

Tutkimushankkeen loppuraportti 11.12.2014  
Maatalouskoneiden tutkimussäätiö  
Hankeaika 1.2.–31.12.2014.



## Lietelannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena – kirjallisuuskatsaus

Reetta Palva ja Sakari Alasuutari  
TTS Työteho-seura  
PL 5 (Kiljavantie 6)  
05201 Rajamäki  
p. 044 7143 692, reetta.palva@tts.fi

## SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄT.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TULOKSET.....</b>	<b>5</b>
3.1	Bakteerimäärät ja kasvupotentiaali lietteen kuivajakeessa.....	5
3.2	Bakteerimäärät kuivikekäytössä.....	5
3.3	Kuivajakeen hygienisoinnin vaikutukset bakteerimääriin kuivikekäytössä.....	7
3.4	Kuivikkeen bakteerimäärien yhteys utareterveyteen .....	8
3.5	Bakteerikasvun vähentäminen lisäaineilla .....	9
3.6	Lehmien preferenssit ja makuumukavuus.....	9
<b>4</b>	<b>ERI SEPAROINTITEKNIIKAT KUIVAJAKEEN TUOTTAMISESSA ....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>LAINSÄÄDÄNTÖ .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>15</b>

## I HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Lietelannan separointi on noussut viime vuosina esille yhtenä keinon lannan ravinteiden hyödyntämisen tehostamisessa. Kiinnostusta separoinnin käyttöönottoon voi lisätä jatkossa myös kuivajakeen käyttömahdollisuus kuivikkeena. Yhdysvalloissa separoidun kuivajakeen käyttö lehmien kuivikkeena on melko yleistä (mm. Meyer ym. 2011, Chapinal ym. 2013). Kiinnostus on lisääntynyt myös Euroopassa kuivikkeiden hinnan nousun myötä. Hollannissa separointijaetta käytettiin vuonna 2012 arviolta noin 400 tilalla (Feiken & van Laarhoven 2012) ja Saksassa ja Itävallassa on raportoitu käytettävän useilla tiloilla, sekä Tanskassa ja Ruotsissa muutamilla tiloilla. Kokemukset tiloilta ovat olleet pääasiassa hyviä.

Lietelannan separointi on alkanut kiinnostaa myös suomalaisia kotieläintiloja, ja tiloille on hankittu separointilaitteistoja ja myös kiertäviä separointiurakoitsijoita on tullut kentälle. Separoinnissa syntyvän kuivajakeen käytöstä kuivikkeena meillä ei ole vielä raportoitu, mutta laitteiden yleistyessä tiloilla tultaneen pohtimaan myös tätä mahdollisuutta. Jos lannan separoinnilla saadaan hyötyä tilan lietelannan käsittelyssä, syntyvä kuivajae olisi edullinen kuivikemateriaali. Edullisesti saatavilla olevaa kuiviketta voitaisiin käyttää runsaammin kuin ostokuivikkeista. Runsas kuivitus edistäisi lehmien makuumukavuutta ja kinnerterveyttä.

Tavoitteena oli selvittää lietelannan separoinnissa muodostuvan kuivajakeen käytöstä lypsy-lehmien kuivikkeena olemassa olevat tutkimukset, käyttötavat, käyttöön liittyvät riskit sekä tekniset edellytykset. Lannan kuivikekäytössä etenkin lypsylehmien osalta ensimmäisiä esille nousevia kysymyksiä on hygieenisuus, eläinten terveys ja elintarviketurvallisuus. Oli tärkeää saada tietoa oikeista käyttötavoista ja riskien hallinnasta ennen menetelmän laajamittaisempaa käyttöönottoa. Tuotettua tietoa voidaan hyödyntää myös aiheeseen liittyvien mahdollisten kokeellisten tutkimusten suunnittelussa. Syksyllä 2014 on haettu Makerasta rahoitusta aiheeseen liittyvälle tutkimushankkeelle vuosille 2015–2017.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus tehtiin kirjallisuusselvityksenä, jossa koottiin olemassa oleva tieto lietelannan separoinnin kuivajakeen käytöstä kuivikkeena. Selvityksessä käytiin läpi tieteelliset artikkelit kuivajakeen käytöstä lehmien kuivikkeena sekä muut tutkimusraportit teknisistä toteuttamisvaihtoehdoista sekä kuivittamiskäytännöistä ja kokemuksista.

Lietteen kuivajakeen kuivikekäytön turvallisuuteen liittyviä riskejä ja lainsäädännöstä tulevia vaatimuksia selvitettiin Elintarviketurvallisuusviraston asiantuntijoilta (Evira).

## 3 TULOKSET

### 3.1 Bakterimäärät ja kasvupotentiaali lietteen kuivajakeessa

Kuivikkeen bakterimäärillä on havaittu yhteys bakteerien määrään utareen pinnalla (esim. Rendos ym. 1975, Hogan ja Smith 1997, Zdanowitz ym. 2004). Joissakin tutkimuksissa kuivikkeen bakterimäärillä on todettu myös yhteys utaretulehduksiin (Hogan ym. 1989).

Naudan lietelannasta separoidussa kuivajakeessa on yleensä huomattavia määriä mahdollisesti utaretulehduksia aiheuttavia bakteereita. Useimmissa tutkimuksissa on määritetty kolibakteerien, stafylokokkien ja streptokokkien määriä. Raa'an kuivajakeen kolibakteeri- ja streptokokkien määrät ovat vaihdelleet luokkaa  $10^4 - 10^8$  cfu/g ja stafylokokkien määrät vaihtelivat  $10^3 - 10^7$  cfu/g (esim. Husfeldt ym. 2012, Bishop 1980, Hippen ym. 2007, Sorter ym. 2014). Riskirajana kuivikkeen bakterimäärille on esitetty koliformien osalta  $10^6$  cfu/g, jota suuremmat määrät lisäävät utaretulehdusten riskiä. Stafylokokkien riskirajaksi on esitetty  $10^4$  cfu/g kuiviketta (Bishop ym. 1981).

**Godden ym. (2008)** tutkivat bakteerien kasvua eri kuivikemateriaaleissa laboratoriotutkimuksessa. Tutkittavina olivat puhdas hiekka, kierrätetty hiekka, biokaasutetun lietteen separoitu kuivajae ja kutterinlastu. Tutkittavat bakteerit olivat Klebsiella pneumoniae (kolibakteeri) and E. faecium (streptokokki). Tiloilta kerätyt kuivikenäytteet steriloiitiin, minkä jälkeen niihin lisättiin tutkittavia bakteereita (n.  $10^6$  cfu/ml) ja inkuboiitiin 37 asteessa yhteensä 72 tuntia. Klebsiella lisääntyi kaikissa materiaaleissa, eniten lantajakeessa, seuraavaksi kierrätetyllä hiekalla, sitten kutterinlastussa, ja vähäisintä kasvu oli puhtaassa hiekassa. Bakteerien määrä muilla paitsi hiekalla saavutti ensimmäisen 24 tunnin aikana tason, jonka jälkeen se ei merkittävästi enää lisääntynyt. Hiekalla kasvua jatkui 48 tuntiin. Kasvun määrään ja nopeuteen vaikuttaa bakteereiden ravinteiden saatavuus.

