

Johanna Sippola

**Liemiruokintalaitteiston vaikutus emakon rehun
koostumukseen**

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoki

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö

Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä: Johanna Sippola

Työn nimi: Liemiruokintalaitteistojen vaikutus emakon rehun koostumukseen

Ohjaaja: Samu Palander (Seinäjoen Ammattikorkeakoulu) ja Maija Yliaho (ProAgria Etelä-Pohjanmaa)

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 27

Liitteiden lukumäärä: 0

Liemiruokinta on yleistynyt tiineiden ja imettävien emakoiden ruokinnassa. Liemiruokinnassa käytetään erilaisia sivutuoterehuja, joiden kuiva-aine ja ravintoaineiden koostumus vaihtelee. Tästä on herännyt kysymys: ”Kuinka suurta liemirehujen kuiva-aineen ja ravintoaineiden vaihtelu on emakon liemirehuputkiston eri osissa, ja mikä on erilaisten raaka-aineiden ja laitteistojen toimintaperiaatteen vaikutus liemen koostumusvaihteluun?”. Ruokinnan suunnittelun kannalta on hyvä tietää, kuinka hyvin kaukaloon jaetun liemirehun koostumus vastaa ruokinnansuunnittelun koostumusta ja onko liemirehun ravintoaineiden saanti suhteessa tarvesuosituksiin.

Tämä opinnäytetyö on tehty osana tutkimushanketta ”*Tilatutkimuksella uusia ratkaisuja sikojen ja siipikarjan komponenttiruokintaan*”. Tässä opinnäytetyössä perehdytään liemiruokintalaitteiston jakaman liemirehun kuiva-aine- ja ravintoaineiden pitoisuuksien vaihteluun.

Tulokset osoittivat, että vaihtelua liemirehun ravintopitoisuudessa ei esiintynyt vain laitteistojen välillä, mutta myös tilojen kesken. Suurimmat hajonnat tulivat liemirehun kuiva-aine pitoisuudessa, rasvassa ja tuhkassa.

Vaikka tämän työn pohjalta ei voi suoraan kertoa, onko jokin laitteisto toistaan parempi ruokintalaitteisto, tämä työ kuitenkin osoittaa sen, että vaihtelua esiintyy laitteistojen välillä, ja seuraavaksi olisi hyvä selvittää, missä kohdin eroja muodostuu. Jatkotutkimuksena voisi olla yksittäisnäytteiden tutkiminen, jolloin voitaisiin päätellä, missä kohdin lajittuminen tapahtuu, ja näin parantaa laitteistojen toimivuutta.

Avainsanat: liemiruokinta, emakko, ruokinta

Thesis abstract

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture and Forestry

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Author/s: Johanna Sippola

Title of thesis: The effect of liquid feeding machinery on variation in sow feed composition

Supervisor: Samu Palander (Seinäjoki School of Applied Sciences) and Maija Yliaho (ProAgria Etelä-Pohjanmaa)

Year: 2011

Number of pages: 27

Number of appendices: 0

It has become more common to feed gestating and lactating sows using liquid feeding. Feed ingredients are commonly by-products with variation in consistency and nutritional value. This rouses the question: "How great is the variation in feed consistency and nutrition value in the different parts of the stock feed tube, and how do different raw materials and equipment affect this variation?"

This thesis was made as a part of the research project "Tilatutkimuksella uusia ratkaisuja sikojen ja siipikarjan komponenttiruokintaan". In this thesis, the variation in dry matter and nutrient content of the liquid feed distributed by the equipment is discussed.

The results show that variation in the nutrition value did not only appear when using different equipment, but also varied from farm to farm. The greatest dispersion appeared in dry matter, fat and ash content.

Based on this thesis, no type of equipment could be described as superior to any other in terms of nutritional value. There were, however, differences between different kinds of machinery. Further research would be needed to show where such segregation occurs.

A further study could research individual cases, when it could be observed where such segregation occurs and therefore improve the functionality of the equipment.

Keywords: liquid feeding, sow, feeding

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 1 |
| Thesis abstract..... | 2 |
| SISÄLTÖ..... | 3 |
| Kuvio- ja taulukkoluetelo..... | 4 |
| 1 TUTKIMUKSEN TAUSTAA..... | 5 |
| 2 SIKOJAN LIEMIRUOKINTA..... | 6 |
| 3 EMAKON RUOKINTA..... | 9 |
| 4 NÄYTTEIDE OTTO, TIETOJEN KERUU JA ANALYSOINTI..... | 11 |
| 5 TUTKIMUKSEN TULOKSIA JA NIIDEN TARKASTELUA..... | 13 |
| 5.1 pH ja maitohappo..... | 13 |
| 5.2 Kuiva-aine..... | 16 |
| 5.3 Raakavalkuainen..... | 19 |
| 5.4 Raakarasva..... | 20 |
| 5.5 Raakakuitu ja typettämät uuteaineet..... | 22 |
| 5.6 Tuhka..... | 24 |
| 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKET..... | 26 |
| LÄHTEET..... | 28 |

Kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. Liemikonelaitteistojen rehujen pH:n keskiarvo. | 13 |
| Kuvio 2. Maitohaponmäärä prosentteina laitteistojen rehussa. | 15 |
| Kuvio 3. Kuiva-aineen keskiarvo laitteistojen rehussa. | 16 |
| Kuvio 4. Raakavalkuaisen keskiarvo laitteistojen rehussa. | 20 |
| Kuvio 5. Raakarasvan keskiarvo laitteistojen rehussa. | 21 |
| Kuvio 6. Raakakuidun keskiarvo laitteistojen rehussa. | 22 |
| Kuvio 7. Typettömien uuteaineiden keskiarvo laitteistojen rehussa. | 23 |
| Kuvio 8. Tuhkan keskiarvo laitteistojen rehussa. | 24 |
| Taulukko 1. Imettävien kuiva-aine pitoisuuden vaihtelu. | 18 |

1 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Tämä opinnäytetyö on tehty osana MTT:n tutkimushanketta *”Tilatutkimuksella uusia ratkaisuja sikojen ja siipikarjan komponenttiruokintaan”*. Tutkimushankkeen toteuttavat MTT, ProAgria Etelä-Pohjanmaa, Suomen siipikarjaliitto ja Seinäjoen ammattikorkeakoulu, ja sitä rahoittaa Maatalouden kehittämisrahasto.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään liemiruokintalaitteiston jakaman liemirehun kuiva-aine- ja ravintoaineiden pitoisuuksien vaihteluun.

Liemiruokinta on yleistynyt tiineiden ja imettävien emakoiden ruokinnassa. Liemiruokinnassa käytetään erilaisia sivutuoterehuja, joiden kuiva-ainepitoisuus ja ravintoaineiden koostumus vaihtelevat. Tästä on herännyt kysymys: ”Kuinka suurta liemirehujen kuiva-aineen ja ravintoaineiden vaihtelu on emakon liemirehuputkiston eri osissa, ja mikä on erilaisten raaka-aineiden ja laitteistojen toimintaperiaatteen vaikutus liemen koostumusvaihteluun?”. Ruokinnan suunnittelun kannalta on hyvä tietää, kuinka hyvin kaukaloon jaetun, liemirehun koostumus vastaa suunniteltua koostumusta ja onko liemirehun ravintoaineiden saanti suhteessa tarvesuositukseen.

Tutkimushankkeen tavoitteena on,

- selvittää putkiston eri venttiililtä otetuista näytteistä liemirehun kuiva-ainepitoisuudet ja ravintoaineiden pitoisuuksien vaihtelua erilaisissa ruokintalaitteistoissa
- selvittää, kuinka paljon laitteistojen jakama liemimäisen tiineys- ja imetysrehun ravinneoostumus poikkeavat rehun suunnittelusta ravintoainekoostumuksesta
- kartoittaa tiineiden ja imettävien emakoiden ravintoaineiden saanti ja verrata sitä uusimpiin ulkomaalisiin tutkimustuloksiin emakoiden aminohappojen tarpeesta tiineys- ja imetysaikana
- selvittää, onko liemien ravintoainekoostumuksen ja emakoiden tuotantotulosten välillä yhteyttä.

