

# **Lietelannasta separoidun kuivajakeen lisäaineistaminen ja käyttö kuivikkeena**

Ilkka Lehtonen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2019  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Luonnonvara ja ympäristöala

Tekijä(t) Lehtonen, Ilkka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2019
	Sivumäärä 37	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Lietelannasta separoidun kuivajakeen lisäaineistaminen ja käyttö kuivikkeena		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, luonnonvara ja ympäristöala		
Työn ohjaaja(t) Miika Kahelin		
Toimeksiantaja(t) Rannan Teollisuuskone Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Lietelannasta separoidun kuivajakeen käyttö kuivikkeena on yleistymässä maailmalla. Myös Euroopassa on nähtävissä samankaltaista kehitystä, mutta Suomessa lannasta tehdyn kuivikkeen käyttö on vielä harvinaista. Aiheesta aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa tulokset ovat olleet pääosin positiivisia, mutta tautiriskin todetaan kasvavan, jos kuivitukseen ei prosessin kaikissa vaiheissa panosteta tarpeeksi.</p> <p>Milston-separaattoreita valmistava Rannan teollisuuskone Oy tarjosi mahdollisuuden olla mukana tutkimassa lietelannan kuivajakeen toimivuutta lypsylehmän kuivikkeena. Tutkimme miten kahden lisäaineen, tuhkan ja sammutetun kalkin lisääminen vaikuttaa separoidun lietelannan kuivajakeen patogeenien esiintyvyyteen kuukauden ajanjaksolla. Määritimme näytteistä myös kuiva-ainepitoisuuden (g/100g) ja pH arvon. Koe suoritettiin Hankasalmella, Niemisjärven kylässä Piilolan lypsykarjatilalla, jonka perinteisessä parsinavetassa on 25 lehmää ja nuorkarja.</p> <p>Kuivajakeeseen lisätyillä sammutetulla kalkilla ja tuhalla oli selvästi hygienisoivia vaikutuksia. Kuukauden mittaisella tarkkailujaksolla seoksista otettuja näytteitä analysoitiin laboratorioissa neljä kertaa: heti separoinnin jälkeen, kahden ja neljän vuorokauden kuluttua, sekä kuukauden jälkeen separoinnista.</p> <p>Kaikkien lisäainetta sisältävien näytteiden mikrobiologinen laatu oli hyvä, eikä suurinta osaa tutkitavista bakteereista havaittu laboratoriotutkimuksissa. Näytteet olivat kuitenkin vahvasti emäksisiä (pH &gt;12), mikä herättää kysymyksiä kuivikkeen vaikutuksista lehmän utareiden ja vetimien ihoon.</p> <p>Lannasta tehdyn kuivikkeen käyttö yleistyy Suomessa hitaammin kuin muualla, johtuen muiden orgaanisten kuivikkeiden hyvästä saatavuudesta. Tilakokojen kasvaessa tulee muualta ostettavista kuivikkeista iso menoerä vuodessa. Separointijärjestelmään investointi voi muodostua kannattavaksi vaihtoehdoksi, jos lietelannan separointiin liittyvät hyödyt peltoviljelyssä ja kuivajakeen kuivikekäytössä tunnustetaan.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Lietelanta, separointi, kuivike, kuivajae, bakteerit, kalkki, tuhka		
Muut tiedot ( <a href="#">salassa pidettävät liitteet</a> )		

Author(s) Lehtonen Ilkka	Type of publication Bachelor's thesis	Date March 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 37	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Using dried manure solids with alkaline additives as a bedding material</b> Possible subtitle		
Degree programme		
Supervisor(s) Miika Kahelin		
Assigned by Rannan Teollisuuskone Ltd		
Abstract  <p>The use of dried manure solids for bedding is becoming more common in the world. Similar development can be seen in Europe, but the use of dried manure solids as a bedding in Finland is still rare. In previous studies, the results have been largely positive, but there is an increased risk for mastitis outbreak if the process of using DMS has not been taken care properly.</p> <p>Rannan Teollisuuskone Ltd manufactures Milton -separators and they provided me with the opportunity to research the suitability of dried manure solids (DMS) for bedding in a dairyfarm. We investigated how the addition of two additives, ash and hydrated lime affects the prevalence of pathogens of the separated dried manure solids during a one month period. We also surveyed the dry matter content (g / 100g) and the pH value in the samples. The experiment was carried out at Hankasalmi, in the village of Niemisjärvi, in the dairy farm of Piilola, which has 25 cows.</p> <p>The hydrated lime and ash added to the dried manure solids had an immediate and long-term effects on the DMS. Hygienic qualities were improved. For a month-long observation period, samples taken from the mixtures were analyzed in the laboratory four times: immediately after separation, two and four days, and one month after separation.</p> <p>All the samples had a good microbiological quality, and most of the bacteria being studied were not found in laboratory tests. However, the samples were strongly alkaline (pH&gt; 12), which raises questions about the effects of the alkaline dried manure solids on cow's uterus and trachea skin.</p> <p>The use of dried manure solids for bedding is becoming common more slowly in Finland than elsewhere, due to the good availability of other organic bedding. As the number of farm sizes increases, the bedding material expenditure is becoming bigger. Investing for a separation system can be a good alternative if the benefits of sludge separation on the field cultivation and the use of DMS for bedding use are recognized.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) dms, dried manure solids, ash, hydrated lime, bacteria		
Miscellaneous ( <a href="#">Confidential information</a> )		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....</b>	<b>5</b>
	2.1 Sammutettu kalkki .....	6
	2.2 Kaipolan peltotuhka .....	7
<b>3</b>	<b>KARJAN LIETELANNAN SEPAROINTI .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>SEPAROIDUN LIETELANNAN KUIVAJAKEEN KÄYTTÖ KUIVIKKEENA .....</b>	<b>10</b>
	4.1 Tutkimuksia separoidun lietelannan kuivajakeen käytöstä kuivikkeena..	11
	4.1.1. Separoidun lietelannan kuivajakeen käyttäminen lypsylehmien kuivittamiseen	11
	4.1.2 Lietteestä separoitu kuivajae kuivikkeena .....	11
	4.1.3 Kuivajakeen käyttäminen kuivikkeena lypsylehmillä .....	12
	4.1.3 Nettilehtiartikkeli: Lietteestä separoitu kuitu on käypä kuivike.....	13
	4.2 Tutkimuksia lisäaineiden lisäämisestä kuivikkeen joukkoon .....	14
	4.2.1 Tutkimus pihattonavetan kuivikepetien eri lisäainevaihtoehtojen vaikutuksesta bakteerien leviämiseen .....	14
	4.2.2 Lannan patogeenit .....	14
	4.2.3 Tutkimus pihattonavetassa käytetyn sammutetun kalkin vaikutuksesta lehmien utaretulehduksiin .....	15
	4.3 Kuivikevaihtoehdot.....	15
	4.4 Utaretulehdus ja bakteerit.....	17
	4.4.1 Utaretulehduksia aiheuttavat Koliformiset -bakteerit .....	17
	4.4.2 Utaretulehduksia aiheuttava Koaguaaliposiitivinen Stafylokokki S.Aureus	18
	4.4.3 Utaretulehduksia aiheuttavat Enterokokki -bakteerit.....	18
	4.5 Lainsäädäntö.....	18

<b>5 TUTKIMUS SEPAROIDUN LANNAN KUIVAJAKEEN SOVELTUVUUS- DESTA LYPSYLEHMÄN KUIVIKKEEKSI .....</b>	<b>19</b>
5.1. Tutkimusote .....	19
5.2 Tutkimusasetelma ja käytännön toteutus.....	20
<b>6 TUTKIMUSTULOKSET.....</b>	<b>23</b>
6.1 Kuiva-ainepitoisuus.....	23
6.2 Happamuus .....	24
6.3 Bakteerit .....	25
6.4 Lämpötila.....	27
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA .....</b>	<b>29</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>31</b>

## 1 JOHDANTO

Teknologian kehitys ja tilakokojen kasvaminen luovat maatalouden alalle paljon taloudellista nostetta, mutta lisäävät myös haasteita ja ongelmia, jotka vaativat ratkaisuja. Jatkuvan kasvun malli tuntuu pätevän myös maataloudessa. Maailmalla maatilat lähestyvät rajojaan tuotannon suuruuden suhteen, ja tämä tuottaa ongelmia erityisesti ympäristön kestävävyydelle ja eläinten hyvinvoinnille. Esimerkkinä voidaan pitää Hollantia, jossa lantaa muodostuu niin paljon, että sen ekologisesti kestävä levitys pelloille ole mahdollista ilman separointia tai muuta jatkokäsittelyä. Ylilannoituksen riski on suuri. Uusilla teknologisilla ratkaisuilla saadaan tehostettua lannan järkevää käyttöä ja vähennettyä niiden negatiivisia ympäristövaikutuksia.

Maitokiintiöiden poistaminen Euroopassa ja Venäjän asettama tuontikielto EU:n alueelta tuo väkisin paineita kotimaiselle maataloudelle ja sen edellytyksille toimia taloudellisesti kannattavasti. Suomalaiset käyttävät maailman eniten maitotuotteita henkilöä kohden vuodessa. Kulutus on viime vuosina tosin hieman laskenut. Keski-Euroopan suuret maitomaat tuottavat maitoa selvästi yli oman tarpeensa, ja näin vientimarkkinoilla liikkuu paljon edullista tavaraa. Myös Baltian maissa on nähtävissä maidontuotannon nopeaa kasvua. Maitotuotteilla tullaan yhä enemmän kilpailemaan, ei pelkästään kansallisella tasolla, vaan myös globaaleilla markkinoilla.

Alalla on ollut jo pitkään käynnissä rakennemuutos, jonka taustat ovat Euroopan unioniin liittymisessä, ja jota ovat kiihdyttäneet nykyiset epävakaaat markkinat. Innostus tilojen jatkamiseen ja niiden toiminnan kehittämiseen ei ainakaan kasva, jos kannattavuus on heikkoa ja tuotannon kasvattaminen mahdotonta.

Jäljelle jäävät maatilayrittäjät investoivat vahvasti tuotannon laajentamiseen, jotta yksikkökustannukset ja liiketoiminnan kannattavuus saadaan pysymään kohtuullisena. Nykyinen kehitys ohjaa yrittäjät parantamaan kannattavuutta muun muassa modernisoimalla sekä lisäämällä tuotantoaan. Viljelijät pyrkivät eliminoimaan kaikki turhat kulut ja saamaan käytetyistä tuotantopanoksista parhaan mahdollisen hyödyn irti.

Eläinmäärän kasvun kanssa samaa tahtia nousevat kuivikkeiden hinnat. Kuivitus on tärkeä osa nykyaikaista maidontuotantoa. Hieman yllättävästi myös lannasta voidaan tehdä toimivaa kuiviketta, ja koska lantaa tulee sivutuotteena jatkuvasti, on siitä tehty kuivike edullista. Tässä tutkimuksessa keskitytään tutkimaan lannan kuivikekäyttöä maitotiloilla.

Opinnäytetyön aiheeseen liittyvät olennaisesti seuraavat käsitteet:

**Lietelanta** = lantaa, jossa eläinten sonta, virtsa ja mahdollinen tuotannossa käytetty vesi on sekoittunut juoksevaan muotoon.

