



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Silas Nyman

Bakteerivalmisteet lietelannan lisäaineena

Astiakoe teknisten ominaisuuksien muutoksien selvittämiseksi naudan lietelannalla

Opinnäytetyö
Kevät 2023
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantoprosessit

Tekijä: Silas Nyman

Työn nimi: Bakteerivalmisteet lietelannan lisäaineena

Ohjaajat: Arja Nykänen & Teija Rönkä

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä: 0

Työn tavoitteena oli tutkia lietelantabakteerien vaikutusta naudon lietelannan teknisiin ominaisuuksiin ja ravinnepitoisuuksiin. Idea opinnäytetyön aiheesta tuli tekijälle tutulta maatalousyrittäjältä, jolla oli navetassaan ongelmia lietteen liikkumisessa.

Lietelantaa syntyy suomalaisessa maataloudessa suuria määriä vuosittain. Pahimmillaan lietelanta voi olla kuivaa ja jäykkää ja aiheuttaa näin ollen ongelmia lietteen käsittelyssä lietekanavien tukkeutumisen takia. Lietteen tehostamiseen on olemassa bakteerivalmisteita, joiden tarkoituksena on hajottaa lietteen vaikeammin hajoavia osia ja muuttaa liete juoksevammaksi. Näin ollen lietteestä tulee tasalaatuisempaa, käsittely helpottuu ja myös mahdollisia lietekanavien tukkeutumisia voidaan välttää. Myös lietteen ravinteiden käyttökelpoisuuden kasvintuotannossa väitetään parantuvan bakteerikäsittelyllä.

Lietelantabakteerien vaikutusta tutkittiin kesällä 2022 astiakokeessa, jossa oli mukana kaksi eri bakteerikäsittelyä ja niitä vertailtiin käsittelemättömään kontrolliin. Kokeessa mukana olleet bakteerivalmisteet olivat OxyG Agri ja Slurryking Gold. Bakteerit lisättiin astioihin aloitusvaiheessa ja lietettä lisättiin viikoittain sekoittamatta sisältöä. Astiakokeesta tehtiin aloitusvaiheessa ja lopetusvaiheessa siivilöintikoe, lanta-analyysi ja myös aistinvarainen arvio. Yksi astia kutakin käsittelyä jätettiin seisomaan kuukaudeksi varsinaisen kokeen lopettamisen jälkeen ja niistä tehtiin siivilöintikoe ja aistinvarainen arvio.

Astiakokeesta saatiin tuloksia, joiden perusteella bakteerikäsittelyllä voidaan saavuttaa tasalaatuisempaa, helpommin käsiteltävää lietettä. Tulokset olivat selkeitä siivilöintikokeen osalta. Lanta-analyysissä ei havaittu merkittäviä muutoksia bakteerikäsittelyistä huolimatta. Kuten muualla maailmalla tehdyissä kokeissa, tässäkään kokeessa tulokset eivät olleet yhtä selkeitä kuin mitä valmistajat kertovat. Muutokset teknisissä ominaisuuksissa ja rakenteessa puoltavat kuitenkin jo itsessään bakteerikäsittelyn käyttöä.

¹ Asiasanat: Lietelanta, biologiset lisäaineet, bakteerikäsittely

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Agriculture and rural enterprises

Specialisation: Production processes

Author: Silas Nyman

Title of thesis: Bacterial products as slurry additives

Supervisors: Arja Nykänen & Teija Rönkä

Year: 2023

Number of pages: 34

Number of appendices: 0

The aim of the study was to investigate the effect of bacterial treatment on the technical properties and nutrient concentrations of slurry. The idea for the topic of the thesis came from a farmer known to the author, who had problems with the mobility of slurry in the slurry channels.

Slurry manure is produced in Finnish agriculture in large quantities every year. At worst, slurry manure can be dry and stiff, causing problems in handling when slurry channels get clogged. There are bacterial products which purpose is to break down the more slowly degradable parts of the slurry and make it runny. Consequently, the quality of the slurry becomes more uniform, handling becomes easier and possible clogging of the slurry channels can also be avoided. The usability of slurry nutrients in plant production is also claimed to be improved by bacterial treatment.

To investigate the effect of slurry bacteria, a small-scale container test was conducted in the summer of 2022, which included two different bacterial treatments compared with an untreated control. The bacterial products joining the test were OxyG Agri and Slurryking Gold. At the beginning of the test bacteria were added. During the test small amounts of slurry were added without stirring the content. At the beginning and end of the container test, a sieving test, manure analysis and a sensory evaluation were performed. One container of each treatment was left standing for a month after the end of the actual test. Lastly, a sieving test and a sensory assessment were performed for them.

The results of the container experiment showed that bacterial treatment can achieve more uniform, easier-to-handle slurry. The results were significant for the sieving test, whereas no significant changes were observed in the manure analysis despite the bacterial treatments. As in the tests done in other parts of the world, the results were not as apparent as those reported by manufacturers. However, the changes in the technical properties and structure support the use of bacterial treatment.

¹ Keywords: Slurry, biological additives, bacterial treatment

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
1 JOHDANTO	6
2 LIETELANTA.....	7
2.1 Lietelannan koostumus ja ravinnesisältö.....	7
2.2 Lietelannan käyttö ja käytön rajoitteet	8
2.3 Lietelannan käsittely ja sen ongelmat.....	9
3 LIETELANNAN BIOLOGISET LISÄAINEET JA NIIDEN TOIMINTA	11
3.1 Biologiset lisäaineet.....	11
3.1.1 OxyG Agri	13
3.1.2 Slurryking Gold	14
3.2 Bakteerikäsittelyn vaikutuksia kasvinviljelyssä	15
4 KÄYTÄNNÖN KOE BIOLOGISTEN LISÄAINEIDEN TOIMINNASTA.....	16
4.1 Kokeen järjestely ja koeasetelma	16
4.2 Aloituksessa tehdyt tutkimukset ja analyysit.....	18
4.2.1 Siivilöintikoe	18
4.2.2 Lanta-analyysi.....	19
4.2.3 Aistinvarainen arviointi	19
4.3 Toimenpiteet kokeen päätösvaiheessa	20
4.4 Kokeen myöhempi tarkastelu	20
5 KOKEEN TULOKSET.....	21
5.1 Siivilöintikoe.....	21
5.2 Lanta-analyysi	23
5.3 Aistinvarainen arvio	24
5.4 Kokeen myöhempi tarkastelu	25
6 TULOSTEN TARKASTELO	27

6.1	Siivilöintikoe.....	27
6.2	Lanta-analyysi	27
6.3	Aistinvarainen arvio.....	28
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	29
	LÄHTEET	31

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Slalom-järjestelmä.	10
Kuva 2. Astiakokeen koeasetelma sisältöineen.	16
Kuva 3. Siivilöintikokeen tekoa. Viereisissä ämpäreissä seuraavat näytteet odottamassa käsittelyä.....	19
Kuva 4. Koejäsenten lietettä asetettuna rinnakkain 5.11.2022, määrät ovat eri suuruisia. Vasemmalta: käsittelemätön, keskellä OxyG ja oikealla Slurryking Gold.....	26
Kuvio 1. Kokonaistypen osuuden muutos eri käsittelyillä.....	12
Kuvio 2. Kiintojakeen osuus (%) siivilöintikokeen alussa ja lopussa.	23
Kuvio 3. Kiintojakeen osuus (%) kokeen eri vaiheissa.	25
Taulukko 1. Naudan eri lantalajien ns. taulukkoarvot.....	7
Taulukko 2. Kokeen aikataulu.....	17
Taulukko 3. Raakalietteen siivilöinnin tulokset.....	21
Taulukko 4. Lietenäytteiden siivilöintikokeiden kiintojakeiden painot (g) ja osuudet lietteestä (%) kokeen alussa ja lopussa.....	22
Taulukko 5. Lanta-analyysin tulokset.....	24

1 JOHDANTO

Nautaeläimet tuottavat suuria määriä lantaa vuosittain: lietelantana laskettuna lypsylehmä tuottaa noin 25 kuutiometriä lantaa vuodessa 8500 kg maidon keskituotoksella. Lantamäärä ei ole vakio vaan se riippuu monesta eri tekijästä, kuten ruokinnasta ja tuotostasta (Luostarinen ym., 2017, s. 32). Lietelannan käsittely voi olla haastavaa navetan sisällä, kun lietelanta on kuivaa ja se jumiutuu paikoilleen itsevalunnalla toimivissa lietelantajärjestelmissä. Karjatiloiilla syntyvää lietelantaa käytetään yleisimmin sellaisenaan lannoitteeksi tilan käytössä olevilla pelloilla. Lietelannan ravinteista vain osa on heti kasveille käyttökelpoisessa muodossa, joten se on ostolannoitteisiin verrattuna lannoitusvaikutukseltaan suhteellisen heikkoa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten Suomessa vähemmän tunnettu lietelannan bakteerikäsittely vaikuttaa lietteen teknisiin ominaisuuksiin ja ravinnesisältöön. Työn pääpaino on lietteenkäsittelyssä käytettävissä bakteerivalmisteissa ja niiden toimintaperiaatteissa. Bakteerivalmisteiden väitetään vaikuttavan lietteen teknisiin ominaisuuksiin hajottamalla lietteen vaikeammin sulavia aineksia hienommiksi ja näin liete muuttuu juoksevammaksi (Sylgen animal health, i.a.-a.). Lietelannan ravinteiden luvataan myös muuttuvan kasveille käyttökelpoisempaan muotoon, mikä osaltaan voi vähentää ostolannoitteiden tarvetta.