2 SIKOJAN LIEMIRUOKINTA

Sikataloudessa tärkeää on toimiva ja tehokas eläinten ruokinta. Ensimmäiset automaattiset ruokkijat kehitettiin kuivaruokintaa varten 1960-luvulla. Suomeen ensimmäiset liemiruokintalaitteistot tulivat 1980-luvun alussa, ja liemiruokinta yleistyi vuoden 1986 jälkeen, jolloin elintarviketeollisuuden sivutuotteita oli hyvin saatavilla (Pellon Group Oy 2011).

Liemiruokinta on yleisempi lihasikaloissa, joista se on käytössä noin 65 prosentilla. Liemiruokintajärjestelmä on myös yleistynyt porsastuotannossa emakoiden ja vie-roitettujen porsaiden ruokinnassa. Imettäville emakoilla noin 35 prosentilla ja tiineillä emakoilla noin 50 prosentilla käytetään liemiruokintaa (Jälkö 2006, 46).

Liemiruokinnassa rehuseoksen voi tehdä kuivista komponenteista viljoista ja täydennysrehuista (tiivisteestä, puolitiivisteistä ja esiseoksesta) sekä elintarviketeollisuuden sivutuotteena muodostuvista märistä komponenteista, joita ovat hera, ohranvalkuaisrehu (OVR), perunarehu tai hiivaliemi (Farmit 2011).

Liemiruokintalaitteisto on rakenteeltaan seuraavanlainen merkistä riippumatta:

- sekoitussäiliö
- ohjauskeskus
- jakoputkisto
- vaaka
- venttiilistö
- kompressori
- pumppu
- siilot ja kuljettimet

Liemirehu tehdään sekoitussäiliöön, jonka koko on laskettu eläinmäärän mukaan. Sekoitussäiliö on pyöreä tai neliskulmainen ja materiaaliltaan lasikuitua tai haponkestävää terästä. Lisäksi sekoitussäiliössä on sekoitin, joka sekoittaa rehun raaka-aineet veteen. Materiaaliltaan sekoitin on ruostumatonta terästä, ja se voi olla yksi- tai kaksinopeuksinen (Mäntylä 1999, 4).

Sekoitussäiliössä rehuseoksen olisi hyvä aina antaa muhia vähintään puoli tuntia sekoituksen ja ruokinnan välillä, jotta rehu ehtii kostua, rehun entsyymitoiminta ehtii käynnistyä ja rehun kivennäiset ehtivät liueta seokseen. Valmiin seoksen lämpötila olisi hyvä olla kylminä vuodenaikoina +20 °C. Liemen lämpötilaa, säädetään ruokkijan tulevaan veden lämpötilalla. Ennen ruokintaa rehuseos kierrätetään rehuputkistossa, jotta putkistossa oleva ilma saadaan poistettua (Mäntylä 1999, 4-8).

Rehun jakokertojen lukumäärä riippuu eläinryhmän ruokinnasta, ja niitä voi olla yhdestä neljään tai enemmän päivässä ryhmää kohti. Jakokertojen välien tulisi olla suunnilleen yhtä pitkiä, ja yöaika vähintään kymmenen tuntia.

Ohjauskeskuksen eli ohjaustietokoneen avulla ohjataan liemiruokkijan toimintaa. Ohjauskeskukseen syötetään lähtötiedot seuraavista asioista: rehuraaka-aineet ja niiden koostumukset (lähtötiedot perustuvat analyysihin, jotta ruokinnan tarkkuus onnistuu), seoksissa käytettävien raaka-aineiden sekoitus, seossuhteet, ruokintakäyrät, eläinmäärät, kulutus ja hälytykset (Mäntylä 1999, 4,8).

Venttiilistöön kuuluivat ruokintaventtiilit ja linjaventtiilit. Ruokintaventtiilit säännöstelevät karsinakohtaisesti rehun määrän. Ruokintaventtiilin päässä on jakoputkisto, joka on materiaaliltaan yleensä PVC-muovia. Malliltaan alastuloputkisto on joko suora, T- tai Y-mallinen. Linjaventtiilistö huolehtii, että rehu kulkee linjasossa. Venttiilit toimivat paineilman ja sähköisen magneettiventtiilin avulla. Venttiilit ovat automaattisia, ja niitä ohjataan tietokoneella paineenalennusventtiilin avulla (ruokintaventtiilin kohdalla paine laskee 4-4,5 kilosta väliajaksi 1,5-2 kiloon). Venttiilien lukumäärään vaikuttaa karsinatyyppi ja eläinten määrä sikalassa (Mäntylä 1999, 4-8).

Rehupumpun tehtävä on pumpata valmis rehuseos jatkoputkistoon ja kierrättää sitä siellä. Laitteiden valmistajat käyttävät ruuvi- tai keskipakopumppua (Mäntylä 1999, 4,8).

Etuna liemiruokinnassa on kuivaruokintaan verrattuna se, että liemiruokinta vähentää pölyn määrää ja sen avulla saadaan kotoinen vilja maistuvampaan muotoon. Myös rehun hyväksikäyttökyky paranee, koska rehun ravintoaineet liukenevat ja imeytyvät paremmin entsyymitoiminnan seurauksena (Farmit 2011).

3 EMAKON RUOKINTA

Hyvän porsastuotannon perusta on emakon perimä ja onnistunut ruokinta. Mitä kovempiin tuloksiin halutaan, sitä parempi perusta tarvitaan, koska imetysaika on sitä aikaa jolloin panokset punnitaan.

Emakko tarvitsee ravintoaineita elintoimintojensa ylläpitoon, kasvuun, maidontuotantoon ja sikiöiden kehitykseen. Emakon ravinnontarpeeseen vaikuttavat sen ikä, syöntikyky ja tuotantovaihe (imetyskautena vaikuttaa: pahnueen koko, porsaiden kasvu ja vieroitusikä) sekä geneettinen potentiaali jonkin verran. Emakon energian tarpeeseen vaikuttaa edellä mainitut tekijät, mutta niitten lisäksi energian määrä vaihtelee liikunnan määrän, karsinan koon sekä sen tyyppin mukaan. Lisäksi ympäristötekijät kuten lauman muut eläimet ja tuotantorakennuksen olosuhteet vaikuttavat emakon energian tarpeeseen. Mainittakoon, että mm. kylmissä olosuhteissa sika syö enemmän rehua kun taas lämpimässä olosuhteessa syönti vähenee (MTT 2011a).

Tarpeelliset ravintoaineet emakko saa rehujen hiilihydraateista, valkuaisesta, rasvasta, kivennäisaineista ja vitamiineista. Luonnollisesti nämä ravintoaineet (hiilihydraatit, rasvat ja valkuaisaineet) toimivat emakon energian lähteenä. Veden saanti on myös elintoiminnoille ja syönnille tärkeää. Tästä syystä vesinipat/kupit tulisi tarkistaa ajoittain (Perttiä & Siljander-Rasi 2006, 20.).

Emakon ollessa tiineenä on hyvä huomioida myös emakon kuntoluokitus. Se tulisi tehdä kaikille emakoille siementäessä, mieluiten heti vieroituksen jälkeen. Emakon kuntoluokituksen seuranta tulisi jatkaa myös porsimisen ja vieroituksen yhteydessä. Kuntoluokan avulla saadaan emakoista tehtyä ryhmiä, jotka auttavat saamaan laihat emakot omiin ryhmiinsä. Kuntoluokat auttavat jatkotoimenpiteiden määrittelyssä.

Kaikkiaan kuntoluokkia on viisi, ja ne jakavat siat seuraavanlaisesti: 1. Laiha, 2. Kohtuullinen, 3. Hyvä, 4. Erittäin hyvä ja 5. Lihava (Siljander-Rasi & Ketola 2006, 74,76).

Imetysaikana laihtuminen on sialle luonnollista. Tällöin käytetään tiineysaikana ke-
rätyt vararavinnot, mutta liiallinen laihtuminen on huonoksi. Riittämätön energian
saanti vähentää insuliinin eritystä. Tällöin rehun syönti ei lisääntynyt tuotannon vaati-
malla tavalla, ja emakon vieroituspaino jää alhaiseksi. Tämä voi viivästyttää vie-
roituskiimaa ja vähentää irtoavien munasolujen määrää.

