

TIETEELLINEN ARTIKKELI

SUVI KORTELAINEEN, MARI FRIMAN JA RIITTA NIEMI

Separoitu lanta kuivikkeena ja sen utareterveysvaikutukset lypsykarjoissa – kirjallisuuskatsaus ja kaksi tapausselostusta

Recycled manure solids as bedding material and its effects on udder health in dairy
herds – Review and two case reports



> YHTEENVETO

Lietelannan separoinnilla tarkoitetaan lannan kiinteän ja nestemäisen osan mekaanista erottamista toisistaan. Kiinteä osa voidaan käyttää kuivikkeena, jonka laatuun vaikuttavat lannan prosessointimenetelmät, vuodenaika, ilmankosteus ja navetan ilmanvaihto. Kuivikkeeksi käytettävän kiinteän osan tavoitekuiva-ainepitoisuus on 30–35 %. Separoidun lannan käyttö kuivikkeena lisääntyy todennäköisesti tulevaisuudessa helpon saatavuuden ja kustannussäästöjen vuoksi. Kuivikkeena se imee ja luovuttaa hyvin kosteutta, vähentää navettailman pölyä, edistää lehmien puhtautta ja parantaa parsien makuukavuutta. Käyttöön liittyviä riskejä ovat zoonoosien ja eläimistä toiseen tarttuvien patogeeneiden leviäminen sekä antibiooteille resistenttien bakteerikantojen kiertäminen navettaympäristössä. Separoidussa lannassa koliformien ja ympäristöperäisten streptokokkien määrä on suurempi kuin muissa kuivikkeissa. Tutkimustulokset separoidun lannan kuivikekäytön vaikutuksista utareterveyteen ovat osin ristiriitaisia. Kahdessa suomalaisessa syväkuivikeparsipihatossa *Klebsiella* sp. ja *Escherichia coli* -utareturehdusten ilmaantuvuus lisääntyi separoidun lannan kuivikekäytön aloittamisen jälkeen. Liian märkä separointijae yhdistettynä navetoiden ajoittain riittämättömään ilmanvaihtoon sekä puutteet parsimitoituksessa ja parsien ylläpidossa olivat käynneillä havaittuja mahdollisia riskitekijöitä utareterveyden heikentymiselle.

> SUMMARY

Separation of slurry refers to mechanical separation of solid and liquid fractions of manure. Recycled manure solids can be used as bedding material. The quality of bedding depends on manure-processing methods, season, air humidity and barn ventilation. The target dry-matter content for those manure solids used as bedding is 30 to 35 %. The bedding use of recycled manure solids is likely to increase in future due to its easy availability and cost savings. As bedding, it absorbs and releases moisture effectively, reduces dust in the barn, promotes cow cleanliness and improves stall comfort. Risks associated with use include the spread of zoonotic and animal pathogens and circulation of antibiotic-resistant bacterial strains in the barn environment. Recycled manure solids contain more coliforms and environmental streptococci than other bedding materials. Research results on the effects of recycled manure solids on udder health are in part contradictory. After the introduction of recycled manure solids as bedding in two Finnish deep-bedded free-stall barns, the incidence of *Klebsiella* sp. and *Escherichia coli* mastitis increased. During herd visits, overly wet bedding combined with occasionally inadequate barn ventilation, improper stall-size and deficiencies in stall maintenance were identified as potential risk factors for the impaired udder health.

KIRJALLISUUSKATSAUS

Lannan separointi ja jatkokäsittely

Separoinnilla tarkoitetaan lannan kiinteän ja nestemäisen osan mekaanista erottamista toisistaan.^{1–3} Nestejake ajetaan tai sadetetaan pellolle, ja kiinteä osa eli kuivajae voidaan kuljettaa joko suoraan pellolle, kompostoida maanparannusaineeksi tai käyttää kuivikkeena. Separoinnin jälkeen 70–80 % typestä jää nestemäiseen osaan ja 70–80 % fosforista kiinteään jakeeseen, mikä helpottaa peltojen lannoituksen suunnittelua.^{1,3}

Yleisin separointilaite on ruuvipuristin, joka on käytössä olevista separointimenetelmistä kustannustehokkain.^{2–4} Lisäksi separointia voidaan tehdä lingoilla, rullapuristimilla, seuloilla tai nauhakui-vaimilla.^{1–3} Ruuvipuristimeen verrattuna rullapuristin päästää enemmän kiinteää jakeeta nestejakeeseen.^{1,3} Linko erottelee jakeet tehokkaimmin toisistaan, mutta se on hankinta- ja käyttökustannustensa vuoksi kallis ja voi tuottaa kuivikekäyttöön liian hienorakenteista kiinteää jakeeta.³

Separoitu lanta voidaan hygienisoida mädättämällä liete ennen separointia.^{1,5} Määdätyksen aikana lanta hajooa hapetomissa olosuhteissa. Hajoamisprosessin seurauksena muodostuu biokaasua, jota voidaan käyttää energian lähteenä. Mädatettäessä haitallisten mikrobien, rikkakasvien siementen ja erilaisten haitta-aineiden määrä vähenee.^{1,5} Burch ym.⁵ havainnoivat seitsemällä lypsykarjatilalla lannan mädättämistä ennen sen separointia. Näytetulosten perusteella patogeeneiden

määrä ei vähentynyt hajoamisprosessin aikana yhtä paljon kuin vertailun kohteena olleissa kontrolloiduissa kokeissa.⁵ Lisätutkimuksia tarvitaan sen suhteen, miten huono sekoittuminen, väärä lämpötila ja muut olosuhdetekijät, kuten vuodenaika ja laitetyyppi, vaikuttavat mädätyksen lopputuotteeseen.

Separoinnin jälkeiseen hygienisointiin soveltuvia kuivajakeen jatkokäsittelymahdollisuuksia ovat erilaiset kompostointimenetelmät ja lisäaineiden käyttö.^{6–8} Kompostointimenetelmiä ovat tunneli-, rumpu- ja aumakompostointi.^{1,6} Kaksi ensimmäistä on tehtävä sisätilassa, jossa lämpötila ei saa olla alle 0°C. Kompostoinnin lämpötila vaihtelee välillä 40–65°C.^{1,2,6} Rumpukompostori on tällä hetkellä tehokkain käytössä oleva hygienisointimenetelmä.^{4,6} Ensimmäisen rumpukompostointivuorokauden aikana *Escherichia coli* -bakteerien määrä vähenee 10 000-kertaisesti ja *Klebsiella* sp. -bakteerien määrä noin 100-kertaisesti.⁶ Kun kompostointiaikaa pidennetään kolmeen vuorokauteen, bakteerien määrä ei enää merkittävästi vähene.⁶ Tunnelikompostoinnilla saavutetaan vastaava *E. coli* ja *Klebsiella* -bakteerimäärän väheneminen 5–10 vuorokaudessa, mutta rumpukompostori on tunnelikompostoria luotettavampi kompostointimenetelmä tuotteen laadun, riittävän kuiva-ainepitoisuuden, saavutetun lämpötilan ja vähentyneen bakteerimäärän suhteen.⁶