Osana opinnäytetyötä tehtiin pienimuotoinen astiakoe, jossa testattavana oli kaksi bakteerivalmistetta käsittelemättömän verrokin rinnalla. Koe toteutettiin vuoden 2022 loppukesän ja syksyn aikana yrittäen mahdollisimman pitkälle mukailla astioissa lietteen tavallista liikumista lietesäiliöön pienillä lietteenlisäyksillä viikoittain. Kokeessa tavoitteena oli selvittää, millä tavalla bakteerivalmisteet muuttavat lietteen teknisiä ominaisuuksia ja ravinnepitoisuuksia.

2 LIETELANTA

2.1 Lietelannan koostumus ja ravinnesisältö

Lietelanta on nestemäinen lantalaji, jossa eläinten virtsa ja lanta on kerätty samaan säiliöön (Virtanen, 2017, s. 43, 46). Liete koostuu lannan lisäksi kuivikkeista, navetan pesuvesistä, jossain määrin sadevedestä ja lietekanaviin päätyneistä rehujäämistä. Lietteen sekaan päätyneiden kuivikkeiden ja rehujäämien määrät vaihtelevat hyvin paljon riippuen navettatyypistä, ruokinnan toteutustavasta, parsirakenteista ja ruokintaesteen mallista.

Lietelannan ja yleisesti karjanlannan pääravinteiksi luokitellaan typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K) ja sivuravinteiksi luokitellaan kalsium (Ca), magnesium (Mg) ja rikki (S) (Virtanen, 2017, s.10–26). Typpi ilmoitetaan sekä kokonaistyyppinä että liukoisena tyyppinä. Liukoinen eli epäorgaaninen typpi on kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevan typen muoto. Liukoista tyyppiä ovat sekä ammonium- että nitraattityppi, mutta kasvit ottavat pääasiassa nitraattityppiä. Liukoisen typen ja kokonaistypen välinen erotus on orgaanista tyyppiä eli orgaaniseen aineeseen sitoutunutta tyyppiä. Lietelannan ravinnesisältö vaihtelee hyvin paljon tilojen välillä johtuen ruokinnasta, eläinaineksesta ja tilan yleisistä olosuhteista. Suuntaa antavia ravinnepitoisuuksia voidaan tarkastella lantojen taulukkoarvoista (Taulukko 1.), mutta oman tilan lannan ravinnepitoisuudet tulee kuitenkin selvittää teettämällä lanta-analyysi.

Taulukko 1. Naudan eri lantalajien ns. taulukkoarvot (Ruokavirasto, 2020, s.9).

Lannan taulukkoarvot			
Lantalaji	Kok. P kg/m ³	Liuk. N kg/m ³	Kok. N kg/m ³
Naudan kuivikelanta	1,0	1,1	4,0
Naudan lietelanta	0,5	1,7	2,9
Naudan virtsa	0,1	1,5	2,5

Kuiva-ainepitoisuus lietelannassa vaihtelee myös jonkin verran riippuen ruokinnasta, pesuvesien määrästä ja siitä, onko lietesäiliö katettu vai avoin. Avoimeen lietesäiliöön päätyy sadevettä, jonka vaikutuksesta kuiva-ainepitoisuus laskee. Suomessa naudon lietelannan

keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus on 6,3 prosenttia (Luostarinen ym., 2011, s. 124). Happamuudeltaan liete on yleensä neutraalia tai lievästi emäksistä, pH 7–7,5, joka on so-piva ympäristö suurimmalle osalle bakteereista (Sommer ym., 2013, s. 46–47, Pulkkisen, 2019, s. 13 mukaan).

2.2 Lietelannan käyttö ja käytön rajoitteet

Karjanlannan käyttöä kasvinviljelyssä rajoittaa typen osalta nitraattidirektiivi, joka rajoittaa eläinperäisen lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteen vuotuiseksi kokonaistypen käyttö-määräksi 170 kg/ha (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014). Tilan karjanlannan ravinnepitoisuudet selvi-tetään vähintään viiden vuoden välein tehtävällä lanta-analyysillä. Karjanlannassa ja epä-organisisissa lannoitteissa käytettävän liukoisen typen enimmäismäärille on kasvikohtaiset rajat.

170 kg/ha kokonaistyyppimäärä on esimerkiksi 58 kuutiometrissä lietelantaa, taulukkoar-voilla laskettuna (Ruokavirasto, 2020, s. 9). Lietelannassa kokonaistypestä noin 58 pro-senttia on liukoista typpeä eli kasveille heti käyttökelpoista typpeä, mikä tarkoittaa 98,6 kg/ha 170 kg/ha kokonaistyyppimäärällä. Sadon mukana pellostä poistuu satotasosta riip-puen isoja määriä ravinteita, joten karjanlannasta saatavat ravinteet eivät yksinään riitä (Tahvola, i.a.). Säilörehunurmesta, joka tuottaa seitsemän tonnin kuiva-ainesadon hehtaa-riilta, poistuu sadon myötä typpeä 130–200 kg/ha, fosforia 14–21 kg/ha ja kaliumia 120–210 kg/ha. Hyvän satotason saavuttamiseksi karjanlantaa joudutaan täydentämään aina-kin typen osalta, jossain määrin myös kaliumin osalta. Fosforia ei yleensä ole tarvetta täy-dentää karjanlantaa käytettäessä.

Vuodessa levitettävää lietelannan ja karjanlannan määrää rajoittaa yleensä kuitenkin fos-forin määrä. Fosforin maksimilevitysmäärä määräytyy pellon viljavuusluokkien ja kasvien mukaan (Valtioneuvoston asetus fosforia sisältävien lannoitevalmisteiden ja lannan käy-töstä 64/2023). Esimerkiksi monivuotisen säilörehunurmen fosforin maksimimäärä vilja-vuusluokassa 5 on 11 kg/ha/v, lantapoikkeuksella 20 kg/ha/v. Luokassa 4 maksimimäärä on 20 kg/ha/v, lantapoikkeuksella 30 kg/ha/v. Tämä tarkoittaa lietelannalla taulukkoarvoilla laskien luokassa 5, 22 kuutiometriä/ha/v ja lantapoikkeuksella 40 kuutiometriä/ha/v.

Luokassa 4 vastaavasti se on 40 kuutiometriä/ha/v, lantapoikkeuksella 60 kuutiometriä/ha/v, mikä itse asiassa ylittää jo rajan kokonaistypen määrälle. Lantapoikkeuksen mukaisia fosforimääriä saadaan käyttää siinä tapauksessa, että fosforilannoitus tehdään pelkästään karjanlannalla. Karjanlannan kokonaisfosfori otetaan kokonaisuudessaan huomioon fosforilannoituksen määrässä.

2.3 Lietelannan käsittely ja sen ongelmat

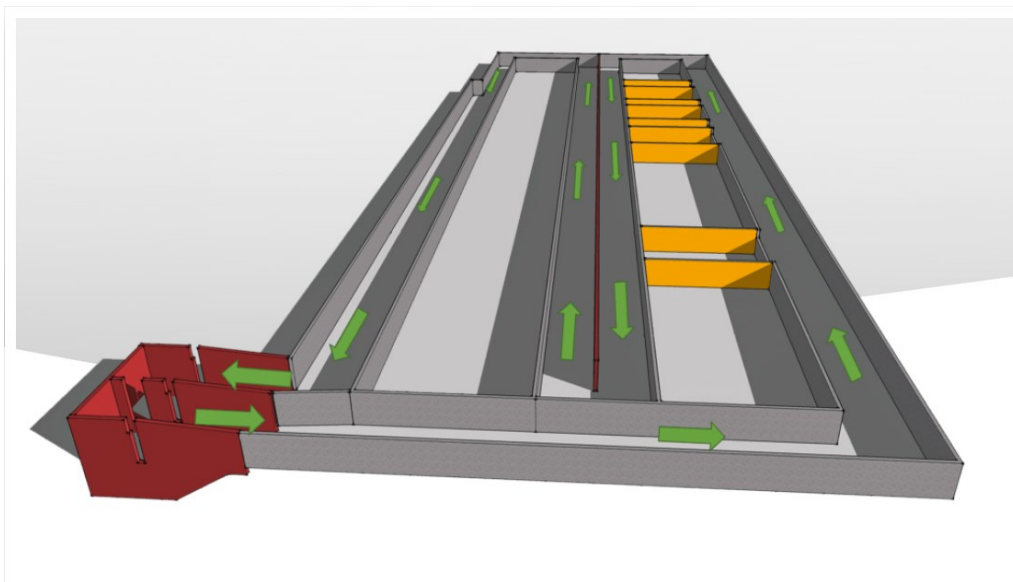
Lietelantaa käsitellään yleensä monessa vaiheessa sen jälkeen, kun se päättyy navetan lietekanaviin, siihen kun se on levitettyä pellolla. Navetan sisällä lietteen on tarkoitus kulkea painovoimaisesti itsevaluntana lietekanavia pitkin kokoojakaivoon tai pumppukaivoon (E. Vinkki, henkilökohtainen tiedonanto, 13.10.2021). Uudemmissa navetoissa lietekanavissa on monesti kierrätyspumppu, jonka avulla liete liikkuu sujuvasti pumppukaivoon. Kokoojakaivosta liete siirtyy varastosäiliöihin joko itsevaluntana tai etäämmällä ja korkeammalla sijaitsevaan säiliöön pumppaamalla. Varastosäiliöistä liete levitetään pelloille usein pidempiaikaisen säilytyksen ja sekoituksen jälkeen.