Luonnollisesti emakko vähentää ennen porsintaa syöntiä ja juontia. Mikäli ruokinta
on runsasta, suolistoon jää paljon ulostetta, ja se voi johtaa ummetukseen. Umme-
tus voi olla emakolle kivulias ja voi aiheuttaa myrkytystilan, koska suoliston mikro-
bit hajoavat suolistossa. Seurauksena on emakon huono syönti ja maidontuotanto.
Taas kokonaan ruokinnan jättäminen pois ei ole hyvä asia, koska se lisää emakon
mahahaavanriskiä (Penttilä & Siljander-Rasi 2006, 20).

4 NÄYTTEIDE OTTO, TIETOJEN KERUU JA ANALYSOINTI

Tutkimukseen otettiin 12 tilaa Etelä-Pohjanmaalta. Tiloja valittaessa otettiin huomioon ruokintalaitteistojen ikä sekä erityyppisten ja erimerkkisten ruokintalaitteistojen edustavuus aineistoissa. Etukäteisvalintaa ei tehty rehuseoksen raaka-ainekoostumuksen suhteen, paitsi että tutkimukseen ei otettu täysrehuruokintatiloja mukaan.

Selvityksessä ruokintalaitteet jaettiin kahteen ryhmään. Ruokintalaitteiden ryhmät ovat:

1. laitteistot, jossa putkistossa on jäännösrehua (A-laitteistot). Tähän ryhmään kuuluvat tässä tutkimuksessa Pellon Group oy:n (entinen Pellonpaja) valmistamat laitteistot.
2. laitteistot, jotka tyhjentävät tai pesevät putkiston ruokintojen välillä (B-laitteistot). Tähän ryhmään kuuluvat tässä tutkimuksessa Weda ja Big Dutchmanan.

Tutkimuksen ensimmäinen osuus suoritettiin vuoden 2010 loka-marraskuun aikana. Tuolloin tiloilta otettiin venttiilikohtaisia eli yksittäisnäytteitä tai yhteisnäytteitä imetys- ja tiineysrehusta sekä kerättiin tiedot rehuseoksen koostumuksesta ja perustiedot ruokintalaitteistoista.

Tutkimuksen ensimmäisellä kierroksella otettiin kymmeneltä tilalta lieminäytteet. Lieminäytteitä otettiin tiloilta yhteisnäytteitä ja venttiilikohtaisia näytteitä. Yhteisnäytteitä varten kerättiin napolla liemirehua venttiiliputken päästä. Saadut näytteet laitettiin kymmenen litran sankoon. Näytterehu sekoitettiin hyvin sangossa, ja siitä otettiin noin litran verran edustavaa näytettä. Liemirehunäytteitä piti saada 30 prosentista venttiilien määrästä. Venttiilikohtaiset näytteet otettiin putken päästä suoraan näytepurkkiin, ja venttiilinäytteiden määrä vaihteli tiloittain.

Tutkimuksen toinen osuus suoritettiin 2011 maaliskuun aikana, jolloin samoilta tiloilta otettiin vain venttiilikohtaisia näytteitä imetys- ja tiineysrehusta. En-

nen näytettä valittiin kaukalot, joista näytteet otetaan. Venttiilien valinta oli seuraavanlainen: venttiilipiirin alku, keski- ja loppuosa. Valinnan jälkeen kaukalot puhdistettiin ja kuivattiin hyvin, ettei vanha rehu tai vesi pilaa näytettä. Liemen annettiin tulla kokonaan kaukaloon, ja tämän jälkeen sitä sekoitettiin perusteellisesti, ettei näytteenottohetkellä tapahtuisi lajittumista. Jäämärehulaitteistoissa otettiin venttiilikohtaiset näytteet edelleen putkenpäästä. Näytteenottohetkellä näkee silmämääräisesti rehun koostumuksen ja se, miten on jakautunut venttiililinjastossa.

Lieminäytepurkkeihin kirjattiin tarkasti, mistä näyte on otettu ja milloin. Näytteet pakastettiin ja lähetettiin myöhemmin analysoitavaksi MTT:n laboratorioon.

Yhteisnäytteitä otettiin imettävien rehusta yhteensä 11 kappaletta ja tiineitten rehusta yhteensä 12 kappaletta. Näistä edellä mainituista analysoitiin: rehuanalyysi, pH ja maitohappo. Yksittäisnäytteitä otettiin imettävien rehusta 19 kappaletta ja tiineiden rehusta 14 kappaletta. Näistä edellä mainituista yksittäisnäytteistä analysoitiin KA-% ja pH.

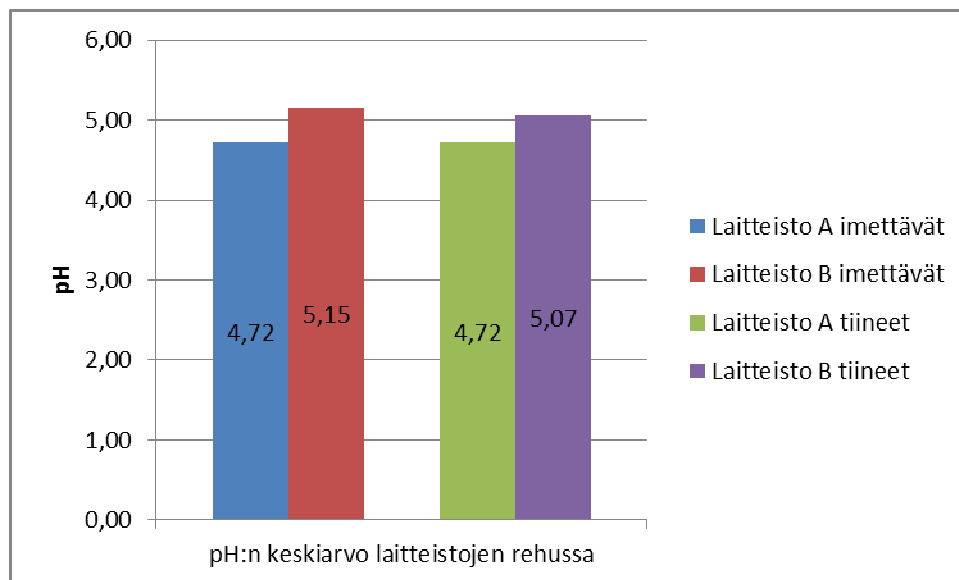
Ensimmäisen kierroksen yhdistetyistä näytteistä tehtiin rehuanalyysi ja analysoitiin pH ja maitohappo (Haaker 1983, 505–512). Osalta tiloista otettiin venttiilikohtaisia näytteitä ja niistä määritettiin kuiva-aine ja osasta myös valkuainen kalsium (Ca) ja fosfori (P). Toisen kierroksen venttiilinäytteistä määritetään kuiva-aine, valkuainen, Ca ja P.

Rehuanalyysi (AOAC 1990) sisältää seuraavat asiat: kuiva-aineprosentti (KA-%), tuhka (TU), raakavalkuainen (RV), raakarasva (RR), raakakuitu (RK), typettömät uuteaineet (TUA). Yksityiskohtaiset tutkimuksen tulokset ja analysointi ovat luvussa viisi: tutkimuksen tuloksia. Rehuanalyysin avulla saadaan selville viljasta tai liemirehusta tärkeimmät ravintoaineet. Vilja-analyysin avulla saadaan optimoitua kotoisen viljan oikeaa käyttöä, liemirehun analyysin avulla saadaan selville, ovatko ravintoaineet valmiissa seoksessa kohdallaan. Viljoista ja liemirehusta yleensä tutkitaan kuiva-aineprosentti, raakavalkuainen, hehtolitrapaino ja rehuarvot. Halutesaan voi myös tutkia kivennäiset (Ca, P, K, Mg, Na, CU, Cu, Mn, Zn, Fe ja K/Ca+Mg) ja tehdä seleenianalyysin.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSIA JA NIIDEN TARKASTELUA

5.1 pH ja maitohappo

Liemessä syntyy sekä hyvänlaatuista että haitallista käymistä. Hyvänlaatuisessa käymisessä parantuu rehun maittavuus ja sulavuus. Hyvälaatuisessa liemessä rehuun muodostuu mikrobikanta, jossa maitohappobakteerit tuottavat maitohappoa, jolloin haitallisille bakteereille jää vähemmän elintilaa lisääntyä (Farmit 2011.).