Hygienisointiin käytettäviä lisäaineita ovat lannan sekaan lisättävät emäkset tai happamat aineet. Alkalointi vähensi koliformien kokonaismäärää noin 5–40-kertaisesti vuorokauden ajan, mutta se ei vähentänyt *Klebsiella* sp. -bakteerien ja ympäristöperäisten streptokokkien määrää.⁷ Happamoittaminen ei muuttanut bakteerimäärää lainkaan⁷ tai vähensi koliformien määrää vuorokauden ajan.⁸ Lisäainekäsittely pitäisi oletettavasti toteuttaa päivittäin tai joka toinen päivä, jotta se vähentäisi kuivajakeen bakteerimäärää merkittävästi.^{4,7–9}

Kuivikkeeksi separoidun lietteen taivoitekuiva-ainepitoisuus on 30–35 %.^{1,9,11} Suomalaisella koetilalla tehdyssä tutkimuksessa ruuvipuristimella separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli viikoittain mitattuna $24,6 \pm 2,0$ % ($\pm$ SD).¹² Kanadalaisilla lypsykarjatilalla ruuvipuristimella separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli 24,3–26,2 %, lingolla separoidun 33,5–33,9 % ja rullapuristimella separoi-

YDINKOHDAT

- Lypsylehmien lietteestä mekaanisesti separoitua kuivajakeita voidaan käyttää kuivikkeena.
- Separoidun lannan kuivikekäyttöön liittyviä riskejä ovat zoonosien ja eläimistä toiseen tarttuvien patogeeneiden leviäminen.
- Separoidun lannan kuivikekäytön hyviä puolia ovat lietelannan käytön tehostuminen, helppo saatavuus, taloudellisuus ja hyvä makuumukavuus.
- Separoidussa lannassa esiintyviä merkittäviä utaretulehduksen aiheuttajia ovat koliformit, kuten *Escherichia coli* ja *Klebsiella* sp., sekä ympäristöperäiset streptokokit.

Käsikirjoitus tuli toimitukseen 7. syyskuuta 2023.

dun 28,2–33,3 %.³ Yhdysvaltalais tutkimus havainnoi 17 osavaltiossa 168 karjan separoidun lannan kuiva-ainepitoisuutta eri separointi- ja hygienisointimenetelmien jälkeen juuri ennen käyttöä.¹³ Kuivikenäytteiden kuiva-ainepitoisuus vaihteli paljon keskimääräisen kuiva-ainepitoisuuden ollessa $57,0 \pm 26,4$ % ($\pm$ SD).¹³ Tehokkaammilla ruuvipuristinmalleilla saadaan separoitua kuivempia jakeita,³ ja rumpukompostoinnilla lanta separoinnin jälkeen saavutetaan varmemmin kuivajakeen taivoitteen mukainen kuiva-ainepitoisuus.^{4,6} Husfeldtin ym.⁴ mukaan rumpukompostoinnilla yhdysvaltalais tiloilla kuivikkeen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 39,7 %, ennen separointia lietettä mädättävillä tiloilla 27,1 %, ja lietettä ilman hygienisointia separoivilla tiloilla 27,4 %.⁴

Separoidun lannan kuivikekäyttö

Pohjois-Amerikassa kuivajakeita on käytetty lehmien kuivikkeena 1970-luvulta asti.¹⁰ Viime vuosikymmeninä kuivikekäyttö on lisääntynyt Keski-Euroopassa, Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa.^{2,9,11} Kuivajakeita käytetään joko parsipedin tai -maton päällä noin 2–5 cm syvänä kerroksena tai syväkuivikeparsissa, joissa kuivikekerroksen paksuus vaihtelee useimmi-

ten välillä 7,5–30,5 cm.^{2,4,11,12}

Ihannetilanteessa kuivikkeeksi separoitava liete sisältää vain terveiden, lypsyssä olevien lehmien lietettä. Lietteen sekaan ei saisi päätyä maitoa, maitoa sisältäviä pesuvesiä, desinfiointiaineita, jälkeisiä tai poikima- ja sairaskarsinoiden eritteitä.^{2,9} Sekä lietteen että sen käsittelylaitteiston saastuminen muiden eläinlajien ulosteilla tulisi estää.² Kuivikekäyttöön tarkoitettu kuivajae separoidaan juuri ennen käyttöä, sillä kuivajakeen varastointi kasoihin johtaa bakteerimäärän nopeaan lisääntymiseen ja kuivikkeen hygieenisen laadun heikkenemiseen.^{2,9} Separoitu kuivajae ei saa kostua ennen käyttöä.⁹

Separoidun lannan kuiva-ainepitoisuuden vaikuttavat paitsi lannan prosessointimenetelmät, myös ilmankosteus, vuodenaika ja maantieteellinen sijainti.^{5,13} Verrattuna muihin kuivikemateriaaleihin separoidulla kuivajakeella on kyky imeä ja luovuttaa paljon kosteutta, mistä syystä navettarakennuksissa tulee olla hyvä ilmanvaihto ja pieni ilmankosteus.² Lehmän lämmön ja navetan ilmapirran vaikutuksesta kuivajae kuivuu levityksen jälkeen parsissa. Timmsin¹⁴ mukaan separoidun lannan kuiva-ainepitoisuus vaihteli ennen levitystä välillä 28–40 %, levityksen jälkeen talvella välillä 50–60 % ja muina vuodenaikoina välillä 60–80 %.

Riskit, haitat ja hyödyt

Separoidun lannan käyttöön liittyviä tautiriskejä ovat zoonoosit ja eläimestä toiseen tarttuvat patogeenit kuten *Salmonella* spp., enterohemorraginen *E. coli*, *Cryptosporidium* spp., *Bacillus cereus* ja *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*.^{5,15} Riskiksi katsotaan myös antibiooteille resistenttien bakteerikantojen kiertäminen separoidun lannan mukana navettaympäristössä,¹⁵ mistä tutkittua näyttöä ei vielä juuri ole. Vaikka Burchin ym.⁵ eristämistä patogeeneistä (esimerkiksi rotavirus, koronavirus, *Cryptosporidium parvum*., *Giardia lamblia*, *Salmonella* spp.) suurin osa päätyi separoinnin seurauksena nestejakeeseen, löytyi niitä silti myös kuivajakeesta. Tiedämme toistaiseksi huonosti, miten lannan kierrättäminen navettaympäristössä vaikuttaa pidemmän ajan kuluessa bakteeri-itiöiden määrään, patogeeneiden virulenssitekijöihin tai ilmapölystä leviävien patogeeneiden leviämiseen.¹⁵