Itsevalunnalla toimivassa lietejärjestelmässä lietteen liikkuvuuteen aiheuttaa ongelmia teknisistä puutteista aiheutuvat lietteen jumiutumiset, liian kuiva liete ja lietteen seassa olevat kuivikkeet tai lietteeseen joutuneet rehujäämät (Demeca, 2019, s. 4–6). Teknisiin puutteisiin lukeutuvat lietekuilujen virheelliset mitoitus, kuten väärät pohjan kaadot, joiden vuoksi kanavan pohjalla ei ole tarpeeksi paksua kerrosta nestejaetta. Se osaltaan mahdollistaa lietteen ”kellumisen” eteenpäin kohti yhdyskanavaa tai kokoojakaivoa. Lisäksi jos lietekuilujen suulla oleva kynnyks on väärin mitoitettu, yleisimmin liian leveä ja matala, nestejaetta ei ole tarpeeksi paksusti kanavan pohjalla, eikä liete pysy kelluvana.

Leveän päätykynnyksen ja kuivahkon, paljon kuivikkeita ja rehujäämiä sisältävän lietelannan yhteisvaikutuksesta liete saattaa juuttua kynnyksen kohdalle ja näin ollen lietteen liike kanavassa pysähtyy (E. Vinkki, henkilökohtainen tiedonanto, 13.10.2021). Lietteen saamiseksi liikkeelle vaaditaan yleensä veden tai juoksevamman lietteen johtamista kuiluun, jotta pohjalla olevan nestekerroksen paksuus kasvaa ja se saa lietteen liikkeelle. Toisin kovin jumittunut liete saattaa vaatia tukoksen auttamista liikkeelle käsivoimin, koska

leveälle kynnykselle juuttunut lanta ei välttämättä lähde liikkumaan pelkästään lisäämällä nestettä kuiluihin.

Ritilälattialla varustetuissa navetoissa voidaan lietekuilujen tukkeutumista ja lietteen jumiutumista ehkäistä siihen tarkoitettulla kierrätysjärjestelmällä (NHK-keskus, i.a.). Niin kutsutussa slalom-järjestelmässä (Kuva 1) lietekuilut on yhdistetty toisiinsa systemaattisesti niin, että navetan yhteydessä olevasta pumppukaivosta liete kierrätetään pumpulla jokaisen kanavan kautta takaisin pumppukaivoon. Pumppukaivosta liete siirtyy pumpaten tai valumalla varastosäiliöihin niin, että pumppukaivoon jää aina tarvittava taso lietteen kierrätystä varten.



Kuva 1. Slalom-järjestelmä (NHK-keskus, i.a.).

3 LIETELANNAN BIOLOGISET LISÄAINEET JA NIIDEN TOIMINTA

3.1 Biologiset lisäaineet

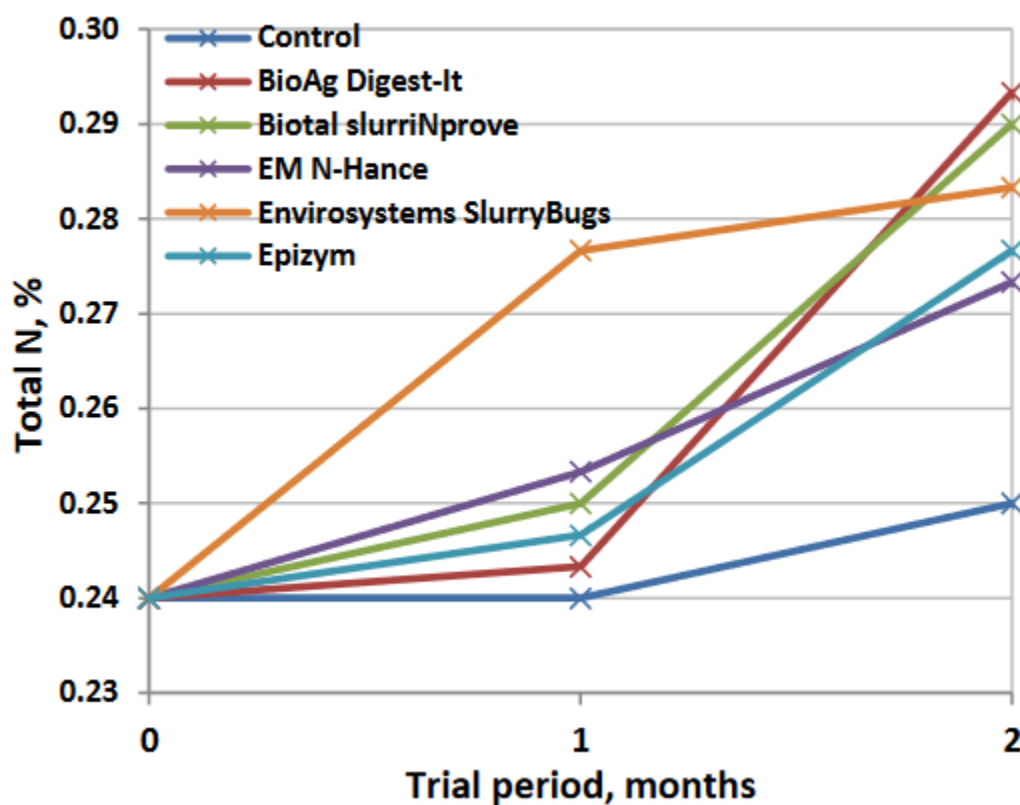
Biologisia lisäaineita on kehitelty ja käytetty maailmalla jo useiden vuosien, ellei vuosikymmenten ajan. Lisäaineiden käytöllä lietelantajärjestelmissä voidaan tehostaa ravinteiden käyttöä sillä ne auttavat vähentämään ammoniakkin haihtumista (McRory & Hobbs, 2001, s.345–355, Abbruzzesen, 2016, s. 37–38 mukaan). Lisäksi ne vähentävät hajuhaittoja ja helpottavat lietteen käsittelyä sillä ne vähentävät kuorettuman ja nestemäisen ja kiinteän kerrostuman muodostumista lietesäiliössä. Ammoniakkipäästöjen vähentämisessä biologiset lisäaineet pyrkivät edistämään typen immobilisointia eli typen sitomista ammonium-ioniksi (NH_4) (Wheeler ym., 2011, s.1–15, Abbruzzesen, 2016, s. 37–38 mukaan). Tämä tapahtuu mikro-organismien avulla matalan typpipitoisuuden omaavien hajoavien orgaanisten molekyylien tai korkean hiili-typpisuhteen omaavan orgaanisen aineksen mineralisaation kautta. Näiden prosessien avulla biologiset lisäaineet pystyvät vähentämään ammoniakkipitoisuutta naudon lietelannassa. Hajuhaittojen vähentämisessä oletetaan biologisten lisäaineiden muuttavan lietteen mikrobistoa niin, että joko haihtuvien yhdisteiden muodostumista rajoitetaan tai niiden hajoamista tehostetaan.

Biologisten lisäaineiden koostumuksesta on yleisesti hyvin vähän tietoa saatavilla. Joitakin suuntaa antavia tietoja löytyy valmistajien sivuilta. Osassa lisäaineita vaikuttavina aineina toimivat luonnolliset bakteerit, joiden erittämät entsyymit hajottavat sulamattomia kuituja vapauttaen liukoisia ravinteita edelleen kasvien käyttöön (Envirosystems, i.a.). Sulamattomien kuitujen hajoamisprosessin myötä liete muuttuu homogeenisemmaksi, mikä helpottaa lietteen käsittelyä sekä lietekanavissa että pelloille levittäessä.

Joissakin lisäaineissa on bakteerien lisäksi kalsiumpitoista merilevää, savea ja merileväuutetta (Tamac agro, 2018, s. 8–10). Näissä bakteerien tehtävänä on hajottaa orgaanista ainesta, mineralisoida typpeä, hapettaa lietettä ja aktivoida lietteen kompostoitumista. Merileväuute toimii biologisen toiminnan tehostajana, sillä kalsiumpitoinen merilevä säätelee lietteen pH-tasoa ja bakteerien tavoin aktivoi kompostoitumista. Savessa olevan luonnollisen silikaatin tehtävänä on kosteuttaa pinnan kuorettumia, homogenoida lietettä ja myös sitoa ammoniakkia itseensä vähentäen näin hajuhaittoja. Kaikkien markkinoilla olevien

lisäaineiden ei voida olettaa soveltuvan suoraan Suomen olosuhteisiin kylmemmän ilmaston vuoksi (Rajala, i.a.). Suomen olosuhteisiin on oltava kylmemmissä oloissa toimivia bakteerikantoja, jotta käsittely toimisi myös viileämmän syksyn ja talven aikana.

Kingshayn (2012) tekemässä puolueettomassa viiden eri lisäaineen käsittävissä tutkimuksessa todettiin kokonaistypen pitoisuuden nousua bakteereilla käsitellyissä koejäsenissä käsittelemättömään verrattuna (Kuvio 1). Kasveille käyttökelpoisen typen määrä todettiin selvästi korkeammaksi käsitellyissä koejäsenissä kuin käsittelemättömässä kontrollissa. Bakteerikäsittelyjen välillä ei ollut merkittävää eroa. Tässä kokeessa ei havaittu muutoksia lietteen kuorettumisessa käsittelyjen välillä. Lietteen käsittelytavoilla tosin on vaikutusta kuorettumisen syntymiseen.