Kuvio 1. Liemikonelaitteistojen rehujen pH:n keskiarvo.

Kuiviosta yksi huomaa helposti, että laitteiston A jakamassa rehussa on ollut matalampi pH-arvo näytteenottohetkellä kuin, laitteiston B rehussa. Etenkin imettävien rehussa pH-arvossa on eroa. Laitteiston A ja B jakaman rehun välinen ero on imettävien rehussa 0,43 pH-yksikköä. Tiineiden osalta lukema on 0,35 pH-yksikköä.

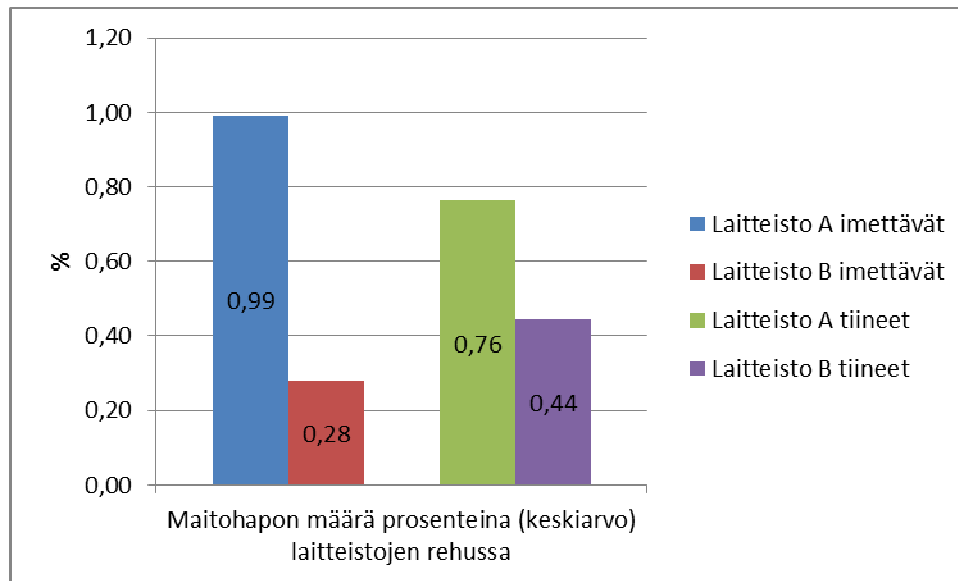
Kuitenkaan keskihajonta ei kuvasta täydellisesti laitteistojen A tai B sisällä tapahtuvaa tilakohtaista hajontaa. Suurimmat tilakohtaiset pH-arvojen hajonnat tapahtuvat imettävien rehussa.

Laitteiston A jakaman rehun pH-arvon keskihajonta on 0,37 pH-yksikköä. Laitteiston B rehun keskihajonta on taas 0,30 pH-yksikköä. Hajonnan avulla saadaan laskettua korkein ja matalin pH-arvo. Kummankin laitteiston (A:n ja B:n) rehun pH-arvo nousee lähelle 5,42 pH ja matalimmallaan noin 4,21 pH:n tasoa.

Liemirehun sekoitussäiliössä rehun pH:n olisi hyvä olla 4,2–4,5. Hajonnasta voidaan päätellä, että joillakin tiloilla on näytteenottohetkellä ollut virheikäymisen riski. Lisäksi nähdään, että pesevillä laitteistoilla (laitteistot B) ei päästä yhtä mataliin pH-arvoihin kuin niillä, joilla on putkistokäyminen (Farmit 2011).

Mainittakoon kuitenkin, että pH:n lukemiin vaikuttaa jonkin verran se, miten näytteenotto on onnistunut. Käymistuotteita ovat esimerkiksi voihappo, alkoholit ja etikkahappo. Nämä hapot vaikuttavat siihen, että rehun ravintoarvo heikkenee (Farmit 2011).

pH-arvoon myös vaikuttaa se, kuinka nopeasti näyte on saatu kylmään ja pakastettua, sekä hapon määrä liemirehussa. Rehun happamuutta voidaan säädellä esimerkiksi muurahaishapolla (tai AIV-säilöntäaineilla). Muurahaishappo on siinä mielessä hyvä valinta, että se on orgaaninen happo, jota esiintyy luonnossa ja eläinten aineenvaihdunnassa. Hapotuksen avulla säädetään ja rajoitetaan bakteerien kasvua ja rehun virheikäymistä. On kuitenkin muistettava, että liian suuri AIV-säilöntäaineen annostus huonontaa rehun maittavuutta. Tämän takia valmiin rehun pH tulee tarkistaa säännöllisesti (Farmit, 2011).



Kuvio 2. Maitohaponmäärä prosentteina laitteistojen rehussa.

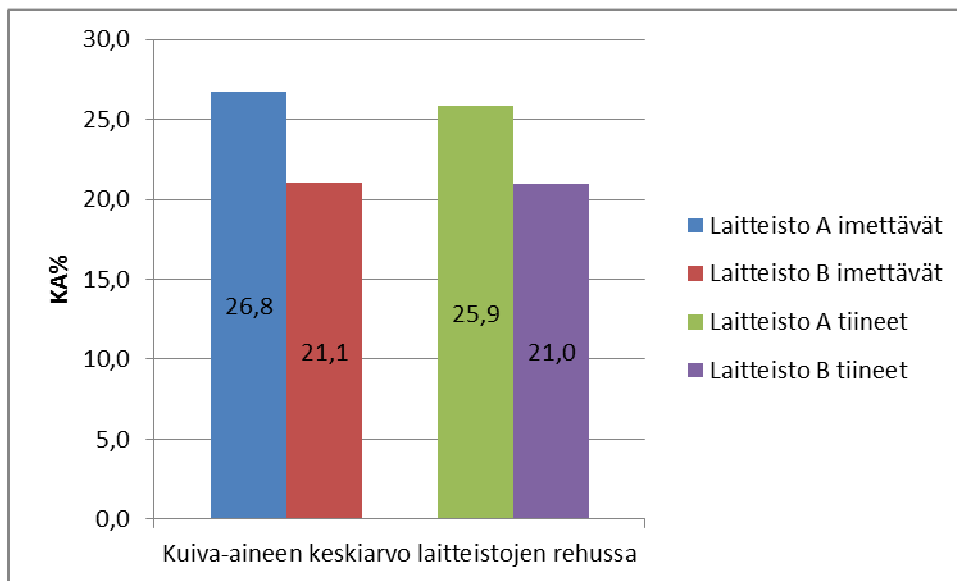
Tutkituista näytteistä maitohapon keskiarvo pysyi alle yhden prosentin kaikissa laitteistojen (A ja B) rehussa (Kuvio 2). Imettävien ja tiineiden laitteistojen jakaman rehun keskihajonnat olivat seuraavanlaiset: Laitteistojen A jakaman rehun imettävien maitohapon keskihajonta 0,22 prosenttia ja tiineiden rehun maitohapon keskihajonta 0,24 prosenttia. Laitteistojen B jakaman rehun: imettävien rehun maitohappo keskihajonta 0,24 prosenttia ja tiineiden maitohapon keskihajonta 0,32 prosenttia.

Laitteistojen B:n jakamassa rehussa maitohapon määrä oli huomattavasti alempi kuin laitteiston A:n maitohapon määrä. Maitohapon määrään vaikuttaa oleellisesti käytettävät rehuraaka-aineet. Esimerkiksi hera nostaa maitohapon määrää rehussa. Kuten aiemmin mainittiin, hyvälaatuisessa liemessä rehuun muodostuu mikrobikanta, jossa maitohappobakteerit tuottavat maitohappoa, jolloin haitallisille bakteereille jää vähemmän elintilaa lisääntyä. Edelliseen vedoten laitteiston yksi toimintamalli on parempi verrattuna laitteistoon kaksi.

