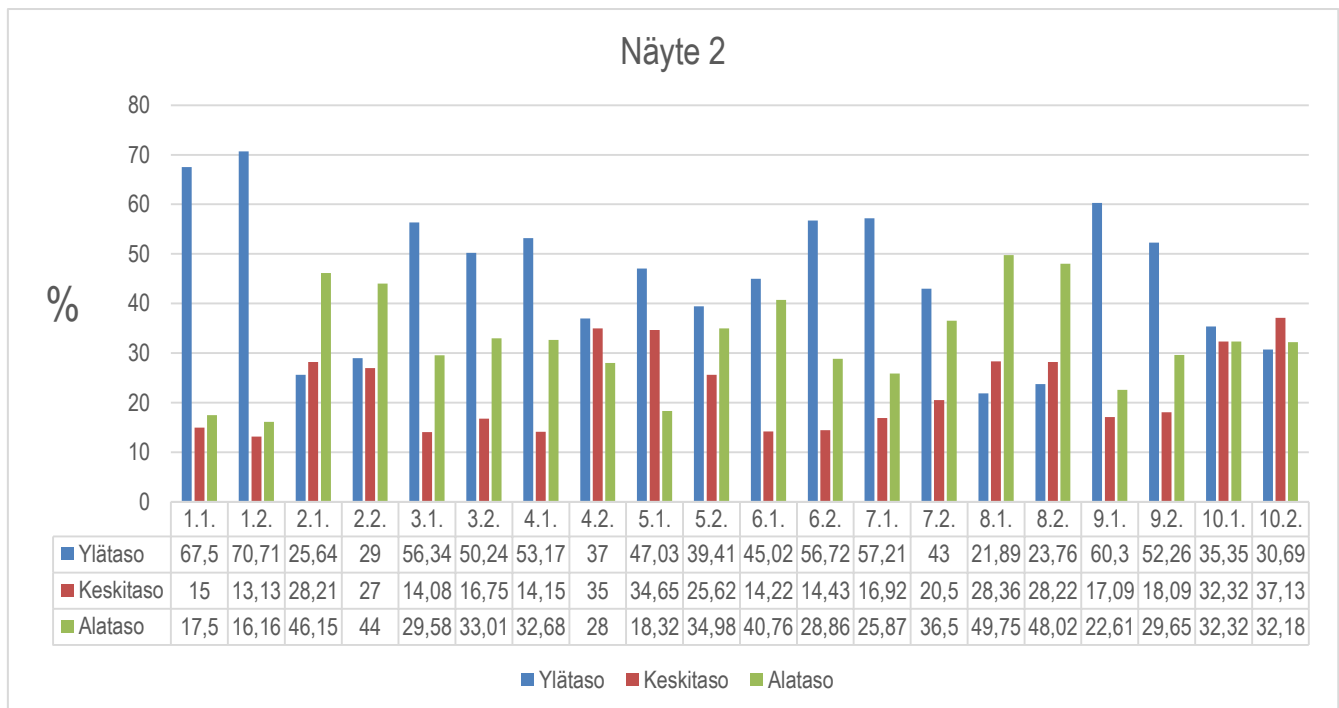
Paalirehua käyttäneillä tiloilla (6, 8, 9 ja 10) seulonnan karkeimman rehun osuus vaihteli 19,8–61,8%:iin. Keskiarvo näillä tiloilla oli 40,2%. Paalirehutiloilla jätteen karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 48,8%.

Seosrehu oli kaikista hienojakoisinta tiloilla joilla oli nurmenkorjuumenetelmänä tarkkuussilppuri (2 ja 5). Näillä tiloilla karkeimman rehun osuus oli 19,0–51,3%. Karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 33,9%. Jätteen karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 40,9%. Tarkkuussilputtua rehua käytti vain kaksi tilaa ja niidenkin välillä oli eroa. Tilan 2 karkeimman rehun osuus vaihteli 19,0–29,0%:iin ja tilan 5 34,8–51,3%:iin. Karkeimman rehun osuuden keskiarvo oli 33,9%. Myös hienoimman eli seulan alimmalle tasolle jääneen rehuosuuden määrä oli huomattavasti suurempi kuin muita

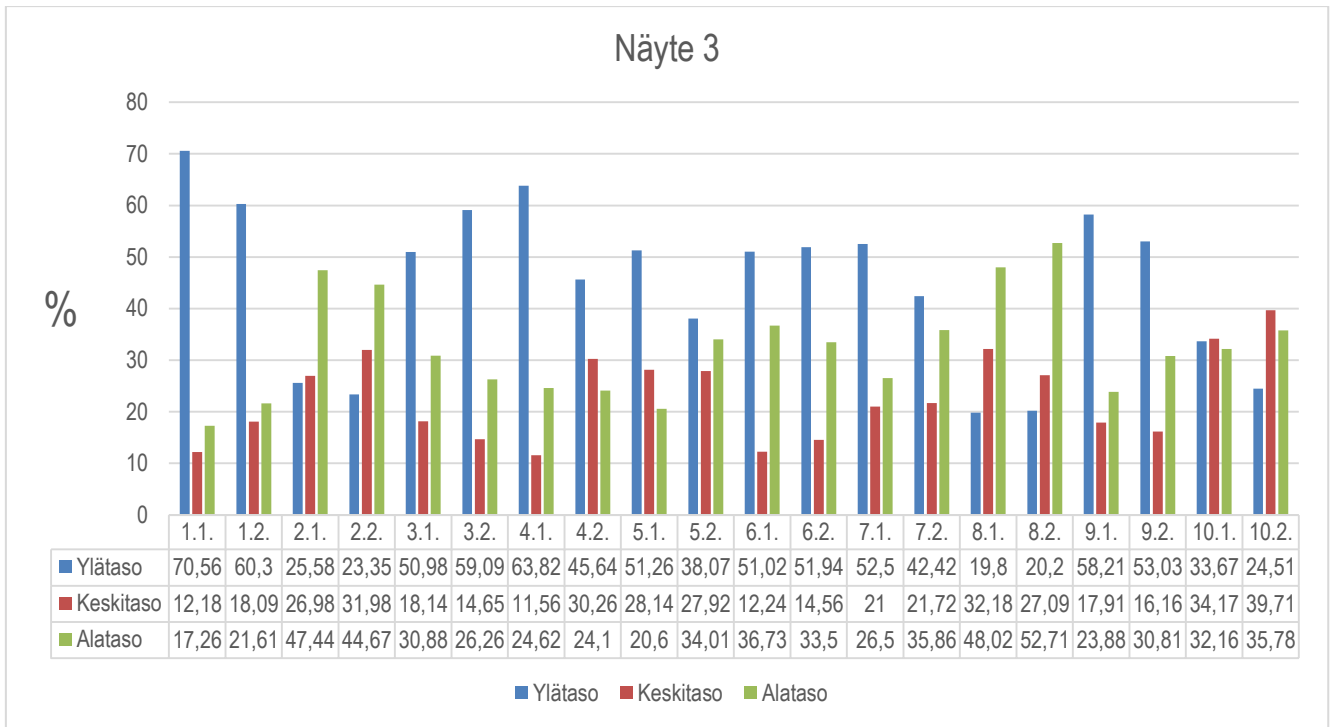
rehunkorjuumenetelmiä käyttäneillä tiloilla. Alimmalle tasolle jääneen rehumäärän eli hienoimman rehun osuus oli tarkkuussilppurituloilla 36,6%, kun kaikkien tilojen keskiarvo oli 32,1%.