Streptokokin määrät näytteissä vähenivät koeviljelyn aikana selvästi kutterinlastulla ja myös puhtaalla hiekalla. Käytetyllä hiekalla ja lantajakeella määrät kasvoivat vähän. Väheneminen kutterinlastussa liitettiin alhaiseen pH:on. Kutterinlastussa pH oli 4,27, kun muissa materiaaleissa pH oli 8,15–8,9. Streptokokkien lisääntymisestä kutterinlastussa on tutkijoiden mukaan sekä samansuuntaisia että erisuuntaisia tuloksia eri tutkimuksissa. Tuloksiin voivat vaikuttaa bakteerilaji, olosuhteet tai puolaji.

Eri bakteerityyppien väliset erot kasvussa johtunevat tutkijoiden mukaan bakteerien kasvuvaatimuksista. Sekä lantajakeen, kierrätetyn hiekan että kutterinlastun käytössä suositeltiin erityistä huomiota ja tarkkuutta puhtaanapidossa ja navettahygieniassa.

### 3.2 Bakterimäärät kuivikekäytössä

Separoinnin kuivajae on lähtökohtaisesti utareterveyden kannalta riskipitoinen kuivikemateriaali, koska siinä voi olla melko paljon mahdollisia utaretulehdusbakteereita. Toisaalta lehmän parressa kaikki kuivikkeet likaantuvat lannasta, jolloin bakteeripitoisuudet kasvavat. Organisisissa kuivikemateriaaleissa kasvu on suurempaa kuin epäorganisisissa kuivikkeissa kuten hiekassa. Mikäli likaisia kuivikkeita ei vaihdeta päivittäin, tavallisissakin kuivikemateriaaleissa bakterimäärät kasvavat nopeasti yli riskirajojen (esim. Hogan ym. 1989). Riski on etenkin täyttöparsissa, joissa kuiviketta on 10–15 sentin kerros. Parsimatoilla tai parsipedeillä voi-

daan vaihtaa likaantunut kuivike päivittäin koko parren takaosasta. Täyttöparsien paksu kuivikekerros on kuitenkin parsipetejä parempi makuumukavuuden ja kinnerterveyden kannalta.

**Sorter ym. (2014)** tutkivat kuivajakeen bakteerimääriä eri kuivituskäytännöillä. Tutkimusnavetassa järjestetyssä kokeessa oli 18 lypsylehmää yhdessä osastossa, jossa makuuparsissa oli parsipedit. Yhdeksässä makuuparressa kuivajaetta käytettiin 25 mm kerroksena, ja parren takakolmannes puhdistettiin päivittäin vanhasta kuivikkeesta ja tilalle levitettiin uutta kuivajaetta etuosasta. Kuivajaetta tuotiin kerran viikossa parren etuosaan (30 kg), jolloin parret tyhjennettiin kerran viikossa vanhasta kuivikkeesta. Toiset yhdeksän partta kuivitettiin 100–150 mm syvällä, tiiviiksi painetulla kuivajaekerroksella. Kuiviketta lisättiin mahdollisimman vähän, vain korvaamaan parren puhdistuksen yhteydessä poistettava kuivike. Raportista ei selviä, oliko parsissa takareuna ja miten kuivikekerros saatiin pysymään parressa. Koe tehtiin kahdessa kolmen viikon jaksossa, ja kolmen viikon jälkeen parsien käsittelyt vaihdettiin keskenään. Koe tehtiin touko-kesäkuussa 2013. Ulkolämpötila oli kokeen aikana päivisin keskimäärin 27 astetta. Koetilan lietteestä separoitu kuivajae käytettiin kuivikkeeksi kolmen päivän kuluessa separoinnista.

Gram-negatiivisten bakteerien kokonaismäärässä ei ollut eroa käsittelyiden välillä. Koliformeja ja erityisesti Klebsiellaa oli vähemmän parsissa, joissa kuivike kolattiin päivittäin parren takaosasta. Klebsiellan osalta ero oli melko suuri. Klebsiellan määrä kuivajakeessa ennen kuivikekäyttöä oli melko pieni, ja päivittäisen kuivikkeen vaihtamisen tehokkuutta voisi tutkijoiden mukaan selittää se, että bakteeria tuli parteen tuoreen sonnassa. Kolatuissakin parsissa bakteereja oli runsaasti, koliformien määrä oli yli  $10^6$  cfu/g ja Klebsiellan määrä yli  $10^5$  cfu/g. Streptokokkien määrät olivat kolatuissa parsissa suuremmat kuin ”syväkuivitetuissa” parsissa muulloin paitsi levityspäivänä, mitä ei osattu selittää. Parsien takaosan päivittäinen puhdistaminen ja kuivikkeen vaihto näyttivät tutkijoiden mukaan toimivan koliformien ja erityisesti Klebsiellan määrien hallinnassa, mutta molemmissa käsittelyissä bakteerimäärät kasvoivat korkeiksi ja aiheuttivat huomattavan riskin utareterveydelle. Lämpimässä ilmastossa kuivajae kuivui huomattavasti parsissa, viikon aikana reilusta 30 %:sta noin 60 %:iin (raportin kuviosta arvioituna, tarkkoja lukuja ei ole ilmoitettu).

**Husfeldtin ym. (2012)** tutkimuksessa USA:n keskilännen tiloilla kuivajaetta käytettiin osalla tiloista täyttöparsissa ja osalla parsipedeillä. Täyttöparsissa oli keskimäärin 22,1 cm (7,6 – 30,5 cm) kuiviketta ennen uuden kuivikkeen lisäystä. Parsipedeillä kuivikkeen paksuus oli keskimäärin 9,1 cm (5,1 – 15,2cm). Suurin osa (60%) lisäsi uutta kuiviketta vähintään kolme kertaa viikossa. Täyttöpetejä tasattiin joka toinen päivä. Parsipedeillä kuiviketta oli vaikea saada pysymään parressa. Täyttöpeticien kuivikenäytteissä oli vähän enemmän koliformeja bakteereita kuin parsipedeillä ( $5,5 \times 10^5$  vs  $3,7 \times 10^5$  cfu/ml,  $p < 0,08$ ). Parsimatoilta otetuissa näytteissä oli korkeammat Streptokokkien määrät kuin täyttöparsista otetuissa näytteissä ( $n. 5 \times 10^6$  vs  $0,9 \times 10^6$  cfu/ml). Stafylococcus ssp bakteerimäärissä ei ollut eroja ( $n. 1,6 \times 10^5$  cfu/ml). Kuivajakeen kosteus parsissa oli 51–56 %. Parsipedeillä kuivajae oli hieman kuivempaa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Käyttämättömän kuivajakeen kosteus vaihteli 72–73 %.

**Harrisonin ym. (2008)** tutkimuksessa seurattiin lannan kuivajakeen käyttöä kuudella tilalla täyttöparsissa. Yhdellä tilalla käytettiin lisäksi rinnan hiekkaa (koejärjestely). Hiekan bakteeripitoisuudet olivat pienimmät ennen käyttöä, mutta 1–6 päivän käytön jälkeen erot olivat pieniä ja bakteerimäärät olivat yhtä korkeita kuin eri lantajakeilla. Hiekkaparsissa lehmillä oli hieman enemmän ontumisia. Tutkimuksessa pohdittiin myös, olisiko parempi lisätä kuiviket-

ta kerran viikossa mieluummin kuin päivittäin, koska tutkimuksissa on havaittu että bakteerimäärät nousevat parin ensimmäisen päivän ajan mutta tasaantuvat tai vähenevät sen jälkeen bakteereille käyttökelpoisen ravinnon ehtyessä. Tutkimuksessa verrattiin tätä kahdella tilalla, ja erot tutkituissa bakteerimäärissä olivat pienet muutamia piikkejä lukuun ottamatta.