**Separointi tai jakeistaminen** = lietelannan jakeistaminen kuiva- ja nestejakeeseen.

**Kuivajae** = separoinnista syntynyt kuivafraktio, jonka kuiva-ainepitoisuus n. 25-50% riippuen separoinnin tyylistä ja laitteen tehokkuudesta.

**Nestejae** = separoinnista syntynyt nestefraktio.

**DMS** = englannin kielinen termi lantakuivikkeelle, joka tulee sanoista *Dried Manure Solids*.

**Mastiitti** = utaretulehdus.

**Patogeenit** = taudinaiheuttajat

## 2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Separoidun lietelannan kuivajakeen käyttö kuivikkeena herättää paljon kysymyksiä viljelijöiden keskuudessa. Eläinten terveyden suhteen ei ymmärrettävästi haluta ottaa riskejä. Tiedossa on, miten paljon rahaa menetetään tulehduksien hoitoon sekä maidon laadun ja määrän heikkenemiseen.

Tutkimuksia ja käyttäjäkokemuksia aiheesta tulee koko ajan lisää, ja suurin osa tuloksista on varovaisen optimistisia. Lannan käyttöä kuivikkeena ei erikseen suositella, mutta sen todetaan olevan turvallista, jos tilan kuivituskäytännöt ja prosessit ovat suunniteltu tarkasti.

Kuiviketta valmistetaan lietelannasta lukuisilla eri tavoilla, joten on vaikea saada selville, mikä tapa on turvallis ja toimivin. Englanti ja Skotlanti näyttävät olevan ainoat maat, joissa lanta-kuivikkeen käytöstä on olemassa säännöt, joita viljelijän tulee noudattaa. Esimerkiksi separoidun lannan kompostoiminen ennen käyttöä on kielletty, koska jäljelle saattaa jäädä kuumuutta kestäviä itiöitä, jotka vaikuttavat muun muassa juuston säilyvyyteen. Säännöissä kuitenkin todetaan, että ne voivat muuttua, jos aiheesta julkaistaan lisää tutkimuksia.

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää, miten tuhkan (Kaipolan UPM:n tehtaalta) tai sammutetun kalkin (Nordkalk) lisääminen separoidun lietelannan kuivajakeeseen vaikuttaa sen koostumukseen ja patogeenien esiintyvyyteen yhden kuukauden ajanjaksolla. Tutkimuksessa pyrittiin simuloimaan valmistetun kuivikkeen säilyttämistä kasoissa katetussa tilassa.

Opinnäytetyöhön oli tarpeellista sisällyttää myös aiheesta aiemmin tehtyjä tutkimuksia, koska lannan kuivajakeen käytöstä kuivikkeena Suomessa on vielä verrattain vähän kokemuksia ja tutkimustuloksia. Löytämiäni tutkimuksia on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.

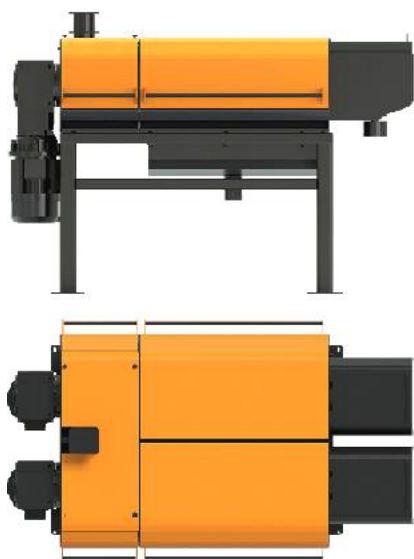
Kuivikkeen sekaan laitettua kalkkia ja tuhkaa voidaan pitää eräänlaisena lisä- tai säilöntäaineena. Aineiden vahvasta emäksisyydestä johtuen saadaan valmistettu kuivike säilymään pitkempään käyttökelpoisena. Lisäaine reagoi kuivajakeessa olevan kosteuden kanssa ja tuottaa lämpöä – tapahtuu eksotermisen reaktio. Samalla pH:n nousu reilusti emäksiseksi tappaa suuren osan runsaasta bakteerikannasta.

Bakteereista analysoitiin E.coli, Klebsiella, Entrekokit ja Koagulaasiposiitiviset Stafylokokki bakteerit. Kaikkia utaretulehduksia aiheuttavia bakteereita ei pystytty analysoimaan, sillä analyysien teettäminen akkreditoiduissa laboratorioissa on kallista. Analysoitavien bakteerien



valinnassa oli apuna ammattitaitoinen SeiLab Oy:n laboratorioeläinlääkäri. Hänen kanssaan päätettiin tutkia edellä mainittuja bakteereja. Bakteereiden lisäksi tutkittiin happamuus (pH) ja kuiva-ainepitoisuus (g/100g).

Tutkimuksessa käytetty laite on Rannan teollisuuskone Oy:n valmistama Milston E2 –separaattori. Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä yrityksen kanssa. Myyntipäällikkö Kalevi Karhu oli yhteyshenkilön ominaisuudessa konsultoimassa tutkimuksen toteutusta.



Paino	950kg
Valmistusmateriaalit	Teräs, ruostumaton teräs (runko), alumiini (suojat)
Viimeistely	Pulverimaalaus
Putkien lkm	2
Lisävarusteet	syöttöpumppu, koneikko syöttöpumpulle, poistopumppu, Kuljetin 1,5m, kuljetin 4m, kuljetin 5m, letkut 3x10m+liittimet, aggregaatti.
Äänitaso	80db
Ohjaus	Automaattinen tai manuaalinen
Asennustapa	kiinteä asennus tai siirrettävä yksikkö
<b>Suorituskyky</b>	
Käsittelykapasiteetti	nauta jopa 50m <sup>3</sup> /h, sika jopa 75m <sup>3</sup> /h
Teho	15kw
Virran-/polttoaineenkulutus	

Kuva 1. Milston E2 -separaattorin tekniset tiedot

## 2.1 Sammutettu kalkki

Kalkkia käytetään maataloudessa nostamaan happamien maiden pH tasoja. Hapan maaperä rajoittaa kasvien kykyä sitoa typpeä, fosforia, kalsiumia ja magnesiumia ja vaikuttaa siten negatiivisesti maan kasvukuntoon. Maanparannuskalkilla nostetaan pellon pH:ta, sillä happamuus estää monien kasviravinteiden saatavuutta. Runsaan ja laadukkaan sadon varmistamiseksi tavoiteltava viljavuusluokka on "hyvä", joka vastaa karkeilla kivennäismailla ja savi- mailla pH-arvoa 6,5. (Kalkki on kaikkialla. 2018. Nordkalk Oy tuotesivut)

"Kalkkikivipohjaisia tuotteita - tuttavallisemmin kalkkia - tarvitaan monilla teollisuuden aloilla, ympäristönhoidossa ja maataloudessa. Kalkkikivi on alun perin sedimentäärinen karbonaattikivi, joka koostuu pääosin kalsiittimineraalista eli kalsiumkarbonaatista (CaCO<sub>3</sub>). Puhdas kalkkikivi sisältää 95-100 % kalsiumkarbonaattia. Jalostettuna kalsiumoksidiksi (poltettu

kalkki) tai kalsiumhydroksidiksi (sammutettu kalkki) kalkin reaktiivisuus lisääntyy ja se sitoo paremmin epäpuhtauksia itseensä. Kalkkikivipohjaisia tuotteita käytetäänkin epäpuhtauksien poistamiseen eri prosesseissa ja neutralisointiaineena. Näiden ympäristövaikutuksia vähentävien cleantech-ratkaisujen merkitys on kasvamassa. Sammutettua kalkkia käytetään yleisesti nostamaan pH:ta ja alkaliteettiä vedenpuhdistuksessa.” (Kalkki on kaikkialla. 2018. Nordkalk Oy tuotesivut)

## 2.2 Kaipolan peltotuhka

“Kotimainen peltotuhka on kustannustehokas maanparannusaine. Peltotuhkaa käytetään sellaisenaan lannoitukseen ja kalkitukseen yhdellä levityskerralla. Peltotuhkaa voidaan hyödyntää maa- ja puutarhataloudessa, viherrakentamisessa, metsätaloudessa ja maisemoinnissa. Peltotuhka on UPM-Kymmene Oyj:n Kaipolan tehtaan tuottama, Hämeen Kuljetus Oy:n toimittama ja Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) hyväksymä maanparannusaine.

Peltotuhka sisältää kalsiumia, fosforia, kaliumia ja erilaisia hivenaineita. Peltotuhkalla voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä maataloudessa. Kustannussäästöt voivat olla jopa 30 - 40 %. Peltotuhka on ostohinnaltaan edullisempaa kuin kalkki. Sen neutralointikyky on 2 / 3 kalkkikivijauheen neutralointikyvystä.” (Peltotuhka, Hämeen kuljetus Oy:n nettisivut.)

### 3 KARJAN LIETELANNAN SEPAROINTI

Lietelantaa on perinteisesti käytetty levittämällä se pelloille. Se on erinomaista lannoitetta ja sillä on monia positiivisia vaikutuksia pellon maaperän kuntoon ja kasvillisuuden menestymiselle. Levitysmääriä kuitenkin kontrolloidaan säännöillä ja rajoituksilla, jotka säätelevät paljonko ravinteita saa hehtaaria kohden peltoon levittää. Lietteessä on kasvien kannalta enemmän kuin tarpeeksi fosforia, mutta typen määrä on suhteessa liian pieni. Tämä johtaa siihen, että varsinkin tilakeskuksen lähipeltoilla on yleensä paljon ylimääräistä fosforia, mutta typestä on puutetta.