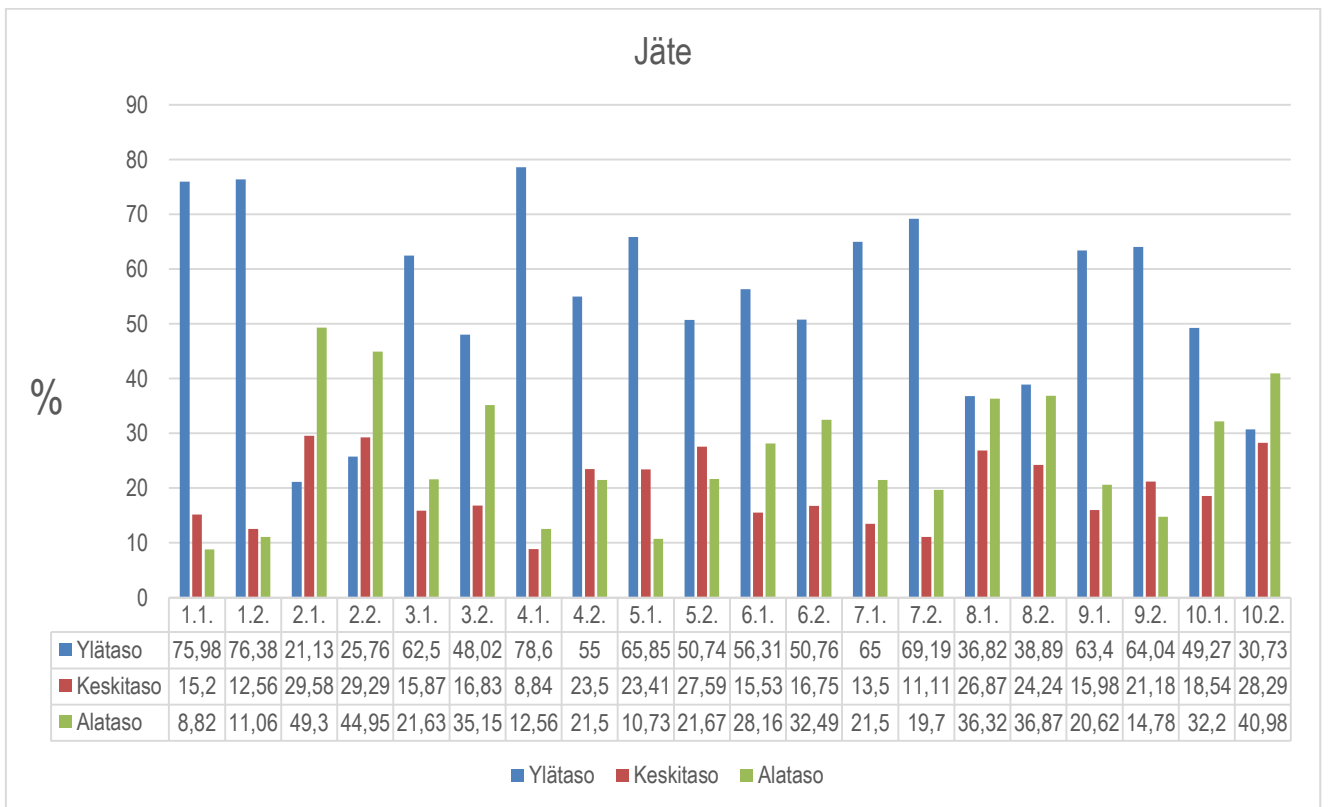
KUVIO 11. Seulonnan tulokset pöydän alkupäästä



KUVIO 12. Seulonnan tulokset pöydän keskeltä



KUVIO 13. Seulonnin tulokset pöydän loppupäästä



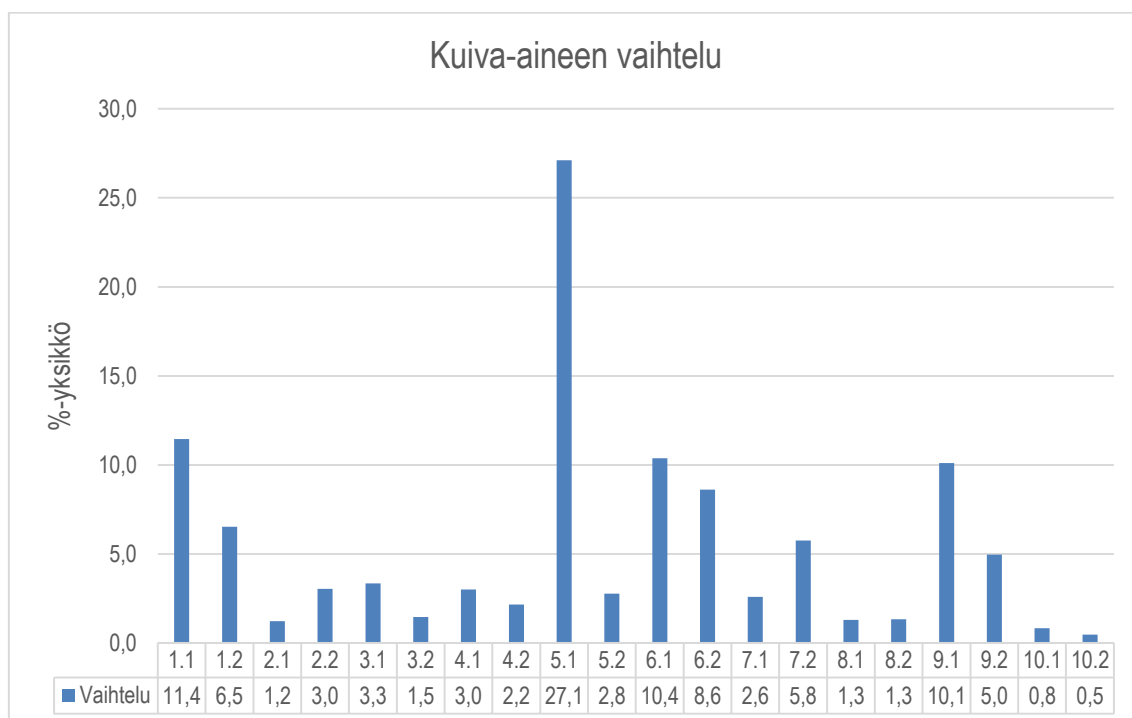
KUVIO 14. Seulonnin tulokset jätteestä

8.2 Rehuarvojen vaihtelu ruokintapöydällä

On havaittavissa suuria eroja tutkittaessa kuinka paljon rehuarvot vaihtelevat tilalla ruokintapöydän eri kohdissa. Vertailimme jokaisen tilan osalta yhtä apesatsia ottamalla siitä näytteen kolmesta eri kohdasta ruokintapöytää. Jokaisella tilalla tämä tehtiin kaksi kertaa. Eurofins Viljavuuspalvelulta saatujen analyysien avulla pystyimme vertailemaan ja tutkimaan kuinka paljon rehuarvot vaihtelevat eri tilojen välillä ja tilakohtaisesti. Jos appeen koostumus vaihtelee paljon eri kohdissa ruokintapöytää, se tarkoittaa että appeen sekoitus tai jako on epäonnistunut.

8.2.1 Kuiva-aineen vaihtelu

Kuiva-aineen vaihtelu apesatsien sisällä oli suurimmalla osalla vähemmän kuin 10% (kuvio 15). Neljällä apesatsilla vaihtelu oli yli 10%. Suurin kuiva-aineen vaihtelu oli tilan numero 5 ensimmäisellä käynnillä, jolloin suhteellinen kuiva-aineen vaihtelu rehunäytteiden välillä oli jopa 27,1%. Tämä poikkesi paljon muista tuloksista. Tilan 5 ensimmäisellä käynnillä ruokintapöydän alkupäästä otetun näytteen kuiva-ainepitoisuus oli 29,5% ja loppupäästä otetussa näytteessä se oli 37,5%. Yli puolella satseista kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu oli vain muutamia prosentteja, eli niissä appeen kuiva-ainepitoisuus pysyi hyvin samanlaisena koko ruokintapöydän alueella.