**Zähler ym. (2009)** tutkivat separointikuivajakeen ja kompostin käyttöä lehmien kuivikkeena täyttöparsissa sveitsiläisillä tiloilla. Kahdella tilalla oli käytössä kompostikuivike ja kolmella tilalla separoitu kuivajae. Kuivikkeista otetuissa näytteissä bakteerimäärät olivat tutkijoiden mukaan hyväksyttävällä tasolla. Separointikuivajakeita käyttävillä tiloilla enterokokkien määrä oli enimmillään noin  $3 \times 10^5$  cfu/g. Koagulaasipositiivisia stafylokokkeja ei ollut havaittavia määriä. Tankkimaidon bakteerimäärät olivat alhaiset, eikä maidosta havaittu enterobakteereita. Tutkijat korostavat parsien hyvän puhtaanapidon merkitystä hygienian ylläpitämisessä.

### 3.3 Kuivajakeen hygienisoinnin vaikutukset bakteerimääriin kuivikekäytössä

**Husfeldtin ym. (2012)** tutkimuksessa selvitettiin lietalannan separoidun kuivajakeen ominaisuuksia lypsylehmien kuivikkeena USA:n keskilännen osavaltioiden alueen tiloilla. Mukana oli kaikkiaan 38 maitotilaa, joilla separoidut kuivajakeet olivat joko biokaasutetun lietteen käsittelymätöntä kuivajakeita, raakalietteen käsittelymätöntä kuivajakeita (raakajae) tai raakalietteen rumpukompostoitua kuivajakeita. Separattorit olivat kaikilla tiloilla ruuviseparaattoreita.

Yhdeksällätoista tilalla kuiviketta käytettiin täyttöparsissa, viidellätoista tilalla parsipetien pinnalla, ja neljällä tilalla oli molempaan tyyppiä parsia. Tilojen karjakoko vaihteli 130 – 3 700 lehmään. Tuotos oli keskimäärin 35 kg/lehmä/pvä ja maidon soluluku keskimäärin 274 000 kpl ( $\pm 98 000$  kpl). Tiloilla vierailtiin kerran heinä–lokakuun välisenä aikana. Kuivajakeen kosteus ennen kuivikekäyttöä oli keskimäärin 72,4 %. Kompostoitu kuivajae oli kuivinta, kosteus 60 %, kun muilla kosteus oli n. 72–73 %. Bakteerien määrä oli raakajakeessa suurempi kuin kaasutetuissa tai kompostoiduissa jakeissa. Kompostoidussa kuivajakeessa ei ollut koliformeja lainkaan, raakajakeessa eniten ( $1,17 \times 10^4$  cfu/ml). Ympäristöperäisiä streptokokkeja oli enemmän raakajakeessa ( $2,7 \times 10^6$  cfu/ml) kuin muissa (n.  $1-1,2 \times 10^5$  cfu/ml). Kuivikekäytön jälkeen kuivajakeen kosteus oli keskimäärin 50,4 %, kompostoidun kuivajakeen kosteus oli pienin, 41,3 %. Erot eri tavoin käsiteltyjen kuivajakeiden bakteerimäärissä olivat pienentyneet. Koliformisten bakteerien määrässä ei ollut merkitsevää eroa ( $4-7 \times 10^5$  cfu/ml). Streptokokkien määrä oli pienin biokaasutetun lietteen kuivajakeessa ( $1,4 \times 10^6$  cfu/ml), ja kompostoidun kuivajakeen ja raakajakeen bakteerimäärissä ei ollut merkitsevää eroa (n.  $4-5 \times 10^6$  cfu/ml).

**Mote ym. (2008)** tutkivat linkoseparaattorilla (DeLaval, LiSep) separoidun kuivajakeen kompostoinnin vaikutusta kolibakteerien pitoisuuksiin. Separattorilla syntyi kuivajakeita 19–24 % lietteen massasta. Kuivajakeita kompostoitettiin 12 kasassa ( $1,8 \times 2,7 \times 1,2$  m), joista viisi oli koneellisesti ilmastoitu pohjalta perforoidun lattian kautta. Ilmastoidut kasat peitettiin 5 cm sahanpurukerroksella. Kaksi koneellisen ilmastoinnin kasaa toimi vain 12 päivää, laiterikon vuoksi. Molemmat kompostointikäsitteletyt kompostoituihin hyvin. Kasan lämpötila nousi koneellisesti ilmastoiduissa kasoissa korkeammaksi (maksimien keskiarvot 76,4 vs 65,0 astetta). Luonnollisesti ilmastoituneissa kasoissa lämpötilat pysyivät korkeina pidempään. Suurimassa osassa (67 %) tutkittuja kasoja Gram-negatiivisten bakteerien pitoisuudet laskivat aluksi voimakkaasti, mutta nousivat 40 päivän näytteeseen suurin piirtein lähtötasolle. Tu-

losten mukaan kompostointi laskee bakteerimääriä jopa alle havaittavan määrän, mutta määrät nousevat hyvin nopeasti jälleen lähtötasolle, kun olosuhde muuttuu niille sopivaksi. Kompostointia ei pidetty perusteltuna toimenpiteenä separointijakeen kuivikekäytössä.

### 3.4 Kuivikkeen bakteerimäärien yhteys utareterveyteen

**Husfeldtin ym. (2012)** tutkimuksessa separointijaetta käytävillä tiloilla utaretulehduksia oli enemmän kuin aikaisemmin oli raportoitu yhdysvaltalaisilla tiloilla, ja separoidun kuivajakeen käytöllä epäiltiin olevan vaikutusta havaintoon. Karjojen välinen vaihtelu oli suurta, mutta eroja ei artikkelissa pohdita. Lehmien kuolleisuus oli samaa luokkaa kuin alueella isoissa karjoissa keskimäärin (8,1 %). Utaretulehduksen vuoksi tehtyjä poistoja oli enemmän kuin USA:n karjoissa keskimäärin. Täyttöparsinavetoissa lehmiä poistettiin useammin matalan tuotoksen vuoksi kuin parsimattonavetoissa. Poistot yhteensä olivat samaa tasoa molemmilla parsityypeillä.

**Bishop ym. (1981)** tutkivat parren, vetimien ja maidon mikrobien välistä yhteyttä. Tutkimuksessa oli kaksi osastoa, joista toisessa oli kuivikkeena kompostoitua kuivajaetta (kosteus 74,3 %) ja toisessa osastossa oli pelkät kumimatot. Kompostoitu kuivajae sisälsi stafylokokkeja yli  $10^4$  cfu/g, mitä pidettiin riskirajana niiden aiheuttamien infektioiden suhteen. Myös streptokokkeja ja kolibakteereita oli kohtalaisen paljon ( $10^5$  cfu/g), mutta alle  $10^6$  cfu/g riskirajan. Kahden viikon kuivikekäytön jälkeen kuivajakeen kaikki bakteeripitoisuudet nousivat yli  $10^8$  cfu/g. Tuloksia verrattiin aikaisempaan vastaavaan tutkimukseen, jossa oli tutkittu sahanpurua, kutterinlastua ja olkea, joiden bakteeripitoisuudet olivat olleet ennen kuivikekäyttöä selvästi pienempiä kuin kuivajakeessa. Kuivikekäytön jälkeen näissäkin löydettiin korkeita,  $10^7$ – $10^8$  cfu pitoisuuksia (Rendos). Oljen ja sahanpurun stafylokokki-pitoisuudet olivat korkeammat kuin tutkimuksessa separointikuivajakeessa.