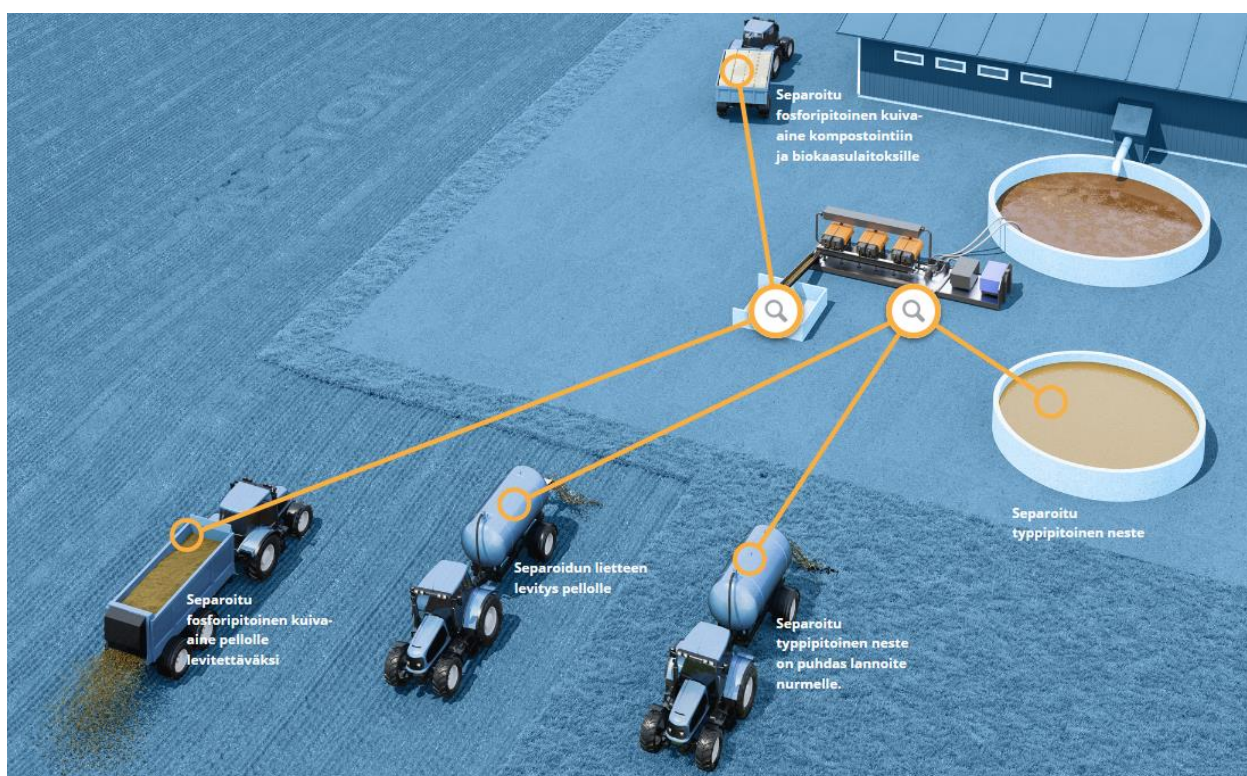
Lantaa muodostuu vuodessa paljon ja etenkin uusissa robottinavetoissa käytetään suuria määriä vettä, joka laimentaa lietettä. Monesti puhutaankin, että lietelannan kuljettaminen lohkoille on paljolti veden siirtelyä. Ravinteet saadaan käytettyä tehokkaammin ja järkevämmiin, jos lietelanta erotellaan jakeisiin separoimalla.

Separointi tehdään siihen suunnitellulla separointilaitteella, joita on valmistajasta ja laitteen ominaisuuksista riippuen monia erilaisia. Lietettä voidaan separoida mekaanisesti tai kemiallisesti. Ruuvipuristintekniikkaa käyttävä mekaaninen separaattori on yleisin käytössä oleva laite, koska se on kustannustehokas. Ne ovat kohtuullisen hintaisia ja separointi niillä on nopeaa. Kemiallinen separointi ei ole yleistynyt sen tehokkaasta ravinteiden erottelukyvystä huolimatta, koska se on menetelmänä kalliimpi ja hankalampi.

Ilman separointia, lietelannan levityksessä tulee usein vastaan rajoituksia erityisesti fosforin osalta. Lietelannan separoituun nesteosaan sitoutuu enemmän liukoista typpeä samalla, kun fosforipitoisuus suhteessa laskee. Tämä tarkoittaa sitä, että ravinnesuhde on lannoittamista ajatellen huomattavasti suotuisampi kuin raakalietteellä. Tämä on varsinkin nurmilannoituksessa eduksi, sillä typpeä lannasta tulee normaaleilla käyttömäärillä noin 50 kg/ha, eli vain puolet nurmen typpilannoitusosuudesta. Paras vaihtoehto olisi separoida erillisestä kokoajakourusta tai välikaivosta ennen lietesäiliötä, koska ravinteiden erottelu on tehokkainta silloin, kun lanta saadaan mahdollisimman aikaisin separoitua. Fosforipitoinen kuivajae voidaan kompostoida ja levittää kauemmille lohkoille, joissa saattaa olla puutetta fosforista.

Separointi tehdään yleensä säästämään logistiikan kuluissa. Separoinnista syntynyt nesteosa käytetään lietalannan tapaan. Se saadaan kuitenkin tehokkaammin hyödynnettyä pellolle, sillä sitä voidaan levittää kerralla isompia määriä, kuin raakalietettä. Separoinnista syntyvän kuivajakeen voi käyttää lannoitteena, mutta sen käyttömahdollisuudet eivät rajoitu siihen. Kuivajakeesta voi nimittäin jalostaa hyvin toimivaa, turvallista ja lehmille miellyttävää kuivikettoa.

Tässä tutkimuksessa laitteena käytettiin Milston E2-ruuvipuristinta.



Kuva 2. Havainnekuva separoidun lannan käytöstä maatilalla (<http://www.milston.fi/tuotteet/agri/>)

## 4 SEPAROIDUN LIETELANNAN KUIVAJAKEEN KÄYTTÖ KUIVIKKEENA

Separoidun lannan käyttö kuivikkeena on yleistynyt. Käytettävät laitteet ja kuivitukseen liittyvät käytännöt kehittyvät jatkuvasti, joten kuivajakeesta saadaan tulevaisuudessa yhä kuivempaa, hygieenisempää ja turvallisempaa. Yhdysvalloissa lantakuiviketta käytetään yleisesti, koska karjamäärät ovat suuria ja lantaa muodostuu paljon. Hollannissa noin 400 tilaa käyttää lannasta tehtyä kuiviketta. Muissakin Euroopan maissa käyttö on yleistymässä. Tutkimuksia aiheesta on silti yhä liian vähän.

Kuivajae sisältää pääasiassa lietteeseen sulamatonta ainesta kuten rehua, karvoja ja jyvän kuoria. Yleisimpiä tapoja käsitellä lantakuiviketta ennen käyttöä ovat:

- Kompostoida kuivajaetta erillisessä kompostorissa (esim. rumpukompostori) 1-3 päivää noin 70 °C asteessa taudinaiheuttajien tuhoamiseksi ja kuiva-ainepitoisuuden nostamiseksi.
- Kompostoida ja säilyttää kuivajaetta kasassa katetussa tilassa.
- Levittää parsiin välittömästi separoinnin jälkeen
- Ajaa lietelanta biokaasureaktorin läpi, josta lopputuotteena saatu mädätysjäännös separoidaan ja käytetään kuivikkeena.

Kompostorilla saadaan kuivike hygieenisesti laadukkaimmaksi, mutta laitteisto maksaa paljon. On myös huomioitavaa, että vaikka kompostoitu kuivajae on ennen käyttöä mikrobiologisesti puhtaampaa kuin kompostoitamaton, kasvaa sen bakteerimäärät parsiin levittämisen jälkeen yhtä korkealle. Tämä on todettu useissa tutkimuksissa (mm. Bonhotal, Harrison & Schwarz 2008, Endres, I. 2018.)

Monissa tutkimuksissa on todettu separoidun kuivajakeen käyttämisen olevan turvallista oikein käytettynä. Riippumatta siitä minkälaista kuiviketta käytetään, on tärkeintä, että kuivike pysyy mahdollisimman kuivana ja se vaihdetaan tarpeeksi usein. Kaikki kuivikkeet, olivat ne sitten orgaanisia tai epäorgaanisia (hiekkä), toimivat potentiaalisina kasvualustoina bakteereille. Ei voida myöskään osoittaa mitään tiettyä kaavaa tai johdonmukaisuutta siitä, miten bakteerit lisääntyvät kuivikkeissa, sillä lisääntyminen riippuu niin monesta eri tekijästä, kuten

navetan kosteudesta, separoinnin tehokkuudesta ja kuivikkeiden säilyttämisestä. Joissain tutkimuksissa on havaittu, että kuivikkeissa, jotka olivat ennen käyttöä puhtaimpia, oli enemmän bakteereita käytön jälkeen.

#### 4.1 Tutkimuksia separoidun lietelannan kuivajakeen käytöstä kuivikkeena

##### 4.1.1. Separoidun lietelannan kuivajakeen käyttäminen lypsylehmien kuivittamiseen

Cornellin Yliopiston julkaisema tutkimus "Use of Dried Manure Solids as Bedding For Dairy Cows" vuodelta 2010, jossa tutkittiin kuutta maatilaa, jotka käyttivät kaikki erilaisia tyylejä lannasta valmistettujen kuivikkeiden käyttämiseen. Kuivikkeista otettiin näytteitä vuoden ajan ennen käyttöä ja käytön jälkeen. Niistä analysoitiin bakteerimäärät. Myös kuivikkeiden fyysisiä ominaisuuksia analysoitiin. Lopputuloksena todettiin, että lantakuivikkeen käyttö voi olla edullista ja turvallista. Lantakuivikkeen runsas bakteerikanta ei itsessään vaikuta utaretulehdusten syntyyn, vaan tärkeintä on kuivituksen suunnittelu ja toteutus. Parsien puhtaus on tärkein asia riippumatta siitä, minkälaista kuiviketta käytetään.

##### 4.1.2 Lietteestä separoitu kuivajae kuivikkeena

Lilli Frondeliuksen tutkimus vuodelta 2018. Kuivituskoee Luke Maaningalla. Kokeen pituus oli 2 x 3 kuukautta ja siinä verrattiin kuivajakeen ja turpeen käyttöä. Maitonäytteet otettiin kahden viikon välein, yhteensä 15 näytteenottoa, lähes 400 näytettä. Utaretulehdusnäytteet kaikista uusista soluttajista (lehmät, joilla epäillään utaretulehdusta) ja pidempään soluttaneista harkinnan mukaan (yhteensä 27 näytettä). Tärkeimmät tulokset olivat seuraavat:

- Utareet puhtaammat kuivajaekuivituksella, verrattuna turpeeseen.
- Kuivikkeella ei vaikutusta solumääriin.
- Kuivajakeen yhteyttä ympäristöperäisiin utaretulehdustapauksiin ei voida sulkea pois. Kyseessä kuitenkin yksittäistapauksia, jotka olivat hallittavissa.
- Kuivikkeella ei ollut vaikutusta lehmien päivittäiseen makuaikaan.
- Käyttöä suositellaan mahdollisimman tuoreena (jos ei käytetä kompostointia). Ei saa lämmitä uudelleen parsissa.
- Navetan kosteus ja kuumuus edistävät mikrobien kasvua.

- Märkien ja seisonien kuivikkeiden siivoaminen tärkeää.
- Likaisuus → lannanpoisto, parret, lypsyhygienia!

#### 4.1.3 Kuivajakeen käyttäminen kuivikkeena lypsylehmillä

Englannissa tehty tutkimus ”Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: A scoping study” vuodelta 2011 tutki yhteensä 19 eri tilan käytäntöjä kuivajakeella kuivittamisen suhteen. Myös bakteeripitoisuudet kuivikkeista analysoitiin joka tilalta. Tutkimuksessa listattiin tärkeimpiä asioita, jotka pitää muistaa käyttäessä lietteen kuivajakeita kuivikkeena:

- Separointiprosessi pitää olla kontrolloitua optimaalisen kuiva-ainepitoisuuden saavuttamiseksi. Erottavan lietteen koostumuksella on merkittävä vaikutus separoidun kiinteän jakeen koostumukseen ja laatuun. Kuivikkeeksi tarkoitetut kiintoaineet on säilytettävä suojassa, jotta vältetään vesipitoisuuden lisääntyminen ennen käyttöä.
- Kuivajake tulee käyttää välittömästi kuivikkeeksi, ellei tehdä muuta jatkokäsittelyä, kuten kompostointia.
- Navetan hyvä ilmanvaihto on välttämätöntä.
- Täyttöparsia käytettäessä on huolehdittava, että kuivike kuivuu tarpeeksi ennen kuin uutta kuiviketta lisätään.
- Kuiviketta on lisättävä rajoitetussa määrässä, jotta tuore kuivike kerkeää kuivua.
- Kuivikkeen lämpiäminen uudelleen on estettävä.
- Parsipetien hygienian hallinta tärkeää. Kuten kaikkien kuivikemateriaalien kanssa, parsipedit on suunniteltava siten, että minimoidaan virtsan ja tuoreen ulosteen aiheuttama pilaantuminen. Parren pitää olla oikean kokoinen lehmälle ja sen pitäisi viettää alaspäin 2-3 %, jotta virtsa ja uloste valuisi parresta pois.
- Vältä lantakuivikkeen käyttöä vasikoille ja nuoremmalle karjalle, sillä hygienian tarkeys korostuu eläinten ensimmäisinä kuukausina.
- Lypsyhygienia eli vetimien hyvä puhdistus ennen lypsyä ja vedinkastot ennen ja jälkeen lypsyn on tehtävä huolellisesti.
- Rehua käsitteleviä laitteita ei saa käyttää lantakuivikkeen käsittelemiseen.
- Karjan terveyttä seurattava aktiivisesti.