Separoidun lannan kuivikekäytön hyviä puolia ovat lietelannan tehokas hyö-

dyntäminen, helppo saatavuus ja taloudellisuus.^{2,15} Se on vähemmän pölyävää kuin olki tai puru, mikä parantaa navettailman laatua ja työskentelyolosuhteita.^{2,15} Lisähyötyjä ovat lietteen helpompi varastointi, lehmien puhtaus ja ihovaurioiden väheneminen.^{2,12,16} Separoidulla lannalla kuivitetun alueen makuuomakavuus on hyvä.¹⁷ Miellyttävä makuupaikka edistää lehmien terveyttä ja hyvinvointia.¹⁸ Makuuomakavuuteen vaikuttaa kuivike-materiaalin lisäksi kuivikkeen määrä.^{19,20} Syväparsissa lehmät makaavat vuorokauden aikana enemmän kuin parsipetiparsissa.^{19,20} Brittituottajille tehdyn kyselytutkimuksen perusteella kolme tärkeintä syytä valita separoitu lanta olivat säästöt kustannuksissa, vaikeudet saada muita kuivikkeita ja lehmien makuuomakavuuden paraneminen.²

Vaikutus utareterveyteen

Koska lehmät viettävät makuulla 12–14 tuntia vuorokaudesta, on kuivikkeella iso merkitys vetimien altistumiselle utaretulehdus- ja aiheuttaville ympäristöperäisille bakteereille.^{18–20} Separoidussa lannassa esiintyviä merkittäviä utaretulehduksen aiheuttajia ovat koliformit (*E. coli*, *Klebsiella* sp.) ja ympäristöperäiset streptokokit.^{11,13,21,22} Kuivajakkeen suuri kuiva-ainepitoisuus on yhteydessä kuivikkeen pienenpään bakteerimäärään ja lehmien parempaan utareterveyteen.¹³ Ympäristöperäisten streptokokkien ja koliformien määrä separoidussa lannassa vähenee, kun kuivikkejakeen kuiva-ainepitoisuus on 35–64,9 %, ja määrä vähenee entisestään, kun kuiva-ainepitoisuus ylittää 65 %.¹³ Toisaalta, kun kuiva-ainepitoisuus ylittää 45–50 %, jakeesta tulee pölyävää, jolloin ilmapirta puhalttaa kuivikkeen helposti pois parsista.⁹ Kompostoidussa ja mädätetyssä separoidussa lannassa on vähemmän bakteereja kuin ilman esi- tai jatkokäsittelyä suoraan separoinnin jälkeen käyttöön otetussa kuivajakkeessa, mutta käytössä ero bakteerimäärässä tasoittuu 1–6 päivässä.²¹ Separoidussa lannassa on kesällä enemmän koliformeja ja talvella streptokokkeja.^{4,21}

Separoidulla lannalla kuivittavien tilojen tankkimaidon soluluku ja subkliinisten utaretulehdusten esiintyvyys ei välttämättä eroa muuta kuiviketta käyttävien tilojen vastaavista luvuista,^{4,23,24} mutta myös päivittäisiä havaintoja on tehty. Patel ym.¹³ johtopäätöksen mukaan tilojen välillä oli vaihtelua. Separoitua lantaa käyt-

tävillä tiloilla kuivikkeen bakteerimäärä oli suurempi, lehmien utareet olivat liikkeisempiä, tankkimaidon koliformisten bakteerien ja ympäristöperäisten streptokokkien määrä oli suurempi ja karjaston utareterveyttä mittaavat tunnusluvut olivat huonommat kuin hiekkaa, olkea tai purua käyttävillä tiloilla.

Kanadalaisen havainnointitutkimuksen mukaan kliinisen utaretulehduksen ja vakavan kliinisen utaretulehduksen ilmaantuvuus 100 lehmävuotta kohti ei separoidulla lannalla kuivittavissa navetoissa ollut suurempi kuin oljella kuivittavissa.²⁵ Utaretulehduksen aiheuttajabakteerien lajijakauma oli kuitenkin erilainen. *Klebsiella pneumoniae* -bakteerin aiheuttaman kliinisen utaretulehduksen ilmaantuvuus oli seitsemän kertaa suurempi separoidulla lannalla kuivittavissa navetoissa kuin oljella kuivittavissa.²⁵ *Klebsiella* aiheuttaa tyypillisesti vakavaoireisen kliinisen utaretulehduksen, joka voi johtaa lehmän ennenaikaiseen poistoon tai kuolemaan.²⁶

Separoitua lantaa käyttävillä tiloilla subkliinisten utaretulehdusten ilmaantuvuus ei merkittävästi eronnut olkea käyttävien tilojen ilmaantuvuudesta.²⁴ Tulosta tukee havainto, jonka mukaan karjan suuri keskiloluluku on enemmän yhteydessä tartunnallisten kuin ympäristöperäisten bakteerien esiintymisestä aiheutuvaan soluluvun nousuun.²⁷ Käytännön tuntuma on, että ilman ollessa kostea ja separoidun jakeen ollessa tavoitearvoa kosteampaa separoidun lannan kuivikekäytöstä aiheutuu helpommin utareterveysongelmia.¹⁵

Suosituks

Separoidun lannan kuivikekäyttöön voidaan antaa muutamia kirjallisuuteen perustuvia suosituksia. Tavoiteltava kiinteän jakeen kuiva-ainepitoisuus on vähintään 35 %.⁹ Ellei jaetta kompostoida, se käytetään kuivikkeena heti separoinnin jälkeen.^{2,9,15} Kuivajakkeen kuiva-ainepitoisuus on mahdollista mittaustaa laboratoriossa. Suomessa näytteitä analysoi esimerkiksi Seilab Oy. Näyte otetaan heti separoinnin jälkeen keräämällä jaetta noin puoli litraa tiiviisti suljettuun muovipussiin. Omatoimisesti kuiva-ainepitoisuuden voi mitata kuivaamalla punnittua separointijaetta mikroskooppisuissa. Kuivatun näytteen painon avulla saadaan laskettua jakeen suuntaa antava kuiva-ainepitoisuus.