Lehmien vetimistä otetuista näytteistä bakteeripitoisuudet olivat kuivajakeella selvästi korkeammat kuin vertailututkimuksen muilla kuivikemateriaaleilla. Myös koliformeja oli vedinnäytteissä runsaasti, mikä poikkesi tutkijoiden mukaan aikaisempien tutkimusten vedinnäytteistä. Kumimattoryhmän parsinäytteissä bakteeripitoisuudet olivat pienemmät kuin kuivajaeryhmän näytteissä. Vedinnäytteiden bakteerimäärissä kumimattoryhmän ja kuivajaeryhmän väliset erot olivat selvästi pienemmät (osalla merkitsevät, osalla ei merkitsevät), ja maidosta otetuissa näytteissä ei ollut eroa. Johtopäätös oli, että kuivikkeen ja maidon bakteerimäärillä ei ole suoraa yhteyttä, mutta kuitenkin epäsuora yhteys on mahdollinen. Hyvä parren puhtaanapito on tärkeää.

**Hippenin ym. (2007)** tutkimuksessa verrattiin makuuparsien hygieniaa käytettäessä kuivikkeena dolomiittikalkkia ja separoitua kuivajaetta. Kokeessa oli neljä noin 100 lehmän osastoa, joista kerralla kaksi osastoa/kuivike, minkä jälkeen osastojen käsittelyt vaihdettiin keskenään. Koe kesti yhteensä kaksi kuukautta. Makuuparsissa oli parsipedit, ja kuivikkeita levitettiin petien päälle noin viiden senttimetrin kerros. Kuiviketta lisättiin joka toinen päivä. Koe tehtiin kevät-kesällä. Kuivajaetta varastoitiin kasassa.

Maitotuotoksessa ja maidon solupitoisuudessa ei ollut eroja kuivikkeiden välillä. (Solupitoisuudet olivat 313 000 ja 337 000 kpl/ml). Separoidussa kuivajakeessa oli enemmän koliformeja ja streptokokkeja, samoin lehmien maidossa oli enemmän *Streptococcus non-agalactiae* -bakteeria.



### 3.5 Bakteerikasvun vähentäminen lisäaineilla

**Hogan ym. (1999)** tutkivat sammutetun kalkin sekä emäksisen ja happaman kaupallisen valmisteen vaikutuksia kuivatun sahanpurun ja lannan separoidun kuivajakeen bakteeripitoisuuksiin (gram-negatiiviset, koliformiset, Klebsiella ssp, streptokokit). Aikaisemmissa tutkimuksissa kalkin lisäämisellä sahanpuruun saatu vaikutus on ollut lyhytaikainen. Koe tehtiin Ohion tutkimusaseman parsinavetassa. Kuiviketta käytettiin 10 kg/parsi, valmisteita lisättiin 1 kg /parsi kuusipäiväisen seurantajakson ensimmäisenä päivänä. Bakteerien määrät ennen kuivikekäyttöä olivat lannassa luokkaa  $10^6$ – $10^7$  cfu/ml. Kaikki käsittelyt vähensivät pitoisuuksia alkunäytteessä  $<10^3$  cfu/ml. Emäksinen kaupallinen valmiste ja kalkki estivät bakteerikasvua kuivajakeessa yhden päivän ajan. Bakteerien määrät nousivat näilläkin kuitenkin luokkaan  $10^5$ – $10^6$  cfu/ml jo ensimmäisenä päivänä. Kaupallisella valmisteella oli kasvua estävää vaikutusta vielä toisena päivänä. Happamalla valmisteella ei ollut juuri vaikutusta bakteerikasvuun kuivajakeessa. Sahanpurussa alkunäytteessä oli hyvin vähän bakteereja, mutta ne lisääntyivät parressa nopeasti. Hapan aine oli tehokkain ja vähensi kasvua kahden päivän ajan (tutkitut päivät olivat 1,2,6), kuudentena päivänä vaikutusta ei enää ollut havaittavissa. Kalkki hidasti bakteerikasvua yhden päivän ajan.

**Hogan ym. (2007)** raportoivat myös toisesta Ohion tutkimusasemalle tehdystä kokeesta, jossa tutkittiin happaman kaupallisen valmisteen vaikutuksia kuivatun sahanpurun ja lannan separoidun kuivajakeen bakteeripitoisuuksiin (gram-negatiiviset, koliformiset, Klebsiella ssp, streptokokit). Kokeessa oli kaksi 16 makuuparren osastoa, toisessa puru ja toisessa kuivajae. Kuivitus vaihdettiin osastoittain 3 viikon jälkeen. Parret kuivitettiin 10 kilolla tutkittavaa kuiviketta. Puoleen parsista levitettiin 1 kg tutkittavaa ainetta. Kuivikkeet vaihdettiin 7 päivän välein, kolmen viikon koejaksoilla. Parret puhdistettiin kaksi kertaa päivässä. Lisäaine vähensi sahanpurulla kaikkia bakteerimääriä heti levityksen jälkeen otetuista näytteistä sekä yhden päivän ajan levityksestä. Kuivajakeella lisäaine vähensi levityksen jälkeen otetuista näytteistä sekä yhden päivän ajan levityksestä gram-negatiivisia ja streptokokkeja, mutta koliformeja ja Klebsiellaa vain levityspäivän näytteissä. Sahanpurun pH oli alempi kuin kuivajakeen, mitä pidetään syynä lisäaineen pidempään vaikutukseen. Kuivajakeessa bakteeripitoisuudet ovat suurempia.

### 3.6 Lehmien preferenssit ja makuumukavuus

**Keys ym. (1976)** tutkivat lehmien preferenssejä vapaassa valintatilanteessa pihatossa, kun parsissa kuivikkeena olivat tuore separoitu kuivajae (kosteus 29 %), kuivattu kuivajae (90 % kosteus) ja sahanpuru (81 % kosteus). Kokeessa oli 27 makuupartta, kutakin tutkittavaa kuiviketta oli yhdeksässä parressa. Käsittelyt kierrätettiin parsissa viikon välein. Tutkimuksessa oli kaksi kolmen viikon tutkimusjaksoa, kesällä ja talvella. Kokeissa oli yhdeksän lypsävää lehmää kerralla. Lehmien käyttäytyminen kuvattiin jokaisen jakson 48 viimeisen tunnin ajan. Lehmät ruokittiin ulkotarhaan.

Lehmien makuukäyttäytymisessä oli selvä ero kesällä ja talvella. Talvella lehmät makasivat keskimäärin 13,3 tuntia päivässä ja kesällä vain 5,9 tuntia päivässä. Kesällä lehmät oleskelivat enemmän ulkotarhassa. Talvella keskilämpötila vaihteli -0,3–14,8 asteeseen ja kesällä 16,5–29,9 asteeseen. Kuivikkeiden välillä oli merkittävät erot. Lehmät makasivat keskimäärin 0,5, 5 ja 4,1 tuntia tuoreella kuivajakeella, kuivatulla kuivajakeella ja sahanpurulla vastaavasti. Tuoreella kuivajakeella lehmät makasivat vähiten sekä kesällä (0,5, 6,6 ja 6,2) että talvella (0,5, 3,4 ja 2,0). Sahanpurulla lehmät makasivat kesällä vähemmän kuin kuivatulla kuivajakeella. Selvää syytä tuoreen kuivajakeen epämiellyttävyyteen ei tiedetä, mutta arveltiin suu-

remman kosteuden voivan vaikuttaa halukkuuteen maata sillä. Talvella kosteus voi aiheuttaa kylmyyttä ja toisaalta kesällä kuumuutta.