KUVIO 15. Kuiva-aineen vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.2 Raakavalkuaisen vaihtelu

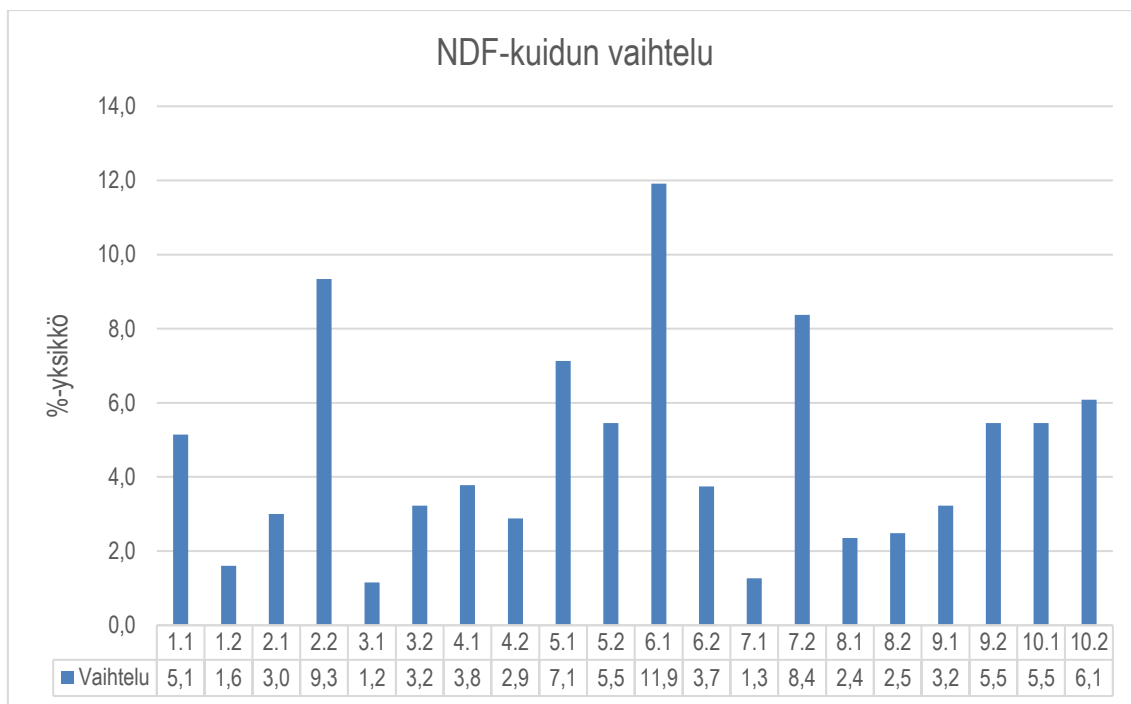
Rehunäytteiden raakavalkuaisen pitoisuus vaihteli suurimmalla osalla apesatseista melko vähän (kuvio 16). Kahdellatoista tilakäynnillä näytteiden välinen vaihtelu oli vähemmän kuin 5%-yksikköä. Neljällä tilakäynnillä vaihtelu ylitti 10%-yksikön. Kolmannen tilan ensimmäisellä käynnillä vaihtelu oli 42,7%-yksikköä, mikä oli huomattavasti muita suurempi. Tällä käynnillä raakavalkuaisen arvo oli ruokintapöydän alkupäässä 131 g/kg ka ja keskiosassa 135 g/kg ka. Loppupäässä raakavalkuaisen pitoisuus oli peräti 187 g/kg ka. Tilan 7 ensimmäisellä käynnillä raakavalkuaisen pitoisuus ei taas vaihdellut ollenkaan koko ruokintapöydän pituudella. Pitoisuus oli joka kohdassa 172 g/kg ka.



KUVIO 16. Raakavalkuaisen vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.3 NDF-kuidun vaihtelu

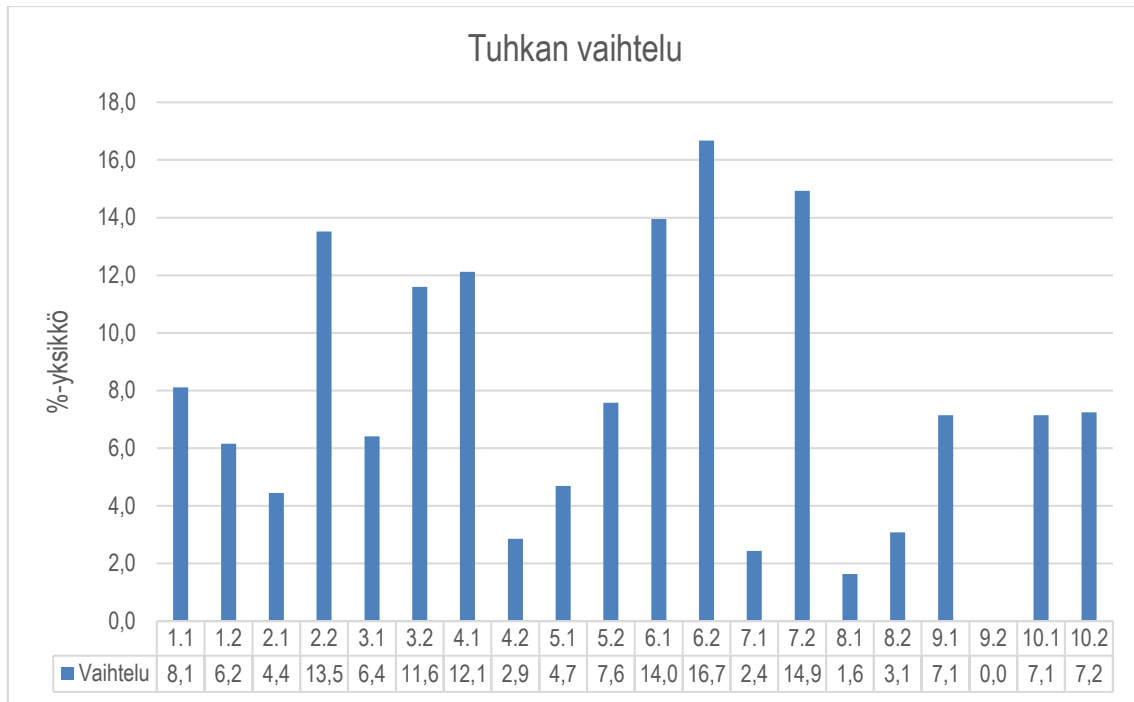
NDF-kuidun pitoisuuden vaihtelu oli apesatsien sisällä 1,2–11,9%-yksikköä (kuvio 17). Suurin vaihtelu oli tilalla 6 ensimmäisellä kerralla. NDF-kuidun pitoisuus oli ruokintapöydän alkuosassa 529 g/kg ka ja loppupäässä se oli 592 g/kg ka.



KUVIO 17. NDF-kuidun vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.4 Tuhkapitoisuuden vaihtelu