#### 4.1.3 Nettilehtiartikkeli: Lietteestä separoitu kuitu on käypä kuivike.

FarmTest -lehti tarkasteli lietelannasta separoidun kuituosan käyttöä kuivikkeena lypsykarjatiljoilla Tanskassa. Testissä oli mukana 11 maitotilaa. Testitilojen lehmämäärä vaihteli 178:sta 560:een. Kuudella tilalla oli parsipedit ja viidellä kestokuivikeparret. Separoitua kuiviketta oli käytetty yhdestä kahteen vuoteen. Tiloilla oli kahdentyyppisiä separaattoreita: ruuvipuristimia ja rullaseparaattoreita. Laitteiden ominaisuuksia ei vertailtu. Separoidusta kuivajakeesta määriteltiin pH ja kuiva-ainepitoisuus heti separoinnin jälkeen. Erilaisten mittarien avulla arviointiin eläinten puhtautta, karvapeitteen kulumista ja haavaumia jaloissa, parsien mukavuutta sekä makuualustan kuivuutta. Neljä testitiloista käytti kuivikkeena tuoretta separoitua lietettä. Seitsemällä tilalla kuivikkeeseen lisätään yhtä tai useampaa lisäainetta kuten sammutettua kalkkia. Myös liitua käytetään.

Lisäaineita on lisätty, koska niillä uskotaan olevan positiivisia vaikutuksia lehmän utareterveyteen käytettäessä lannan kuivajakeita kuivikkeena. Yhdellä tilalla kuivajakeeseen lisätään silputtua olkea, jotta kuivitustyö helpottuisi. Kolmella tiloista kuivajakeen tuotantoon käytettiin hapotettua lietelantaa. Nämä yrittäjät käyttivät rullaseparaattoria.

Utareterveydestä on huolehdittava. Testissä mukana olleet yrittäjät listasivat utareterveyden kannalta tärkeimmiksi katsomansa asiat:

- Käytä vain tuoretta kuitua. Kuidun tulee olla tuoretta ja juuri ennen käyttöä separoitua. Varastointiaika saa olla enintään 24 tuntua. Ylimääräinen kuitu tulee palauttaa takaisin lietteen joukkoon. Tuore kuitu laitetaan aina takimmaisiksi makuuparteen utareen välittömään läheisyyteen, eikä kuitua saa siirtää parren etuosasta takaosaan Klebsiella-tartuntariskin takia.
- Vältä kuidun lämpenemistä. Kuitu lämpiää helposti ja alkaa homehtua. Siksi kuivikkeen on oltava tuoretta. Kolmen vuorokauden sisällä kuitu jo palaa. Parsien pitää olla lehmien käytössä, sillä muuten kuitu alkaa imeä itseensä kosteutta ja homehtuu.
- Anna kuidun kuivua parsissa. On tärkeää antaa separoidun kuidun kuivua kunnolla. Erityisesti tätä korostavat ne, joilla on kestokuivikeparret. Kuitu pääsee kuivumaan, kun kuiviteitaan harvoin. Ennen kuin uutta kuitua lisätään, pitää alla olevan kuidun olla kuivaa.
- Pidä parret puhtaina ja kuivina. Makuuparret on tärkeää pitää puhtaina ja kuivina. Esimerkiksi kuivikkeeseen valunut maito tulee poistaa ja lisätä tilalle uutta puhdasta kuiviketta.



Kuivikkeen sekaan lisättävä aineita		
	Kg/parsi/vrk, sulussa minimi- ja maksimimäärät	Ainetta käyttävien tilojen lukumäärä
Liita	1,25 (0,20-2,30)	5
Sammutettu kalkki	0,11 (0,05-0,17)	2
Stalosan	0,30 (0,03-0,56)	2
Bovicomfort	0,07	1
Silputtu oiki	0,005	1

Kuva 3. Tilojen käyttämät lisäaineet (KMOVET 3/2015. Lietteestä separoitu kuitu on käypä kuivike.)

## 4.2 Tutkimuksia lisäaineiden lisäämisestä kuivikkeen joukkoon

### 4.2.1 Tutkimus pihattonavetan kuivikepetien eri lisäainevaihtoehtojen vaikutuksesta bakteerien leviämiseen

Journal of dairy science-lehdessä julkaistu tutkimus vuodelta 2008. Viiden eri kuivikevaihtoehdon vaikutuksia tutkittiin parsien ja vetimien pinnoilla esiintyviin bakteereihin. Kuivikkeita vertailtiin viiden ryhmän kesken, jossa kussakin 30 lehmää. Käytetyt kuivikkeet olivat sammutettu kalkki, hiilen poltosta muodostuva tuhka, sahanpuru ja hapan kaupallinen lisäaine. Yksi ryhmä jätettiin kuivittamatta kokonaan vertailun vuoksi. Todettiin seuraavaa:

- Bakteerimäärät Klebsiellan, E. colin ja Streptokokkien kohdalla olivat pienimmät sammutetulla kalkilla kuivitetuissa parsissa.
- Seuraavaksi parhaimman arvosanan saivat tuhka ja kaupallinen valmiste. Huonoiten suoriutuivat sahanpuru ja ilman kuivitusta olevat parret.
- Sammutettu kalkki oli ainut kuivike, joka selvästi vähensi bakteerien määrää parsissa ja vetimien pinnoilla, mutta aiheutti lieviä iho-oireita.

### 4.2.2 Lannan patogeenit

Kaliforniassa tehty tutkimus "Pathogens in Manure". Tutkimuksessa todettiin, että lannassa on luonnostaan runsaasti taudinaiheuttajia. Testattiin myös kuivatun lannan ja mantelien kuorien sekoitusta, jonka sekaan oli pistetty ¼ osaa tuhkaa (pH n. 13). Huomattiin, että tuhkan lisääminen kuivalannan sekaan vähensi bakteerien kasvua 4-5 päivän ajan.

#### 4.2.3 Tutkimus pihattonavetassa käytetyn sammutetun kalkin vaikutuksesta lehmien utaretulehduksiin

Yhdysvalloissa vuonna 2006 tehdyssä opinnäytetyössä ”Evaluation of hydrate lime treatment of free-stall bedding and efficacy of teat sealant on incidence of dairy cow mastitis”, tutkittiin sammutetun kalkin vaikutuksia. Kolmasosaan lehmien parsista lisättiin sammutettua kalkkia ja sen todettiin vähentävän utaretulehdustapauksia jopa 45 %, verrattuna parsiin joihin ei oltu lisätty kalkkia. Kalkki ei liukene helposti veteen, joten sen vaikutukset patogeenien lisääntymiskykyihin ovat pitkäaikaiset.

### 4.3 Kuivikevaihtoehdot

Tilava ja pehmeä parsi yhdessä hyvälaatuisen kuivikkeen kanssa parantavat olosuhteita navetassa tarjoamalla kuivan, mukavan ja lämpimän makuualustan luonnostaan paljon makavalle lehmälle. Lehmän optimaalinen ja samalla luonnollinen makuuaika on n. 14 tuntia päivässä. Tänä aikana lehmä märehtii ja sen sorkat ja jalat pääsevät lepoon ja kuivumaan. Myös utareen verenkierto kiihtyy. Naudan lepoaika liittyykin osaltaan suoraan siihen, miten hyvin se tuottaa maitoa.

Kuiviketyypit voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: orgaanisiin ja epäorgaanisiin. Orgaaniset kuivikkeet sisältävät ravintoa jota bakteerit tarvitsevat lisääntyäkseen, epäorgaaniset eivät. Aikaisemmin kuitenkin jo todettiin, että bakteerit alkavat lisääntyä parsissa riippumatta siitä, onko käytetty kuivike orgaanista vai epäorgaanista. Onkin muistettava, että kuivikkeen käyttöön liittyvät rutiinit ja käytännöt sekä sen varastointi ja navetan yleinen hygieenisuus näyttelevät isoa osaa kuivituksen onnistumisessa.

Tärkein asia on huolehtia siitä, että kuivike on ennen käyttöä kuivaa ja parret siivotaan päivittäin ja kuivitetaan uudelleen. Myös navetan olosuhteilla on vaikutusta bakteerien esiintymiseen ja lisääntymiskykyyn. Lämmin ja kostea navetta on olosuhteiltaan optimaalinen bakteereille. Hygieenisimmät olosuhteet ovat sellaiset, joista lehmäkin pitää, kuivat ja viileät.

Yleisimpiä kuivikkeita Suomessa ovat olkisirppu, kutterilastu ja turve. Maailmalla myös hiekkaa käytetään paljon sen ollessa epäorgaaninen ja siten lähtöarvoiltaan turvallinen kuivike

patogeenien suhteen. Hiekan käyttöä rajoittaa sen lannan käsittelylaitteita kuluttavat ominaisuudet sekä laadukkaan hiekan hankkimisen hankaluus. Lannan kuivajakella kuivittaminen on vielä harvinaista.

<b>MUISTILISTA HYVÄSTÄ KUIVITTAMISESTA</b>	
•	Ota parsien riittävä kuivitus rutiiniksi
•	Koneellista kuivitustyötä
•	Suunnittele kuivittamisen koko ketju varastosta parsiin
•	Puhdista parret ja levitä puhdasta kuiviketta 3-4 kertaa päivässä
•	Kuivita myös parsipedit reilusti
•	Tarkkaile eläinten puhtautta ja kintereiden terveyttä
•	Käytä kuivitustyössä hengityksensuojaimia
•	Käytä vain hyvälaatuisia kuivikkeitä
•	Varastoi kuivikkeet kuivassa paikassa

Kuvio 1. Muistilista hyvästä kuivittamisesta (Alasuutari & Palva 2014).