Kuvio 1. Kokonaistypen osuuden muutos eri käsittelyillä (Kingshay. 2012).

Suomessa biologisia lisäaineita käyttäviä tiloja on verrattain vähän, eikä aiheesta ole vielä saatavilla kotimaisia tutkimustuloksia, minkä takia joudutaan turvautumaan maahantuojien ja valmistajan antamiin tietoihin toiminnasta ja tehokkuudesta (Luokkakallio, 2014, s. 14). Valmistajien tekemät tai teettämät tutkimukset on tehty Suomea lämpimämmässä

ilmastossa, ja näin ollen tulokset eivät ole suoraan käytettävissä Suomen oloissa. Suomesta on kuitenkin jonkun verran kokemuksia tilatasolta, ja kokemusten mukaan bakteerivalmisteita säännöllisesti käytettäessä lietelanta on muuttunut tasalaatuisemmaksi, kuiluissa paremmin juoksevaksi ja sekoitustarve on vähentynyt. Bakteerien toiminnan on huomattu olevan heikompaa käytettäessä turvetta kuivikkeena sen happamuuden takia. Olkisirun on todettu olevan kuivikkeena toimivampi yhdessä bakteerien kanssa. Kuiviketurve on luonnostaan hapanta, ja pH on vain 4 (Vapo, 2018). Se on hyvä sillä matala pH estää haitallisten bakteerien kasvun, mutta samalla lietelantabakteerien toiminta saattaa heikentyä.

3.1.1 OxyG Agri

OxyG Agri on ruotsalaisen OxyG:n valmistama ja markkinoima bakteerivalmiste lietelantaa käsittelemään (OxyG, i.a.-a). Valmisteen toiminta perustuu kahdeksan eri *bacillus*-sukuun kuuluvan bakteerin lisäämiseen, joka muuttaa hajoamisprosessin. Sen seurauksena hajuhaitat vähenevät 80 prosenttia tai enemmän bakteerien entsyymien neutralisoitua hajun. Bakteerit hajottavat myös lietekanaviin joutuneet kuivikkeet ja rehunjämät ja tekevät lietteestä juoksevampaa ja näin ollen helpommin pumpattavaa. Suomessa OxyG:n tuotteita myy ja markkinoi Alaveteliläinen Kainberg lantbruk Ab (OxyG, i.a.-c.).

OxyG Agri -valmistetta voidaan annostella suoraan pakkauksesta lietekanaviin jauhemuodossa, sillä se on tällöin helppo ja nopea käyttää (OxyG, i.a.-a). Annosteltaessa valmistetta jauheena kanaviin on pidettävä huolta siitä, että jauhe päätyy lietteen nestemäisen osan kanssa tekemisiin eikä jää kuivemmalle pinnalle. Jos kanavissa on kuivempaa pintaa, voidaan jauhe sekoittaa esimerkiksi laudalla lietteen sekaan tai lisätä jauhe veteen sekoitettuna, jotta se saadaan oikeaan paikkaan, jossa bakteerit pääsevät vaikuttamaan. Valmisteen käyttömäärä on 1 kilogramma 1000 kuutiometriä lietelantaa kohden, eli 1 gramma 1 kuutiometriä kohden. Käyttömäärää lisätään 50 prosentilla, jos lanta on normaalia kiinteämpää. Käyttökustannuksiltaan OxyG Agri on edullinen, sillä yksi kilo maksaa 121 euroa eli sen määrän, joka tarvitaan 1000 lietekuutiometrin vuotuisen tuotannon käsittelemään (OxyG, i.a.-b.). Yhden kuutiometrin käsittelyn hinnaksi muodostuu näin ollen 12 senttiä, joka on halpa hinta lietteenkäsittelyn helpottumisesta rakenteen muututtua juoksevammaksi.

3.1.2 Slurryking Gold

Slurryking Gold on brittiläisen Sylgen Animal Healthin valmistama ja markkinoima bakteeri-valmiste lietelannan ominaisuuksien parantamiseen (Sylgen animal health, i.a.-c). Valmiste on mikrobiologian tohtori Howard E. Wornen kolmenkymmenen vuoden kehittämistyön tulos. Valmisteen toiminta perustuu bakteerien lisäämiseen lietteessä jo olemassa oleviin kantoihin tehon vahvistamiseksi eikä niinkään kyseisten bakteerien korvaamiseen. Tuotteessa on yhdistetty yksitoista eri bakteerikantaa, jotka pystyvät hajottamaan tavallisesti vaikeasti hajotettavia yhdisteitä (Sylgen animal health, i.a.-a, i.a.-d.). Bakteerien toiminnan tuloksena myös lietelannan hajuhaitat vähenevät osan hajua tuottavien yhdisteiden tuhoutuessa ja toisten muuttuessa molekyyliarakenteeltaan ei-haitallisiksi yhdisteiksi. Valmiste koostuu luonnollisista ainesosista, joten se on myrkytön ja näin ollen luomutuotantoon sopiva. Valmiste on suunniteltu käytettäväksi lietekanavissa ja -säiliöissä, jossa lietteen paikalleen juuttuminen ja paksun kuoren muodostuminen aiheuttavat ongelmia. Ongelmat lisäävät työmäärää, kun tukoksia joudutaan selvittämään mekaanisesti. Myös lietesäiliöitä joudutaan sekoittamaan pidempään kuorettumien hajottamiseksi.

Slurryking Goldia annostellaan 2 kilogrammaa 240 kuutiometrin lopullista lietemäärää kohden, eli 8,3 grammaa kuutiometriä kohden ja 8,3 kilogrammaa tuhatta kuutiometriä kohden (Sylgen animal health, i.a.-b, s.1). Annostellessa arvioidaan syntyvä lietemäärä seuraavaan tyhjennykseen mennessä ja sen mukaan lasketaan tarvittava määrä valmistetta. Valmisteen bakteerit aktivoidaan sekoittamalla 1 osa valmistetta ja 5 osaa 20–35 astetta lämpimää vettä. Tätä lämpimämpi vesi saattaa tappaa työtä tekevät bakteerit. Bakteerit pidetään vedessä vähintään 45 minuuttia silloin tällöin sekoitellen. Esimerkkinä 240 kuutiometrin arvioidulle lietelantamäärälle sekoitetaan 2 kiloa valmistetta 10 litraan vettä. Liuoksen valmistuttua sitä voidaan annostella lietekanaviin esimerkiksi valuttamalla ritilöiden läpi, lisäämällä kokoojakanaviin tai lisäämällä suoraan lietesäiliöön. Kuorettuman päälle lisäämistä tulee välttää, koska valmisteen tulee päästä tekemisiin lietteen nestemäisen osan kanssa toimiakseen halutulla tavalla. Lisäksi tulisi kolmen kuukauden jälkeen aloituksesta lisätä uusi ylläpitoannos, joka on puolet aloituksessa lisättävästä määrästä.

3.2 Bakterikäsittelyn vaikutuksia kasvinviljelyssä

Yleisimmin bakterivalmisteita ja niiden tehoa markkinoidaan kasvintuotannon näkökulmasta paremmalla ravinteiden hyväksikäytöllä ja sen ansiosta saatavilla säästöillä ostolannoitekustannuksissa. Ostolannoitteiden yleisen hintatason ollessa korkea lietalannan ravinteiden paremmalla hyväksikäytöllä voidaan saada aikaan isoja säästöjä lannoituskustannuksissa.

Bakterikäsitellyn lietalannan ollessa juoksevampaa ja notkeampaa levitys on sujuvampaa eikä liete tartu kasvien lehtiin, vaan imeytyy maan sisään vähentäen ammoniumtyypen haihtumista (Rajala, i.a.). Käsittelyn myötä vähentyneen ammoniumtyypen osuuden korvautuminen orgaanisella tyypellä vaikuttaa myös positiivisesti maan happamuuteen, koska ammoniumtyypen käyttö kasvien ravinteenotossa hapattaa maata.

Iso-Britanniassa, jossa sääolosuhteet ovat suotuisampia lisäaineiden käytölle isomman osan vuodesta kuin Suomessa, on joillakin viljelijöillä saavutettu ostolannoitekustannusten huomattava pienentyminen (Cooper, 2020; James, 2013). Näihin tuloksiin on päästy lisäaineiden säännöllisellä käytöllä. Samalla on lietteenkäsittely helpottunut bakteritoiminnan vaikutuksesta. Bakterien sitoessa tyyppiä itseensä tyypin haihtuminen vähenee ja näin ollen saadaan suurempi osa tyypestä kasvien käyttöön. Erityisesti vetoletkulla suoritetussa lietteenlevityksessä juoksevampi liete helpottaa työtä olettaen, että tukkeutumat ja niiden selvittelyyn vaadittu aika vähenevät.