**De Palon ym. (2006)** (Italia) tutkimuksessa verrattiin lehmien mieltymyksiä eri makuuparsimateriaaleihin sekä parsihygieniaa. Tutkimuksessa oli kaksi erilaista parsimattoa (EVA, etyylivinyylisetaatti ja PVA, polyvinyylisetaatti) kutterinlastua ja separointikuivajaetta betoni-pohjaisissa, 7 cm syvyisissä makuuparsissa. Tutkittuja kuivikkeita oli 9 cm kerroksena. Kutteria lisättiin päivittäin, separointijaetta joka kolmas päivä. Parsimattojen alle laitettiin viiden sentin kerros hiekkaa. Preferenssitestissä osastossa oli 32 partta ja 8 lehmää. Toisessa testissä osastossa oli 32 lehmää jaettuna neljään ryhmään, joissa kussakin vain yhdentyypisiä makuualustoja. Molemmat kokeet kestivät 3 kuukautta, ja niitä edelsi kolmen kuukauden sopeutumisaika. Lehmät makasivat enemmän PVA-matoilla kuin muilla alustoilla, mutta korkeissa lämpötiloissa ne makasivat enemmän orgaanisilla kuivikkeilla. Kolibakteerien määrässä ei ollut eroa eri makuualustoilla.

**Husfeldtin & Endressin (2012)** tutkimuksessa mitattiin (34 tilaa) lehmien liikkumista, hygieniaa ja kinnervaurioita ja verrattiin kestokuivikeparsia ja parsimattoja separointijaetta käytävillä tiloilla. Tutkimuksen tilat olivat samat kuin em. Husfeldtin ym. (2012) tutkimuksessa. Karjoissa, joissa oli täyttöpedit, oli vähemmän ontuvia lehmiä ja lehmillä vähemmän kinnervaurioita kuin karjoissa, joissa lehmillä oli parsimatot. Tutkijoiden mukaan kinnervaurioita oli täyttöparsinavetoissa enemmän kuin aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu hiekkaparsissa. Syyksi arvioitiin separointikuivajakeen keveys verrattuna hiekkaan, jolloin mahdollisesti kuivike siirtyy lehmän alla ja kinner käy parren takareunaan. Toisaalta parsimatoilla oli vähemmän kinnervaurioita kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, mikä voi selittyä suuremmalla kuivikemäärällä, sillä separointikuivajaetta käytettiin runsaasti. Parsityypillä ei ollut vaikutusta lehmien puhtauteen eikä utaretulehdusten määrään tässä tutkimuksessa.

**Chapinalin ym. (2013)** kartoittivat lehmien jalkaterveyttä kahdella alueella USA:ssa, koillisosassa maata (40 tilaa) sekä Kaliforniassa (39 tilaa). Kaliforniassa yhtä tilaa lukuun ottamatta kaikilla tiloilla oli täyttöparret, joissa käytettiin kuivikkeena separointikuivajaetta. Koillisosassa makuuparret olivat joko hiekkaparsia tai sahanpurulla kuivitettuja parsipetejä. Koillisosassa ontumista oli vähemmän navetoissa, joissa oli hiekkaparret kuin navetoissa, joissa oli sahanpurulla kuivitetut parret. Myös parren likaisuus lisäsi ontumista. Laiduntaminen vähensi ontumista. Kaliforniassa yhteyksiä löydettiin parren likaisuuden, lantakäytävän pinnan sekä parsien mitoituksen ja ontumisen välillä. Artikkelissa ei tarkasteltu separointijakeen käyttöä tai ominaisuuksia.

**Lombardin ym. (2010)** tutkimuksessa kartoitettiin lehmien hyvinvointitekijöitä yhdysvaltalaisissa karjoissa. Kinnerhiertymiä oli enemmän karjoissa, joissa käytettiin lantaa täyttöparsien kuivikkeena verrattuna hiekkaparsiin tai olki- tai sahanpurukuivikkeeseen.

## 4 ERI SEPAROINTITEKNIIKAT KUIVAJAKEEN TUOTTAMISESSA

Lietteen erotteluun neste- ja kuivajakeeseen eli separointiin on käytössä monia eri menetelmiä. Ominaispainoon perustuvia menetelmiä ovat laskeutus ja linkous, sekä partikkelikoon perustuvat menetelmät, joita ovat erilaiset seulat ja suodattimet. Erottelu voidaan tehdä myös kuivaamalla. Eri menetelmät on kuvattu esim. Luostarisen ym. (2010) raportissa.

Menetelmät eroavat kuiva-aineen ja ravinteiden erottelutehokkuudessa. Tehokkain fosforin erottuminen kiintojakeeseen on saatu linkoseparaattoreilla (n. 70 %). Tiloilla yleisimmin käytössä olevilla ruuvipuristimilla fosforin erottuminen kuivajakeeseen on selvästi heikompaa. Ruuviseparaattorit ovat linkoja edullisempia, mikä selittää niiden yleisyyttä.

**Wu (2007)** tutki ruuviseparaattorilla tuotetun kuivajakeen pitoisuuksia eri kuiva-ainepitoisuudella tuottaessa (Pennsylvania). Koe tehtiin lypsykarjatilalla. Separaattori oli saksalaisen valmistajan Fan Separator GmbH, ruuviseparaattori, joka on varustettu kahdella seulalla, reikäkooltaan 3 mm ja 1 mm. Kuiviketta tuottaessa separaattori säädettiin tuotamaan kuivempaa kuivajaetta kuin lietteen separoinnissa peltokäyttöön lisäämällä vastapainetta. Separaattorin kapasiteetti oli 367 litraa (lähtölietettä) minuutissa riippumatta käytötarkoituksesta. Lähtölietteen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 53 g ka/kg. Lietteen kuiva-ainepitoisuuden kasvaessa separaattorin kapasiteetti pieneni. Separoidun kuivajakeen tuotto oli kuivikkeeksi separoitaessa 36,7 kg minuutissa ja peltokäyttöön separoitaessa 47,9 kg minuutissa. Kuiva-ainepitoisuudet olivat 231 and 194 g ka/ kg vastaavasti. Lietteen kuiva-aineesta kuivajakeeseen pidättyi 48,2 ja 51,4 %. Kuivemman kuivajakeen tuottaminen näytti vähentävän kuiva-aineen pidättymistä. Sähkökulutuksen arvioitiin lisääntyvän noin 10 %.

Lähtölietteen fosforipitoisuus oli 7,1 g/kg ka, ja kuivikekuivajakeessa 1,8 g ja peltokuivajakeessa 2,1 g/kg ka. Nestejakeessa pitoisuus oli 10,8 g/kg ka, eikä käsittelyiden välillä ollut eroja. Fosforista laskettiin pidättyneen kuivikekuivajakeeseen 12,5 % ja peltokuivajakeeseen 15 %. Tyydestä kuivajakeisiin pidättyi keskimäärin 24 %. Johtopäätöksenä todetaan, että ruuviseparaattorin käyttö tyyden ja fosforin erotteluun ei ole tehokas, koska suuri osa ravinteista on liuenneena nestefaasiin sekä pienissä partikkeleissa, joita separaattorilla ei pystytä erottelemaan. Lietteen separointi kuivikkeeksi heikensi pidättymistä edelleen.