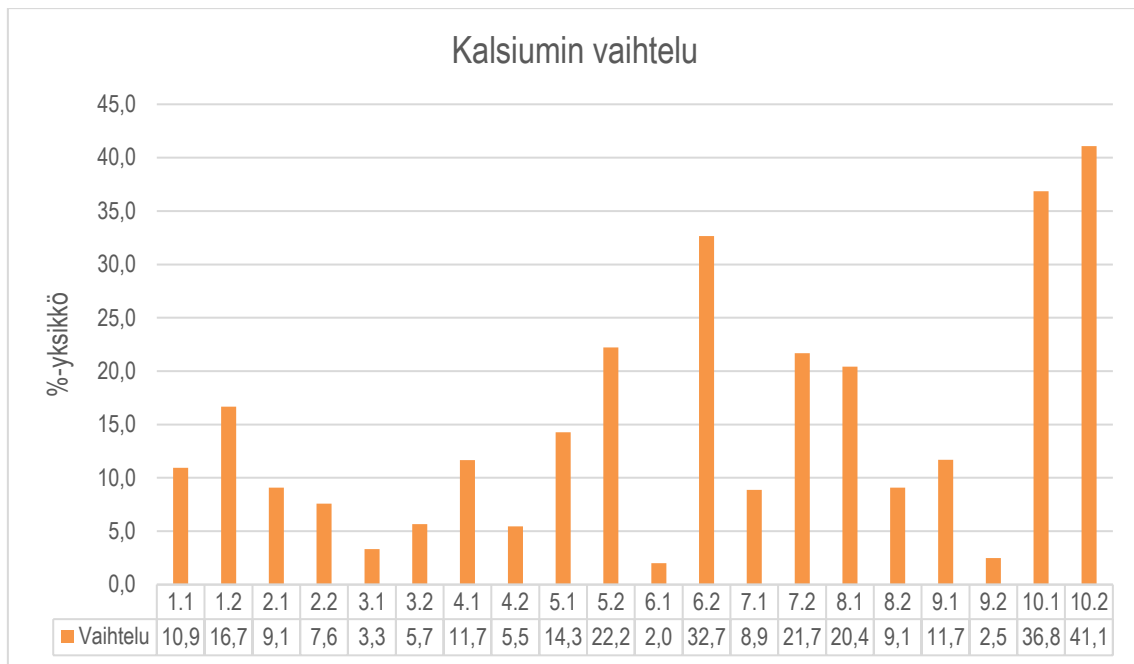
Tuhkapitoisuuden vaihtelu oli apesatsien sisällä 0,0–16,7%-yksikköä (kuvio 18). Tilan 6 toisella käynnillä vaihtelu oli suurin. Siellä ruokintapöydän keskiosassa olevan näytteen tuhkapitoisuus oli 48 g/kg ka ja alkupäässä 56 g/kg ka. Tilan 9 toisella käynnillä tuhkapitoisuus taas ei vaihdellut lainkaan sen ollessa jokaisessa kolmessa näytteessä 68 g/kg ka.



KUVIO 18. Tuhkapitoisuuden vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.5 Kalsiumpitoisuuden vaihtelu

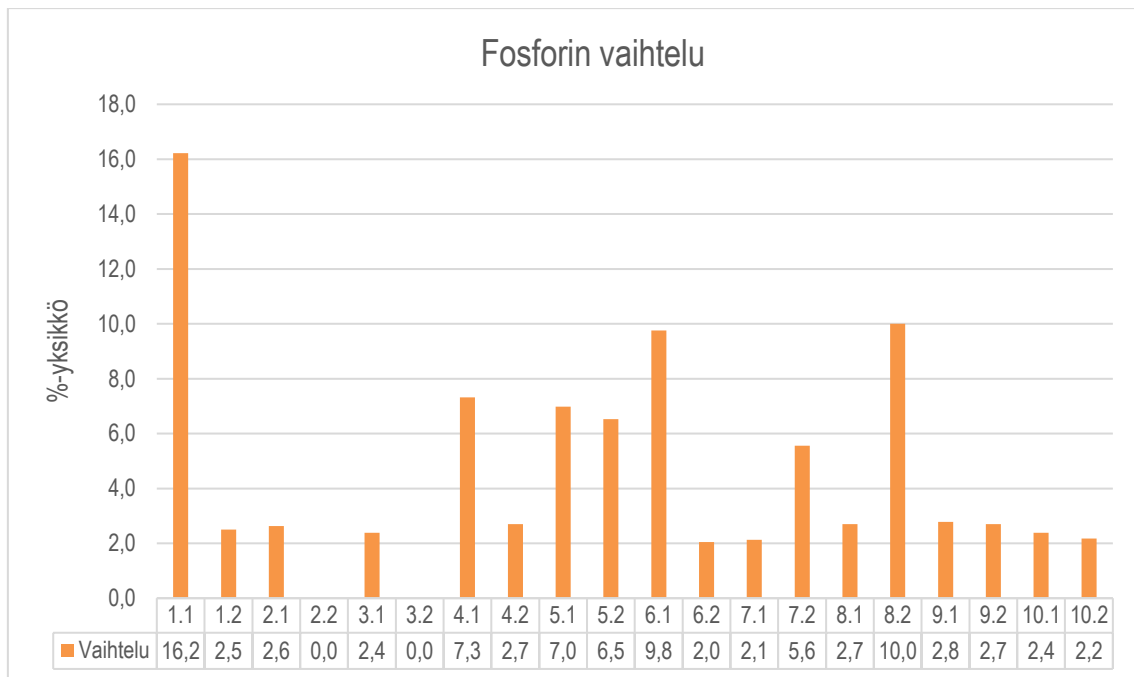
Kalsiumpitoisuus vaihteli käyntikohtaisesti ruokintapöydän eri kohdissa hyvin paljon (kuvio 19). Suurimmat vaihtelut olivat tilan 6 toisella käynnillä ja tilan 10 molemmilla käyntikerroilla. Vaihtelu oli keskimäärin 14,6%-yksikköä. Suurin vaihtelu oli tilan 10 toisella kerralla, missä kalsiumpitoisuus oli ruokintapöydän alussa 5,6 g/kg ka ja keskiosassa 7,9 g/kg ka.



Kuvio 19. Kalsiumin vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.6 Fosforipitoisuuden vaihtelu

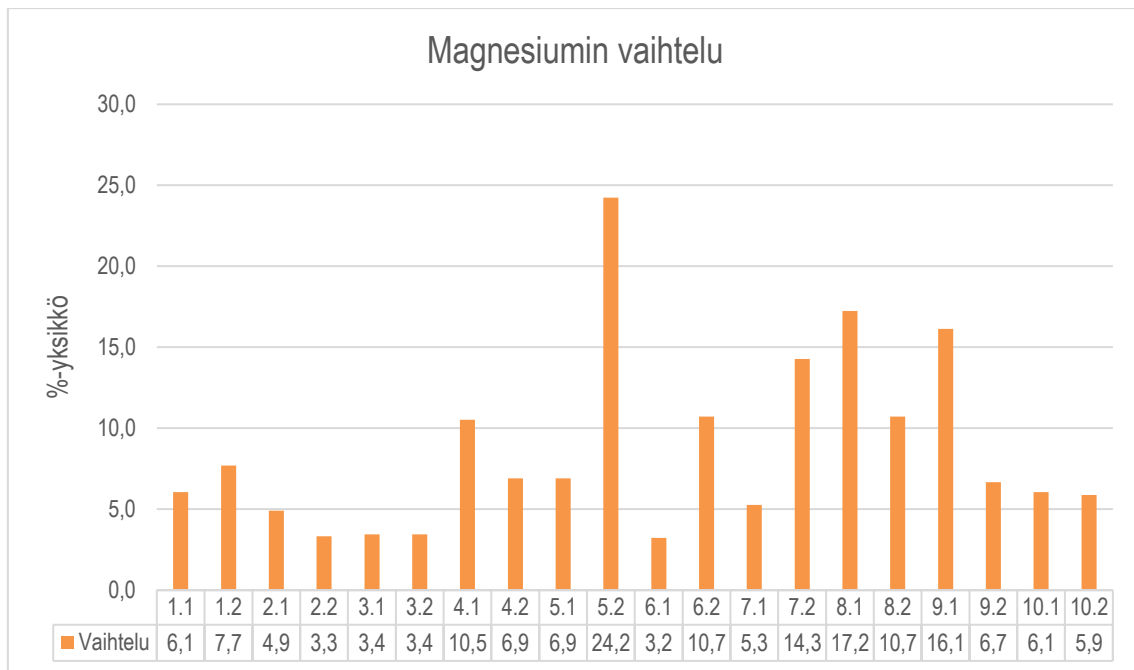
Fosforipitoisuuden vaihtelu oli vähäisempää kalsiumpitoisuuden vaihteluun verrattuna (kuvio 20). Apesatsien sisäinen vaihtelu pysyi muutamaa poikkeusta lukuunottamatta 10 prosentin alapuolella. Keskiarvo vaihtelulle oli 4,2 prosenttia. Tilan 1 ensimmäisellä käynnillä apesatsin sisäinen vaihtelu oli 16,2 prosenttia, mikä oli vaihteluista suurin. Siellä ruokintapöydän keskiosasta otetussa näytteessä fosforipitoisuus oli 3,7 g/kg ka ja loppupäässä 4,3 g/kg ka.