5.2 Kuiva-aine

Kuiva-aine- eli ka % kertoo, kuinka paljon jää rehua, kun vesi on poistettu. Kuiva-aineen perusteella lasketaan rehun syöntimäärä, koska vesi ei sisällä ravintoaineita. Siksi märkää rehua täytyy syöttää enemmän emakolle. Kaikki tärkeimmät ravintoaineet ilmoitetaan aina kuiva-aineessa.

Tähän kuiva-ainetulokseen vaikuttaa se, miten liemirehun näytteet on otettu, vaikka liemirehua sekoitettaisiin hyvin ennen näytteen ottoa. Myös sillä on merkitystä, miten sekoitus on onnistunut sangossa ennen näytteen pullotusta. Itse havaitsin laitteistoissa B tulevan vettä ennen rehua, mikä erityisen hyvin näkyi linjaston loppupäässä.



Kuvio 3. Kuiva-aineen keskiarvo laitteistojen rehussa.

Laitteistossa A oli parempi rehun kuiva-aine pitoisuus verrattuna laitteiston B jakamaan rehuun, oli kyseessä sitten imettävien tai tiineiden rehu. Kuviossa kolme voi havaita rehujen kuiva-ainepitoisuuden vaihtelun laitteistojen jakamassa re-

hussa. Laitteiston A jakamassa rehussa on parempi kuiva-aineprosentti verrattuna laitteistoon B.

Kuiva-aineen pitoisuus rehussa vaikuttaa tärkeimpien ravintoaineiden saantiin, ja liian suuret heitot voivat vaikuttaa emakon kuntoon. Eniten heittoa kuiva-aineen suhteen tuli laitteistojen B jakaman rehuun. Laitteistot B ovat vesipesukoneita, eli jossain vaiheessa laitteisto alkaa työntää putkistossa olevaa rehumassaa vedellä. Kuiva-aineiden saantiin vaikuttaa myös se, miten tilalliset antavat lisärehua käsin emakoille, mitä ei ole laskettu tuloksiin.

Laitteiston B jakaman rehun keskihajonta tilojen välillä oli tiineiden osalta 3,94 prosenttia ja imettävien 3,76 prosenttia, kun taas laitteistoissa A rehun keskihajonta on tiineillä 1,08 prosenttia ja imettävillä 2,35 prosenttia.

Tässä työssä en tutkinut tilakohtaisia yksittäisnäytteitä tai tiloilla käytettäviä raaka-aineita. Yksittäisnäytteistä voisi päätellä, missä kohdin lajittuminen tapahtuu. Tämä työ kuitenkin osoittaa sen, että vaihtelua esiintyy paljon, ja seuraavaksi olisi hyvä selvittää, missä kohdin tämä lajittuminen tapahtuu. Haluan kuitenkin tuoda esille esimerkiksi imettävien kuiva-aineen pitoisuuden vaihtelun liemirehussa.

Tässä aineistossa vertasin vain imettävien emakoitten energian saantia. Tällöin emakon syönti ja energian saanti pitää olla parhaimmillaan. Laitteiston A jakaman rehun kuiva-aineprosentti näytterehuissa on suurimmillaan 29 ja matalimmallaan 22. Laitteiston B kuiva-aineprosentti oli laitteistojen jakamissa rehuissa suurimmillaan 22 ja matalimmillaan 17.

Taulukko 1. Imettävien kuiva-aine pitoisuuden vaihtelu.

| Imettävien kuiva-aineen pitoisuuden vaihdellessa: | | | | |
|---|----------|-------|-------|--------|
| ka % | kg ka/pv | ry/pv | | |
| 24 | 9,8 | 8,5 | 100 % | 0 % |
| 23 | 9,4 | 8,1 | 96 % | - 4 % |
| 22 | 9,0 | 7,7 | 92 % | - 8 % |
| 21 | 8,6 | 7,3 | 88 % | - 12 % |
| 21 | 8,2 | 6,9 | 84 % | - 16 % |
| 20 | 7,8 | 6,5 | 80 % | - 20 % |
| 19 | 7,4 | 6,1 | 76 % | - 24 % |

Laitteistojen A ja B rehun kuiva-aineprosentin keskiarvo on 24 ja keskihajonta on 4 prosenttia. Koska en ollut saanut rehujen rehuarvoa, nämä seuraavat luvut ovat olettamuksia rehuarvosta. Rehuseoksen energia-arvo on 0,87 ry/kg ka ja imettävän emakon rehuannos 8,5 ry/pv. Näistä kahdesta lukemasta saadaan emakolle päivän kuiva-ainetta kilossa 9,8 kg ka/pv (8,4 ry/pv jaettuna 0,87 ry/kg ka).

Emakko tarvitsee imetyksen aikana energiaa ylläpitoon 2,5 ry/päivä plus 0,6 ry/porsas. Emakon saadessa esimerkiksi yhdeksän porsasta, on päivittäinen ry-tarve seuraavanlainen, $2,5 \text{ ry/päivä} + (0,6 \text{ ry} * 9 \text{ porsasta}) = 7,9 \text{ ry/päivä}$. Mikäli emakko saa yli 10 porsasta, ruokinta saa olla vapaa (MTT. 2011a).

Oletetaan tilojen emakoiden porsivan 10 porsasta, joten energian tarve on päivässä 8,5 ry. Koska suurimmat heitot tulivat laitteiston B jakamassa rehussa, käytän sitä esimerkkinä. Oletetaan venttiilin alkupään rehun olevan kuiva-aine prosentiltaan 24 prosenttia, jolloin ry-arvo on 8,5 ry. Energian saanti riittää ensimmäisissä venttiileissä hyvin.

Mikäli linjaston puolella välissä tapahtuu lajittumista, voi eroavaisuutta tulla ensimmäisen ja keskimmäisen venttiilin väliin kaksi prosenttiyksikköä. Tällöin puolesavälissä olevat emakot saavat energiaa 7,7 ry/päivä ja kuiva-aineprosentti on 22. Tässä vaiheessa energian määrä riittää emakolle melko hyvin. Mutta jos laskua tämän jälkeen tulee liemikonelaitteistoon, alkaa se näkyä emakoitten kunnossa.

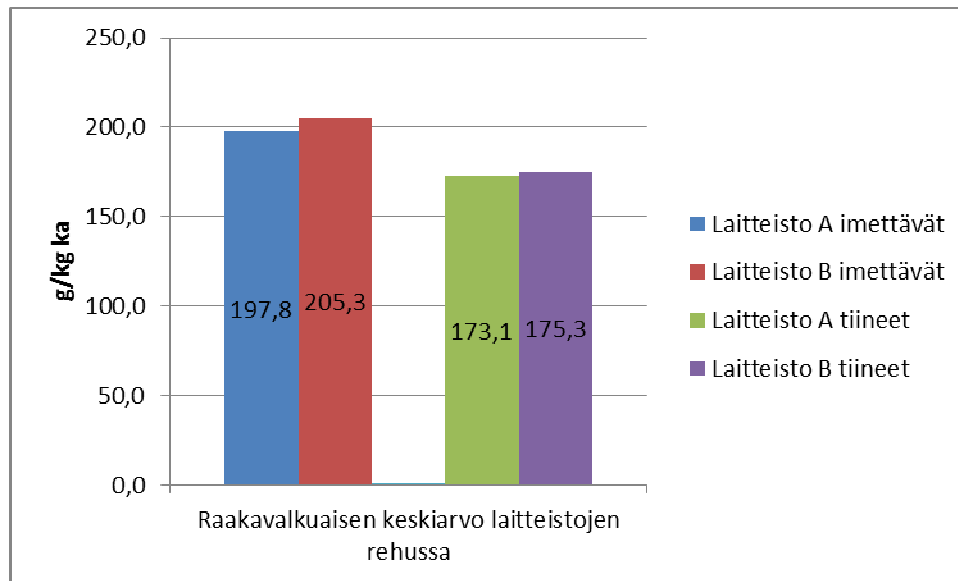
Taulukko voi myös käyttää apuna keskihajonnan tarkkailussa. Esimerkiksi laitteen B jakaman rehun kuiva-ainepitoisuus oli matalimmallaan 17 prosenttia. Tällöin heittoa tulee ensimmäisen ja viimeisen venttiilin välille 40 prosenttia. Tämä tarkoittaa sitä, että emakko saa päivässä noin 4,5 ry. Energiavajetta tulee $7,9 \text{ ry} - 4,5 \text{ ry} = 3,4 \text{ ry/päivä}$. Tämä energiavaje on jo emakon terveydelle huonoksi, sillä emakko ei pysty syömään löysää lientä niin paljon kuin energian ja ravintoaineiden saannin kannalta olisi tarpeen

