



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SELVITYS KUITUPURISTEEN JA KALALAITOSLIETTEEN HYÖDYNTÄMISESTÄ LANNOITEKÄYTTÖÖN

TEKIJÄ:

Susanna Kiiskinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Susanna Kiiskinen	
Työn nimi Selvitys kuitupuristeen ja kalalaitoslietteen hyödyntämisestä lannoitekäyttöön	
Päiväys 16.3.2021	Sivumäärä/Liitteet 28/15
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Stora Enso Varkauden tehdas	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää Stora Enson Varkauden tehtaan jätevesipuhdistamolla syntyvän kuitupuristeen sekä tehdasalueella sijaitsevan Finnforel kalankasvattamon lietteen ja perkuujätteen hyötykäytömahdollisuutta maanparannus- ja lannoitekäyttöön. Työ toteutettiin yhdessä Biopallo Systems Oy:n kanssa, jolla on patentoitu Biopallo kompostointireaktori. Tavoitteena oli optimoida koeajossa käytettävien materiaalien seossuhteet, jolloin saataisiin halutut ravinnesuhteet lopputuotteeseen.</p> <p>Koeajot ajettiin Kuopiossa Biopallo Systems Oy:n toimitiloissa. Ennen koeajojen alkamista määritettiin tutkittavista näytteistä hiili- ja typpipitoisuuksia. Näiden tulosten avulla laskettiin ajoissa käytettävien reseptien hiili/typpi-suhteita. Ensimmäinen ajo oli juuriajo, josta saatiin bakteeriympästä varsinaisiin koeajoihin, joita ajettiin neljä. Koeajoista saatujen havaintojen perusteella reseptiä muutettiin aina seuraavaan koeajoon.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella voitiin todeta, että kuitupuriste, kalaliete ja perkuujäte eivät yksistään sovellu kompostointireaktoriin. Kalalietteen kuiva-aine on liian alhainen ja seoksesta muodostuu liian tiivis massa kuitupuristeen kanssa, jolloin happea ei ole riittävästi kompostointireaktioon. Koeajojen aikana jouduttiin lisäämään haketta ilmavuutta tuomaan. Hakelisäyksen jälkeen prosessi palasi aina lähtöruutuun, koska bakteerit alkoivat syömään lisättyä haketta. Seoksessa ei myöskään ollut riittävästi ravinteita halutulle bakteeritoiminnalle. Kanan ja hevosen lantaa jouduttiin lisäämään energian ja rikkaamman bakteeriympäin saamiseksi. Kurkun lehtiä lisättiin hiilimäärän kasvattamiseksi. Koeajojen perusteella heräsi myös epäily, että ongelma ei olekaan ravinteissa, vaan bakteriologiassa. Yhtenä epäilynä oli perkuujätteen aiheuttaman liimamaisen seoksen syntyminen ja sen sisältämä kollageeni. Tämän epäilyn vuoksi tarvitaan vielä lisätutkimuksia.</p> <p>Tämän opinnäytetyön aikana toivotunlaista reseptiä ei vielä saavutettu. Koeajoja tullaan kuitenkin jatkamaan ja suunnitelmassa on kokeilla hakkeen sijasta luumurskaa, mistä saadaan myös tarvittavia ravinteita prosessiin ja kuitupuristeen osuutta voidaan kasvattaa hiilen lähteenä. Kalalietteen kuiva-ainepitoisuutta nostetaan, jolloin senkin osuutta reseptissä voidaan kasvattaa. Liimamaisen massan hajottamiseen kokeillaan entsyymejä ja pyritään löytämään oikeanlainen bakteerikanta, joka tuottaisi toivotunlaisia entsyymejä.</p>	
Avainsanat Kompostointireaktori, orgaaninen maanparannusaine, kuitupuriste, kalaliete	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Energy Engineering	
Author(s) Susanna Kiiskinen	
Title of Thesis Study of the Utilization of Fibre Sludge and Fish Plant Sludge for Fertilizer Use	
Date March 16, 2021	Pages/Appendices 28/15