KUVIO 20. Fosforin vaihtelusta ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.7 Magnesiumpitoisuuden vaihtelu

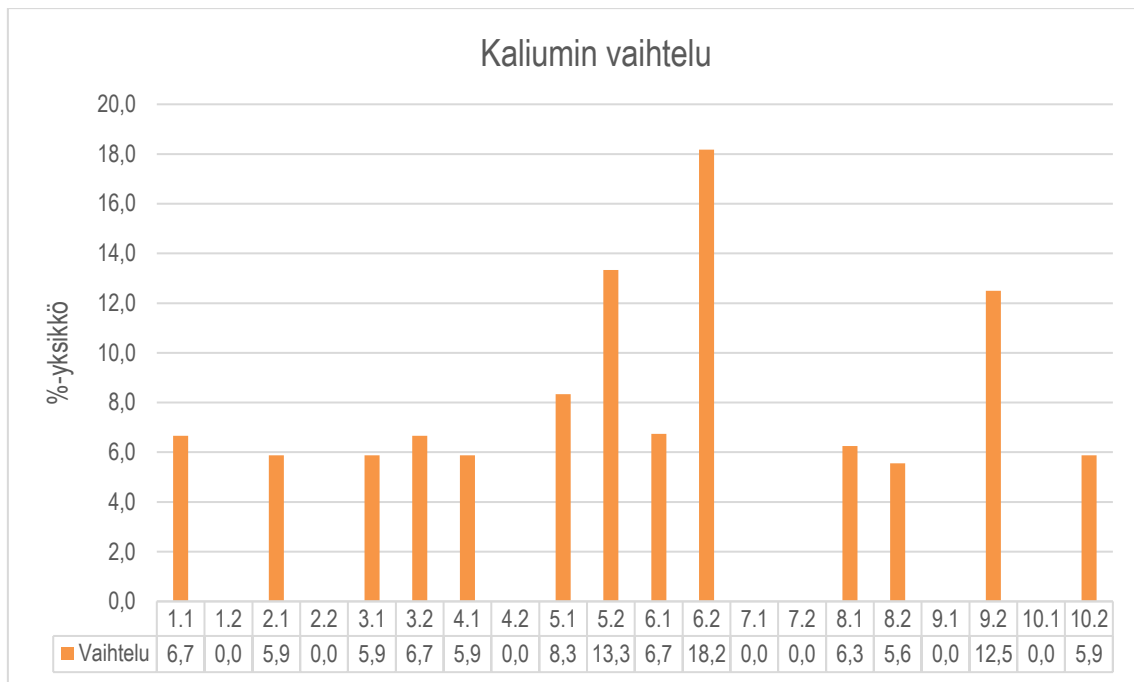
Magnesiumpitoisuuden vaihtelu oli apesatsien sisällä 3,2-24,2%-yksikköä (kuvio 21). Tilan 5 toisella käynnillä vaihteluväli oli suurin. Siellä ruokintapöydän alusta otetun näytteen magnesiumpitoisuus oli 3,3 g/kg ka ja loppupäässä se oli 4,1 g/kg ka.



KUVIO 21. Magnesiumin vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.8 Kaliumpitoisuuden vaihtelu

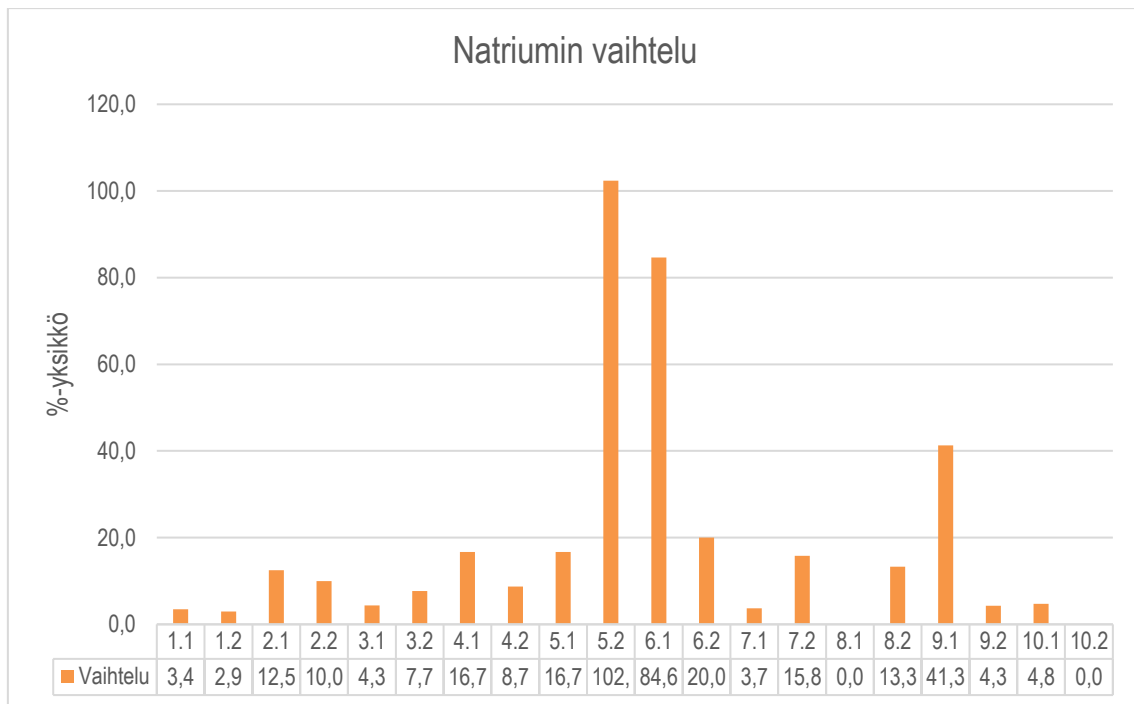
Kaliumpitoisuuden vaihtelu apesatsien sisällä oli 0,0-18,2 %-yksikköä (kuvio 22). Tilan 6 toisella käynnillä kaliumin vaihtelu oli suurin. Siellä ruokintapöydän keskellä pitoisuus oli 11 g/kg ka ja ruokintapöydän alkupäässä se oli 13 g/kg ka. Seitsemällä käynnillä kaliumpitoisuus ei vaihdellut ollenkaan ruokintapöydän pituudella.



KUVIO 22. Kaliumin vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.2.9 Natriumpitoisuuden vaihtelu