Liian suuret kuiva-aine pitoisuuksien heitot liemikonelaitteistojen putkistossa tai venttiilien välillä ei ole hyväksi. Lieminäytteenotto tavalla voi olla myös vaikutusta kuiva-ainepitoisuuteen, niin kuin alussa kerroin. Tästä syystä hankkeessa muutettiin toisen kierroksen lieminäytteidenottotapaa.

Tilallisten on otettava huomioon millainen kuiva-aineen ja veden suhde on hyvä omalle liemikonelaitteistolle. Imettävillä kuiva-aineen ja veden suhde on pidetty hyvänä 1:26 ja tiineillä 1:30. Liian korkea kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa rehun kulkuun putkistossa. Pahimmassa tapauksessa liian kiinteä rehumassa tukkii putkiston ja teettää lisätöitä.

5.3 Raakavalkuainen

Vaikka raakavalkuainen on tärkeä emakolle, tärkeämpää on, että lysiinin, meotiiinin+kystiinin ja treoniinin tarve täyttyy, koska emakon valkuaisentarve on aminohappojen tarvetta. Näytteistä ei ole analysoitu, mitä aminohappoja rehu sisältää tai niitten pitoisuuksia. Myöskään energia-arvoa ei ole selvitetty. Tästä syystä ei suhteuteta valkuaisen saantia energiansaantiin, kuten ruokintasuosituksissa tehdään.



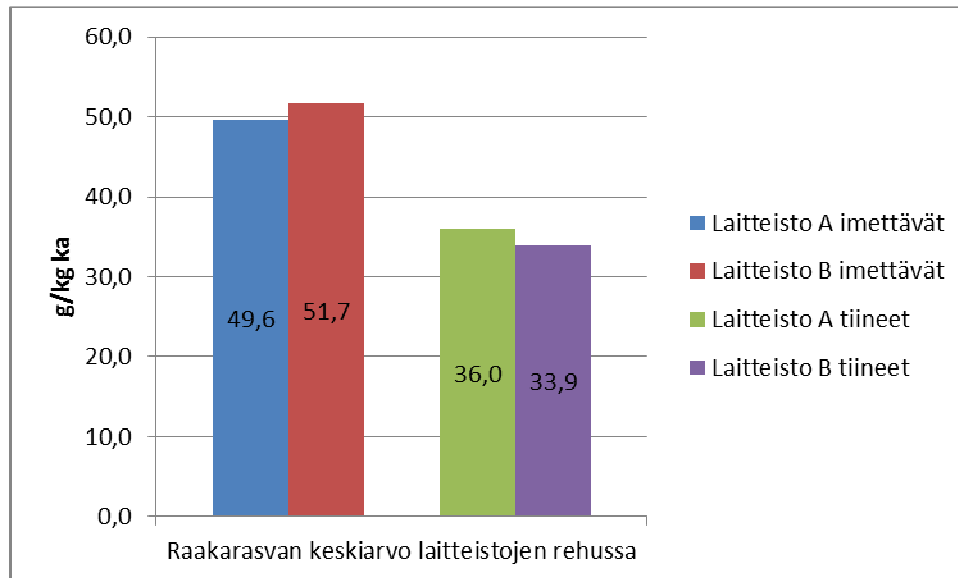
Kuvio 4. Raakavalkuaisen keskiarvo laitteistojen rehussa.

Imettävien laitteistojen (A ja B) jakaman rehun keskihajonta on 7,5 g/kg ka. Imettävien rehun laitteistojen A:n keskihajonta 9,8 g/kg ka. Tiineiden rehun välinen ero laitteistojen välille oli 2,23 g/kg ka. Tarkemmin ottaen laitteistojen A rehun keskihajonta on 15,4 g/kg ka ja laitteistojen B jakamassa rehussa keskihajonta on 5,4 g/kg ka. Laitteistossa A on eniten esiintynyt arvojen heittoa. Huomioitavaa on kuitenkin rehun raaka-ainekoostumus, kuten aiemmin mainittiin.

Tiineillä ja imettävillä on erilaiset valkuaisuusositukset. Valkuaisen tarve tiineysaikana on pienempi kuin imetysaikana, mikä on yksi syy sille, että emakolle tulisi olla erilaiset tiineys- ja imetysrehut.

5.4 Raakasva

Raakasva on yksi energianlähde emakolle. Raakasvan pitoisuus imettävien emakoiden rehussa on suurempi kuin tiineillä emakoilla. Tiineiden rehun raakasvan keskiarvo laitteistojen (A ja B) rehussa on 34,9 g/kg ka ja imettävien laitteistojen rehussa 50,5 g/kg ka. Kuvio viisi auttaa hahmottamaan eroavaisuuden.



Kuvio 5. Raakasvan keskiarvo laitteistojen rehussa.

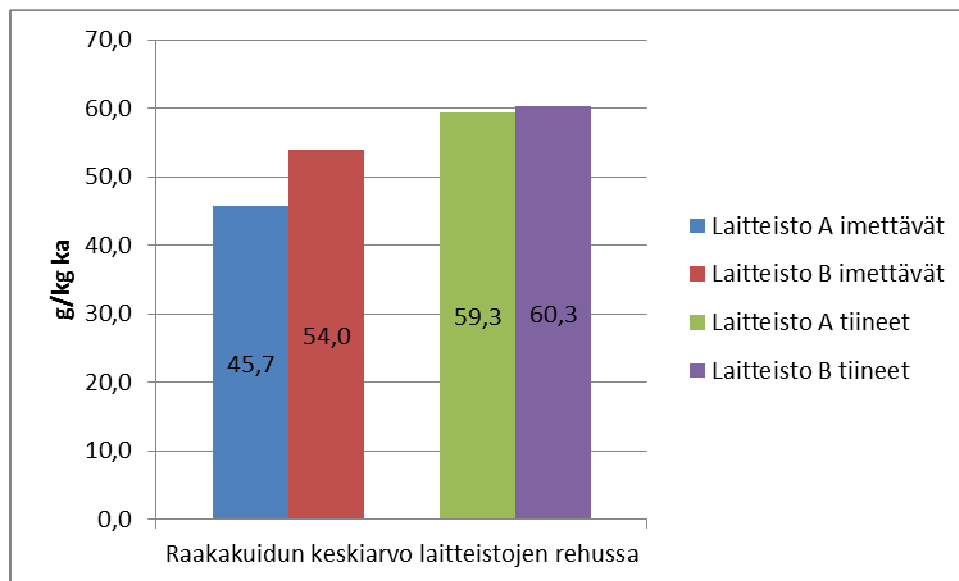
Usein imettäville emakoille annetaan rehuun rasvalisäystä tai emakkotiivistettä, joka sisältää runsaasti rasvaa. Rasva takaa paremman energian saannin imetyksen aikana. Rasvalisäyksen takia laitteistojen jakaman rehun välinen keskihajonta voi nousta aika suureksi. Kuitenkin laitteistossa A keskihajonta rehun raakasvan pitoisuudessa on yllättävän suuri, 23 g/kg ka, eli joillakin tiloilla raakasvan pitoisuus laskee lähelle tiineiden raakasvan pitoisuutta. Laitteistossa B rehun raakasvan keskihajonta on 9,6 g/kg ka.