Riittävän tiheä kuivitusväli parantaa parsihygieniaa, sillä kuivikkeen bakteeri-

määrä lisääntyy jo vuorokaudessa kuivittamisen jälkeen.^{7,28} Bakteerimäärän lisääntymistä edistävät navettaympäristön korkea lämpötila ja kosteus.² Separoidun lannan kuivajakeen olisi hyvä lisätä parsiin päivittäin,⁹ vaikka osa tutkimuksista päättyy eräviin johtopäätöksiin.^{22,28} Päivittaisen levittämisen sijaan käytäntönä voi olla levittää kuivajake parsiin 2–3 kertaa viikossa.^{2,4,12} Yhdysvalloissa havainnoiduista 38 pihatokarjasta 40 % levitti tuoreen kuivajakkeen parsiin vain 1–2 kertaa viikossa.⁴

Likainen ja märkä aines puhdistetaan parsista vähintään kahdesti päivässä, sillä parren pinnan tulee pysyä puhtaana, kuivana ja pehmeänä.^{2,29} Syväparret pidetään täynnä kuiviketta ja niiden haravoimista tai muokkaamista pintaa syvemmillä vältetään.⁹ Tyypillisesti syväparsia tasataan säännöllisesti, jottei kuivike pääse muodostamaan harjanteita.⁴ Tasausta tehdään juuri ennen uuden jakeen lisäystä.

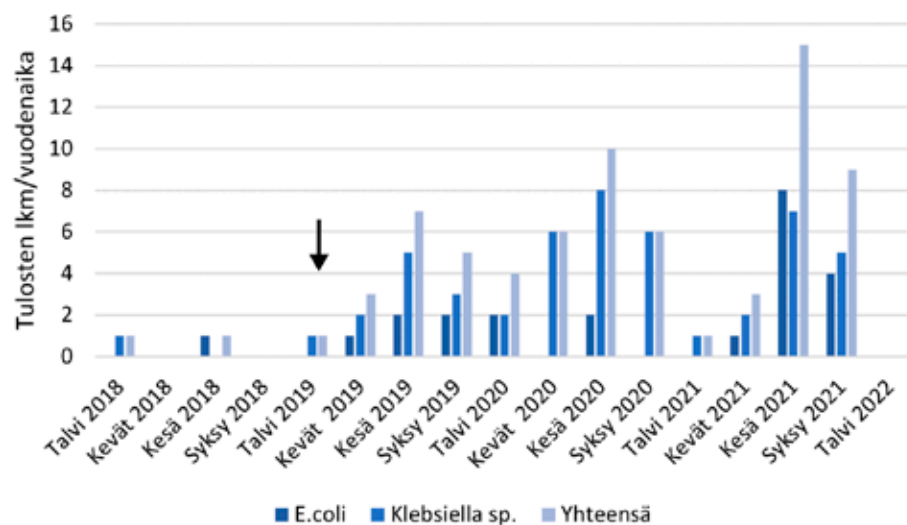
TAPAUSELSTUKSET

Tilalla 1 oli vuonna 2015 käyttöön otettu verhoseinäpihatto, jossa vuonna 2018–2022 oli kaksi lypsyrobotia ja varaus kolmannelle robotille. Noin 150 lehmän lypsykarja oli luomussa, ja karjan valtarotu oli holstein. Seosrehu jaettiin lypsylehmille seitsemän kertaa päivässä matoruokkijalla. Kaikki lypsy-lehmät olivat samassa osastossa, jossa niillä oli syväkuivikeparret. Ummessaolijat olivat eri rakennuksessa, jossa niillä oli turpeella kuivitetut parsimatolliset makuuparret. Oljella kuivitetut poikimakarsinat toimivat satunnaisesti myös sairaskarsinoina. Kiinteät lattiat oli uritettu. Lypsylehmien puolella raappa kulki kerran tunnissa ja umpiosatolla vain silloin, kun paikalla oli hoitaja.

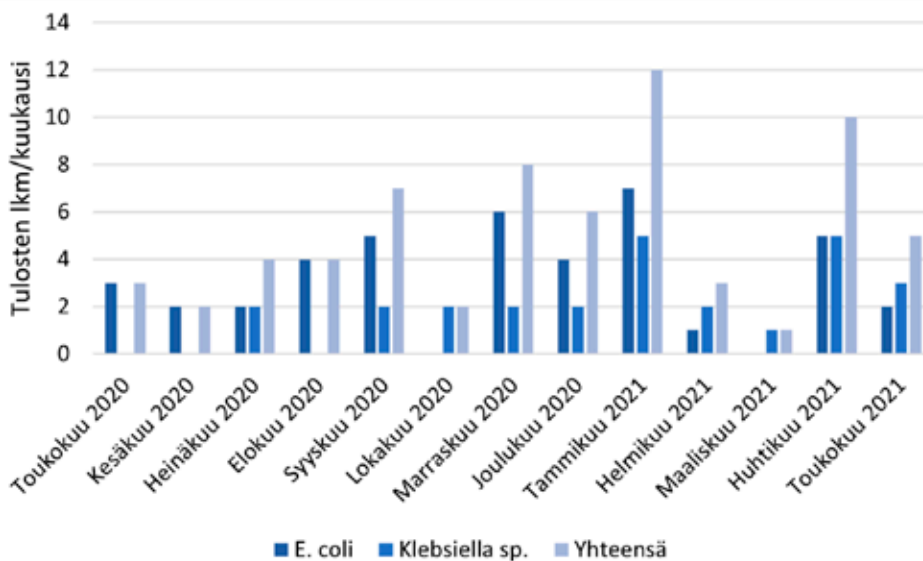
Vuoden 2019 alussa lypsävien syväparsissa aiemmin käytetty turvekuivitus vaihdettiin vähitellen separoituun lantaan. Siirtymävaiheessa parsissa oli seoksena molempia kuivikkeita. Tavoitteena oli kahdesti viikossa lisätä kuiviketta syväparsiin ja samalla tasottaa parret tasoitusharavalla, mutta kuivitusväli oli usein tavoiteltua pidempi. Ruuvipuristimella tehty kuivikkejake levitettiin saman tien, ja siihen sekoitettiin toisinaan kalkkia. Jakeen kuiva-ainepitoisuutta ei mitattu. Tilan utaretulehdusmaailmanäytteiden *E. coli* ja *Klebsiella* sp. -bakteerilöydösten lisääntyminen oli ajallisesti yhteydessä tilalla toteutettuun kuivikemuutokseen (kuvat 1A ja 2A).

Vuonna 2021 tilan energiakorjattu maitotuotos (EKM) oli noin 12 000 kg/vuosi,

A.



B.



KUVA 1 FIGURE

Neljännesmaitonäytteisiin perustuvat *Escherichia coli* ja *Klebsiella* sp. -löydökset, joiden bakteerimäärä PCR-analyysin perusteella on ++ tai +++ kontaminoitumattomassa näytteessä. (A) Tilan 1 löydösmäärät ovat jaoteltuina vuodenajan mukaan ajalle 1.1.2018–31.1.2022. (B) Tilan 2 löydösmäärät jaoteltuina kuukausien mukaan ajalle 20.5.2020–20.5.2021. Nuoli merkitsee ajankohdan, jolloin tila 1 vaihtoi syväparsien turvekuivituksen separoituun lantaan. Tilalla 2 syväparsien kuivike oli separoitu lanta navetan käyttöönotosta saakka.