<b>Taulukko 1. Eri kuivikemateriaalien ominaisuuksia (hintataso v. 2014).</b>						
<b>Kuivike</b>	<b>Ominaisuudet, (plussat/miinukset)</b>	<b>Käytettävyys</b>	<b>Kuiva – aine %</b>	<b>Tilavuuspaino, kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Nesteenpidätys (virtsa), g/l kuiviketta</b>	<b>Hintataso (alv 0) €/m<sup>3</sup></b>
Lietelannan separointijae	+ riittävyys, saatavuus – kosteuspitoisuus voi olla korkea (riippuu separointitehosta) – hygieniariskit (utaretlehdukset, taudinaiheuttajat)	* jäätyminen varastoinnissa otettava huomioon * huolehdittava hyvästä parsi- ja lypsyhygieniasta	25–35 %	400–450		
Lisäaineet (jauheet)	+ hygieenisuus – voivat aiheuttaa ihoärsytystä ja ihon kuivumista – voivat hiertää kintereitä	* käyttö yhdessä muun kuivikkeen kanssa	99 %	1000		30 kg säkki: 25 €/säkki 1000 kg säkki: 610 €/säkki Sammutettu kalkki 30 kg 19€/säkki
Hiekka	+ makuukavuus + kintereiden terveys + hygieenisuus – hoidon työläys – parsien tasaus – hiekkaisen lannan käsittely – jäätyminen talvella varastossa	* sopii vain täyttöparsiin (hiekkaparsi) * huomioitava vaikutus lannanpoistoon ja lannan käsittelyyn		1300–1800		
Turve	+ hyvä imukyky + hyvä ammoniakkin sitomiskyky + kintereiden terveys – pölyvyys (kosteus vaikuttaa) – homepölyriski – laatuvaihtelu	* sopii moniin järjestelmiin * puukappaleet voivat olla haittana kuivituslaitteissa * voi jäätää pakattuna ja syöttösilloissa (automaattiset järjestelmät)	45–55 %	120–180	470–640	irtona: 12–15 € pienpaaleissa: 35–38 € pyöröpaaleissa: 23 €
Kutterinlastu	+ kuivaa + valoisuus – pölyvyys – voi olla hiertävä parsissa	* sopii moniin järjestelmiin * kuivikelannan kompostointi tarpeen lannoitusvaikutuksen parantamiseksi * seoksena turpeen kanssa hiertävyys vähenee	85–95 %	60–150	140–330	irtona: 12–15 € pienpaaleissa: 35–50 € pyöröpaaleissa: 45 €
Sahanpuru	+ valoisuus – voi olla hiertävä parressa laadusta riippuen – tuoreessa sahanpurussa Klebsiella-riski	* sopii moniin järjestelmiin * kuivikelannan kompostointi tarpeen * seoksena turpeen kanssa hiertävyys vähenee	85–95 %	120–210	330	tuore puru: 7–15 €

Taulukko 1. Eri kuivikemateriaalien ominaisuuksia (Alasuutari & Palva 2014)

## 4.4 Utaretulehdus ja bakteerit

Yleisimmät taudit lypsykarjalla niin Suomessa kuin maailmallakin ovat utaretulehdukset, joiden hoitaminen aiheuttaa viljelijälle taloudellisia tappioita sekä menetettyjä maitolitroja. Pahimmassa tapauksessa eläin ei parannu koskaan, tai sen tuotos kärsii niin paljon, että se joudutaan poistamaan tuotannosta.

”Utaretulehdukset aiheuttavat keskimäärin 7500 € / tila tappion vuosittain. Utaretulehdus johtuu utaretulehdusta aiheuttavien bakteerien (stafylokokit ja streptokokit 80 %) pääsystä vedinkanavan kautta utareeseen. Ellei maito huuhtelee mikrobeja pääsevät bakteerit kiipeämään utareeseen, ellei maidon huuhteluvaikutus poista niitä lypsyn aikana. Kun puolustus huomaa bakteerit, tapahtuu tulehdusreaktio eli puolustus reagoi käynnistämällä puolustus-toiminnot. Oireet voivat olla hyvin lievät tai rajut tai siltä väliltä. Reaktion lievyyttä tai rajuutta määrittää bakteerityyppi ja -kanta sekä puolustuksen toimintakyky. Maidon solupitoisuus on utaretulehdustilanteen mittari. Terveen lehmän maidon solupitoisuus on noin 50 000 solua/ml. Utareneljännes on varmasti sairas, jos soluluku on yli 200 000 solua/ml. 100 000 – 200 000 solua/ml välillä tilanne on epävarma.” (Utaretulehdusten synty- ja paranemismekanismit. Eläinten terveys ETT ry:n internetsivut)

Tässä työssä tutkimme seuraavien bakteerien esiintyvyyttä:

- E. coli ja Klebisella, jotka kuuluvat Koliformisten -bakteereiden sukuun.
- S. Aureus -bakteeri, joka kuuluu Stafylokokki -bakteerien sukuun
- Enterokokkibakteerit

### 4.4.1 Utaretulehduksia aiheuttavat Koliformiset -bakteerit

” Utaretulehduksen yhteydessä koliformeilla tarkoitetaan Escherichia coli -lajiin ja Klebsiella -sukuihin kuuluvia bakteereita. Koliformit bakteerit ovat ulosteperäisiä organismeja, ja kolimastiitti on siten ympäristöperäinen. Ulosteen saastuttamista alusista bakteeri joutuu mekaanisesti vetimen kautta utareen maitotilaan.” (Pyörälä S., Tiihonen T. 2005, 6.)

Kolibakteeri aiheuttaa usein kliinisen utaretulehduksen, joka voi olla jopa niin raju, että lehmä kuolee. Erityisesti vatsapoikineilla lehmillä tauti voi edetä erittäin nopeasti. (Kulkas, Laura 2018.)

#### 4.4.2 Utaretulehduksia aiheuttava Koaguaalipositiivinen Stafylokokki S.Aureus

Stafylokokit pystyvät tehokkaasti kiinnittymään vetimen pään ja maitotiehyiden epiteeliin sekä kasvamaan hyvin utareessa ja maidossa, ts. ne pystyvät vastustamaan erilaisia maidon antibakteerisia tekijöitä. (Pyörälä S., Tiihonen T. 2005, 3.)

S.aureus voi aiheuttaa vakavaoireisen, jopa kuolemaan johtavan utaretulehduksen, mutta myös oireettoman helposti kroonistuvan utaretulehduksen. S.aureuksen ennaltaehkäisyssä avainasemassa ovat hyvä lypsyhygienia ja –tekniikka sekä ympäristön altistavien tekijöiden minimoiminen. S.aureus on ihobakteeri, jota löytyy aina jossain määrin eläimen iholta, erityisesti se viihtyy ihon rikkoutumissa ja nirhamissa, etenkin vedinvaurioissa ja kinnerhaavoissa, mistä sen on helppo siirtyä utareeseen. Lehmän ulkopuolella bakteeri ei kauaa viihdy, paitsi parteen vuotaneessa saastuneessa maidossa. Niinpä merkittävin bakteerin lähde ja levittäjä on tartunnan saanut utareneljännes ja siitä erittyvä saastunut maito.

#### 4.4.3 Utaretulehduksia aiheuttavat Enterokokki -bakteerit

Enterococcus-sukuun kuuluu n. yli 20 lajia. Enterokokit ovat kasvuvaatimuksiltaan hyvin joustavia; ne voivat kasvaa hyvin suolaisessa ympäristössä (6,5 % NaCl), laajalla lämpötila-alueella (10–45 °C), ja korkeassa pH:ssa (9,6). Enterokokit pystyvät hajottamaan eskuliinia ja sietävät sappisuoloja. Ne voivat säilyä hengissä elottomilla pinoilla ja kestävät 60 °C lämpötilaa 30 minuuttia. (Hedman ym. 2010, 126.)

### 4.5 Lainsäädäntö

”Eläinlääkintälainsäädännön näkökulmasta kuivikkeiden valmistusprosessissa tulee varmistaa, etteivät mahdolliset tarttuvat eläintaudit leviä valmiiden kuivikkeiden mukana. Jos kyseessä on saman tilan liete, ei ongelmaa eläintautilain näkökulmasta ole, jos tilalla ei ole tarttuvia tauteja.

Elintarvikehygienialainsäädännön näkökulmasta kuivikkeet eivät saa aiheuttaa elintarvikehygienistä riskiä. Lypsylehmien tapauksessa kuivikkeet eivät itsessään saa olla patogeenitartunnan lähteenä utareeseen nähden, eivätkä ne myöskään saa heikentää utareterveyttä.

Rehulainsäädännön mukaan lantaa, virtsaa ja ruuansulatuskanavan sisältöä ei saa käyttää rehuna. Rehulainsäädännön vaatimuksia kannattaa ottaa huomioon lantakuivikkeen käytössä, koska eläimet mahdollisesti syövät kuivikkeita tai niitä muutoin joutuu suun kautta elimistöön. Rehulainsäädäntöä ei suoraan voi soveltaa lantakuivikkeen käyttöön, mutta tuotteen turvallisuus on tarkkaan varmistettava. Varmistettavat asiat ovat osaksi samoja kuin eläinlääkintälainsäädännössä, kuten salmonellattomuus ym. muut patogeenit. Lisäksi tulevat haitalliset aineet sekä hukkakaura ja tuholaiset. Vastuu on tuotteen valmistajalla ja käyttäjällä. Lannan käytöstä säädetään myös EU:n sivutuoteasetuksessa, joka koskee eläimistä saatavia sivutuotteita (EY N:o 1069/2009). Eviran alustavan arvion mukaan oman tilan lannan käyttö tilalla ei aiheuta sivutuoteasetuksen mukaan erityisiä toimenpiteitä tai vaatimuksia. Jos lantaa/lantakuiviketta luovutettaisiin esim. toiselle tilalle tai muutoin saatettaisiin markkinoille, on tämä toiminta lannan käsittelyä, jolle on vaatimuksia”

(Alasuuri, Sakari & Palva, Reetta. 2014.)

## **5 TUTKIMUS SEPAROIDUN LANNAN KUIVAJAKEEN SOVELTUVUUDESTA LYPSELEHMÄN KUIVIKKEEKSI**

### **5.1. Tutkimusote**

Tutkimusmenetelmillä tarkoitetaan empiirisen tutkimuksen konkreettisia aineiston hankinta ja -analyysimetodeja tai -tekniikoita, jotka voidaan puolestaan luokitella laadullisiin (kvalitatiivisiin) ja määrällisiin (kvantitatiivisiin) menetelmiin. Tässä työssä käytetty kokeellinen tutkimus on tutkimusstrategia, jossa tavoitteena on tutkia ilmiöiden vaikutuksia toisiinsa kontrolloidusti tutkimusta varten luodussa ympäristössä tai tilanteessa. Kokeellinen tutkimus on tutkimusstrategia, jossa tavoitteena on tutkia ilmiöiden vaikutuksia toisiinsa kontrolloidusti tutkimusta varten luodussa ympäristössä tai tilanteessa. Kokeellista tutkimusstrategiaa voidaan toteuttaa monella tavalla ja koeaineiston analyysissa voidaan hyödyntää erilaisia laadullisia ja määrällisiä analyysimenetelmiä. Tilastollinen tarkastelu edellyttää määrällisiä analyysimenetelmiä. (Menetelmäpolkuja humanisteille, kokeellinen tutkimus 2015.)

Kokeellinen tutkimus on systemaattista ja kontrolloitua havaintojen tekoa. Havainnoista on mahdollista saavuttaa tutkijoiden yksimielisyys monin keinoin. Tulokset julkistetaan ja tutkimuksessa käytetään sellaisia tieteellisiä instrumentteja, jotka ovat kaikkien tutkijoiden käytettävissä. Tapahtumien kulku raportoidaan sellaisella tarkkuudella, että sen toistaminen yhdellä on mahdollista. Kokeellisessa tutkimuksessa toimitaan aina muuttujarakenteilla. (Kokeelliset ja testaukseen perustuvat menetelmät, ylemmän AMK-tutkinnon mediafoorumi.)