Tanskalaisessa tutkimuksessa (**Jørgensen ym. 2009**) kerättiin kuivajaenäytteitä maassa toimivista separointilaitteistoista (yht. 47 laitteistosta 45 tilalta). Kymmenen näytettä oli peräisin biokaasutetusta lietteestä, joka oli separoitu lingolla (Pieralisi, Hollanti, GEA Westfalia separator A/S, Saksa tai Alfa Laval, Tanska), 19 näytettä oli peräisin Kemira Water –laitteistoilla (Tanska) separoidusta lietteestä. Siinä lietteeseen lisätään polymeerejä, ja sen jälkeen liete separoidaan joko suodattamalla tai ruuvipuristimella. Kymmenen näytettä oli Samson Bimatech -laitteistolla (Tanska) eli ruuvipuristimella separoidusta lietteestä. Viisi näytettä oli tanskalaisen PCK-Consulting –yrityksen laitteistolla separoitua, jossa liete ensin separoidaan ruuvipuristimilla ja nestejäe edelleen suodatetaan. Kolme näytettä oli peräisin ruuvipuristimella separoidusta lietteestä (Swea, Kolding, Denmark). Separoidut lietteet olivat suurimmaksi osaksi sian lietettä. Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat hyvin paljon. Keskimäärin kuivimmat näytteet Samsonin laitteistolla (kuiva-ainepitoisuudet 18–53 %). Kuiva-ainepitoisuudet olivat pienimmät Kemira Water-järjestelmän näytteissä (17,2–34,9%). Fosfo-

ripitoisuudet olivat korkeimmat linkonäytteissä (21,4–61,3 g P/kg ka) ja matalimmat ruuvipuristimilla separoiduissa näytteissä (2,2–12,7 g P/kg ka).

**Møller ym. (2007)** tutkivat linkoseparaattorin sekä kemiallisen käsittelyn ja mekaanisen separoinnin yhdistelmän tehokkuutta sikojen ja lehmien lietelannoilla. Testissä käytettiin Pieralisi Jumbo 3 dekantterilinkoa, jossa rummun kierrosnopeus oli 2 900 rpm. Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli naudan lannalla keskimäärin 211 g ka/kg, kun sian lannoilla se oli 327 g ka/kg. Naudan kuivajaeetta muodostui 22 % lietteen painosta, ja sian lietteestä kuivajaeetta syntyi 4–9 %. Kuiva-aineen erottelutehokkuus oli naudan lietteissä keskimäärin 62,7 % ja sian lietteissä noin 47–52 %. Fosforin erottelutehokkuus oli naudan lietteissä keskimäärin 55 % ja sian lietteissä noin 63–70 %. Toinen tutkittava menetelmä oli Kemira Miljøn separointilaitteisto, jossa lietteeseen lisätään ensin flokkulaatit, minkä jälkeen tehdään nauhasuodatus ja ruuviseparointi.

**Schraden ja Zählerin (2008)** mukaan sveitsiläisillä nautatiloilla ruuviseparaattoreilla separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus tuoreena vaihteli 20–35%. Parsissa kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus kasvoi ollen keskimäärin 50 %.

**Tanskalaisissa FarmTesteissä** on testattu erilaisia separointilaitteistoja yhteistyössä AgroTech –teknologiatutkimusyrityksen kanssa. Linkoseparaattoritestissä (GEA Westfalia UCD 305) sianlietteen separoinnissa kuivajakeeseen (11 % massasta) erottui noin 61 % kuiva-aineesta, 66 % fosforista ja 21 % typestä (Frandsen 2009). Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli 26,7 %. AgroTechin järjestämässä demonstraatiossa (Graumann ym. 2010) separoitiin sianlietettä kuudella eri laitteistoilla. Mukana oli kaksi eri valmistajan ruuvipuristinta (AL-Agro ja Fan-separaattorit), kaksi saman valmistajan linkoseparaattoria (GEA Westfalia, molemmat testattiin myös polymeerilisäyksellä), nauhasuodatus+ruuvipuristin+ polymeerilisä (AL-Agro) ja yksi ruuvipuristin+rystesilaitteisto (Staring Maskinfabrik). Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli korkein linkoseparaattoreilla, 27,9–32,6 %. Ruuvipuristimilla kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli 22–28 %. Fosforin pidättyminen kuivajakeeseen oli suurin linkoseparaattoreilla (76-79%), nauha+ruuvipuristin-polymeeri-separoinnissa 67 %, ruuvipuristimilla 10–15 %. Tutkitun sianlietteen kuiva-ainepitoisuus oli matala, alle 2 %. Separointilaitteet erottelevat yleensä sitä tehokkaammin, mitä sakeampaa liete on.

## 5 LAINSÄÄDÄNTÖ

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira tutkii ja valvoo elintarvikkeiden turvallisuutta ja laatua sekä kasvien ja eläinten terveyttä. Lietelannan separoinnissa syntyvän kuivajakeen kuivikekäytön turvallisuuteen liittyviä määräyksiä ja näkökohtia tiedusteltiin Eviran asiantuntijoilta. Kommentteja antoivat ylitarkastaja Miia Kauremaa Eläinten terveys ja hyvinvointi – yksiköstä, ylitarkastaja ja jaostopäällikkö Pirjo Korpela Elintarvikehygieniayksiköstä sekä ylitarkastaja ja jaostopäällikkö Tarja Root rehu- ja lannoitevalvontayksiköstä.

Selkeitä säännöksiä ja laatuvaatimuksia kuivikkeille ei ole. Asiantuntijoiden arvioissa keskeisimmäksi nousivat tarttuvien eläintautien leviämisen estäminen ja sekä näistä johtuva elintarviketurvallisuuden varmistaminen. Seuraavassa on suoraan referoitu asiantuntijoiden antamia vastauksia.

**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.

Jos tilalla on tarttuvia tauteja (joista ei tiedetä) ja separoitua lantaa käytetään kuivikkeena, tartuntapaine nousee ja tartunta voi levitä herkemmin myös tuotettaviin elintarvikkeisiin ja ihmisiin. Lanta olisi järkevintä hygienisoida kompostoimalla tai jollain kuumennuskäsittelyllä, jossa mahdolliset taudinaiheuttajat tuhoutuvat. Eläintautipuolella ei ole tästä kuitenkaan säädetty, joten tutkimusvelvoitetta ei siitä tai sen alaisista säädöksistä tule (silloin kun mitään vastustettavaa tautia ei ole todettu).