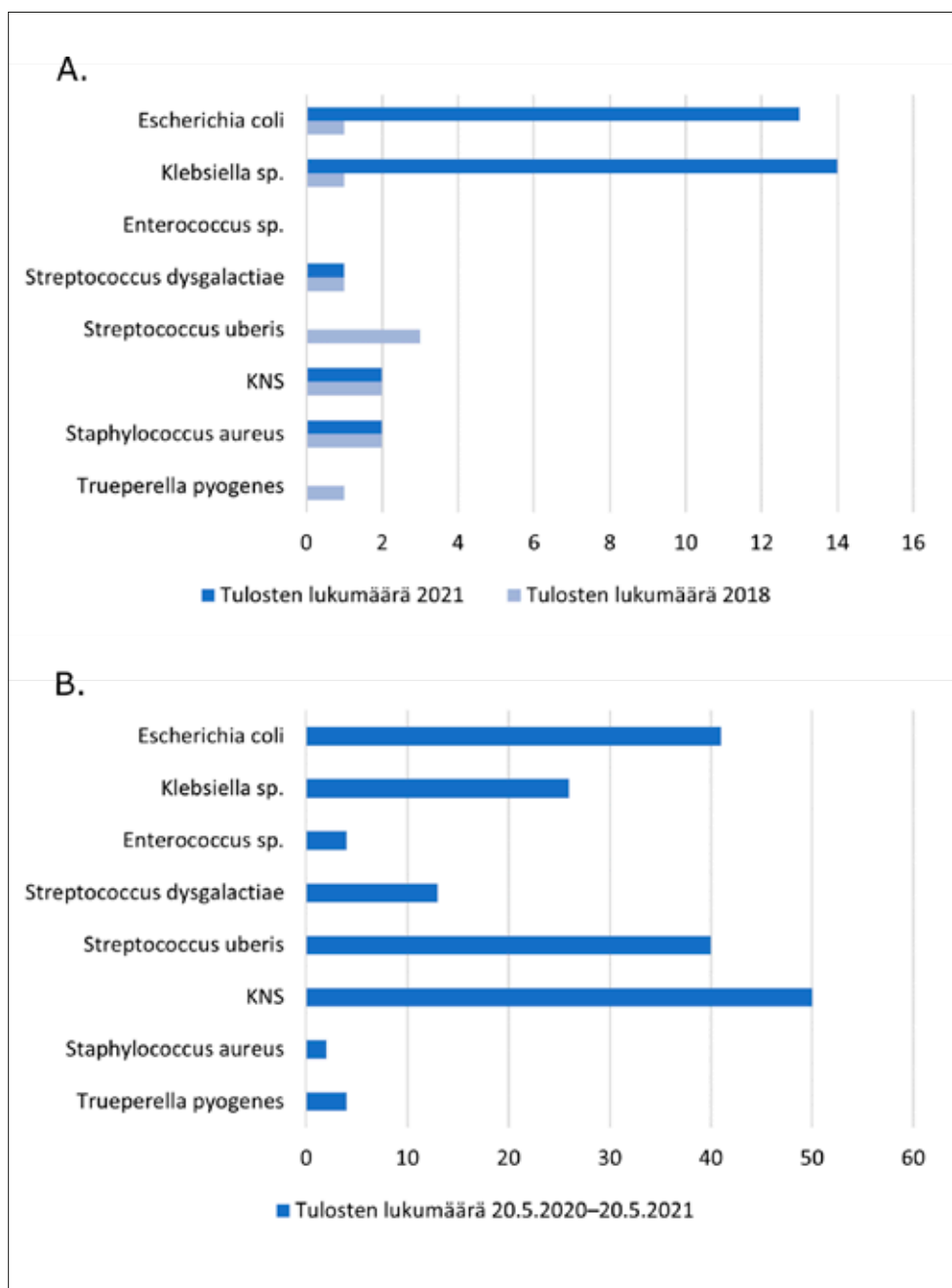
Escherichia coli and *Klebsiella* sp. findings of uncontaminated quarter milk samples with a bacterial count of ++ or +++ based on PCR analysis (A) The number of findings on farm 1 is divided by season from 1 January 2018 to 31 January 2022. (B) The number of findings on farm 2 is divided by month from 20 May 2020 to 20 May 2021. The arrow marks the time when farm 1 changed deep-stall peat bedding to recycled manure solids. On farm 2, deep stalls contained recycled manure solids as bedding since the barn was first used.

tuotosseurannan keskiluvuksi 222 000 solua/ml, keskipoikimakerta 2,27 ja poikimaväli 385 vuorokautta. Karjasta poistettujen lehmien osuus oli 38 %. Lehmien yleisin poistosyy oli utaretulehdus (13 % keskilehmäluvusta). Utaresairauksien hoitoprosentti oli 15 % keskilehmäluvusta. Tilalla ei ollut käytäntönä lääkittää *Klebsiellan* tai *E. colin* aiheuttamaan utaretulehdukseen sairastuneita lehmii antibiootin. Kaikista oirekuvaltaan tyypillisistä *E. colin* tai *Klebsiellan* aiheuttamista utaretulehdustapauksista ei otettu maitonäytteitä. Vuosittain tila otti noin 30–50 neljännesmaitonäytettä. Näistä kontaminoituneita eli kolmen tai useamman bakteerilöydöksen suhteen positiivisia näytteitä oli 9–13 %.

Niistä kontaminoitumattomista maitonäytteistä, joissa oli havaittu bakteerimäärältään ++ tai +++ -luokituksella mikrobilöydös, *E. coli* ja *Klebsiella* sp. -löydösten osuus vuonna 2021 oli 84 % (27/32), kun se kuivikkeen vaihtoa edeltävänä vuonna oli ollut 18 % (2/11) (kuva 2A). Vuonna 2021 bakteriologisesti diagnosoidun *E. colin* aiheuttaman utaretulehduksen ilmaan-

tuvuus oli 4,2 tapausta 100 lehmää kohti vuodessa ja *Klebsiellan* aiheuttaman utaretulehduksen ilmaantuvuus 9,1 tapausta 100 lehmää kohti vuodessa. Diagnostoituista *Klebsiella*-utaretulehdukseen sairastuneista lehmistä oli vuosina 2019–2021 kuollut tai poistettu 83 % (39/47).

Tilalla 2 oli kaksi verhoseinäpihattoa, joiden välillä oli yhdyskäytävä lypsasemalle. Tilakäynnin aikaan vuonna 2021 pitopaikan käyttöönotosta oli kulunut puolitoista vuotta. Noin 300 lehmän lypsykarjasta kolmannes oli rodultaan



KUVA 2 FIGURE

Neljännesmaitonäytteisiin perustuvat mikrobiölödykset, joiden bakteerimäärä PCR-analyysin perusteella on ++ tai +++ kontaminoitumattomassa näytteessä, (A) tilalla 1 vuosi ennen kuivikkeen vaihtumista ja kaksi vuotta vaihdoksen jälkeen sekä (B) tilalla 2 puolitoista vuotta navetan käyttöönoton jälkeen. Tilan 1 karjakoko oli 150 lehmää ja tilan 2 karjakoko 300 lehmää.