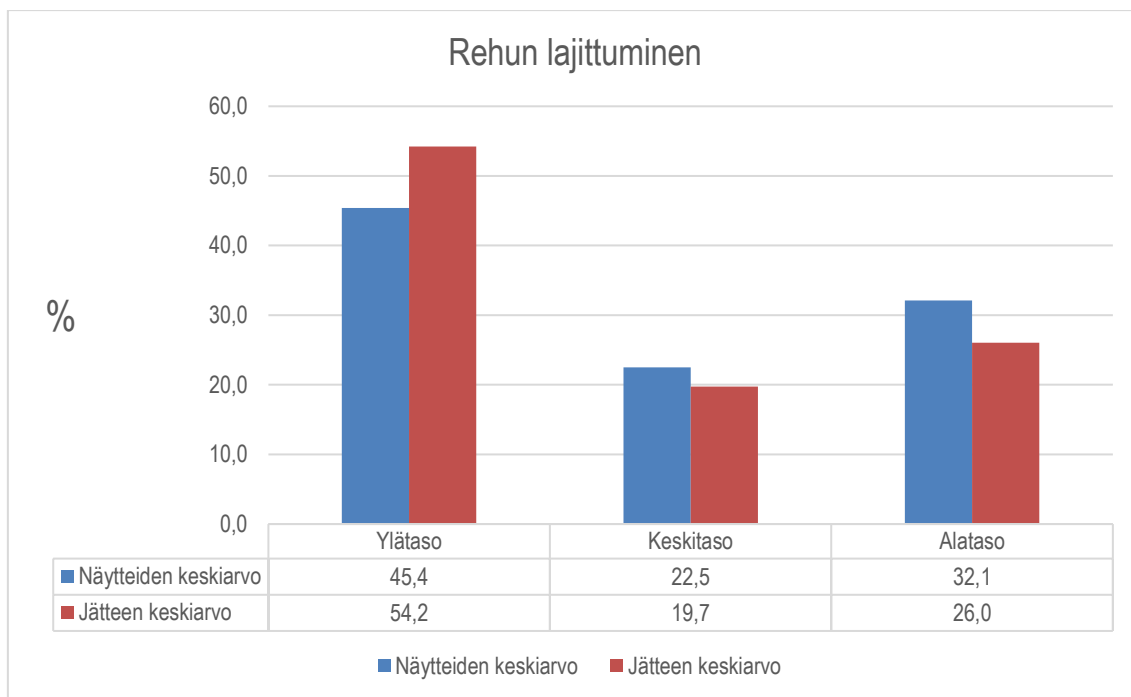
Natriumpitoisuuden vaihtelulla oli suuria eroja tilojen ja käyntien välillä. Vaihtelua oli 0,0–102,4%-yksikköön (kuvio 23). Suurimmat vaihtelut olivat tilan 5 toisella käynnillä ja tilan 6 ensimmäisellä käynnillä. Tilan 5 toisella käynnillä apesatsin sisäinen vaihtelu oli peräti 102,4%-yksikköä. Siellä ruokintapöydän alkuosasta otetun näytteen natriumpitoisuus oli 0,84 g/kg ka, kun taas keskellä ja loppupäässä se oli 1,7 g/kg ka. Myös tilan 6 ensimmäisellä käynnillä vaihtelu oli 84,6%-yksikköä. Sillä käynnillä natriumpitoisuus oli ruokintapöydän loppupäästä otetussa näytteessä 0,65 g/kg ka, kun taas alkupäässä se oli 1,2 g/kg ka. Ruokintapöydän keskellä natriumpitoisuus oli 0,68 g/kg ka.



KUVIO 23. Natriumin vaihtelu ruokintapöydän eri kohdissa

8.3 Jätteen seulontatulokset

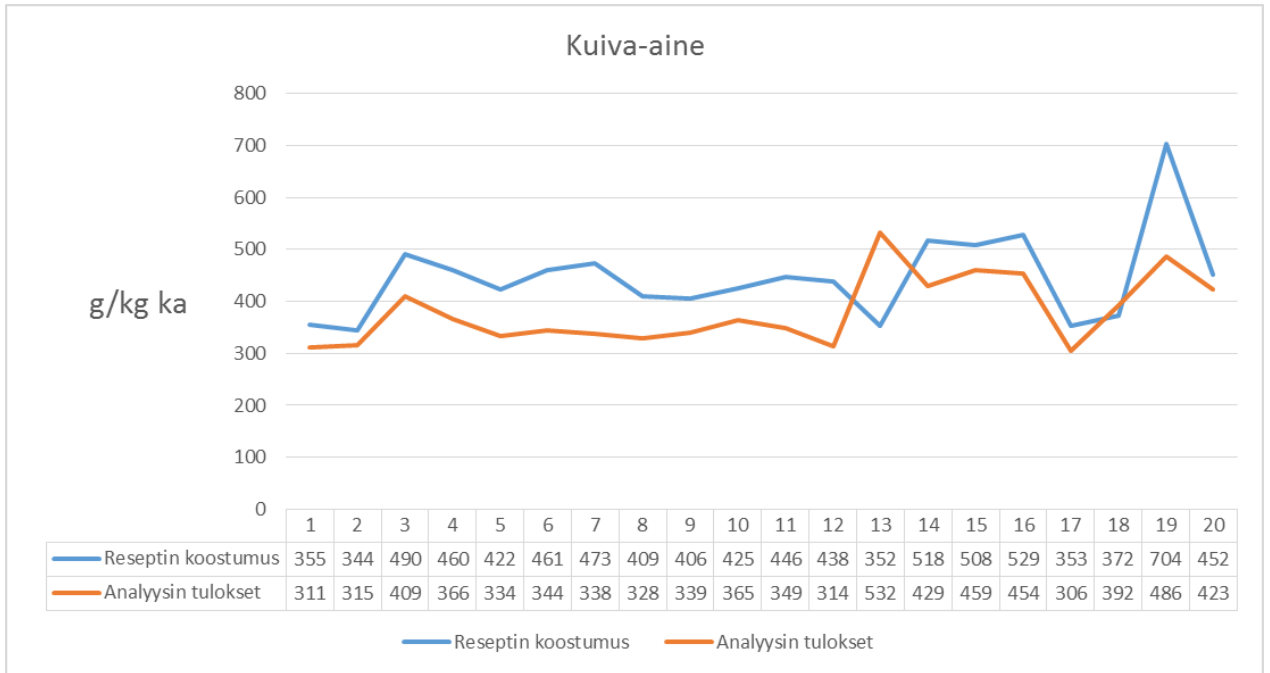
Kuviossa 24 on vertailtu varsinaisten rehunäytteiden seulonnan tulosten keskiarvoa ja jätteenäytteiden tulosten keskiarvoa. Kuvaajasta näkee, että jätteessä on 8,8%-yksikköä enemmän karkeita komponentteja kuin vasta jaetussa rehussa. Pienempiä rehukomponentteja jätteessä taas on selvästi vähemmän.



KUVIO 24. Jaetun rehun ja jätteen partikkelikoko

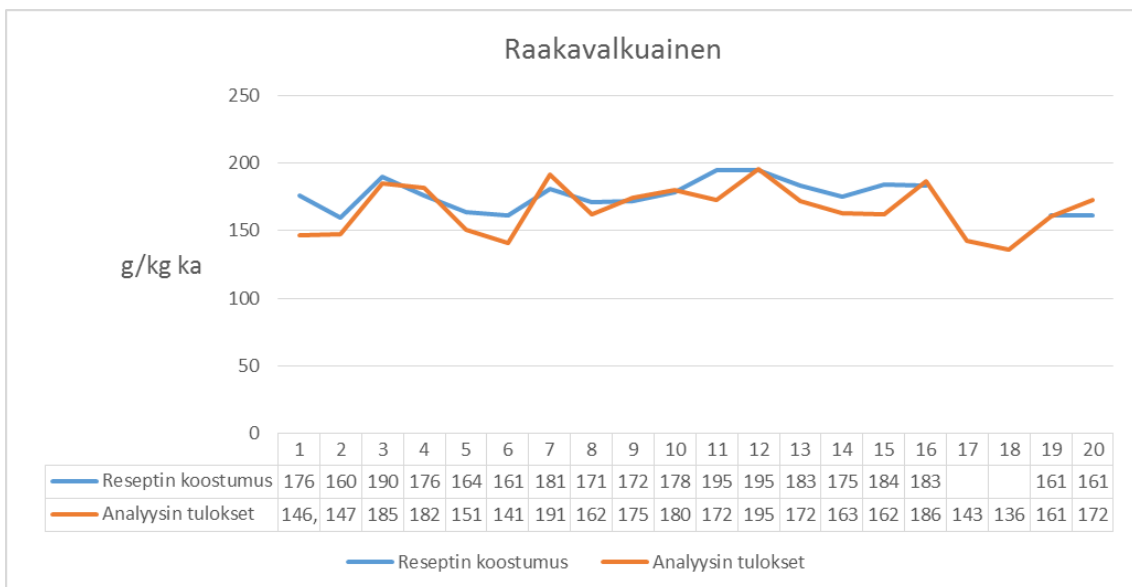
8.4 Reseptin vastaavuus syötettävään rehuun

Syötetyssä appeessa kuiva-ainepitoisuus oli alhaisempi eli ape oli reseptiä kosteampaa (kuvio 25). Vain kahdella käynnillä, tilan 6 toisella ja tilan 9 toisella käynnillä ape on ollut kuivempaa kuin sen reseptin mukaan olisi pitänyt olla. Kaikkien käyntien reseptin mukainen kuiva-ainepitoisuuden keskiarvo oli 446 g/kg ka ja analyysin mukainen keskiarvo oli 380 g/kg ka.