Tarttuvista eläintaudeista kyseeseen tulevat erityisesti salmonella ja EHEC, joita kumpaakin todetaan Suomessa säännöllisesti. Lisäksi ongelmallinen voisi olla mm. pernarutto, joka säilyy maaperässä jopa vuosikymmeniä ja on hyvin kestävä kaikille käsittelyille. Pernaruttoa on Suomessa todettu viimeksi vuonna 2008, joten tapaukset ovat kuitenkin harvinaisia. Käytännössä esim. salmonella naudoilla on lainsäädännössä luokiteltu vastustettaviksi eläintaudeiksi. Jos nautatilalla todetaan salmonellaa, ei tartunnanvaarallista materiaalia (esim. lantaa) saa siirtää tilalta ilman riittävää (taudinaiheuttajaa hävittävää) käsittelyä. On kuitenkin huomioitava, että mahdollisesti on tiloja, joilla on salmonellaa, mutta tartunnasta ei olla tietoisia. EHEC (Enterohemorraginen Escherichia coli) taas on eläintauti joka on luokiteltu lainsäädännössä ei-vastustettavaksi eläintaudiksi, eikä mm. tilan lannan käsittelylle ole viiranomaisvelvoitteita. EHEC on kuitenkin zoonoosi ja voi aiheuttaa vakavankin taudin ihmiselle. Tästä johtuen raakamaitoa luovuttavan tilan raakamaidon luovutus kielletään, jos tilalla todetaan EHEC. EHEC- bakteerin esiintyvyyttä nautatiloilla selvitettiin tutkimushankkeessa vuonna 2004. Tutkituista 126 nautatilasta 5,5 % todettiin olevan E. coli O157 bakteeria.

Käytännössä kaikkeen käsiteltävään lantaan tulisi suhtautua siten, että se voi olla potentiaalinen tartunnan levittäjä ja käsitellä niin, että taudinaiheuttajat on hävitetty lopputuotteesta. Käytännössä suurin osa taudinaiheuttajista kuolee, jos kuumennettavan materiaalin lämpötila saavuttaa kauttaaltaan +80°C. Pernarutto vaatii kuitenkin voimakkaamman lämpökäsittelyn.

**Elintarvikehygienialainsäädännön** näkökulmasta kuivikkeet eivät saa aiheuttaa elintarvikehygieenistä riskiä. Lypsylehmien tapauksessa kuivikkeet eivät itsessään saa olla patogeenitartunnan lähteinä 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.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Naudan lietalannan separointijaetta on käytetty jo pitkään kuivikkeeksi Yhdysvalloissa, missä käyttöä lehmien kuivikkeena on tutkittu 1970-luvulta alkaen. Monissa Keski-Euroopan maissa kuivikekäyttö on yleistynyt viime vuosikymmenellä. Syynä on yleensä muiden kuivikemateriaalien kalleus.

Suurella osalla tutkimuksia on tutkittu kuivajakeen bakteeripitoisuuksia ja hygieenisyyttä lehmien utareterveyden näkökulmasta. Kuivajakeen miellyttävyydestä makuualustana on tuloksia muutamasta tutkimuksesta, jossa on tutkittu lehmien makuuaikoja eri kuivikemateriaaleilla. Tuloksia on sekä järjestetyistä kokeista että käytännön tiloilta kerätyistä aineistoista.

Yleisesti ottaen tutkimuksissa saadut tulokset kuivajakeen käytöstä ovat positiivisia. Joissakin tutkimuksissa on kuitenkin havaittu viitteitä utaretulehdusten lisääntymiseen. Kuivajakeesta on mitattu yleensä melko paljon mahdollisesti utaretulehduksia aiheuttavia bakteereita. Kuivikkeen bakteerimäärillä yleisesti on muissa tutkimuksissa havaittu yhteys utareen pinnalla olevaan bakteerimäärään, mutta yhteydestä utaretulehduksiin tai maidon bakteerimääriin ei ole yhteneväistä osoitusta. Useissa tutkimuksissa kuitenkin korostetaan parsien puhtaanapidon merkitystä hygienian ylläpitämisessä erityisesti lantakuivikkeella.

Monissa maissa pihatoissa on ns. täyttöparret, joissa kuiviketta on yleensä 10–20 cm. Niissä puhtaanapidon merkitys on suuri kaikilla kuivikemateriaaleilla. Orgaaniset materiaalit ovat hyvä kasvualusta bakteereille, ja kun parteen tulee aina bakteereja ja kosteutta lannan mukana, olosuhteet ovat usein sopivan lämpimät bakteerien kasvuksi.

Tutkimuksissa on havaittu, että ”puhtaillakin” kuivikemateriaaleilla kuivitetuissa parsissa bakteerimäärät voivat nousta normaaleilla parsien hoitokäytännöllä samalle tasolle kuin kuivajaetta käytettäessä. Lannassa bakteerit ovat joidenkin tutkimusten mukaan kasvaneet nopeammin. Bakteerimäärän nopea kasvu on mitattu myös hygienisoitun kuivajakeen osalta. Kompostointi on ollut tehokas keino vähentää bakteerien määrää, mutta kuivikekäytössä bakteeripitoisuudet ovat nousseet nopeasti.

Kuivajaetta on käytetty myös parsipedeillä. Pedeiltä likaantunut kuivike voidaan vaihtaa kokonaan päivittäin, joten hygienisoinnilla voidaan todennäköisesti vaikuttaa enemmän parren bakteerimäärään. Lantakuiviketta ei kuitenkaan kannata varastoida parren etuosassa, missä bakteerimäärät helposti lähtevät nousuun. Yli viikon varastoinnissa parren edessä bakteerimäärät alkavat nousta kaikissa yleisissä kuivikemateriaaleissa (Alasuutari ym. 2014).

Kuivikkeeksi käytettävä kuivajae oli kaikissa raportoiduissa tutkimuksissa separoitu ruuviseparaattorilla. Ruuviseparaattori on separointilaitteistoista edullisin, ja saatu kuivajae on ollut sellaisenaan riittävän kuivaa kuivikekäyttöön. Ruuviseparaattorilla separoidun naudon lietteen kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus on ollut tyypillisimmin 23–27 %. Joissakin tutkimuksissa oli kerrottu myös kuivemmasta naudon lietteen kuivajakeesta. TTS:n, MTT:n ja TTL:n ”Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta” –hankkeen opintomatalla hollantilaisilla tiloilla kerrottiin ruuviseparaattorilla separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuudeksi noin 32–34 % (Alasuutari ym. 2014).

Tanskalaisissa FarmTestin separaattoritesteissä on useimmiten separoitu sian liettä, ja ruuviseparaattoreilla saatujen kuivajakeiden kuiva-ainepitoisuus on ollut yli 30 %. Sian lietelanta kuitenkin poikkeaa ominaisuuksiltaan naudanlietteestä. FarmTesteissä on ollut myös ravinteiden erottelukyvyltään tehokkaampia linkoseparaattoreita. Sian lietteestä separoitu kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli 4-5 % -yksikköä kuivempaa kuin ruuviseparaattoreilla separoitu. Linkoseparaattoreilla tuotettava kuivajake voisi tämän mukaan olla kuivikekäyttöön soveltuvaa.

Suomen elintarviketurvallisuusviranomaisen Eviran asiantuntijoiden arvioissa kuivajakeen kuivikekäyttöön liittyy erityisesti tarttuvien eläintautien leviämiskäsi. Toisaalta separoinnissa tuotetaan kuivajakeita käyttöön yleensä omalle tilalle, jolloin leviämiskäsiä tilalta toiselle ei pitäisi olla. Eviran mukaan käyttöön liittyy myös ihmisten terveydelle vaarallisten bakteerien joutuminen maitoon. Tilalla ei välttämättä olla aina tietoisia tilalla olevista taudinaiheuttajista, minkä vuoksi Evira suosittelee kuivikekäyttöön tulevan lannan hygienisointia.