Client Organisation /Partners Stora Enso Varkaus Mill	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to find out the possibility of utilizing the fibre sludge of the wastewater treatment plant of Stora Enso's Varkaus Mill and the fish plant sludge and fish waste of Finnforel for land improvement and fertilizer use. The work was done together with Biopallo Systems Oy, which has a patented Biopallo composting reactor. The aim was to optimize material mixing ratios for used materials in the test run, thus obtaining the desired nutrient ratios in the final product.</p> <p>The test runs were run in Biopallo Systems Oy's premises in Kuopio. Before the start of the test runs, the carbon and nitrogen contents of the test samples were determined. These results were used to calculate the carbon / nitrogen ratios for test runs. The first run was a root run from which a bacterial inoculum was obtained for the actual test runs, which were done four times. Based on the findings from the test runs, the recipe was always changed for the next test run.</p> <p>Based on the results of the study, it was concluded that fibre sludge, fish sludge and fish waste alone are not suitable for a composting reactor. The dry matter of the fish sludge is too low and the mixture forms too dense a mass with the fibre sludge, whereby there is not enough oxygen for the composting reaction. During the test runs, wood chips had to be added to bring airiness. After the wood chips were added, the process always returned to the starting box as the bacteria began to eat the added wood chips. The mixture also did not contain enough nutrients for the desired bacterial activity. Chicken and horse manure had to be added to get energy and a richer bacterial environment. Cucumber leaves were added to increase the amount of carbon. Based on the test runs, there was also a suspicion that the problem is not in the nutrients, but in the bacteriology. One suspicion was the formation of an adhesive mixture caused by fish waste and the collagen it contained. Due to this suspicion, further investigations are needed.</p> <p>During this thesis, the desired recipe was not yet achieved. However, the test runs will be continued and there are plans to try crushed bones instead of wood chips, which will also provide the necessary nutrients for the process and the proportion of fibre sludge can be increased as a carbon source. The dry matter content of fish sludge will be increased, so that its share in the recipe can also be increased. To break down the adhesive mass, enzymes are tested, and the aim is to find the right kind of bacterial strain that would produce the desired types of enzymes.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Composting reactor, organic soil fertilizer, fibre sludge, fish plant sludge</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	YRITYSESITTELYT JA TUTKITTAVIEN JÄTTEIDEN SYNTY	7
2.1	Stora Enso Varkauden tehdas	7
2.1.1	Jätevedenpuhdistamolta syntyvä kuitupuriste	7
2.2	Finnforel Oy.....	10
2.2.1	Kalalaitokselta syntyvä kalaliete	10
2.3	Biopallo Systems Oy.....	10
3	LANNOITEVALMISTEIDEN JA LANNOITEALAN TOIMINTAA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ	12
4	KOMPOSTOINTIPROSESSI	14
4.1	Kompostointiprosessin vaiheet.....	14
4.2	Kompostointiprosessin seurantamenetelmiä.....	15
5	KOEAJOT JA TULOSTEN TARKASTELU.....	16
5.1	Juuriajo.....	19
5.2	Koeajo 29.....	20
5.3	Koeajo 30.....	21
5.4	Koeajo 31.....	22
5.5	Koeajo 32.....	23
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
	LÄHTEET	27
	LIITE 1: KUITUPURISTEEN ANALYYSITULOKSET.....	29
	LIITE 2: KALALIETTEEN ANALYYSITODISTUKSET	32
	LIITE 3: PERKUJÄTTEEN ANALYYSITODISTUKSET	36
	LIITE 4: MUUT ANALYYSITULOKSET	38
	LIITE 5: LOPPUKOMPOSTIN ANALYYSITODISTUS	39
	LIITE 6: LÄMPÖTILAKÄYRÄT AJOISTA (EI JULKINEN).....	41