## 5.2 Tutkimusasetelma ja käytännön toteutus

Tutkimuksen käytännön kokeet suoritettiin Hankasalmella, Niemisjärven kylässä Piilolan tilalla. Navetta on perinteinen parsinavetta, jossa on 25 lypsävää lehmä + nuorkarja. Parret kuivetaan tilalla kutteripurulla. Separointi suoritettiin ns. liikkuvalla kalustolla, joka tarkoittaa, että separaattorit olivat kuorma-auton lavalla. Separointi aloitettiin pumppaamalla lietelantaa navettaa lähinnä olevasta ensimmäisestä lietesäiliöstä separaattoriin, joka erotti nesteen ja kuivajakeen toisistaan ohjaamalla lietteen ruuvipuristimelle, joka puristaa lietteen seula-putken läpi. Kokeessa käytettiin seulakokoa 0,7mm. Nesteosa ohjattiin toiseen lietesäiliöön ja kuiva-aine traktorin kauhaan. Traktorin kauhasta otettiin yhteensä 70 kiloa kuivajietta, joka jaettiin tilavuudeltaan 10 litran muovilaatikoihin. Yhteensä saatiin siis 7 astiaa, joissa kussakin kuivajietta 10 kg.



Kuva 4. Milston E2 -separaattorit toiminnassa kuorma-auton lavalla.

Jokaiseen laatikkoon sekoitettiin kuivajakeen joukkoon erilaiset määrät sammutettua kalkkia ( $\text{CaOH}_2$ ) tai tuhkaa. Näytteitä säilytettiin kannettomissa astioissa, paitsi yksi erä tuhkaseosta, joka säilytettiin vertailun vuoksi kannellisessa astiassa.

Näytteitä säilytettiin katetussa tilassa ulkolämpötilassa 1 kuukauden ajan syksyllä. Näytteiden lämpötilaa mitattiin säännöllisesti. Kuukauden mittaisella tarkkailujaksolla seoksista otetut näytteet analysoitiin laboratoriossa kolme kertaa: heti separoinnin jälkeen, neljän vuorokauden kuluttua, sekä kuukauden jälkeen separoinnista.

Kuivajae-kalkkiseosta tutkittiin kahdella eri koostumuksella:

- 7% kalkkia / 93% kuivajaetta
- 10% kalkkia / 90% kuivajaetta



Kuivajae-tuhkaseosta tutkittiin kolmella eri seoksella:

- 10% tuhkaa / 90% kuivajaetta
- 20% tuhkaa / 80% kuivajaetta
- 20% tuhkaa / 80% kuivajaetta kannellisessa astiassa
- 30% tuhkaa / 70% kuivajaetta



Kuva 5. Separoidun liotelannan kuivajaetta



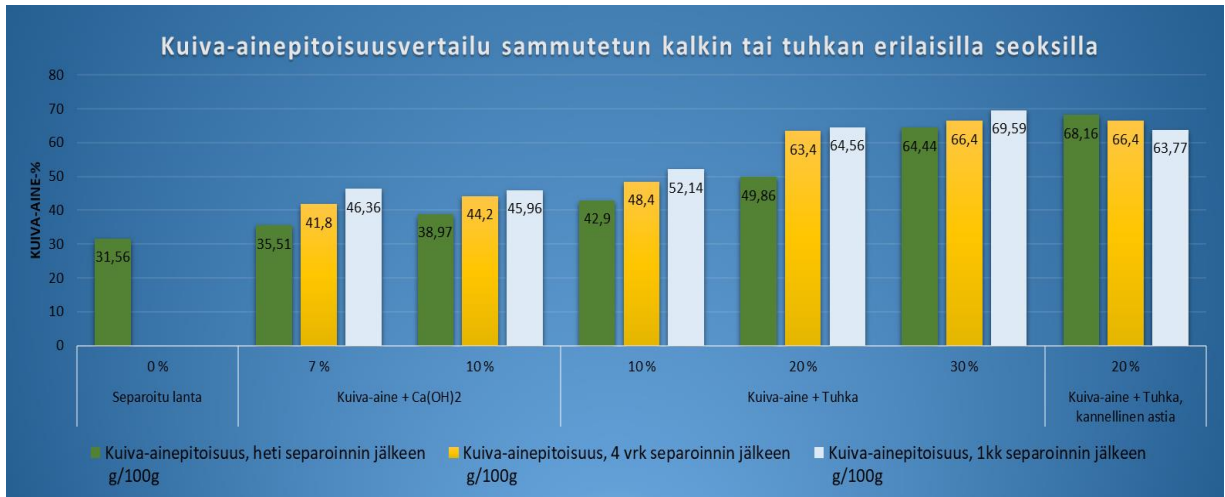
Kuva 6. Separoidun lietalannan kuivajaetta ja kalkkia ennen sekoittamista keskenään.

## 6 TUTKIMUSTULOKSET

Ulkomailla tehtyjä tutkimuksia lisäaineiden lisäämisestä lannasta tehtyjen kuivikkeiden joukkoon on muutamia, joissa todetaan emäksisten aineiden käytöllä olevan vaikutusta orgaanisten kuivikkeiden mikrobiologiseen laatuun. Näihin perustuen päätimme tutkia kalkin ja tuhkan vaikutusta. Yhtenä valintakriteerinä käytimme myös lisäaineiden saatavuutta, kalkkia ja tuhkaa muodostuu runsaasti teollisuuden sivuvirroista, joten ne ovat edullisia ja hyvin saatavilla olevia aineita.

### 6.1 Kuiva-ainepitoisuus

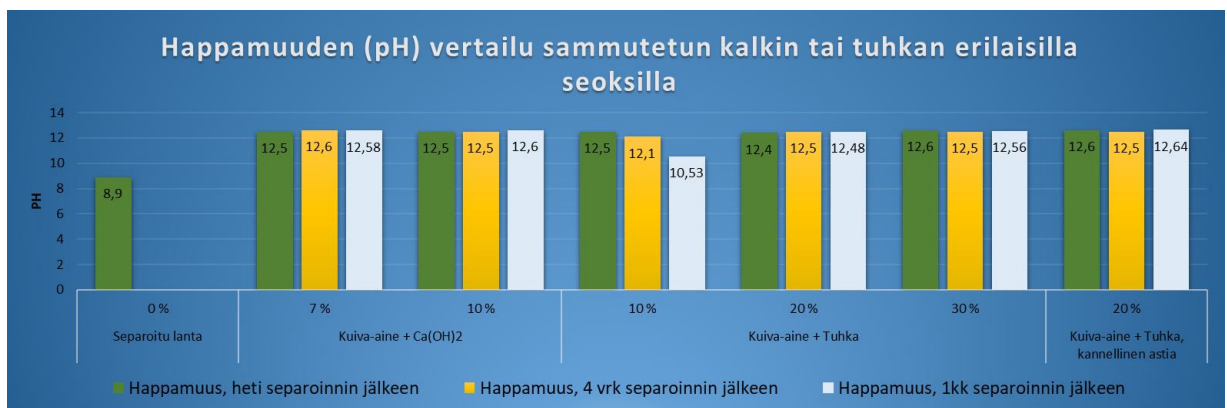
Tässä tutkimuksessa kuiva-ainepitoisuutta tarkasteltiin lisäämällä sammutettua kalkkia ( $\text{CaOH}_2$ ) ja tuhkaa lietalannasta separoidun kuivajakeen sekaan. Kuiva-ainepitoisuus on tavanomaisesti ruuvipuristimella separoituna 25-35 %. Milston E2-separaattorilla saimme 0,7mm seulakoolla puristettua kuivajaetta jonka kuiva-ainepitoisuus oli 31,5 %.



Taulukko 1. Kuiva-ainepitoisuusvertailu sammutetun kalkin ja tuhkan erilaisilla seoksilla

Taulukosta voidaan havaita, miten lisäaineet ja niiden eri määrät vaikuttavat näytteiden kuiva-ainepitoisuuksiin. Parhain kuiva-aine-% 69,59 % saatiin seoksella, jossa oli 30 % tuhkaa ja säilytettiin kannettomassa astiassa. Kuiva-aine pitoisuus siis kasvoi merkittävästi verrattuna tuoreeseen kuivajakeeseen ilman lisäaineita.

## 6.2 Happamuus



Taulukko 2. Happamuuden (pH) vertailu sammutetun kalkin tai tuhkan seoksilla

Lisäämällä kalkkia tai tuhkaa, nousee kuivajakeen pH reilusti (yli 40 % vrt. ilman lisäainetta) emäksisen puolelle, näillä seoksilla kaikilla pH oli >12. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa

on todettu, että patogeeneit tuhoutuvat kun pH nousee yli 12,4:ään. (Chettri, Rekha Sutar. 2006)

Vahvasti emäksinen kuivike saattaa ärsyttää lehmän utareita ja vetimiä. Tässä tutkimuksessa ei vielä testattu kuivajaetta käytännössä lehmien kuivikkeena. Johtopäätösten tekemisen kannalta olisi välttämätöntä tutkia miten emäksinen kuivike toimii käytännössä navetassa. Olisi myös hyvä tutkia vaikuttaako kuivikkeen korkea emäksisyys pitkässä juoksussa lietteen pH arvoon ja typen haihtumiseen.

### 6.3 Bakteerit

Isoin riski lantakuivikkeen käyttämisessä on sen luonnostaan suuri bakteerikanta. Separoidun lietelannan kuivajae tarjoaa käsittelemättömänä hyvät lisääntymis- ja kasvuolosuhteet erilaisille patogeeneille.

Kalkin ja tuhkan lisäämisellä pyritään estämään bakteerien lisääntymiskyky eliminoimalla alkuvaiheessa suuri osa bakteerikannasta ja tekemällä olosuhteet niiden pärjäämiselle epäsuotuisiksi. Aineiden lisäämisellä on välitön vaikutus, joka voidaan nähdä alla olevista taulukoista. Lisäaineettomassa kuivajakeessa on runsaasti bakteerien sekakasvua, mutta jo pienet määrät tuhkaa tai kalkkia tappavat tarkkailtavat bakteerit lähes kokonaan. Saman kohtalon kokevat luultavasti myös bakteerit joita ei analysoitu. Seilab Oy:ssä tehdyt tutkimukset osoittavat, että monissa näytteissä ei havaittu bakteereita vielä kuukaudenkaan jälkeen.

Riskirajana kuivikkeen bakteerimäärille on esitetty koliformien osalta 106 pmy/g, jota suuremmat määrät lisäävät utaretulehdusten riskiä. Stafylokokkien riskirajaksi on esitetty 104 pmy/g. (Bishop ym. 1981).