Microbial findings with a bacterial count of ++ or +++ based on PCR analysis of uncontaminated quarter-milk samples, (A) on farm 1 one year before the bedding-material change and two years after the change, and (B) on farm 2 one and a half years after the barn was first used. The herd size of farm 1 was 150 cows and the herd size of farm 2 was 300 cows.

holstein- ja kaksi kolmannesta ayrshireroota. Lehmät lypsettiin asemalla kaksi kertaa päivässä. Toisessa pihatossa oli neljä erillistä lypsävien osastoa, ja toisessa oli lypsasema, vastapoikineiden VIC-ryhmä, umpilehmäosasto ja poikimakarsinat. Kiinteillä, uritetuilla lattioilla kulki säännöllisesti lantaraappa. Seosrehu jaettiin rehunjakovaunulla kerran vuorokaudessa. Käynnillä nähtiin useilla osastoilla appeen karkaamista lehmien ulottumattomiin.

Lypsyssä olevilla lehmillä oli separoidulla lannalla kuivitettut syväkuivikepar-

ret. Ruuvipuristimella kerran vuorokaudessa tehty jae levitettiin saman tien, ja jokaiseen syväparteen lisättiin uusi kuivike kerran vuorokaudessa. Kuivituksen yhteydessä parsia tasoiteltiin työntekijästä riippuen eri tavoin. Tila lisäsi jakeeseen ajoittain sammutettua kalkkia. Separointilaitteen häiriötilanteissa tila kuivitti satunnaisesti separoidun lannan sijaan turpeella. Käynnillä separaattorista puristettu jae tuntui käsin arvioiden turhan kostealta.

Vuonna 2020 lehmien EKM-tuotos oli noin 10 500 kg/vuosi, tuotosseurannan kes-

kisoluluku 166 000 solua/ml, keskipoikimäkerta 2,35 ja poikimaväli 402 vuorokautta. Karjassa oli ollut utareterveysongelmia navetan käyttöönotosta lähtien. Utaresairauksien hoitoprosentti oli 48 % keskilehmäluvusta. Karjasta poistettujen lehmien osuus oli 31 % keskilehmäluvusta, ja yleisin poistosyy oli utaretulehdus (8 % keskilehmäluvusta). Tilalla itsestään kuolleita tai lopetettuja eläimiä oli noin 30 vuodessa. Hoitokirjausten perusteella kuoleman syynä yli 25 %:ssa näistä tapauksista oli vakavaoireinen koliformiutaretulehdus. Utaretuleh-

duslääkitysten yleisin syy oli *Klebsiella*- tai *E. coli* -bakteerin aiheuttama kliininen utaretulehdus, ja käyntiä edeltävänä vuonna näiden aiheuttajabakteerien vuoksi hoidetuista eläimistä noin 50 % oli lääkitty enrofloksasiinilla. Vakavat koliformiutaretulehdustapaukset vaikuttivat esiintyvän ajallisina ryvästyminä, joista osa oli yhdistettävissä tilalla esimerkiksi laiterikon vuoksi tapahtuneisiin kuivituksen häiriötilanteisiin (kuva 1B). Tilan maitonäytteiden tutkiminen oli kattavaa. Neljännesmaitonäytteitä oli käyntiä edeltävän vuoden aikana tutkittu yhteensä 299. Näistä kontaminoituneita eli kolmen tai useamman bakteerilöydöksen suhteen positiivisia näytteitä oli 10 % (30/299). Niistä kontaminoitumattomista maitonäytteistä, joissa oli havaittu bakteerimäärältään ++ tai +++ -luokituksella mikrobilöydös, *E. coli* ja *Klebsiella* sp. -löydösten osuus oli 37 % (67/183) ja *Streptococcus uberis* -löydösten osuus 22 % (40/183) (kuva 2B). Koliformimaitonäytelöydöksiä esiintyi tulosten perusteella ympäri vuoden, mutta käyntiä edeltävänä keväänä ja kesänä *Klebsiella* sp. -löydöksiä esiintyi talvikuukausia vähemmän (kuva 1B). Bakteriologisesti diagnosoidun *E. coli* -utaretulehduksen ilmaantuvuus oli 13,0 tapausta 100 lehmää kohti vuodessa ja *Klebsiella* sp. aiheuttaman utaretulehduksen ilmaantuvuus 8,2 tapausta 100 lehmää kohti vuodessa.

Tilalla 1 oli ruokintapöydän toisella puolella, makuuparsien yläpuolella kolme tuuletinta ja toisella puolella yksi. Tilalla 2 oli kesäisin vuokratuulettimet. Tilat tutkivat tankkimaidon seleenipitoisuuden säännöllisesti, ja se oli suositusten mukainen. Molemmilla tiloilla umpeen meneville lehmille laitettiin vedintulpat. Vesialtaat puhdistettiin päivittäin.

Käyntihetkellä tilan 2 parsimitoitus ja kuivituksen määrä eivät olleet ihanteellisia. Lehmät olivat usein asettuneet makuuparsiin jalat vastakkain ja hieman vinottain. Osassa parsista näkyi syväparren pohjan ja päänpuoleisen etureunan betoni, mikä oli todennäköinen syy sille, että lehmillä havaittiin etupolvien ja kintereiden alueiden hiertymiä. Lisäksi kuivaa separoitua lantaa oli kertynyt epätarkoituksenmukaisesti dyynimäisinä harjanteina parren erottajien ja verhoseinän alle.

POHDINTA

Vaikka separoitua lantaa on maailmalla käytetty kuivikkeena jo 50 vuotta,¹⁰ Suo-

nessa käyttökokemuksia ei vielä ole monelta tilalta. Maatilojen kustannusten noustessa ja kuivikemateriaalien saatavuuden heikentyessä lypsykarjatilalliset miettivät tuottavuutta elinkeinonsa kaikilla osa-alueilla. Viime vuosina separoidun lannan käyttö suomalaisilla tiloilla on yleistynyt. Kuivike- ja parsivalinta vaikuttavat lehmien makuumukavuuteen, makuuaikoihin, jalka- ja utareterveyteen.^{17,20,30}