Käytetyt lyhenteet

Aerobinen	hapellisissa olosuhteissa viihtyvä bakteeri
Bakteeriympä	sisältää ennalta määriteltyjä mikrobeja, joiden avulla kompostointiprosessi saadaan käynnistettyä
Bioliete	jätevedenpuhdistusprosessin jälkiselkeyttimessä muodostuva liete
Humus	eloperäisten aineiden maatumisen seurauksena syntynyt tumma multamainen aine
Kollageeni	proteiini
Kompostointiprosessi	orgaanisen aineksen hajoaminen hapellisessa tilassa mikrobien avulla
Maanparannusaine	aine, jota lisätään maahan sen fysikaalisten ominaisuuksien ylläpitämiseksi ja parantamiseksi sekä lisäämään maan biologista toimintaa
Mesofiilinen	kohtalaisessa lämpötilassa viihtyvä 20-40 °C
Orgaaninen lannoite	biomassoja, joilla on suora maanparannusvaikutus
pH	kuvaava aineen happamuutta pH 0-7 tai emäksisyyttä pH 7-14
Primääriete	jätevedenpuhdistusprosessin esiselkeyttimessä muodostuva liete
Termofiilinen	lämpöä suosiva tai lämpöä vaativa > 40 °C
Validointi	eli kelpuutus on menettely, jolla varmistetaan, että tuotetta ja valmistusta koskevat vaatimukset on täytetty

1 JOHDANTO

Elämme maapallolla tilanteessa, missä ylikulutuksen myötä luonnonvarojen käyttö ja jätemäärät ovat päässeet riistäytymään käsistä. Suurentuneet jätemäärät, ylikuluttaminen, ilmastonmuutos ja maapallon sietokyvyn ylittyminen pakottavat yhteiskunnat muuttumaan tehokkaammiksi, vähäpäästöisemmiksi ja ennen kaikkea siirtymään kohti kiertotaloutta. Kiertotaloudella on vahvat ympäristö- ja ilmastoperusteet. Se kytkeytyy myös vahvasti talouskasvun mahdollisuuksiin uusien innovaatioiden ja investointien myötä.

EU:n kiertotaloutta koskevassa toimintasuunnitelmassa keskeinen tavoite on kehittää kestävä, vähähiilinen, resurssitehokas ja kilpailukykyinen talous. Jokaisella jäsenvaltiolla on lisäksi omat kansalliset kiertotalouden tavoitteet. Suomen tavoitteena on nousta kiertotalouden globaaliksi kärkimaaksi vuonna 2025. Hallituksen strategiaan tavoitteisiin on sisällytetty mm. kiertotalouden edistäminen ja biotalous. Maataloudella on merkittävä rooli näissä tavoitteissa suurimpana fosforin ja typen käyttäjänä yksittäisistä toimialoista. Useiden ministeriöiden yhteistyönä laadittu Ravinteiden kierrätyksen toimenpideohjelma 2019–2030 tähtää siihen, että vuonna 2030 ravinteiden kierrätyksessä on tapahtunut läpimurto, päästöt ympäristöön ovat pienet ja ravinteet kiertävät tehokkaasti. (Valtioneuvosto 2020.)

Luonnonvarakeskuksen mukaan ravinnekiertoon hyödynnettäviä biomassoja syntyi vuonna 2017 21 miljoonaa tonnia. Lukuun on laskettu kotieläinten lannat, maatalouden ylijäämänurmet, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamon liete, yhdyskuntien biojäte, elintarviketeollisuuden sivuvirrat sekä metsäteollisuuden lietteet. Biomassat voidaan käsitellä useilla eri menetelmillä, jolloin saadaan lannoitteita ja maanparannusaineita. Kompostointi on yksi näistä menetelmistä.

Työn tilaaja Stora Enso Varkauden tehdas on pyrkinyt aktiivisesti edistämään prosesseissa syntyvien jätejakeiden hyödyntämistä. Tämä työ käsittelee prosessijäteveden puhdistamalla syntyvän kuitupuristeen hyödyntämistä. Kuitupuristetta on hyödynnetty aikaisemmin mm. kaatopaikkojen sulkemisessa tiivistyskerroksessa. Tällä hetkellä suurin osa kuitupuristeesta kuitenkin poltetaan Kattila K6:lla. Kuitupuristeen lämpöarvo on suhteellisen huono, joten polttaminen ei ole mitenkään kannattavaa. Useita hyötykäyttöselvityksiä on kuitenkin meneillään ja tämä opinnäytetyö on yksi niistä.

Tässä työssä on tarkoitus selvittää kuitupuristeen sekä Finnforel kalalaitokselta syntyvien lietteen ja perkuujätteiden soveltuvuutta kompostointiprosessiin Biopallo Systems Oy:n patentoidulla menetelmällä. Tavoitteena on löytää oikeanlaiset seossuhteet tutkittaville materiaaleille ja siten saada aikaan halutut ravinnesuhteet lopputuotteeseen, jota voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää orgaanisena lannoite- ja maanparannusaineena.