Tärkeintä emakon ruokinnassa on se, että tärkeimpien ravintoaineiden tarve täyttyy. Jos emakot tiloilla voivat hyvin ja kuntoluokka pysyy imetyksen aikana hyvänä sekä ravintoaineet ovat kohdallaan, ei mielestäni rasvan määrästä kannata ottaa liian suurta huolta.

Tiineiden osalta keskihajonta on huomattavasti pienempi kuin imettävien. Laitteistojen A rehuseoksen keskihajonta 6,5 g/kg ka. Laitteistojen B rehuseoksen keskihajonta on 5,9 g/kg ka. Eroa laitteistojen välille tuli 2,10 g/kg ka.

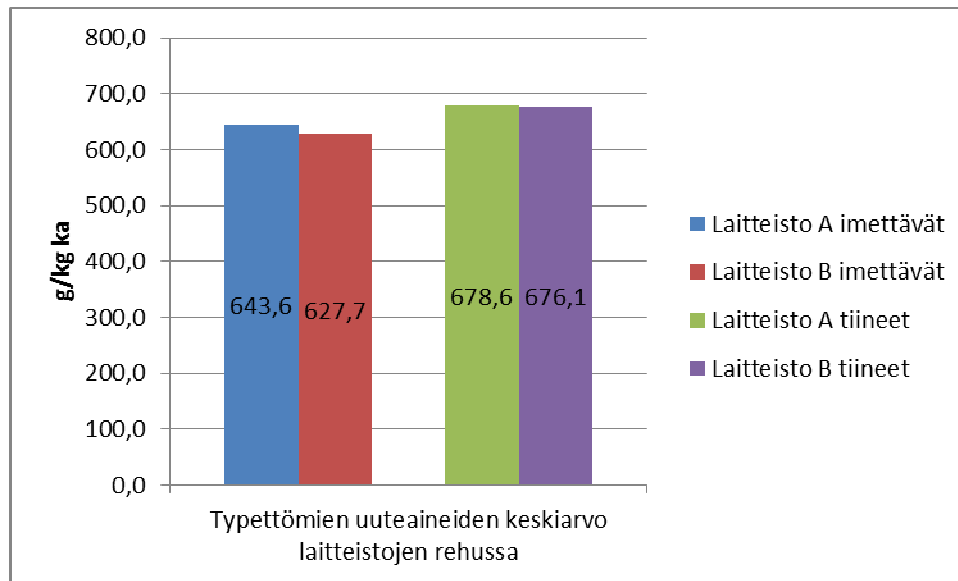
5.5 Raakakuitu ja typettämät uuteaineet

Raakakuidun avulla täytetään emakon kylläisyyden tunnetta. Tämän takia tiineillä emakoilla raakakuidun pitoisuus on huomattavasti suurempi kuin imettävillä emakoilla. Kuvio 6 näkee saadut tulokset raakakuidun osalta.



Kuvio 6. Raakakuidun keskiarvo laitteistojen rehussa.

Imettävien rehussa raakakuidun keskihajonta on A:ssa 4,8 g/kg ka ja B:ssä 13,5 g/kg ka. A:n ja B:n jakaman rehun ero on 8,3 g/kg ka. Tiineiden osalta rehun raakakuidun pitoisuus on laitteistojen A ja B välinen ero on 1,1 g/kg ka. Kuitenkin keskihajontaa ilmeni enemmän tiineiden rehussa. Raakakuidun pitoisuuteen rehussa kuitenkin vaikuttaa paljon, millaisia komponentteja liemirehussa käytetään. Sen takia olisi hyvä tietää, mitä rehuja tilalliset käyttävät ja kuinka paljon, jotta tiedettäisiin, mikä rehu nostaa tai laskee raakakuidun pitoisuutta.



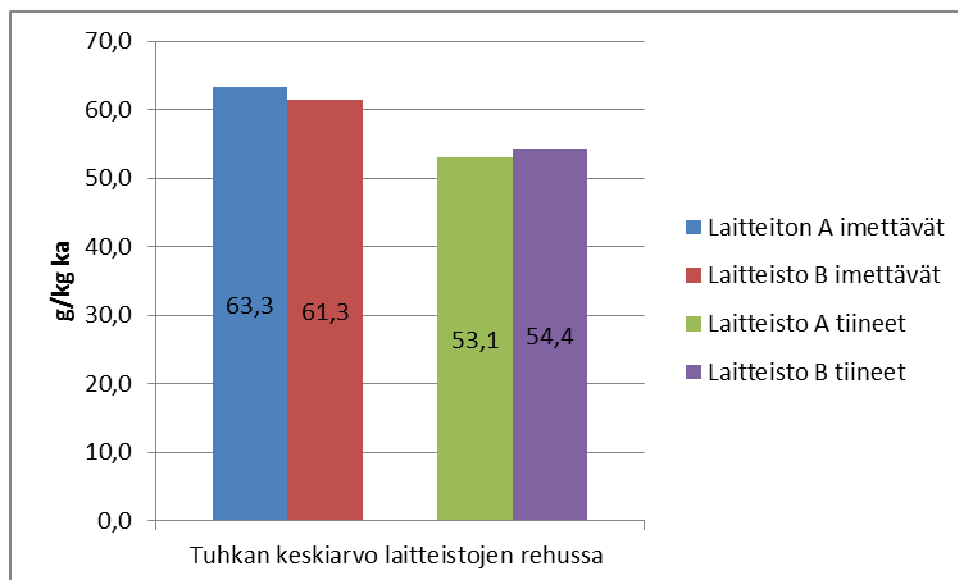
Kuvio 7. Typettömien uuteaineiden keskiarvo laitteistojen rehussa.

Typettömin uuteaineiden kohdalla laitteistojen (A ja B) tilakohtainen keskihajonta on suuri. Typettömien uuteaineiden tulokseen vaikuttaa viljan määrä ruokinnasta. Tiineiden osalta laitteistojen A ja B jakaman liemirehun välillä ei ollut suuria eroja. Näitten laitteistojen jakaman rehun keskihajonta on 2,5 prosenttia. Imettävien rehussa laitteiston A:n ja B:n keskihajonta on 15,9 prosenttia. (Kuvio 7). Typettömiä uuteaineita ei ole erikseen eroteltu tässä työssä.

Rehun hiilihydraatteja ovat mono- ja disakkadit, oligosakkaridit ja tärkkelys. Hiilihydraattien osuus emakon rehussa on yleensä 70 prosenttia kuiva-aineista, suurin osa sitä on viljan tärkkelystä, jota sika sulattaa erittäin hyvin. Hiilihydraattien sulatuksen lopputuloksena syntyy glukoosia. Glukoosi on emakon tärkein energianlähde (Perttilä & Siljand-Rasi 2006, 16–17).

5.6 Tuhka

Tuhkapitoisuus kertoo rehun sisältämistä kivennäisistä. Tärkeintä on kivennäisten oikea suhde rehussa, jottei ongelmia tulisi. Tärkeimmät kivennäiset ovat fosfori ja kalsium, jotka kummatkin imeytyvät ohutsuolessa. Sian rehun kalsiumin ja fosforin suhde tulisi olla 1,2:1–1,6:1. Imettävillä emakoilla on kivennäissuositus hiukan suurempi verrattuna tiineisiin emakoihin, koska imevät porsaavat tarvitsevat vitamiineja ja kivennäisiä ravitsevan maidon mukana (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 22).



Kuvio 8. Tuhkan keskiarvo laitteistojen rehussa.

Imettävien rehun laitteistojen A:n ja B:n keskihajontaa on 1,9 g/kg ka ja tiineiden rehussa 1,3 g/kg ka. (kuvio 8). Tästä voisi päätellä, että laitteistojen tekemässä rehussa ei tapahdu kivennäisten lajittumista. Kuitenkaan en ole saanut kivennäisanalyysiä, jotta olisin voinut verrata kivennäisten pitoisuutta optimiin.