Taulukko 4. Bakteripitoisuudet välittömästi separoinnin jälkeen

Näyte	Lisäaineen määrä %	E.coli pmy/g	Enterokokit pmy/g	Stafylokokit pmy/g	Klebsiella pmy/g	Happamuus pH	Kuiva-ainepitoisuus g/100g
K-jae	<u>0 %</u>	<u>1400</u>	<u>240000</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>8,9</u>	<u>31,56</u>
K-jae +	<u>4 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>6</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>35,51</u>
Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>7 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>3</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>38,97</u>
	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>200</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>42,9</u>
K-jae +	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,4</u>	<u>49,86</u>
Tuhka	<u>20 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,6</u>	<u>64,44</u>
	<u>30 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,6</u>	<u>68,16</u>

Taulukko 5. Bakteripitoisuudet neljän päivän kuluttua separoinnista

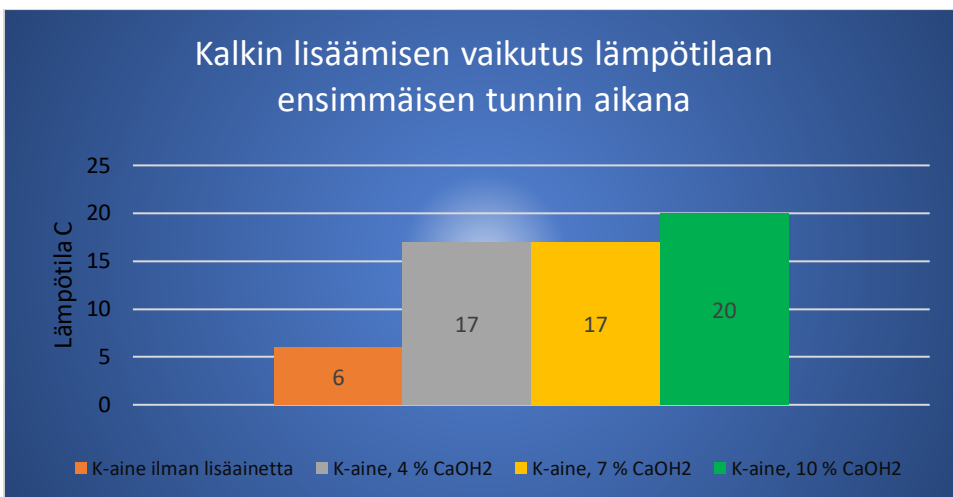
Näyte	Lisäaineen määrä %	E.coli pmy/g	Enterokokit pmy/g	Stafylokokit pmy/g	Klebsiella pmy/g	Happamuus pH	Kuiva-ainepitoisuus g/100g
K-jae	<u>0 %</u>	<u>1400</u>	<u>240000</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>8,9</u>	<u>31,56</u>
K-jae +	<u>7 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>5</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,6</u>	<u>41,8</u>
Ca(OH) <sub>2</sub>	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>19</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>44,2</u>
K-jae +	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>16</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,1</u>	<u>48,4</u>
Tuhka	<u>20 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>63,4</u>
	<u>30 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>66,4</u>
K-jae + Tuhka kannellin nen astia	<u>20 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,5</u>	<u>66,4</u>

Taulukko 6. Bakteripitoisuudet kuukauden kuluttua separoinnista

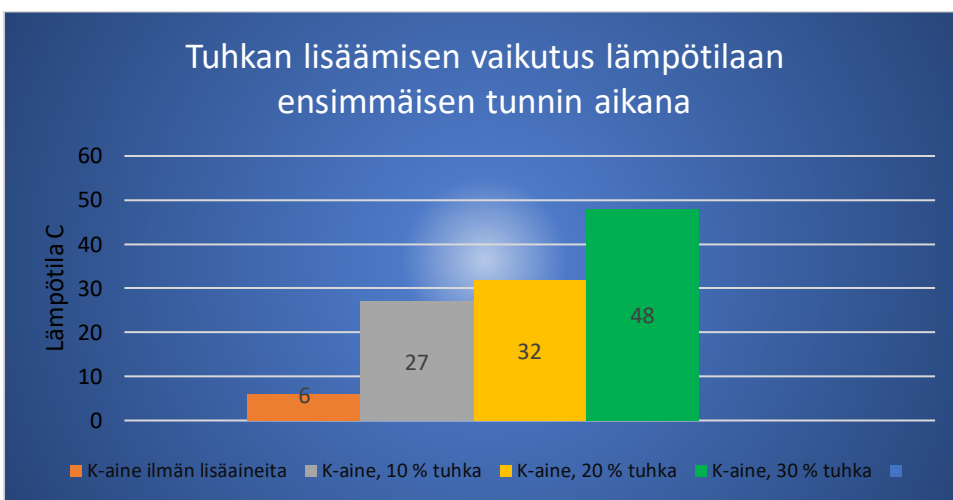
Näyte	Lisäaineen määrä	E.coli	Enterokokit	Stafylokokit	Klebsiella	Happamuus	Kuiva-ainepitoisuus
	%	pmy/g	pmy/g	pmy/g	pmy/g	pH	g/100g
<i>K-jae</i>	<u>0 %</u>	<u>1400</u>	<u>240000</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>8,9</u>	<u>31,56</u>
<i>K-jae +</i>	<u>7 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>9</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,58</u>	<u>46,36</u>
<i>Ca(OH)2</i>	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,6</u>	<u>45,96</u>
<i>K-jae +</i>	<u>10 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>4</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>10,53</u>	<u>52,14</u>
<i>Tuhka</i>	<u>20 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,48</u>	<u>64,56</u>
	<u>30 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,56</u>	<u>69,59</u>
<i>K-jae +</i>							
<i>Tuhka kannellinen astia</i>	<u>20 %</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;1</u>	<u>&lt;100</u>	<u>&lt;100</u>	<u>12,64</u>	<u>63,77</u>

#### 6.4 Lämpötila

Lämpötilojen nousu lisää kuivajakeen kuivumista entisestään ja näin ollen tehostaa lisäaineiden hygienisoivia vaikutuksia. Testissä mitattiin lämpötilat kaikista näytteistä tunnin kuluttua kalkin ja tuhkan lisäämisen jälkeen. Lämpötilat nousivat alussa nopeasti. Näyte-erien ollessa tilavuudeltaan suhteellisen pieniä, asettuivat lämpötilat kahden vuorokauden sisällä samalle tasolle ulkolämpötilan kanssa. Lämpötilat eivät enää tämän jälkeen nousseet missään vaiheessa testijaksoa. Kokeessa käyttämämme säilytysmäärät olivat niin pieniä, ettei kuivajae seokset pystyneet kompostoitumalla tuottamaan ja pidättämään tarpeeksi lämpöä verrattuna isoihin kasoihin, joihin kuivike normaaliolosuhteissa varastoitaisiin.



Taulukko 7. Kalkin lisäämisen vaikutus näytteiden lämpötilaan ensimmäisen tunnin aikana



Taulukko 8. Tuhkan lisäämisen vaikutus näytteiden lämpötilaan ensimmäisen tunnin aikana

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Lietelannasta separoidusta kuivajakeesta voi valmistaa erinomaista kuiviketta. Poikkeavuuksia lannasta tehdyn kuivikkeen käytöstä tilojen välillä löytyy runsaasti. Kuivikkeen valmistusprosessi ja kuivituksen käytännön toteutus pitää miettiä tarkkaan.

Kalkilla ja tuhalla on vahvasti patogeenien kasvua rajoittavia vaikutuksia, kun sitä sekoitetaan kuivajakeen joukkoon. Ongelmaksi kokeessamme muodostui kuivikkeen korkea pH ja se ettei kuiviketta päästy testaamaan käytännössä lehmien kuivikkeena. Emme osanneet odottaa, että pH nousee kaikilla seoksilla yli 12, sillä lisätyissä tuhka- ja kalkkimäärissä oli isoja eroja. Yllättäen kuitenkin käytettäessä 10 % seosta Kaipolan peltotuhkaa ja 90 % kuivajaetta, laski pH kuukauden säilyttämisen jälkeen lopulta 10,5 prosenttiin. Tämä seos pysyi myös erittäin puhtaana bakteerien puolesta, joten paras potentiaali kuivikekäyttöön on kokeissamme tutkituista seoksista juuri tällä.

Seoksia olisi ollut kuitenkin parempi tehdä tuhkasta esimerkiksi 5, 10 ja 15 prosentin seoksilla, jotta pH arvoihin olisi saatu lisää vaihtelevuutta.

Tutkimuksia tai tietoa siitä, miten verraten korkean pH:n >12 kuivike vaikuttaa lehmän utareisiin ja vetimiin ei ole. Voidaan kuitenkin olettaa, että jos vetimien iho ärsyyntyy korkeasta emäksisyydestä johtuen, voi tällainen kuivike osaltaan jopa lisätä utaretulehduksen riskiä. Kuomoaako emäksisyydestä johtuva utareen ihon lievä ärsyyntyminen sen positiiviset vaikutukset bakteerien suhteen? Varsinkin pitkän ajan tutkimukset emäksisten aineiden säännöllisestä käytöstä kuivikkeiden joukossa puuttuvat kokonaan.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että emäksisten lisäaineiden lisääminen kuivikkeen joukkoon vähentää sen bakteeripitoisuuksia, mutta vaikutus on lyhytaikainen. En näe tässä kuitenkaan ongelmaa ainakaan silloin, jos tila on kuivituksen suhteen muutenkin aktiivinen, eli siivoaa ja uusii parsien kuivikkeet ahkerasti. Täyttöparsissakin on emäksisten aineiden käytöstä hyötyä, vaikka kuivikkeita ei siivota pois, vaan vanhan päälle lisätään aina uusi kerros.

Yleisesti ottaen kuivajakeen käytöstä kuivikkeena ei vielä ole tarpeeksi tutkimusta ja pitkän ajan tutkimukset (monia vuosia) ja data puuttuvat kokonaan. Johtuen myös isoista tila-



kohtaisista eroista kuivikkeen valmistuksessa ja käyttämisessä, on tutkimustulosten vertaileminen hankalaa, eikä mitään suoria johtopäätöksiä minkään tietyn tyylin paremmuudesta voida vetää.

Voidaan kuitenkin todeta lopuksi, että nykyaikaisissa hyvin ilmastoiduissa tuotantotiloissa separoidun lannan kuivajae voi toimia eläinten hyvinvointia parantavana, turvallisena kuivikkeenä.