2 YRITYSESITTELYT JA TUTKITTAVIEN JÄTTEIDEN SYNTY

2.1 Stora Enso Varkauden tehdas

Stora Enson Varkauden tehdas sijaitsee Saimaan vesistöön kuuluvan Haukiveden pohjoisrannalla. Tehtaan toiminnan juuret ulottuvat 1830-luvulle, jolloin Varkaudessa aloitettiin sahaustoiminta. 1920-luvun alussa käynnistettiin sanomalehtipaperin tuotanto. Sulfaattisellun ja hienopaperin tuotanto alkoi vuonna 1980. Tehtaan tuotesuunnan muutos tehtiin 2016, jonka jälkeen Varkaudessa on valmistettu pakkauskartongin raaka-ainetta. (Stora Enso Varkauden tehdas ympäristölupa Nro 53/2015/1.)

Varkauden pakkauskartonkitehdas kuuluu Packaging Materials-divisioonaan. Pakkauskartonkitehdas valmistaa aaltopahvin raaka-ainetta, kraftlinereita ja white top linereita. Vuosituotantokapasiteetti on 390 000 tonnia. Kartongin valmistuksessa käytetään lisäksi kierrätyskuitua, joka saadaan omalta kierrätyskuitulaitokselta. Sellutehdas tuottaa valkaisematonta havupuusellua 310 000 tonnia vuodessa, josta osa myydään kuivattuna markkinaselluna. Tehdasintegraattiin kuuluvat myös Varkauden saha ja LVL-tehdas, joka tuottaa viilupuuta rakennusteollisuudelle. Tehdasalueella muita toiminnanharjoittajia ovat Carelian Caviar Oy:n ja Finnforel Oy:n kalankasvatus- ja jalostuslaitokset. (Stora Enso Varkauden tehdas ympäristölupa Nro 53/2015/1.)

2.1.1 Jätevedenpuhdistamolta syntyvä kuitupuriste

Varkauden tehtaiden prosessijätevedet johdetaan pumppaamojen kautta puhdistamolle. Puhdistamolla käsitellään vuorokaudessa noin 40 000 m³ prosessijätevesiä. Jätevedet muodostuvat sellutehtaan, kierrätyskuitulaitoksen ja kartonkikoneen jätevesistä. Puhdistamolla käsitellään myös Finnforelin ja Carelian Caviarin kalalaitosten jätevedet. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)



KUVA 1. Stora Enso Varkauden tehtaan jätevedenpuhdistamo (Thil 2019)

Jälkiselkeytys:

Jälkiselkeyttimessä kuollut biomassa laskeutetaan selkeyttimen pohjalle. Fosfori- ja typpiravinteet sitoutuvat enimmäkseen biomassaan. Laskeutunut bioliete pumpataan tiivistämöön ja sitä kautta lietteenkäsittelyyn. Selkeytetty vesi johdetaan flotaatiolaitokselle. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)

Tertiäriveraihe:

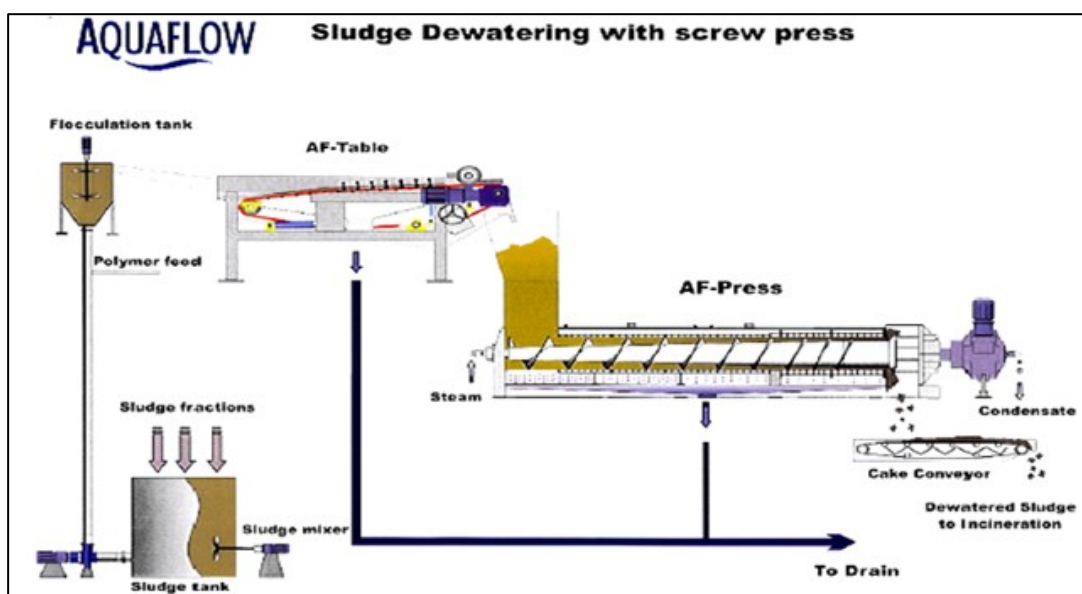
Flotaatiolaitoksessa jätevedeen annostellaan polyalumiinikloridia ja polymeeriä, jotka saostavat liuenneita aineita. Flotaatioaltauksiin syötetään dispersioveettä, joka sisältää hienojakoista ilmaa. Ilman ja kemikaalien avulla saadaan saostumaan yhtenäinen flokki, joka nousee altaiden pinnalle. Syntynyt flotaatioliete kaavitaan pinnalta ja pumpataan lietteenkäsittelyyn. Puhdistunut vesi johdetaan purkupuutkea pitkin vesistöön. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)

Lietteenkäsittely:

Tiivistämössä sakeutunut esiselkeyttimen primäärioliete ja jälkiselkeyttimen bioliete pumpataan sekoitussäiliöön, johon johdetaan myös flotaatioissa syntynyt kemiallinen liete ja Finforelin kalanjalostamon liete. Sekoitussäiliöön johdetaan ferrisulfaattia rikkivedyn estämiseksi ja lietteenkäsittelyn parantamiseksi. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)

Lietteenkuivaus tapahtuu pääasiassa veden esierottimena toimivan gravitaatiopöydän ja ruuvipuristimen avulla. Lietteeseen lisätään polymeeriä vedenpoiston parantamiseksi. Ruuvipuristin kuljettaa lietettä eteenpäin ja puristaa sitä samalla reikäsihtejä vasten, jolloin vesi poistuu. Ruuvipuristimelta saatavan kuitupuristeen kuiva-aine on normaalisti noin 40 %. Ruuvipuristimen toimintaperiaate on kuvassa 3. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)

Lietteenkäsittelyssä toimii varalaitteina suotonauhapuristimet, joita käytetään vain häiriötilanteissa tai lisäkapasiteettina. Suotonauhapuristimella saavutetaan huonompi kuiva-aine, kuin ruuvipuristimella. Kuiva-ainetaso on noin 25 %. (Stora Enso Weshare Varkaus Mill.)



KUVA 3. Ruuvipuristimen toimintaperiaate (Stora Enso Weshare Varkaus Mill)

2.2 Finnforel Oy

Finnforel Oy:n kalankasvatustilasto sijaitsee Stora Enson Varkauden tehdasalueella. Laitoksessa tuotetaan kirjolohta ruokakalaksi. Kalanviljelyssä käytetään kiertovesiteknologiaa. Kalojen kasvatuksessa käytettävä kala-altaiden vesi suodatetaan mekaanisesti ja käsitellään biologisesti. Altaiden vesi desinfioidaan uv-valolla liiallisten mikrobien hallitsemiseksi. Veden hapetuksen jälkeen se palautetaan takaisin kalankasvatustilastoihin. Laitokselta syntyvät jätevedet ja kalaliete ohjataan Stora Enson prosessijätevesien puhdistamolle. Kalalaitoksen vuotuinen kasvatusmäärä on 1 300 000 kg. (Finnforel ympäristölupa Nro 59/2017/1.)