4 KÄYTÄNNÖN KOE BIOLOGISTEN LISÄAINEIDEN TOIMINNASTA

4.1 Kokeen järjestely ja koeasetelma

Kokeen pääasiallisena tarkoituksena oli selvittää biologisten lisäaineiden vaikutuksia liete-
lannan ravinnepitoisuuksiin sekä teknisiin ominaisuuksiin, kuten kiintoaineen osuuteen ja
hajuun. Kahdelta valmistajalta saatiin lisäaineita kokeeseen tarvittavat määrät valmiiksi an-
nosteltuina, koska näin heidän puolestansa aineiden oikea annostelu oli varminta hyvin
pienen määrän vuoksi. Kokeessa mukana olevat lisäaineet olivat ruotsalainen OxyG Agri
ja brittiläinen Slurryking Gold.

Kokeen suunnitteluvaiheessa päädyttiin koeasetelmaan, jossa on kolme eri käsittelyä,
kumpaakin kaksi kerrannetta. Koeastioita oli yhteensä kuusi kappaletta, joista jokainen oli
vähintään 60 litran vetoinen astia. Koejäseniä oli kolme kappaletta: käsittelemätön, OxyG
Agri ja Slurryking Gold (Kuva 2). Tekemällä kaksi kerrannetta jokaisesta käsittelytavasta
haluttiin varmistua kokeen tulosten luotettavuudesta ja tasalaatuisuudesta.



Kuva 2. Astiakokeen koeasetelma sisältöineen.

Kokeessa käytettävä naudan lietelanta oli peräisin lypsykarjatilalta, jossa lehmät pidetään kytkettyinä ja lannanpoisto toimii itsevaluntana parsirivien takana olevista lietekanavista kokoojakaivoon. Tällä tilalla vain osa pesuvesistä johdetaan kyseiseen lietesäiliöön. Kokeeseen liete kerättiin lietekanavien kokoojakaivosta ennen lietteen siirtymistä varsinaiseen lietesäiliöön. Todettiin, että kokoojakaivossa liete on tasalaatuista ja virtaus hyvin vähäistä koe-erien ottohetkellä, joten liete sekoitettiin paikallaan. Sekoituksen jälkeen täytettiin kokeessa käytettävät astiat nostamalla lietettä kokoojakaivosta sangolla.

Koe toteutettiin 9.7 ja 30.9.2022 välisenä aikana, joten kokeen kestoksi muodostui 12 viikkoa (Taulukko 2). Alkuperäisen suunnitelman mukaan kokeen kestoksi ajateltiin 6–8 viikkoa, mutta pidennettyyn kokeeseen päädyttiin toisen lisäaineen toimittajan neuvosta. Lisäaineiden vaikutus on nähtävissä jo 6–8 viikon kuluttua lisäyksestä, mutta 11–12 viikon kuluttua vaikutuksen tulisi olla selkeämmin nähtävissä (R. Jackson, henkilökohtainen tiedonanto, 7.4.2022).

Taulukko 2. Kokeen aikataulu

pvm	toimenpide	viikko
9.7.2022	Kokeen perustaminen, siivöintikoe, lanta-analyysi, aistinvarainen arvio	0
16.7.2022	2 litran lisäys astioihin	1
30.7.2022	2 litran lisäys astioihin	2
6.8.2022	2 litran lisäys astioihin	3
11.8.2022	2 litran lisäys astioihin	4
17.8.2022	2 litran lisäys astioihin	5
25.8.2022	2 litran lisäys astioihin	6
1.9.2022	2 litran lisäys astioihin	7
8.9.2022	2 litran lisäys astioihin	8
15.9.2022	2 litran lisäys astioihin	9
22.9.2022	2 litran lisäys astioihin	10

30.9.2022	kokeen lopetus, siivilöintikoe, lanta-analyysit, aistinvarainen arvio	12
-----------	---	----

Kokeessa tarkoituksena oli mukailla lietteen normaalia kulkua lietesäiliöön, ja aloituksessa astioihin laitettiin 40 litraa raakalietettä ja lisäaineet valmiiksi annosteltuina. Lisäaineiden määrät oli laskettu astioiden lopullisen lietemäärän mukaan, eli toisin sanoen samaan tapaan kuin lisäaineita käytettäessä navettaolosuhteissa. Lisäaineiden lisäyksen jälkeen astiat sekoitettiin huolellisesti, jotta aineet sekoittuisivat tasaisesti koko astiaan. Jotta kokeessa saatiin mukailtua tavallisen lietejärjestelmän toimintaa, lietettä lisättiin 7–10 päivän välein noin 2,5 litraa jokaiseen koeastiaan (Taulukko 2). Tällä tavalla toimien saavutettiin 60 litran määrä kokeen päättyessä. Kokeen aikana astioissa olevaa lietettä ei sekoitettu lainkaan. Tätä menetelmää kutsutaan jatkuvasyöttöiseksi järjestelmäksi (fed-batch culture) (Allman, 2020). Jatkuvasyöttöisessä järjestelmässä tehostetaan mikro-organismien toimintaa lisäämällä niille tarvittavia ravinteita, tässä tapauksessa tuoretta lietelantaa säännöllisesti. Syöttämällä lisää ravinteita säännöllisesti mikro-organismien määrä lisääntyy jatkuvasti ja ne tehostavat näin ollen prosessia.

4.2 Aloituksessa tehdyt tutkimukset ja analyysit

Koetta perustettaessa päädyttiin kolmeen erilaiseen analyysiin lietteestä: siivilöintikokeeseen, lanta-analyysiin ja aistinvaraiseen arvioon hajusta.

4.2.1 Siivilöintikoe

Kokeeseen kuuluvien siivilöintikokeiden tavoitteena oli selvittää kiintojakeen määrä ja osuus lietelannassa. Aloitusvaiheen liete-erästä otettiin kolme 500 gramman edustavaa näytettä. Näytteet siivilöitiin huuhtelemalla vesiletkulla niin kauan, että siivilästä valui enää läpi kirkas vesi (Kuva 3). Siivilöintiin käytettiin tavallista keittiösiivilää 1,5–2 millimetrin silmäkoolla. Siivilään jäävästä kiintoaineesta puristettiin huolellisesti pois ylimääräinen vesi,

minkä jälkeen mitattiin paino digitaalisen keittiövaan avulla. Tulokset kirjattiin ylös ja tuloksista laskettiin kiintojakeen prosenttiosuus liettelannasta.



Kuva 3. Siivilöintikokeen tekoa. Viereisissä ämpäreissä seuraavat näytteet odottamassa käsittelyä

4.2.2 Lanta-analyysi

Lanta-analyysiä varten otettiin edustava näyte raakalietteestä, joka analysoitiin SeiLabin laboratoriossa Seinäjoella. Kokeen analyyseissä päädyttiin kustannussyistä edullisempaan perusanalyysiin. Perusanalyysissä määritetään lietteen tilavuuspaino, kuiva-ainepitoisuus, kokonaistypen, liukoisen typen, fosforin ja kaliumin pitoisuudet (SeiLab, 2023).

4.2.3 Aistinvarainen arviointi

Koetta tehtäessä lietettä arvoitiin aistinvaraisesti aloituksessa ja lisäyksien yhteydessä, jotta huomattaisiin mahdollisesti tapahtuneita muutoksia myös kokeen ollessa käynnissä. Aistinvaraisella arviolla otettiin huomioon muutokset hajussa kokeen aikana ja lietteen rakennetta pyrittiin myös tarkkailemaan. Toki se osoittautui haastavaksi, kun koeastioissa olevaa lietettä ei sekoitettu kokeen aikana. Aistinvaraiset arviot ovat opinnäytetyön tekijän

itse tekemiä arvioita, eikä muita arvioijia ollut mahdollista järjestää lyhyellä varoitusaajalla. Näin ollen arvioinnin tuloksetkaan eivät ole täysin luotettavia, mutta kuitenkin suuntaa antavia.

4.3 Toimenpiteet kokeen päätösvaiheessa

Kokeen päätösvaiheessa astioiden sisältö sekoitettiin erittäin huolellisesti, jotta saatiin liete mahdollisimman tasaiseksi. Päätösvaiheessa tehtiin kaikki samat analyysit ja tutkimukset kuin aloituksessakin. Siivilöintikokeeseen otettiin jokaisesta koeastiasta kaksi kappaletta 500 gramman näytettä, jonka kanssa toimittiin samalla tavalla kuin aloituksessakin. Lanta-analyysijä otettiin lopussa kolme kappaletta: yksi käsittelemättömistä, yksi OxyG -käsittelyistä ja yksi Slurryking Gold -käsittelyistä. Lanta-analyysiä varten rinnakkaiset käsittelyt sekoitettiin huolellisesti keskenään ja niistä otettiin edustava yhteisnäyte. Aistinvarainen arviointi tehtiin hajusta, jota verrattiin aloitukseen ja tuoreeseen lietteeseen. Lisäksi kokeen lopussa arvioitiin myös lietteen rakennetta. Lietteiden rakennetta vertailtiin loppuvaiheessa aloitukseen, koska kokeen aikana sitä ei ollut mahdollista tarkkailla kokeen jäätyä sekoittamatta aloitusta ja lopetusta lukuun ottamatta.

4.4 Kokeen myöhempi tarkastelu

Koetta päätettäessä jätettiin mielenkiinnon vuoksi jokaisesta käsittelystä yksi astia odottamaan myöhemmin tehtävää tutkimusta. Koe päätettiin 30.9 ja myöhemmäksi jätetyt astiat saivat seisoa 5.11. asti. Näille astioille ei tehty mitään toimenpiteitä 30.9. ja 5.11. välisenä aikana, vaan astiat olivat peitettyinä kevytpeitteellä kuten aiemminkin. Lopuksi jokaisesta astiasta otettiin yksi 500 gramman näyte, josta tehtiin siivilöintikoe aikaisempien tavoin.