## Lähteet

Alasuutari, Sakari & Palva, Reetta. 2014. Kuivitusopas. Työtehoseuran tiedote Maataloustyö ja tuottavuus 3/2014. Viitattu 30.4.2018. [https://www.ett.fi/sites/default/files/user\\_files/ohjeet\\_ja\\_lomakkeet/Kuivitusopas,%20TTS%20tiedote%203%20-%202014%20\(654\).pdf](https://www.ett.fi/sites/default/files/user_files/ohjeet_ja_lomakkeet/Kuivitusopas,%20TTS%20tiedote%203%20-%202014%20(654).pdf)

Alasuuri, Sakari & Palva, Reetta. 2014. Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena – kirjallisuuskatsaus. Tutkimushankkeen loppuraportti 11.12.2014. Viitattu 30.4.2018. [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/lietelannan\\_separointijakeen\\_kayttomahdollisuudet\\_kuivikkeena\\_tutkimushankeen\\_loppuraportti.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/lietelannan_separointijakeen_kayttomahdollisuudet_kuivikkeena_tutkimushankeen_loppuraportti.pdf)

Bonhotal J., Harrison E. & Schwarz M. 2008. Using manure solids as bedding, final report. Cornell waste management institute Ithaca, NY. Viitattu 13.3.2017. <https://www.vetvice.nl/upload/files/Stallenbouwadvis/Using%20Manure%20Solids%20as%20Bedding%20final%20report.doc.pdf>

Chettri, Rekha Sutar. 2006. Evaluation of hydrate lime treatment of free-stall bedding and efficacy of teat sealant on incidence of dairy cow mastitis. Master's thesis Auburn University. Viitattu 22.2.2018. [https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/525/CHEETRI\\_REKHA\\_39.pdf;sequence=1](https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/525/CHEETRI_REKHA_39.pdf;sequence=1)

Dou, Z., Toth J.D., Smith B.I., Harvey, N., Sabo, M. 2010. Evaluation of Free-Stall Mattress Bedding Treatments to Reduce Mastitis Bacterial Growth, Journal of dairy science, may 2008, volyme 91. Viitattu 4.4.2018. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(08\)71225-6/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(08)71225-6/fulltext)

Endres, Marcia I. 2018. What have we learned about using recycled manure solids for bedding? Department of Animal Science University of Minnesota. Artikkele. Viitattu 2.2.2018. <https://fyi.uwex.edu/midwestmanure/files/2013/03/What-Have-We-Learned-Endres.pdf>

Frondelius, Lilli. 2018. Lietteestä separoitu kuivajae kuivikkeena. Luonnonvarakeskus, Valion Navettaseminaari 8.2.2018. Viitattu 25.3.2018. [http://separointi.fi/wp-content/uploads/2018/02/14-frondelius\\_lietteen-kuivajakeen-kaytto.pdf](http://separointi.fi/wp-content/uploads/2018/02/14-frondelius_lietteen-kuivajakeen-kaytto.pdf)

Kalkki on kaikkialla. 2018. Nordkalk Oy tuotesivut. Viitattu 5.4.2018. <http://www.nordkalk.fi/tuotteet/tuotetieto/>

Kirk, J.H. (2003). Pathogens in Manure. *School of Veterinary Medicine University of California Davis*. Viitattu 5.4.2018. <http://lshs.tamu.edu/docs/lshs/endnotes/uc%20davis%20pathogens%20in%20manure-2636453403/uc%20davis%20pathogens%20in%20manure.pdf>

Kokeelliset ja testaukseen perustuvat menetelmät. Ylemmän AMK- tutkinnon metodifoorumi. Viitattu 3.3.2018. <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289356644/1194290120703.html>

Kulkas, Laura. 2018. Utaretulehdusmikrobit. Maito ja me, valiolaisen maitotilayrittäjien ammattilaissivusto. Viitattu 30.4.2018. <http://www.maitojame.fi/articles/escherichia-coli/11382982>

Menetelmäpolkuja humanisteille. 2015. Jyväskylän yliopisto, Humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekunta, Koppa verkkosivut. Viitatti 4.2.2018. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmäpolkuja/menetelmäpolku/tutkimusstrategiat/kokeellinen-tutkimus>

Peltotuhka. Hämeen kuljetus Oy:n peltotuhkasivut. Viitattu 15.3.2018. <http://www.peltotuhka.fi/>

Pyörälä, Satu, Tiihonen, Tiina. 2005. Nautojen sairaudet: utaretulehdus eli mastiitti. Helda, Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto, artikkelit. Viitattu 3.3.2018. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/18\\_utaretulehdus\\_eli\\_mastiitti.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/18_utaretulehdus_eli_mastiitti.pdf?sequence=2) <http://kmvet.fi/digilehti/kmvet-032015/lietteesta-separoitu-kuitu-on-erinomainen-kuivike-lypsylehmi>

Use of Dried Manure Solids as Bedding For Dairy Cows. 2010. Cornell University, Cornell Waste Management Institute, Department of Crop & Soil Sciences. Viitattu 4.3.2018. <http://cwmi.css.cornell.edu/useofDMS.pdf>

Utareterveys. Eläinten terveys ETT ry:n internetsivut. Viitattu 13.3.2017. <https://www.ett.fi/sisalto/utareterveys>

#### **MUUT AIHEESEEN LIITTYVÄT LÄHTEET**

Andrew J. Bradley, Katharine A. Leach, Martin J. Green, Jenny Gibbons, Ian C. Ohnstad, David H. Black, Barbara Payne, Victoria E. Prout, James E. Breen. 2018. The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk – A cross sectional study of UK farms. International Journal of Food Microbiology, volyme 269, 23 March 2018. Viitattu 13.3.2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160517305445>

De Jager, David. 2013. The Best Alternative Bedding Source with Regards to Mastitis and Cow Comfort. Degree Bachelor of Dairy Science, California Polytechnic State University, San Luis Obispo. Viitattu 20.1.2018. <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1102&context=dscisp>

Gleeson, D. 2013. Evaluation of hydrated lime as a cubicle bedding material on the microbial count on teat skin and new intramammary infection. Irish Journal of Agricultural and Food Research 52/2013: 159–171. Viitattu 23.2.2017. [https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/529/ijafr\\_159-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/529/ijafr_159-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hellstedt, Maarit. 2013. Näkökohtia lannankäsittelyyn ja kuivitukseen. Kasvua Hämeessä-pienryhmätapaaminen 12.4.2013, Forssa. MTT Kotieläintuotannontutkimus. Viitattu 3.3.2018. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/480923/Lannankäsittelystä%20ja%20kuivikkeista.pdf?sequence=1>

Blowey, Robert William ja Edmondson Peter. 2010. Mastitis Control in Dairy Herds. Oxfordshire, UK: Cabi. Viitattu 26.2.2018. [https://books.google.fi/books?id=8rwBc6\\_mYjQC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=ph+11+bedding+cow&source=bl&ots=QFR9\\_wPIXP&sig=UuF5vgsErue3QL-](https://books.google.fi/books?id=8rwBc6_mYjQC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=ph+11+bedding+cow&source=bl&ots=QFR9_wPIXP&sig=UuF5vgsErue3QL-)

[7GOIh1Gu9Hr0&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjh2MGvouHYAhV0gaYKHRcoBH8Q6AEIcTAL#v=onepage&q=ph%2011%20bedding%20cow&f=false](#)

Endres, Marcia I. What have we learned about using recycled manure solids for bedding? Department of Animal Science University of Minnesota. Artikkele. Viitattu 2.2.2018.  
<https://fyi.uwex.edu/midwestmanure/files/2013/03/What-Have-We-Learned-Endres.pdf>

Conditions of Use in Relation to the Use of Recycled Manure Solids as Bedding for Dairy Cattle. Department for Environment, Food and Rural Affairs Scottish Government, Welsh Government. Animal and plant health agency nettiartikkeli. Viitattu 12.4.2017.  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/585281/guid-ab143.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/585281/guid-ab143.pdf)

Currin, C., Petersson-Wolfe, C. 2012. Environmental Streptococci and Enterococcus spp., A Practical Summary for Controlling Mastitis. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. Viitattu 28.2.2018.  
[https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs\\_ext\\_vt\\_edu/DASC/DASC-7P/DASC-7P\\_pdf.pdf](https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/DASC/DASC-7P/DASC-7P_pdf.pdf)

Kathleen, Jane Cole. 2015. Bacterial Counts In Composted And Fresh Recycled Dairy Manure Bedding. Thesis for the Degree Master of Science. The Ohio State University, Graduate Program in Animal Sciences. Viitattu 20.3.2018.  
[https://etd.ohiolink.edu/!etd.send\\_file?accession=osu1429188763&disposition=inline](https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1429188763&disposition=inline)

KMVET 3/2015. Lietteestä separoitu kuitu on käypä kuivike. Nettilehtiartikkeli. Tanskalaisesta FarmTestistä kääntänyt ja tiivistänyt Katarina Rehnström. Viitattu 4.3.2018.  
<http://kmvet.fi/farmtest-lietteesta-separoitu-kuitu-on-kaypa-kuivike/>

Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta, hankkeen loppuraportti. 2014. Maatilatalouden kehittämisrahasto MAKERA. Viitattu 14.3.2018.  
[https://www.ett.fi/sites/default/files/user\\_files/ohjeet\\_ja\\_lomakkeet/Kuivitus%20osaksi%20kannattavaa%20lypsykarjataloutta%20-tutkimushankkeen%20loppuraportti.pdf](https://www.ett.fi/sites/default/files/user_files/ohjeet_ja_lomakkeet/Kuivitus%20osaksi%20kannattavaa%20lypsykarjataloutta%20-tutkimushankkeen%20loppuraportti.pdf)

Andrew J. Bradley, Katharine A. Leach, Martin J. Green, Jenny Gibbons, Ian C. Ohnstad, David H. Black, Barbara Payne, Victoria E. Prout, James E. Breen. 2018. The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk – A cross sectional study of UK farms. International Journal of Food Microbiology, volyme 269, 23 March 2018. Viitattu 13.3.2018.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160517305445>

De Jager, David. 2013. The Best Alternative Bedding Source with Regards to Mastitis and Cow Comfort. Degree Bachelor of Dairy Science, California Polytechnic State University, San Luis Obispo. Viitattu 20.1.2018.  
<http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1102&context=dscisp>

Gleeson, D. 2013. Evaluation of hydrated lime as a cubicle bedding material on the microbial count on teat skin and new intramammary infection. Irish Journal of Agricultural and Food Research 52/2013: 159–171. Viitattu 23.2.2017. [https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/529/ijaf\\_r\\_159-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/529/ijaf_r_159-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Chettri, Rekha Sutar. 2006. Evaluation of hydrate lime treatment of free-stall bedding and efficacy of teat sealant on incidence of dairy cow mastitis. Master's thesis Auburn University.

Viitattu 22.2.2018.

[https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/525/CHEETRI\\_REKHA\\_39.pdf;sequence=1](https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/525/CHEETRI_REKHA_39.pdf;sequence=1)

Hellstedt, Maarit. 2013. Näkökohtia lannankäsittelyyn ja kuivitukseen. Kasvua Hämeessä - pienryhmätapaaminen 12.4.2013, Forssa. MTT Kotieläintuotannontutkimus. Viitattu 3.3.2018.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/480923/Lannankäsittelystä%20ja%20kuivikkeista.pdf?sequence=1>

Blowey, Robert William ja Edmondson Peter. 2010. Mastitis Control in Dairy Herds. Oxfordshire, UK: Cabi. Viitattu 26.2.2018.

[https://books.google.fi/books?id=8rwBc6\\_mYjQC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=ph+11+bedding+cow&source=bl&ots=QFR9\\_wPIXP&sig=UuF5vgsErue3QL-7GOIh1Gu9Hr0&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjh2MGvouHYAhV0gaYKHRcoBH8Q6AEIcTAL#v=onepage&q=ph%2011%20bedding%20cow&f=false](https://books.google.fi/books?id=8rwBc6_mYjQC&pg=PA134&lpg=PA134&dq=ph+11+bedding+cow&source=bl&ots=QFR9_wPIXP&sig=UuF5vgsErue3QL-7GOIh1Gu9Hr0&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjh2MGvouHYAhV0gaYKHRcoBH8Q6AEIcTAL#v=onepage&q=ph%2011%20bedding%20cow&f=false)

Use of Dried Manure Solids as Bedding For Dairy Cows. 2010. Cornell University, Cornell Waste Management Institute, Department of Crop & Soil Sciences. Viitattu 4.3.2018.

<http://cwmi.css.cornell.edu/useofDMS.pdf>