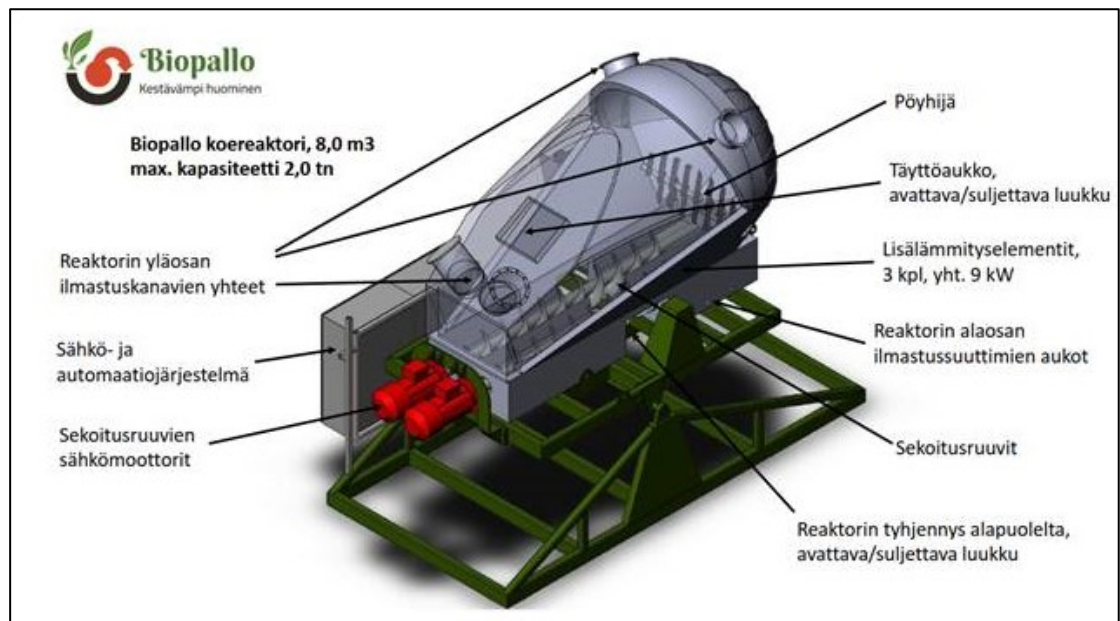
2.2.1 Kalalaitokselta syntyvä kalaliete

Laitoksella on lietteenkäsittelyjärjestelmä, jossa syntyneet lietteet tiivistetään. Lietteenkäsittelyyn ohjataan kasvatustilastien pohjalta syntyvä liete, mekaanisbiologisten suodattimien sekä tuloveden hiikkasuodattimien huuhteluedet. Pyöreät kasvatustilastit toimivat selkeyttimen tavoin ja pohjalle laskeutunut liete erotetaan rumpusuodattimilla. Lietteiden sekaan annostellaan ferrisulfaattia ja polymeeriä, jonka jälkeen ne kuivataan nauhasuodattimilla. Syntyvän lietteen kuiva-aine on noin 10 % ja se johdetaan tällä hetkellä Stora Enson jätevedenpuhdistamolle lietteenkäsittelyyn. (Finnforel ympäristölupa Nro 59/2017/1.)

2.3 Biopallo Systems Oy

Biopallo Systems Oy on Kuopiossa toimiva yritys, jolla on kompostointikoelaitos. Kompostointireaktorissa voidaan käsitellä erilaisia orgaanisia jätevirtoja eri teollisuuden aloilta. Reaktori muuttaa nopeasti ja hygieenisesti orgaaniset materiaalit lannoite- ja maanparannusaineiksi. Yrityksellä on lannoitevalmistelaisissa 539/2006 vaadittu omavalvontajärjestelmä ja laitoshyväksyntä. Yrityksellä on myös ympäristölupa koekompostilaitoksen toiminnalle. (Biopallo Systems Oy ympäristölupa Nro 945/2020.)

Laitteisto koostuu Biopallo-kompostointireaktorista, materiaalin syöttölaitteistosta, mittalaitteista sekä ohjaus- ja säätölaitteista. Jälkikypsytetty kompostituote voidaan myös rakeistaa granulointilaitteistolla. Kuvassa 4 Biopallo koereaktori.