5 KOKEEN TULOKSET

5.1 Siivilöintikoe

Siivilöintikokeen tuloksissa oli nähtävissä eroa käsittelemättömien ja käsiteltyjen koejäsen-ten välillä. Aloitusvaiheen liete-erästä otettujen kolmen näytteen tulokseksi saatiin siivilöin-nissä keskimäärin 123,7 grammaa kiintojaetta, ja osuus oli 24,7 % koko lietemassasta (Taulukko 3). Kolmen näytteen tulosten hajonnaksi muodostui 2,86 prosenttiyksikköä.

Taulukko 3. Raakalietteen siivilöinnin tulokset.

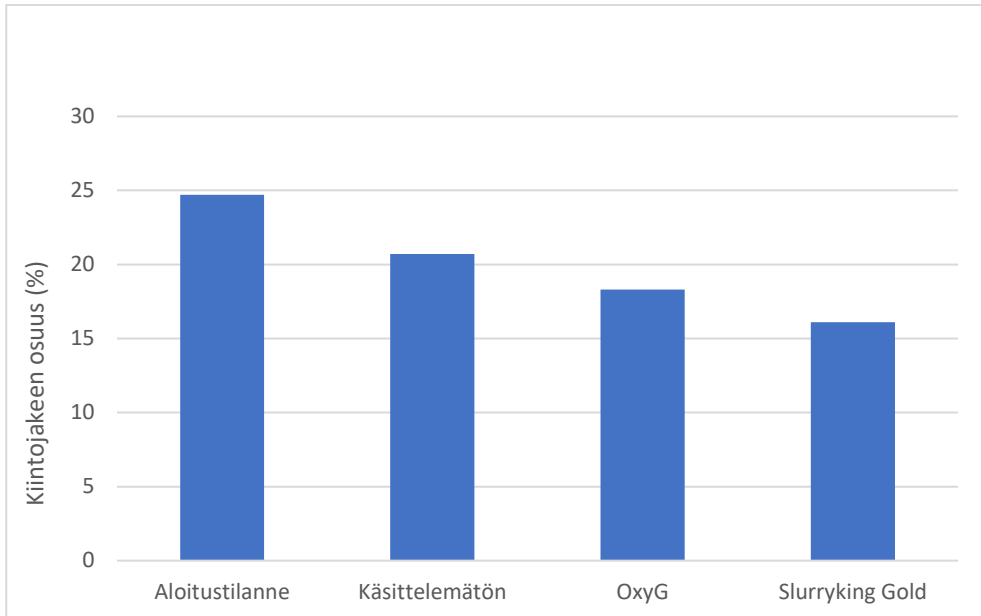
Näyte g	Kiintojakeen paino, g	%-osuus lietteestä
500	136	27,2
	127	25,4
	108	21,6
Keskiarvo	123,7	24,7

Vastaavasti koetta päätettäessä käsittelemättömistä koeastioista otettujen näytteiden kiin-tojakeen määräksi saatiin keskimäärin 103,5 grammaa, eli osuus oli 20,7 % (keskihajonta 1,41 %). Käsitellyistä koeastioista OxyG-valmisteella käsitellyistä saatiin keskimäärin 91,5 grammaa kiintojaetta, eli osuus oli 18,3 % (keskihajonta 1,11 %). Slurryking Gold -valmis-teella käsitellyistä saatiin tulokseksi keskimäärin 80,3 grammaa kiintojaetta 16,1 prosentin osuudella (keskihajonta 0,34 %) (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lietenäytteiden siivilöintikokeiden kiintojakeiden painot (g) ja osuudet lietteestä (%) kokeen alussa ja lopussa.

Näyte	Kiintojake (g)	%-osuus lietteestä
Raakaliete	124	24,7
Käsitlemätön 1.1	114	22,8
Käsitlemätön 1.2	100	20,0
Käsitlemätön 2.1	101	20,2
Käsitlemätön 2.2	99	19,8
Käsitlemätön keskiarvo	104	20,7
OxyG 3.1	89	17,8
OxyG 3.2	99	19,8
OxyG 4.1	86	17,2
OxyG 4.2	92	18,4
OxyG keskiarvo	92	18,3
Slurryking Gold 5.1	78	15,6
Slurryking Gold 5.2	82	16,4
Slurryking Gold 6.1	80	16,0
Slurryking Gold 6.2	81	16,2
Slurryking Gold keskiarvo	80	16,1

Kaikissa koeastioissa on tapahtunut kiintojakeen osuuden vähenemistä kokeen aikana. Kiintojakeen osuus on pienentynyt eniten Slurryking Goldilla käsitellyssä ja vähiten käsittelemättömässä koejäsenessä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Kiintojakeen osuus (%) siivilöintikokeen alussa ja lopussa.

5.2 Lanta-analyysi

Lanta-analyysin tulokset ovat hyvin samalla tasolla käsittelystä riippumatta (Taulukko 5). Astiat peitettiin kokeen aikana kevytpeitteellä, jotta sadevettä ei päässyt astioihin kokeen aikana, mikä lienee syynä kuiva-ainepitoisuuden vähäisiin muutoksiin. Kaikkien näytteiden tilavuuspaino oli analyysien mukaan 1000 kg/m^3 . Kokonaistyyppipitoisuus oli lähes kaikissa sama Slurryking-käsittelyä lukuun ottamatta, joka oli $0,1 \text{ kg tonnia kohden}$ muita matalampi. Liukoisen typen pitoisuudessa oli enemmän eroa käsittelyiden välillä. Eniten eroa raakalietteen liukoisen typen pitoisuuteen oli käsittelemättömissä koeastioissa $-0,4 \text{ kg/t}$ erotuksella. Seuraavaksi eniten eroa oli Slurryking-käsittelyissä $-0,3 \text{ kg/t}$ erotuksella ja vähiten eroa raakalietteeeseen oli OxyG-käsittelyissä ainoastaan $-0,1 \text{ kg/t}$ erotuksella. Liukoisen typen osuus kokonaistypestä vaihteli välillä 45,8 ja 54,2 prosenttia. Se oli korkein raakalietteestä otetussa näytteessä ja matalin käsittelemättömien koeastioiden näytteessä.

Fosforipitoisuuksissa oli jonkin verran eroa raakalietteessä muihin näytteisiin verrattuna. Fosforipitoisuus oli matalampi raakalietteessä kuin muissa näytteissä OxyG:n näytettä lukuun ottamatta. Eniten eroa raakalietteeeseen oli käsittelemättömässä näytteessä, jonka fosforipitoisuus oli $0,9 \text{ kg/t}$ korkeampi. Seuraavaksi eniten eroa oli Slurryking Gold -käsittelyssä näytteessä, jonka fosforipitoisuus oli $0,4 \text{ kg/t}$ korkeampi. Kaliumin pitoisuudessa raakalietteellä oli kaikista alhaisin arvo, joka oli 3 kg/t . Seuraavaksi alhaisin arvo oli

Slurryking Gold -käsittelyjen näytteessä, ja se oli 3,3 kg/tn. Korkein kaliumpitoisuus oli OxyG-käsiteltyjen ja käsittelemättömien koejäsenten näytteissä, ja ne olivat 3,4 kg/tn.

Taulukko 5. Lanta-analyysin tulokset.

Näyte	Kok N kg/t	Liuk N kg/t	Liuk N osuus Kokonaisty- pestä %	Fosfori P kg/t	Kalium K kg/t	Ka pit. %	Tilavuuspaino kg/t
Raakaliete	4,8	2,6	54,2	0,91	3,0	10,3	1000
Käsittelemätön	4,8	2,2	45,8	1	3,4	11,6	1000
Käsitelty OxyG	4,8	2,5	52,1	0,91	3,4	10,3	1000
Käsitelty Slurry- king Gold	4,7	2,3	48,9	0,95	3,3	10,6	1000

5.3 Aistinvarainen arvio

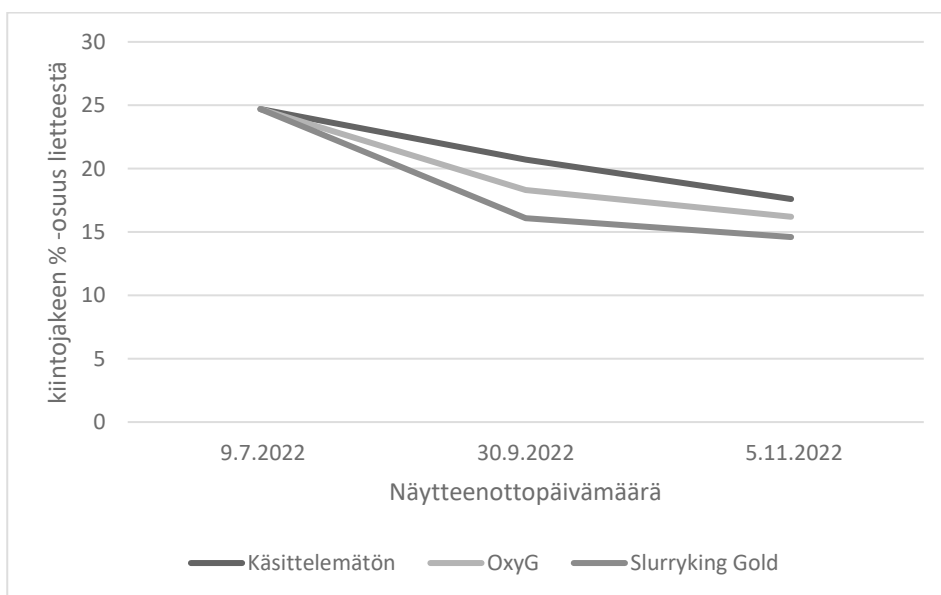
Koetta päätettäessä aistinvaraisessa arvioinnissa kiinnitettiin erityisesti huomiota lietteiden hajuun, sekoitettavuuteen ja sen myötä rakenteeseen. Käsittelemättömissä koeastioissa ei havaittu juurikaan muutoksia hajussa, vaan se oli edelleen terävä, joskin hieman aloitusta miedompi pitkän astiassa seisomisen johdosta. Käsitellyissä koeastioissa haju oli muuttunut aloituksesta miedommaksi, vielä käsittelemättömiäkin miedommaksi. On vaikeaa sanoa, millä tavalla haju on muuttunut ja miten se saattaa muuttua isommassa mittakavassa, mutta tässä kokeessa pystyttiin kuitenkin havaitsemaan joitakin viitteitä hajun muutoksista.