### Kirjallisuus

- Alasuutari, S., Palva, R., Elstob, T., Hellstedt, M., Kivinen, T., Louhelainen, K. & Mäittälä, J: 2014. Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta. Tutkimushankkeen loppuraportti. Työtehoseura. 54 s.
- Bishop, J.R. , Bodine, A.B. & Janzen, J.J. 1980. Effect of Ambient Environments on Survival of Selected Bacterial Populations in Dairy Waste Solids. *Journal of Dairy Science*, Vol. 63, Issue 4, p523–525.
- Bishop, J.R. , Janzen, J.J., Bodine, A.B., Caldwell, C.A. & Johnson, D.W. 1981. Dairy Waste Solids as a Possible Source of Bedding. *Journal of Dairy Science*, Vol. 64, Issue 4, p706–711.
- Chapinal, N. A., Barrientos, K. , von Keyserlingk, M. A. G., Galo, E. & Weary, D. M. 2013. Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. *J. Dairy Sci.* 96 :318–328.
- Feiken, M. & van Laarhoven, W. 2012. Het gebruik van gescheiden mest in de ligboxen bij melkvee. Verslag van een praktijkonderzoek naar het gebruik van vaste fractie uit gescheiden mest als boxbedekkingsmateriaal in ligboxen voor melkvee. *Tutkimusraportti, Valacon Dairy*. Viitattu 27.1.2014: <http://www.duurzaammelkvee.nl/publicaties>
- Frandsen, T. Q. 2009. Separering af svinegylle ned GEA Westfalia UCD 305. *FarmTest*. Bygninger nr. 41. Dansk Landbrugsrådgivning.
- Godden S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R. & Rapnicki, P. 2008. Ability of Organic and Inorganic Bedding Materials to Promote Growth of Environmental Bacteria. *J. Dairy Sci.* 91:151–159
- Graumann, A.M., Hansen, N.M. & Frandsen, T. Q. 2010. Demonstration af anlæg til separering af svinegylle på Mors 15.december 2010. *AgroTech A/S*. 20 s.
- Harrison, E., Bonhotal, J. & Schwarz, M. 2008. Using manure solids as bedding. Final Report. Cornell Waste Management Institute. Ithaca, NY. <http://cwmi.css.cornell.edu/beddingfinalreport.pdf>
- Hippen, A., Garcia, A., Hammink, W. & Smith, L. 2007. Comfort and Hygiene of Dairy Cows Lying on Bedding Limestone vs. Separated Solids. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding 16-18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA). ASABE Publication Number 701P0507e.



- Hogan, J. S., Smith, K.L., Hoblet, K.H., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., Hueston, W.D., Pritchard, D.E., Bowman, G.L., Heider, L.E., Brockett, B.L. & Conrad, H.R. 1989. Bacterial Counts in Bedding Materials Used on Nine Commercial Dairies. *Journal of Dairy Science*, Vol. 72, Issue 1, p250–258.
- Hogan, J. S., Wolf, S. L. & Petersson-Wolfe, C. S. 2007. Bacterial Counts in Organic Materials Used as Free-Stall Bedding Following Treatment with a Commercial Conditioner.. *J. Dairy Sci.* 90:1058–1062
- Hogan, J.S., Raubenolt, L., McCormick, J.L., Weiss, W.P. 2012. Evaluation of propane flaming for reducing bacterial counts in sand bedding. *Journal of Dairy Science* Vol. 95, Issue 10, Pages 6152-6159.
- Hogan, J. S., Bogacz, V. L., Thompson, L. M., Romig, S., Schoenberger, P. S., Weiss, W. P. & Smith, K. L. 1999. Bacterial Counts Associated with Sawdust and Recycled Manure Bedding Treated with Commercial Conditioners. *J Dairy Sci* 82:1690–1695.
- Husfeldt, A.W., Endres, M.I. , Salfer, J.A. & Janni, K.A. 2012. Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. *Journal of Dairy Science* Vol. 95, Issue 4, Pages 2195-2203
- Husfeldt, A.W. & Endres M.I. 2012. Association between stall surface and some animal welfare measurements in free stall dairy herds using recycled manure solids for bedding. *Journal of Dairy Science* Vol. 95, Issue 10, Pages 5626-5634.
- Jørgensen, K. & Stoumann Jensen, L. 2009. Chemical and biochemical variation in animal manure solids separated using different commercial separation technologies. *Bioresource technology* 100: 3088-3096.
- Keys J.E. Jr., Smith, L.W. & Weinland, B.T. 1976. Response of Dairy Cattle Given a Free Choice of Free Stall Location and Three Bedding Materials. *Journal of Dairy Science*, Volume 59, Issue 6, June 1976, Pages 1157-1162.
- Luostarinen, S., Paavola, T., Ervasti, S., Sipilä, I. & Rintala, J. 2010. Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. *MTT Raportti* 27. 64 s.
- Lombard, J. E., Tucker, C. B., von Keyserlingk, M. A. G., Koprak, C. A. & D. M. Weary. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *J. Dairy Sci.* 93 :4668–4676.
- Meyer, D. J., Timms, L., Moody, L. & Burns, R. 2007. Recycling Digested Manure Solids for Dairies. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding 16-18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA). ASABE Publication Number 701P0507e.
- Meyer, D., Price, P. L., Rossow, H. A., Silva-del-Rio, N., Karle, B. M., Robinson, P. H., DePeters, E. J. & Fadel, J. G. 2011. Survey of dairy housing and manure management practices in California. *J. Dairy Sci.* 94 :4744–4750.
- Mote, C.R., Emerton, B.L., Allison, J.S., Dowlen, H.H. & Oliver, S.P. 1988. Survival of Coliform Bacteria in Static Compost Piles of Dairy Waste Solids Intended for Freestall Bedding. *Journal of Dairy Science*, Vol. 71, Issue 6, p1676–1681.
- Møller, H.B., Hansen, J.D. & Sørensen, C.A. G. 2007. Nutrient recovery by solid-liquid separation and methane productivity of solids. *Transactions of the ASABE.* 50 (1):193-200.
- De Palo, P., Tateo, A., Zezza, F., Corrente, M. & Centoducati, P. 2006. Influence of Free-Stall Flooring on Comfort and Hygiene of Dairy Cows During Warm Climatic Conditions. *Journal of Dairy Science*, Vol. 89, Issue 12, p4583–4595

- Rendos, J.J. , Eberhart, R.J. & Kesler, E.M. 1975. Microbial Populations of Teat Ends of Dairy Cows, and Bedding Materials. *Journal of Dairy Science*, Vol. 58, Issue 10, p1492–1500
- Schrade, S. & Zähler, M. 2008. Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. ART-Berichte Nr, 699. 8 s.
- Sorter, D. E., Kester, H. J. & Hogan, J. S. 2014. Short communication: Bacterial counts in recycled manure solids bedding replaced daily or deep packed in freestalls. *J. Dairy Sci.* 97 :2965–2968.
- Taavo, T. 2013. Lehmänlannan hygienisoituminen kompostoinnissa. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö, Bio- ja elintarviketekniikka, Ympäristöbiotekniikka. 49 s.
- Wu, Z. 2007. Phosphorus and nitrogen distribution of screw press separated dairy manure with recovery of bedding material. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 23(6): 757-762.
- Zähler, M., Schrade, S., Schaeren, W. & Schmidtke, J. 2009. Neue Materialien als Einstreu in Liegeboxen von Milchviehställen. In: Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; Dubois, D.; Fried, P.; Heckendorn, F.; Hillmann, E.; Klocke, P.; Lüscher, A.; Riedel, S.; Stolze, M.; Strasser, F.; van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.): Tagungsband der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.