KUVIO 25. Reseptin ja analyysin kuiva-ainepitoisuuden eroavaisuudet

Raakavalkuaispitoisuus ei reseptin ja syötetyn appeen välillä eronnut merkittävästi (kuvio 26). Monessa apesatsissa erot olivat hyvin pieniä. Syötetyssä appeessa oli keskimäärin hieman pienempi raakavalkuaispitoisuus kuin reseptissä. Kaikkien käyntien raakavalkuaispitoisuuden keskiarvo oli reseptin mukaan 176 g/kg ka ja analyysin mukaan 166 g/kg ka. Tilan 9 reseptin tietoja emme saaneet laskettua raakavalkuaisen osalta puuttuvan säilörehuanalyysin vuoksi.



KUVIO 26. Reseptin ja analyysin raakavalkuaispitoisuuden eroavaisuudet

8.5 Sekoitusajan vaikutus fysikaaliseen koostumukseen

Sekoitusajat näkyvät taulukosta 2 ja fysikaalisen seulonnan tulokset näkyvät kuvioista 11-14. Käyntien välillä sekoitusajat pysyivät tiloilla samoina.

TAULUKKO 2. Kohdetilojen sekoitusajat

	Tila 1	Tila 2	Tila 3	Tila 4	Tila 5	Tila 6	Tila 7	Tila 8	Tila 9	Tila 10
Sekoitusaika (min)	10	10	15	12,5	10	6	15	30	17,5	30

Jaoimme tilat kahteen ryhmään: tilat, joiden sekoitusaika on 6-12,5 minuuttia, ja tilat, joiden sekoitusaika on 15-30 minuuttia (taulukko 3). Kumpaankin ryhmään kuuluu 5 tilaa. Fysikaalisessa seulonnassa seulan ylimmälle tasolle jääneen rehun osuuksien keskiarvo oli 47,74 prosenttia lyhyemmällä sekoitusajalla. Pidemmällä sekoitusajalla tämä keskiarvo oli 43,03 prosenttia. Pidemmällä sekoitusajalla taas seulan alimmalle tasolle jäi enemmän rehua.

TAULUKKO 3. Seulonnan tuloksien keskiarvoja tiloilta, joilla sekoitusaika oli 6 - 12,5 minuuttia sekä tiloilta, joilla sekoitusaika oli 15 - 30 minuuttia.

Keskiarvo tilat
sekoitusaika 6-12,5min

Ylätaso	47,74 %
Keskitaso	21,75 %
Alataso	30,51 %

Keskiarvo tilat
sekoitusaika 15-30 min

Ylätaso	43,03 %
Keskitaso	23,25 %
Alataso	33,71 %

Vertasimme myös tiloja, joilla sekoitusaika oli 10 minuuttia (3 tilaa) ja tiloja, joilla sekoitusaika oli 30 minuuttia (2 tilaa). Näiden ryhmien välillä oli suuri ero (taulukko 4). Tiloilla, joilla sekoitusaika oli 10 minuuttia, karkeimman rehun osuus oli 45,22 prosenttia, kun taas tiloilla, joilla sekoitusaika oli 30 minuuttia, karkeimman rehun osuus oli vain 26,74 prosenttia. Sekoitusaikalla on merkitystä rehun fysikaaliseen koostumukseen. Mitä kauemmin rehua sekoitetaan, sitä hienorakeisempaa se on.

TAULUKKO 4. Seulonnan tuloksien keskiarvoja tiloilta, joilla sekoitusaika oli 10 minuuttia sekä tiloilta, joilla sekoitusaika oli 30 minuuttia.

Keskiarvo tilat
sekoitusaika 10min

Ylätaso	45,22 %
Keskitaso	24,35 %
Alataso	30,43 %

Keskiarvo tilat
sekoitusaika 30min

Ylätaso	26,74 %
Keskitaso	32,23 %
Alataso	41,03 %

9 POHDINTA

Tasapainoinen ja tasainen ruokinta hyvälaatuisilla rehuilla on perustekijä kannattavassa maidontuotannossa. Se on perustekijä myös hyvinvoivan naudan terveyden ylläpitämisessä ja erilaisten sairauksien ennaltaehkäisyssä. Seosrehuruokinnan avulla on mahdollista saada kattava ja tasainen ruokinta koko karjalle, mutta tämä vaatii paljon tietoa ja kokemusta seosrehuruokinnasta. Seosrehuruokinnan kasvavan suosion vuoksi on erityisen tärkeää tehdä tutkimusta seosrehuruokinnan kannattavuudesta ja toteutustavoista. Täydennetyt seosrehuruokinnan etuna on se, että jokainen lehmä saa lypsyrobotilta tai ruokintakioskilta yksilöittäin räätälöidyn päivittäisen täysrehuannoksen. Varsinaisessa seosrehuruokinnassa ruokittavan appeen tasalaatuisuuden merkitys on näin ollen vielä suuremmassa roolissa suunniteltaessa tasapainoista ja tasalaatuista ruokintaa.

On todettu, että seosrehun laadun vaihtelu aiheuttaa karjan sisällä maidontuotoksen laskua, kun eri eläimet syövät erilaista apetta. On myös todettu, että tasalaatuinen rehu vaikuttaa eläinterveyteen. Tiettyjen ravintoaineiden puutteellinen saanti voi aiheuttaa sairauksia kuten immunitaettikatoa ja sitä kautta erilaisia tulehduksia. Toisaalta joidenkin rehukomponenttien liiallinen syönti suhteessa karkearehun syöntiin saattaa aiheuttaa vakavia terveydellisiä ongelmia. Suuren maidontuotannon vuoksi ravintoaineiden säännöllinen ja riittävä saanti korostuu. Seosrehun tasalaatuisuuden edistämiseksi kannattaa käyttää aikaa ja pohtia, mitkä tekijät omalla tilalla voivat edesauttaa tasalaatuisen rehun toteuttamisessa.

Tässä tutkimuksessa totesimme, että seosrehuruokinnassa ilmenee suuria eroja apesatsien sisällä. Fysikaalisen seulonnan tuloksista päätellen seosrehun karkearehun korren osuus vaihtelee apesatsin sisällä, joten seosrehu on fysikaaliselta koostumukseltaan erilaista ruokintapöydän eri kohdissa. Pienet komponentit, kuten kivennäis- ja hivenaineet, on hankala saada seokseen tasaisesti. Etenkin natriumin, kalsiumin ja magnesiumin osalta tutkimuksessa ilmeni suuria eroja apesatsien eri kohdissa. Tutkimuksessa kävi myös ilmi, että lehmät pystyvät lajittelemaan rehua syödessään, sillä näytteet jätteestä sisälsivät karkeampaa rehua kuin näytteet vasta jaetusta appeesta.

Tutkimuksessa ongelmana on tutkittavan aineiston suppeus. Esimerkiksi erilaisia nurmenkorjuumenetelmiä ja niiden vaikutusta seosrehun tasalaatuisuuteen oli vaikea verrata

keskenään, sillä joitain nurmenkorjuumenetelmiä ei esiintynyt aineistossa kuin yksi tai kaksi kertaa, jolloin kyseessä olleiden menetelmien otos jäi suppeaksi. Tutkimus olisi ollut tarkempi, mikäli kaikilla tutkimuksessa olleilla tiloilla olisi ollut käytössä sama nurmenkorjuumenetelmä. Tällöin muiden tekijöiden, kuten valmistus- ja jakomenetelmien vaikutus seosrehun tasalaatuisuuteen olisi tullut paremmin esille.