Rakenteessa havaittiin hajun tavoin samansuuntaisia muutoksia. Käsittelemättömissä koeastioissa rakenne oli samankaltainen kuin aloituksessakin ja paljon muutoksia ei havaittu. Perusteellisen sekoituksen aikana tarkkailtiin sekoitusvastusta, joka oli käsittelemättömissä lähes sama kuin aloituksen liete-erässäkin. Käsitellyissä koeastioissa molemmilla käsittelyillä oli havaittavissa selvästi enemmän muutoksia kuin käsittelemättömissä. Sekoitettaessa käsiteltyjä näytteitä havaittiin niiden sisällön olevan huomattavasti kuohkeampaa ja helpommin sekoitettavaa kuin käsittelemättömien. Sekoitusvastus oli sen myötä myös selvästi pienempi. Eri bakteerikäsittelyjen välillä ei pystytty havaitsemaan näkyvää eroa rakenteessa.

5.4 Kokeen myöhempi tarkastelu

Kokeen jälkivaiheen lopussa tehdyssä siivilöintikokeessa saadut tulokset olivat edellisiin verrattuna samansuuntaisia, eli kiintojakeen osuus oli pienentynyt tälläkin ajanjaksolla. Käsittelemättömästä astiasta otetun näytteen kiintojakeen määräksi saatiin 88 grammaa ja osuus lietemassasta oli 17,6 %. OxyG-valmisteella käsitellystä astiasta otetun näytteen kiintojakeen määräksi saatiin 81 grammaa, ja sen osuus oli 16,2 %. Slurryking Gold -valmisteella käsitellystä astiasta otetusta näytteestä saatiin kiintojakeen määräksi 73 grammaa, ja sen osuus oli 14,6 %.

Kiintojakeen vähenemisnopeus on ollut hitaampaa 30.9. ja 5.11. välisenä aikana verrattuna varsinaisen kokeen aikana tapahtuneeseen pienenemiseen (Kuvio 3). Tämä alhaisempi muutosnopeus selittyy osittain viileämmällä säällä, joka vallitsi kyseisenä ajanjaksona, jos vertaillaan aikaisempaan ajanjaksoon.



Kuvio 3. Kiintojakeen osuus (%) kokeen eri vaiheissa.

Ennen näytteenottoa tehdyssä sekoituksessa arvioitiin myös aistinvaraisesti eri astioiden sisältöjä kuten aikaisemmissakin näytteenotoissa. Tässäkin vaiheessa havainnot olivat saman suuntaisia edellisten kanssa. Käsittelemättömässä näytteessä oli eniten sekoitusvastusta ja käsitellyissä vähemmän, Slurryking Gold-käsitellyssä kaikista vähiten. Kun vertaillaan käsittelyjä rinnakkain, voidaan nähdä selvemmin eroja eri käsittelyjen välillä. Levyille

asetettiin pieni määrä jokaisesta käsittelystä ja niistä voidaan todeta, että käsittelemätön on rakenteeltaan kiinteämpää, OxyG-käsitelty on rakenteeltaan löysempää ja Slurryking Gold-Käsitelty kaikista löysintä. (Kuva 4).



Kuva 4. Koejäsenten lietettä asetettuna rinnakkain 5.11.2022, määrät ovat eri suuruksia. Vasemmalta: käsittelemätön, keskellä OxyG ja oikealla Slurryking Gold.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Siivilöintikoe

Siivilöintikokeen tuloksissa oli kaikista selvimmin havaittavissa muutoksia aloitushetken raakalietteestä kokeen lopun lietteisiin. Kiintojakeen osuus 500 gramman näytteestä pieneni jokaisessa koeastiassa, myös käsittelemättömissä. Käsittelemättömissä koeastioissa kiintojakeen osuus väheni kaikista vähiten, Slurryking Gold -käsitellyissä kaikista eniten. Kiintojakeen osuuden pieneneminen myös käsittelemättömissä koeastioissa johtunee luonnollisesta hajoamisesta, jota tapahtuu myös ilman bakteerikäsittelyä.

Kokeen tuloksista voi päätellä, että lietelannan bakteerikäsittely kiihdyttää luonnollista hajoamisprosessia. Bakteerikäsitellyistä koeastioista Slurryking Gold -käsitellyissä tapahtui eniten muutoksia kiintojakeen määrän pienentyessä keskimäärin 43 grammaa eli 8,6 prosenttiyksikköä. OxyG-valmisteella käsitellyissä koeastioissa kiintojakeen määrä pieneni keskimäärin 32 grammaa eli 6,4 prosenttiyksikköä. Käsittelemättömissä koeastioissa kiintojakeen määrä pieneni keskimäärin 20 grammaa eli 4 prosenttiyksikköä.

Tämän kokeen osalta saadut tulokset ovatkin jossain määrin yhteneväisiä valmistajien ja markkinoijien tarjoamien tietojen kanssa. Lietteen kerrotaan muuttuvan juoksevammaksi ja kuorettumien muodostumisen vähenevän bakteerikäsittelyjen myötä. Tätä voidaan verrata siivilöintikokeesta saatuihin kiintojakeen määrien vähenemiseen. Vaikutuksia on havaittavissa, mutta kuten Kingshain (2012) tutkimuksissakin havaittiin, tulokset eivät ole aivan yhtä selvästi nähtävissä, kuin mitä kerrotaan valmisteiden markkinoinnissa.

6.2 Lanta-analyysi

Lanta-analyysien tuloksissa ei ole havaittavissa selvää yhteyttä bakteerikäsittelyjen ja tietyn suuntaisten ravinnepitoisuusmuutosten kanssa. Analyysituloksissa on jonkin verran vaihtelua näytteiden välillä, mutta erot ovat kuitenkin riippumattomia käsittelyistä. Tarkempia tuloksia olisi mahdollisesti voitu saada ottamalla näytteet jokaisesta astiasta, kun nyt päädyttiin kustannussyistä ottamaan yksi edustava yhteisnäyte kahdesta saman käsittelyn astiasta. Muiden kokeiden, kuten siivilöinnin, perusteella bakteeritoimintaa on ollut

astioissa, mutta varsinaisia muutoksia ravinnepitoisuuksissa ei ole tapahtunut kokeen aikana tai olosuhteissa.

Kun Verrataan tämän kokeen tuloksia Pulkkisen (2019, s. 34–37) tekemään vastaavanlaiseen opinnäytetyöhön liittyvään kokeeseen, voidaan todeta tulosten olevan samansuuntaisia. Molemmissa kokeissa tulokset ovat hyvin vaihtelevia keskenään käsiteltyjen ja käsittelemättömän välillä. Kummankaan kokeen tulosten perusteella bakteerikäsittelyllä ei ole merkittävää vaikutusta ravinnepitoisuuksiin, ainakaan lanta-analyyseissä saataviin tuloksiin. Molemmat tutkimukset on tehty Suomessa, joten olosuhteet ovat verrattavissa toisiinsa.

6.3 Aistinvarainen arvio

Aistinvaraisessa arviossa selvimpiä havaittavia muutoksia olivat muutokset rakenteessa bakteerikäsittelyissä koeastioissa. Käsittelyjen välillä ei ollut aistinvaraisesti arvioituna eroa. Rakenne oli loppuvaiheessa kuohkeampaa ja sekoitusvastus näin ollen pienempi sekä OxyG- että Slurryking Gold -käsittelyissä koeastioissa. Verrattuna käsittelemättömiin näytteisiin ero oli selvästi havaittavissa. Myös hajussa oli havaittavissa jonkin verran eroa käsittelemättömien ja käsiteltyjen välillä, ja käsitellyt olivat hajultaan miedompia. Eri bakteerikäsittelyjen välillä ei havaittu kovin suurta eroa. Hajun arvioinnin teki opinnäytetyön tekijä itsenäisesti. Tarkempien arvioiden saamiseksi olisi ollut tarpeen käyttää useampaa arvioijaa ja mahdollisesti siirtää koeastiat arvioinnin ajaksi selvästi erilleen toisistaan, jotta voitaisiin varmistua kunkin astian hajusta yksilöllisesti.