Separoidun lannan käyttöön tarvitaan neuvontaa ja ohjeistuksia. Muihin kuivikevaihtoehtoihin verrattuna sillä on korkeampi bakteeripitoisuus sekä suurempi kyky imeä ja vapauttaa kosteutta.^{2,13,21} Kuivajakeessa on runsaasti koliformeja ja ympäristöperäisiä streptokokkeja.^{11,13,21,22} Separoitu lanta toimii reservuaarina tartuntataudeille sisältäen nautaspesifisiä patogeeneja ja mahdollisesti zoonoottisia taudinaiheuttajia.^{5,15} Nämä seikat luovat riskejä, joista kuivikkeen käyttöönottoa suunnittelevan pitää olla tietoinen etenkin, jos tilalla jo esiintyy tarttuvia eläintauteja. Lypsykarjatilalle mahdollisesti ilmaantuvan *Salmonella*-tartunnan tautisaneerauksessa voi olla separoidun lannan käyttöön liittyviä haasteita, joista ei Suomessa vielä ole kokemusta. Lietelannan separointi- ja jatkokäsittelylaitteita on erilaisia, ja ne kehittyvät jatkuvasti.^{1,3,6} Tuottajilla on haasteena valita laiteviidakosta sopiva menetelmä, jolla erotella laadultaan hyvälaatuista ja riittävän kuivaa kuivajakeetta. Separoidun lannan käyttöönoton talouslaskelmat pitää tehdä tilakohtaisesti huomioiden laitekustannukset, juoksevat kulut ja työkulut. Näitä tulee verrata käytössä olevan kuivitusjärjestelmän kuluihin.^{9,15}

Fréchetten ym.²⁵ mukaan *Klebsiella*-utaretulehdusten ilmaantuvuus lisääntyi, kun kuivikkeena käytettiin separoitua lantaa oljen sijaan. Tilatapausten tiloilla koliformiutaretulehdusten ilmaantuvuus oli korkea separoidun lannan kuivikekäytön aloittamisen jälkeen. Tilalla 1 havaittiin selkeä muutos utaretulehduksen aiheuttajabakteereissa ja *Klebsiella*-bakteerilöydösten lisääntymisessä kuivikkeen vaihtuessa turpeesta separoituun lantaan. Tila 1 otti jonkin verran maitonäytteitä, mutta koska ajoittain näytteitä ei otettu lainkaan, tapausten todellinen määrä lienee tilastoitua suurempi. Tilalla 2 koliformiutaretulehdusten ilmaantuvuus lisääntyi erityisesti kuivituksen poikkeamatilanteissa. *Klebsiella*-bakteerien aiheuttamat utare-

tulehdukset ovat usein vakavaoireisia,²⁶ mikä havaitaan molempien tilojen *Klebsiella*-utaretulehduslehmien kuolleisuus- ja teurasmäärissä. Lehmien lisääntyneet enenaikaiset poistot yhdessä menetettyjen maitotuotosten kanssa aiheuttavat tuottajalle merkittäviä taloudellisista tappioita.³¹

Tilatapausten tilat käyttivät ruuvi-separaattoria, ja kuivajae jaettiin parsiin heti separoinnin jälkeen. Tilalla 1 kuivajakeetta lisättiin kahdesti viikossa ja tilalla 2 päivittäin. Robottilypsytavetassa lehmät eivät poistu makuuparsiosastosta rutiniinomaisesti, mikä haittaa kuivitustyön tehokkuutta. Kummallakaan tilalla ei mitattu kuivajakeen kuiva-ainepitoisuutta. Liian märkä jae yhdistettynä navetan ajoittain riittämättömään ilmanvaihtoon ja liian harvaan parsien kuivitusväliin ovat mahdollisia riskitekijöitä koliformisten utaretulehdusten lisääntymiselle.^{2,7,9,15,28} Vaikka tilalla 1 oli tuulettimia, niitä ei ollut suosituksiin nähden riittävästi.³² Tila 2 vuokrasi tuulettimia kesäisin. Tähän mahdollisesti liittyi se, että *Klebsiella*-utaretulehdusten ilmaantuvuus oli kesällä talvikuukausia vähäisempää.

Syväkuivikeparret edistävät lehmien hyvinvointia lisäämällä makuumukavuutta ja vähentämällä ihovaurioita.^{16,20,30} Tilalla 2 lehmillä oli polvi- ja kinnervaurioita, mikä viittaa syväparsien väärään mitoitukseen ja vajaan kuivitukseen. Parren oikea mitoitus vaikuttaa lehmien ja parren puhtauteen.²⁰ Lehmien tulisi ulostaa käytävän puolelle ja maata parsissa suorassa, häntä parren puolella. Oikea parsimitoitus säädetään karjan eläinten koon mukaan, ja syväparsien mitoitus eroaa parsipetiparsien mitoituksesta.^{20,33} Toisin kuin parsipetinavetoissa, syväparsinavetoissa lehmien tulee heti parresta noustessaan astua siitä pois.³³ Syväparren kuivikeaineen likaantuminen väärän mitoituksen vuoksi saattaa johtaa utareterveyden merkittävään huononemiseen. Molemmat tilat lisäsivät satunnaisesti kuivajakeen sekaan kalkkia. Kirjallisuuden mukaan lisäaineet vaikuttavat suotuisasti kuivikkeen bakteerimäärään vain noin vuorokauden ajan.⁷⁻⁹ Saavutettu hyöty voi olla pieni suhteessa lisätööhön ja kustannuksiin. Lisäksi tarvitaan tutkimusnäyttöä siitä, voiko lisäaineiden aiheuttama seoksen pH-muutos olla haitallinen utareen ja vedinten iholle.

Tilalle 1 suositeltiin lisätuulettimien ostoa ja kuivitusvälin tihentämistä. Tila 1

harkitsi investointia rumpukompostoriin. Tilalle 2 annettiin toimenpidesuosituksiksi syväparsien mitoitusten korjaaminen suositusten mukaiseksi, kaikille työntekijöille yhtenäiset hoito-ohjeet parsien päivittämiseen ylläpitoon ja ohjeet parsien tasoittamiseen harjanteiden muodostumisen ehkäisemiseksi. Lisäksi suositeltiin ilmanvaihdon tehostamista tuulettimien avulla.

Tutkimustulokset separoidun lannan vaikutuksesta utareterveyteen ovat ristiriitaisia, mihin varmasti vaikuttaa se, että tehtyjä tutkimuksia on vielä vähän ja tilojen olosuhteet ja toimintatavat vaihtelevat paljon.^{4,9,12,13,23–25} Tarvitsisimme laskelmia siitä, tuleeko mahdollisista lehmiin kohdistuvista terveyshaitoista ja niistä johtuvista ennenaikaisista lehmien poistoista enemmän tappiota kuin mitä kuivikevalinnalla säästetään. Ympäristön merkitys on suuri, ja parsissa oleva kuivajae voi eri tiloilla olla laadultaan hyvin erilaista. Tämän vuoksi voidaan antaa vain suuntaa antavia, yleisiä ohjeita. Kuivituksen onnistumiseen vaikuttaa moni asia, ja lopputulos voi olla sama, vaikka asiat tiloilla tehtäisiin eri tavoin.