Kun aloitimme opinnäytetyön tekemisen, aloimme miettimään mitä eri asioita tutkimuksessa kannattaa vertailla keskenään ja mitkä asiat ovat tutkimuksen kannalta oleellista selvittää. Silloin ajattelimme, että vertaamme maidontuotoksia ja –pitoisuuksia seosrehun tasalaatuisuuteen ja suunnitellun apereseptin vastaavuuteen suhteessa rehunäytteiden analyysiin. Kerättyämme tiedot kymmeneltä eri tilalta, kahdelta eri käynniltä, dataa oli huikeat määrät. Pian huomasimme, että maidon tuotoksien ja pitoisuuksien vertailu tuottaa liikaa työtä ja opinnäytetyön tärkein aihe eli seosrehun tasalaatuisuus ja siihen vaikuttavat tekijät jäävät toissijalle.

Olemme sitä mieltä, että tästä aineistosta olisi mahdollista jatkaa esimerkiksi toisen opinnäytetyön verran, jossa voitaisiin perehtyä tarkemmin esimerkiksi nurmenkorjuumenetelmiin tai rehusekoitusvaunujen ominaisuuksiin ja verrata niitä eri tilojen apesatsien tasalaatuisuuteen ruokintapöydän eri kohdissa. Todennäköistä on, että seosrehun tasalaatuisuuteen vaikuttavat kaikki edellä mainitut tekijät.

Haluamme lopuksi kiittää kaikkia Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevia tiloja, jotka osallistuivat tähän opinnäytetyöhön antamalla meidän tutkia heidän rehujaan ja toteutusmenetelmiään rehunteossa ja jaossa. Kiitos luottamuksesta ja avoimuudesta. Haluamme myös kiittää Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Matti Järveä ja Raisioagron kehityspäällikkö Merja Holmaa hyvästä ohjauksesta ja tuesta työn eri vaiheissa.

KUVALÄHTEET

Bonsels, T. Praxistipp zum Einsatz der Futterschüttelbox. LLH Kassel. Fachgebiet 26
Fachinformation Tierproduktion, 3.

Kettunen, T. 2015. Opinnäytetyön tekijä. OAMK.

LÄHTEET

Bonsels, T. 2016. Praxistipp zum Einsatz der Futterschüttelbox. LLH Kassel. Fachgebiet 26 Fachinformation Tierproduktion, 1–4.

DeVries, T. J., LeBlanc, S. J., McBride, B. W. & Sova, A. D. 2014. Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. American Dairy Science Association.

Farmit 2015. Seosrehuruokinnan edut ja ongelmat. Viitattu 18.8.2015, <http://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosrehuruokintaan-siirtyminen/edut-ja-ongelmat>.

Farmit 2016a. Pötsihäiriöt. Viitattu 19.4.2016, <http://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/terveydenhuolto/potsihairiot>.

Farmit 2016b. Teolliset rehuseokset. Viitattu 16.1.2016, <http://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosraaka-aineet/teolliset-rehuseokset>.

Farmit 2016c. Elintarviketeollisuuden sivutuotteet. Viitattu 31.10.2016, <http://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosraaka-aineet/elintarviketeollisuuden-sivutuotteet>.

Harmoinen, T., Kyntäjä, J. & Nokka, S. 2010. Lypsylehmän ruokinta. ProAgria Keskusten Liitto. Hämeenlinna.

Hartikainen, M. 2012. Ruokintalaitteiden toimivuus ja toiminnallisuus nykyaikaisilla nautakarjatiljoilla. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelman opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu.

Holma, M. 2015a. Rehua pitää olla vapaasti tarjolla. Agro Makasiini. 1/2015, 27. Viitattu 6.3.2016, http://raisio.smartpage.fi/fi/agromakasiini-1-2015/files/AgroMakasiini_1_15_opti.pdf.

Holma, M. 2015b. Tasalaatuinen ape pitää tuotoksen korkeana. Agro Makasiini. 1/2015, 28–29. Viitattu 6.3.2016, http://raisio.smartpage.fi/fi/agromakasiini-1-2015/files/AgroMakasiini_1_15_opti.pdf.

Holmström, M. 2005. Ruokintapaikka lehmän mittojen mukaan. KMVET. 6/2005, 30-34. ISSN: 1239-0429.

Huuskonen, A. 2010. Karkearehut lihanautatilalla. MTT Kotieläintuotannon tutkimus. Koulutuspäivä lihanautojen ruokinnasta, Äänekoski 18.2.2010.

Karttunen, J., Palva, R., & Puumala, L. 2007. Seosrehu rehunjakotapana – useimmin esitettyjä kysymyksiä. TTS tutkimuksen tiedote Luonnonvara-ala: maatalous. 8/2007 (602).

Korhonen, M. 2015. Onnistunut säilörehu on maitotilan menestystekijä. Agro Makasiini. 1/2015, 18–19. Viitattu 8.3.2016, http://raisio.smartpage.fi/fi/agromakasiini-1-2015/files/AgroMakasiini_1_15_opti.pdf.

Kulkas, L. 2013. Ruokinta ja lehmien terveys: tekniset ruokintavirheet. Maito ja Me 3/2013, 27. Viitattu 24.10.2015, https://issuu.com/maitojame/docs/maito_ia_me_3_2013_netti/27.

Kulkas, L. 2015a. Tiedosta ja hallitse seosrehutilan ongelmat. Maito ja Me 3/2015, 26-27. Viitattu 26.9.2015, https://issuu.com/maitojame/docs/mm_3_2015_netti-1.

Kulkas, L. 2015b. Naudat tarvitsevat hivenaineita. Maito ja Me 3/2015, 32-33. Viitattu 16.5.2015, https://issuu.com/maitojame/docs/mm_3_2015_netti-1.

Leahy, K. 2013. Increasing Dairy Profits by Reducing Variability in TMR's and PMR's. International Dairy Nutrition Symposium, Wageningen, The Netherlands, 21 November 2013.

Lehtinen, J. 2015. Tarkoilla rehuanalyseillä saadaan hyvää apetta. Maaseudun tulevaisuus. 54/2015, 11. ISSN 1458-8021.

Mikus, J. H. 2012. Diet Consistency: Using TMR Audits™ to Deliver More from Your Feed, Equipment, and People to the Bottom Line. High Plains Dairy Conference. Amarillo, Texas.

Oelberg, T. 2011. TMR Audits™ Improve TMR Consistency. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop.

Peda.net 2013. Yleistä väkirehuista. Viitattu 17.11.2015, <http://www.peda.net/veraja/projekti/centraali/verkkokurssit/lammastalous/ruok/rehu/vr>.

Pro Agria 2014. Kotimaisen valkuaisrehun tuotantoon useita vaihtoehtoja. Viitattu 17.11.2015, <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/kotimaisen-valkuaisrehun-tuotantoon-useita-vaihtoehtoja-681>.

Pulkka E. 2014. Murskesäilöntä maitotilan apuna. Maatilan Pirkka. Viitattu 11.11.2015, <http://maatilanpirkka.fi/fi/artikkeli/murskesailonta-maitotilan-apuna>.

Puumala, L. 2014. Seosrehu lypsättää ainoana rehuna. Maito ja Me. 3/2014, 22-23. Viitattu 16.10.2015, https://issuu.com/maitojame/docs/mame_3_14?e=7481041/95387838.

RaisioAgro 2015. Robottikarjan ruokinta. Viitattu 21.9.2015, <http://www.raisioagro.com/robottikarjan-ruokinta1>.

Suomen Rehu 2015. Karkearehu on tärkein seoksen raaka-aine. Viitattu 16.10.2015, <http://www.suomenrehu.fi/fi/ruokinta/lypsylehmien-seosrehuruokinta/onnistunut-seosruokinta/karkearehut-seosruokinnassa/>.

Toivonen, M. 2010. Seosrehuruokintakartoitus Suomessa Lypsylehmien seosrehuruokinnassa käytettävät rehukomponentit. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelman opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.