Näiden aistinvaraisten arvioiden perusteella bakteerikäsittelyllä on vaikutuksia myös liete-
lannan rakenteeseen ja hajuun. Näin ollen voidaan todeta, että valmistajien tiedot juokse-
vammasta ja hajuttomammasta lietteestä ovat tämän kokeen perusteella ainakin osittain
todenperäisiä. Luvattuja muutoksia ei suoraan saavutettu, mutta siihen voivat vaikuttaa
hieman happamammat olosuhteet lietteessä olevan kuiviketurpeen takia, joka oli luovutta-
valla tilalla käytössä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Astiakokeesta saatujen tulosten perusteella testatut bakteerivalmisteet toimivat melko hyvin Suomen olosuhteissa ainakin lämpimään vuodenaikaan. Jos valmisteiden toiminta navettaolosuhteissa on saman suuntaista kokeessa havaitun toiminnan kanssa, voidaan saada käytöstä hyötyä myös navetan sisällä lietekanavien jumiutumien ehkäisemisessä. Lietteen muuttuessa kanavissa juoksevammaksi tukoksien selvittäminen vähenee ja se samalla vähentää fyysisen työn määrää lietteenkäsittelyssä. Kokeessa ei havaittu vaikutuksia lietteiden ravinnepitoisuuksiin, mutta näitä vaikutuksia voi olla ja ne vaikuttavat lannoituskustannuksiin. Hajun muuttuminen miedommaksi mahdollistaa lietteen levittämisen lähemmäksi asutuksia, joiden läheisyydessä voi olla iso osa joidenkin tilojen pelloista.

Koe tehtiin aika tarkasti toisen lisäainetoimittajan ohjeiden mukaisesti, ja näin ollen päädyttiin lietteen lisäyksiin viikoittain. Alkuperäisenä ajatuksena oli suorittaa koe kertatäyttöisenä, mutta kun oli pohdittu lietteen liikkumista ja säännöllistä lisääntymistä lietesäiliössä, päädyttiin kuitenkin ehdotettuun jatkuvasyöttöiseen järjestelmään. Koejärjestely oli varsin onnistunut, sillä koe oli sijoitettuna kotipihaan, mikä mahdollisti astioiden tarkkailun lisäykertojen välissäkin. Koeastiat peitettiin kokeen aikana kevytpeitteellä, jotta sadevettä ei pääsisi astioihin. Lantaa luovuttavan tilan kuivikkeena käytettiin turvetta, joka saattaa vaikuttaa bakteerien toimintaan happamuuden vuoksi.

Kokeesta olisi myös ollut hyvä tehdä lisää tutkimuksia, joita ei ollut mahdollista tehdä muiden kiireiden takia. Esimerkiksi siivilöinnissä saatavan kiintojakeen kuiva-ainepitoisuuden mittaaminen olisi voinut antaa mielenkiintoista tietoa bakteerien toiminnasta ja liotelannasta yleisesti. Myös siivilöintikokeen tekeminen aluksi jokaisesta astiasta erikseen koko erän sijaan olisi antanut tarkempaa tietoa muutoksista kiintojakeen määrissä ja osuuksissa. Myös astioiden sisällön sekoittaminen useammin esimerkiksi lietteen lisäyksien yhteydessä olisi voinut lisätä hapensaannin lisääntymisen myötä hajoamista ja muutoksia.

Aihe on itsessään aika laaja, joten lisätutkimuksia tarvittaisiin huomattavan paljon bakteerien toiminnasta juuri Suomen olosuhteissa. Kotimaamme olosuhteet eroavat aika paljon niistä olosuhteista, joissa bakteerikäsittelyä käytetään laajemmin. Täällä on kylmemmät säät talvisin, minkä takia niin kutsuttujen tavallisten bakteerien toiminta on heikkoa tai sitä

ei ole lainkaan. Tosin kylmään ilmastoon soveltuvia bakteereja on myös saatavilla, mutta niitä olisi kuitenkin tutkittava, jotta olisi varmempaa tietoa niiden toiminnasta. Lisää tutkimusta tarvittaisiin bakteerikäsitellyn lietelannan vaikutuksista kasvintuotannossa. Väitteet ostolannoitteiden tarpeen vähenemisestä bakteerikäsitellyn myötä ovat korkean hintatason myötä kiinnostava tutkimuskohde.

LÄHTEET

- Abbruzzese, V. (2016). *Using bio-manipulation to optimize nutrient management within intensive farm systems*. [Väitöskirja, Lancaster university].
https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/86607/1/Vito_Abbruzzese_s_thesis.pdf
- Allman, T. (23.7.2020). The difference between batch, fed-batch and continuous processes. *Infors HT blog*. <https://www.infors-ht.com/en/blog/the-difference-between-batch-fed-batch-and-continuous-processes/>
- Cooper, O. (5.4.2020). How slurry inoculants helped farmer halve fertilizer use. *Farmers weekly*. <https://www.fwi.co.uk/livestock/slurry-and-manure-management/how-slurry-inoculants-helped-halve-farmer-fertiliser-use>
- Demeca. (2019). *Paskan käsittelyn käsikirja*. Ei saatavana.
- Envirosystems. (i.a). *Slurry improvers*. <https://envirosystems.co.uk/slurry-improvers/>
- James, D. (21.5.2013). How to pick the best slurry inoculant. *Farmers weekly*.
<https://www.fwi.co.uk/events/how-to-pick-the-best-slurry-inoculant>
- Kingshay. (2012). *Trial report from Kingshay: Slurry additives trial*.
<https://www.kingshay.com/wp-content/uploads/Slurry-additives.pdf>
- Luokkakallio, J. (2014). Kokemukset lupaavia -Bakteereilla lietelantaa paremmaksi. *Käytännön maamies*, 63(6), s. 14.
- Luostarinen, S., Logrén, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio, K., & Järvenpää, M. (2011). Lannan kestävä hyödyntäminen: Hyötylanta-tutkimusprojektin loppuraportti (MTT Raportti 21). MTT. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/438223/mttraportti21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J., & Munther, J., (2017). Suomen normilanta -laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. *Luonnonvarakeskus LUKE*. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540239/luke-luobio_47_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NHK-keskus. (i.a.). *Slalom-lannanpoisto ritiläpalkkilattioille*. <https://www.nhk.fi/rakentaminen/lannanpoisto-ja-pumppaus/slalom-lannanpoisto/>
- OxyG. (i.a.-a.). *Agri*. <https://www.oxyg.se/page/agri>
- OxyG. (i.a.-b.). *Agri 2 kg*. <https://www.oxyg.se/product/agri-2-kg>

- OxyG. (i.a.-c.). Återförsäljare. <https://www.oxyg.se/page/aterforsaljare>
- Pulkkinen, A. (21.5.2019). *Lietteen tehostajabakteerin toiminta Suomen olosuhteissa*. [AMK-Opinnäytetyö, Savonia ammattikorkeakoulu]. Theseus. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/227963/Pulkkinen_Antti.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Rajala, J. (i.a.). *Lietelannan laatua parantaa sopiva käsittely ja ravinnetäydennykset*. Helsingin yliopisto, Ruralia -instituutti. <https://www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti/opetus/maan-kasvukunto/lietelannan-laatua-parantaa-sopiva-kasittely-ja-ravinnetaydennykset>
- Ruokavirasto. (2020). *Täydentävien ehtojen opas -taulukot*. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/opaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/opaat-ja-esitteet/taydentavien_ehtojen_opaan_taulukot_2020.pdf
- SeiLab. (2023). *Lanta-analyysin tilauslomake*. <https://www.seilab.fi/wp-content/uploads/sites/8/2023/01/lantanaytteiden-tilauslomake-seilab-suomi-ruotsi-1.1.2023-31.08.2023.pdf>
- Sylgen animal health. (i.a.-a.). *About*. <https://sylgenanimalhealth.com/about.html>
- Sylgen animal health. (i.a.-b.). *Instructions for using Slurryking and Slurryking Gold*. https://sylgenanimalhealth.com/Instructions_Cattle_Slurry.pdf
- Sylgen animal health. (i.a.-c.). *Science and trial data*. <https://sylgenanimalhealth.com/trial-data.html>
- Sylgen animal health. (i.a.-d.). *Slurryking cattle*. <https://sylgenanimalhealth.com/cattle.html>
- Tahvola, E. (i.a.). *Skörd från pilotgårdarna: Grunden för en toppen vallskörd på en ekologisk gård är att säkerställa balansen av näringsämnen i vallen, med extra fokus på kalium*. Atria tuottajat. <https://www.atriatuottajat.fi/sv/projekt/notgardensvall/skord-fran-pilotgardarna---grunden-for-en-toppen-vallskord-pa-en-ekologisk-gard-ar-att-sakerstalla-balansen-av-naringsamnen-i-vallen-med-extra-fokus-pa-kalium/>
- Timac agro. (2018). *Actiglene*. [PowerPoint -esitys]. Ei saatavana
- Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250>
- Valtioneuvoston asetus fosforia sisältävien lannoitevalmisteiden ja lannan käytöstä 64/2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230064>

Vapo. (2018). *Kuiviketurve: tuoteseloste*. https://kauppa.vapo.fi/wp-content/uploads/2018/10/vapo_tuoteseloste_kuiviketurve-2018.pdf

Virtanen, J. (2017). Perusteita karjanlannasta ja sen käytöstä. [PowerPoint -esitys]. *Ylä-Savon ammattiopisto*. http://ravinnejaenergia.fi/site/wp-content/uploads/2017/06/Separointi_yleistietoa-karjanlannasta.pdf