LÄHDELUETTELO

- Palva R, Alasuutari S, Harmoinen T, toim. Lannan käsittely ja käyttö. ProAgria Tieto tuottamaan 128. 1. painos. 2009.
- Bradley AJ, Leach KA, Archer SC, Breen JE, Green MJ, Ohnstad I ym. Scoping study on the potential risks (and benefits) of using recycled manure solids as bedding for dairy cattle. DairyCo, Agriculture and Horticulture Development Board, UK 2014. https://acmsf.food.gov.uk/sites/default/files/ACM_1165_Annex 1.pdf
- Fournel S, Godbout S, Ruel P, Fortin A, Gagnéux M, Côté C ym. Production of recycled manure solids for bedding in Canadian dairy farms: I. Solid–liquid separation. J Dairy Sci. 2019;102:1832–46.
- Husfeldt AW, Endres MI, Salfer JA, Janni KA. Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. J Dairy Sci. 2012;95:2195–203.
- Burch TR, Spencer SK, Borchardt SS, Larson RA, Borchardt MA. Fate of manure-borne pathogens during anaerobic digestion and solids separation. J Env Qual. 2018;47:336–44.
- Fournel S, Godbout S, Ruel P, Fortin A, Duquette-Lozeau K, Létoirneau V ym. Production of recycled manure solids for use as bedding in Canadian dairy farms: II. Composting methods. J Dairy Sci. 2019;102:1847–65.
- Bey R, Godden S, Kuechle B. Effect of bedding conditioners on bacteria counts and pH in shavings, digested manure solids and recycled sand bedding. Bov Pract. 2008;43:56–66.
- Hogan JS, Wolf SL, Petersson-Wolfe CS. Bacterial counts in organic materials used as free-stall bedding following treatment with a commercial conditioner. J Dairy Sci. 2007;90:1058–62.
- Godden SM, Royster EE. Mitigating mastitis risk when using recycled manure solids bedding. Kongressiesitys: 61st National Mastitis Council Annual Meeting 2022; San Diego, USA, 50–61.
- Dale AC. Solids liquid separation: an important step in the recycling of dairy cow wastes. J Milk Food Technol. 1973;36:289–95.
- Bradley AJ, Leach KA, Green MJ, Gibbons J, Ohnstad IC, Black DH ym. 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. Int J Food Microbiol. 2018;269:36–45.
- Frondelius L, Lindeberg H, Pastell M. Recycled manure solids as a bedding material: Udder health, cleanliness and integument alterations of dairy cows in mattress stalls. Agric Food Sci. 2020;29:420–31.
- Patel K, Godden SM, Royster E, Crooker BA, Timmerman J, Fox L. Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. J Dairy Sci. 2019;102:10213–34.
- Timms LL. Characteristics and use of separated manure solids (following anaerobic digestion) for dairy freestall bedding, and effects on animal health and performance in three Iowa dairy herds. Iowa State Univ Anim Ind Rep. 2008;654:48–51.
- Leach KA, Archer SC, Breen JE, Green MJ, Ohnstad IC, Tuer S ym. Recycling manure as cow bedding: Potential benefits and risks for UK dairy farms. Vet J. 2015;206:123–30.
- Husfeldt AW, Endres MI. Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding. J Dairy Sci. 2012;95:5626–34.
- Adamski M, Glowacka K, Kupczynski R, Benski A. Analysis of the possibility of various litter beddings application with special consideration of cattle manure separate. Acta Sci Pol Zootech. 2011;10:5–12.
- Krawczel P, Grant R. Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. Kongressiesitys: 48th National Mastitis Council Annual Meeting 2009, Charlotte, USA, 15–24.
- Gomez A, Cook NB. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. J Dairy Sci. 2010;93:5772–81.
- Cook NB. Optimizing resting behavior in lactating dairy cows through freestall design. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2019;35:93–109.
- Schwarz M, Bonhotal J, Staehr AE. Use of dried manure solids as bedding for dairy cows. Cornell Waste Manag Inst Dep. Ithaca, New York. 2010, 1–9.
- Rowbotham RF, Ruegg PL. Bacterial counts on teat skin and in new sand, recycled sand, and recycled manure solids used as bedding in freestalls. J Dairy Sci. 2016;99:6594–608.
- Rowe SM, Godden SM, Royster E, Timmerman J, Crooker BA, Boyle M. Cross-sectional study of the relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, and intramammary infection in late-lactation dairy cows. J Dairy Sci. 2019;102:11384–400.
- Fréchette A, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Association between recycled manure solids bedding and subclinical mastitis incidence: A Canadian cohort study. Front Vet Sci. 2022;9:1–8.
- Fréchette A, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Clinical mastitis incidence in dairy cows housed on recycled manure solids bedding: A Canadian cohort study. Front Vet Sci. 2021;8:1–8.
- Schukken Y, Chuff M, Moroni P, Gurjar A, Santisteban C, Welcome F ym. The “other” gram-negative bacteria in mastitis. *Klebsiella*, *Serratia*, and more. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2012;28:239–56.
- de Haas Y, Barkema HW, Schukken YH, Veerkamp RF. Associations between somatic cell count patterns and the incidence of clinical mastitis. Prev Vet Med. 2005;67:55–68.
- Robles I, Kelton DF, Barkema HW, Keefe GP, Roy JP, von Keyserlingk MAG ym. Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. Animal 2020;14:1052–66.
- Hogan J, Smith KL. Managing environmental mastitis. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2012;28:217–24.
- Cook NB, Bennett TB, Nordlund KV. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. J Dairy Sci. 2004;87:2912–22.
- Halasa T, Huijps K, Osteras O, Hogeveen H. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. Vet Q. 2007;29:18–31.
- The Dairyland Initiative. University of Wisconsin-Madison, USA. [kotisivu internetissä]. <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/ventilation-and-heat-abatement/>.
- The Dairyland Initiative. University of Wisconsin-Madison, USA. [kotisivu internetissä]. <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/freestall-dimensions/>.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Suvi Kortelainen, ELL, Tohmajärven kunnaneläinlääkäri
Holmansuontie 176, 82140 Kiihtelysvaara
suvi.kortelainen@siunsofe.fi

Artikkeli on osa kirjoittajan erikoistumisopintoja.

Mari Friman, ELL, tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoidon erikoiseläinlääkäri, Orimattilan kaupungineläinlääkäri

Riitta Niemi, ELT, tuotantoeläinten terveyden- ja sairaanhoidon erikoiseläinlääkäri, klininen opettaja Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta, klinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto

Eläinlääkärilehden vertaisarvioidut artikkelit, joiden kirjoittajista joku on Helsingin yliopistosta, julkaistaan avoimesti Helsingin yliopiston kirjaston tietokannoissa alkaen vuodesta 2016. Keväällä 2022 niiden lisenssiksi valittiin CC-BY.