Eniten heittoa tuli laitteistossa A, jossa imettävien rehun tuhkapitoisuuden keskihajonta on 13 g/kg ka ja tiineiden 10,1 g/kg ka. Kun taas laitteistot B imettävien tuhkan keskihajonta on 5,1 g/kg ka ja tiineillä 4,9 g/kg ka. Suureen keskihajontaan saattaa kuitenkin vaikuttaa raaka-aineiden koostumus eli rakeistus. Myös haudu-

tusajalla voi olla merkitystä kivennäisten pitoisuuteen. Tässä ei ole otettu huomioon sitä, että tiloilla mahdollisesti jaetaan käsin lisää kivennäisiä emakoille.

Tuhkapitoisuuden kova hajonta laitteiston A:n jakamassa rehussa on huono. Kivennäisten puute aiheuttaa puutosoireita ja ongelmia tuotantoon, esimerkiksi kalsiumin puute tai puuttuminen rehusta aiheuttaa ajan mittaan osteoporoosia (Perttilä & Siljander-Rasi 2006, 24).

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKET

Omien sikalakäyntien havainnoinnin tuloksena voin todeta, että ruokinnan aikana kannattaa seurata emakkoa ja sen ruokahalua. Muuan muussa haitallinen käyminen alentaa ruuan ravintoarvoja ja vaikuttaa eläimen syömiseen. Tämän takia kannattaa tarkkailla emakon rehunsyöntiä ja lannan koostumusta ennen ja jälkeen ruokinnan. Näin voidaan ennakoida sekä estää mahdollisia ongelmia.

Rehun lajittumiseen vaikuttavat käytettävät raaka-aineet ja niiden ominaisuudet sekä liemen kuiva-ainepitoisuus ja kiertonopeus putkistossa. Myös laitteiston toimintatapa, toimivuus, putkiston pituus, mutkat, nousut ja laskut vaikuttavat lajittumiseen. Monissa tuloksissa tuli ilmi, että kokonaisuudessaan laitteistojen A ja B valmistaman rehun keskiarvot olivat lähellä kokonaiskeskiarvoa ja suositeltua määrää. Kuitenkin keskihajontaa eli arvojen heittoa esiintyi yllättävän paljon laitteistojen valmistaman rehun sisällä. Tästä voidaan päätellä ruokinnan olevan tiloilla erilaista.

Vaikka rehun kuiva-ainepitoisuus vaihteli laitteistojen rehussa, se ei kuitenkaan vaikuttanut rehun ravintoaineisiin. Kuitenkin tyyppöimien uuteaineiden pitoisuudessa oli heittoa todella paljon, oli sitten kyse tiineiden tai imettävien rehu. Erityisesti laitteistojen A kohdalla kyseisen aineen heitot olivat huomattavasti suurempia kuin laitteiston B.

Maitohapon osalta todettakoon, että se pysyi kaikissa laitteissa hyvänä. Siitä voi päätellä, että hyvälaatuista käymistä on rehussa. Kuitenkin tästä syystä tilallisten olisi hyvä ottaa ajoittain pH-mittauksia liemirehusta, ettei liemirehuun tule virhekäymistä ja saadaan ajoissa ongelmat korjattua.

Ruokinnan ollessa kohdallaan voivat emakot terveesti, ja niiden kuntoluokat ovat hyvät tai erittäin hyvät. Itse suosittelisin, että tilalla seurattaisiin emakoitten kuntoluokkaa; mikäli useampi emakko laihtuu imetyksen aikana linjan viimeisillä venttiileillä, kannattaa silloin tarkistaa venttiiliin tuleva rehu.

Yhteenvedona en voi suoraan sanoa tämän opinnäytetyön pohjalta, kumpi laite on parempi rehun ravintoaineiden sekoittumisen suhteen ja siten soveltuisi paremmin emakon ruokintaan. Muutenkaan liemirehukoneiden vertailu keskenään ei ollut tutkimuksen tarkoitus. Lajittumiseen vaikuttaa kuitenkin moni asia. Kuten tässä opinnäytetyössä on tullut ilmi esimerkiksi tiineille ja imettäville emakoille ovat omat ruokintasuositukset, joihin liittyvät myös niitten kuntoluokat. Lisäksi laitteistojen jakamassa rehussa esiintyy melkein yhtä suurta hajontaa tulosten kesken, jolloin on vaikea päätellä, että kumpi laitteistoista on parempi – ja ruokintasuositukset vaikuttavat hyvin paljon siihen, miten emakkoa syötetään.

Haluan kuitenkin vielä painottaa sitä, että vaihtelua tuloksissa esiintyi, joissain kohdissa enemmän kuin toisissa, esimerkiksi imettävien tuhkan osuudessa oli huomattavia eroa laitteistojen välillä. Kivennäisten puutteet voivat aiheuttaa puutosoireita tai ongelmia tuotantoon. Painotakin, että seuraavaksi olisi hyvä selvittää, että missä kohdissa lajittuminen tapahtuu ja miten sitä saisi vähennettyä.

Liemikonelaitteiston asetukset pitää tarkistaa ajoittain. Tärkein on emakoiden optimi eli ruokintasuunnitelma. Optimissa pitää olla rehujen ravintoarvot oikeat, jotta emakon ruokinta onnistuu ja oikeaa rehua menee oikea määrä. Tietenkin tilallisten, joilla esiintyy ongelmia laitteistojen kanssa, tulee ensisijaisesti ottaa yhteyttä huoltomieheen tai laitteen valmistajaan, jolloin laitteet käyttökelpoisuudesta omaan toimintaa saa enemmän tietoa. Kannustan myös tilallisia ottamaan yhteyttä tilalliisiin, joilla on samanlainen laitteisto, koska heiltä voi saada vinkkejä omaan toimintaan.

LÄHTEET

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 p.
- Farmit. 2011. Onnistu liemiruokinnassa [Verkkosivu]. [Viitattu 28.4.2011]. Saatavana: <http://www.farmit.net/kotielaein/sika/emakot/vinkkejaeliemiruokintaan>
- Farmit. 2011. Sikojen liemirehujen säilöntä. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.4.2011]. Saatavana: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Siat/EmEmakoid_energiaruokintasuositukset](http://www.farmit.net/kotielaein/lihasika/ruokinta/liemiruokinta/liemirehunsaeiloe<liem</p><p>Haacker, K., Block, H.J. and Weissbach, F. (1983). Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. [On the colorimetric determination of lactic acid in silages with p-hydroxydiphenyl]. Archiv für Tierernährung, 33: 505-512.</p><p>Jälkkö, T. Sikaloiden ruokintalaitteet. 2006. Sikojen ruokinta ja hoito. Siljander-Rasi, H., Nopanen, A. & Helin, J. (toim.). Tieto tuottamaa 114. Jyväskylä. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisu nro 1024.</p><p>Kyntäjä, S, Ahlfors, K, Teräväinen, H. 1999. Sikojen ruokinta. Tieto tuottamaa 83. Jyväskylä. Maaseutukeskusten Liiton julkaisu nro. 940.</p><p>MTT. 2011a. Emakoiden energiaruokintasuositukset. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.4.2011]. Saatavana: <a href=)
- MTT. 2011b. Mitä rehuanalyysi kertoo. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.4.2011]. Saatavana: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Hevoset/Artikkelikirjasto/ProHevoneP/mita_rehuanalyysi_kertoo.pdf
- Mäntylä, M-L. Liemiruokintaopas. (toim.) 1999. Maaseutukeskus, Suurusrehu oy.
- Pellon Group Oy. 2011. Sikatalous. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.4.2011]. Saatavana: <http://www.pellon.com/Suomeksi/Sikatalous/Ruokinta>
- Perttilä, S, & Siljander-Rasi, H. Sian ruoansulatus ja ravinnontarve. 2006. Sikojen ruokinta ja hoito. Siljander-Rasi, H., Nopanen, A. & Helin, J. (toim.). Tieto

tuottamaa 114. Jyväskylä. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisu nro 1024.

Siljander-Rasi, H, & Ketola, U. Emakot. 2006. Sikojen ruokinta ja hoito. Siljander-Rasi, H., Nopanen, A. & Helin, J. (toim.). Tieto tuottamaa 114. Jyväskylä. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisu nro 1024.