KUVA 4. Biopallo kooreaktori (Saastamoinen 2021)

3 LANNOITEVALMISTEIDEN JA LANNOITEALAN TOIMINTAA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Lannoitevalmisteiden tuotantoa ohjataan EU-tasoisella ja kansallisella lainsäädännöllä. Niiden tarkoituksena on turvata lannoitevalmisteiden ja elintarvikkeiden laatu sekä edistää kierrätysravinteiden käyttöä. Vaatimukset tulee täyttää haettaessa laitoshyväksyntää, ympäristölupaa ja levitettäessä valmistetta käyttökohteeseen. Toimijan velvollisuutena on vastata itse osana omavalvontaa, että lannoitevalmisteiden lainsäädännön vaatimukset täyttyvät. (Luke 2018, 3.)

Tässä kappaleessa on esitetty oleellimmat lait ja asetukset, jotka tähän opinnäytetyöhön liittyvät.

Lannoitevalmistelaki 539/2006 säätelee lannoitevalmisteiden valmistusta, markkinoille saattamista, tuontia ja vientiä. Laki edellyttää muun muassa kaikilta toimijoilta omavalvonnan järjestämistä ja orgaanisia lannoitevalmisteita valmistavilta laitoksilta laitoshyväksyntää. Lain tavoitteena on turvata markkinoille saatettavien lannoitevalmisteiden puhtaus ja turvallisuus. (Ruokavirasto a).

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista 24/2011 säädetään lannoitevalmisteiden tyypeistä, tyyppinimiryhmistä ja tyyppinimiryhmäkohtaisista vaatimuksista sekä lannoitevalmisteiden laatu-, merkintä-, pakkaus-, kuljetus-, varastointi-, käyttö- ja muista vaatimuksista sekä lannoitevalmisteiden raaka-aineista. (Ruokavirasto b).

Orgaanisten maanparannusaineiden tyyppinimiryhmiä on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Orgaanisten maanparannusaineiden tyyppinimiryhmiä (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/2011)

Nro	Tyyppinimiryhmä
3A2	orgaaniset maanparannusaineet
3A5	maanparannusaineena sellaisenaan käytetyt sivutuotteet
5A2	seosmullat

Lannoitevalmisteen tyyppinimen tarkoituksena on kuvata lannoitteen ominaisuuksia, kuten koostumusta, käyttötarkoitusta, valmistusmenetelmää, ravinnepitoisuuksia sekä laatuvaatimuksia. Ainoastaan sellaisia lannoitevalmisteita, joiden tyyppinimi löytyy joko kansallisesta tyyppinimiluettelosta tai EY-asetuksen mukaisesta lannoitetyyppien luettelosta, voi saattaa markkinoille, valmistaa markkinoille saattamista varten tai tuoda maahan (Ruokavirasto d.)

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/2012 säädetään toiminnanharjoittajan ilmoitusvelvollisuudesta, tiedostonpitämisvelvollisuudesta, omavalvontavelvollisuudesta, ennakoilmoitusvelvollisuudesta, laboratoriohyväksynnästä, orgaanisia lannoitevalmisteita tai niiden raaka-aineita valmistavan tai teknisesti käsittelevän laitoksen hyväksynnästä sekä lannoitevalmisteita koskevan valvonnan järjestämisestä. (Ruokavirasto c).

Sivutuoteasetuksessa 1069/2009 vahvistetaan ihmisten ja eläinten terveyttä koskevat säännöt eläimistä saataville sivutuotteille ja niistä johdetuille tuotteille tällaisten tuotteiden ihmisten ja eläinten terveydelle aiheuttamien riskien torjumiseksi ja minimoimiseksi sekä erityisesti elintarvike- ja rehuketjun turvallisuuden suojelemiseksi. (Sivutuoteasetus 1069/2009, 1 luku 1 artikla).

Komission asetuksessa 142/2011 vahvistetaan täytäntöönpanotoimenpiteet sivutuoteasetuksessa (EY) N:o 1069/2009 säädetyille ihmisten ja eläinten terveyttä koskeville terveystäydennyksille, jotka liittyvät eläimistä saataviin sivutuotteisiin ja niistä johdettuihin tuotteisiin (Komission asetus (EU) N:o 142/2011, 1 luku 1 artikla).

Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015 ja maa- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavista sivutuotteista 783/2015 sisältää EU:n sivutuoteasetusten kansalliseen toimeenpanoon liittyvät helpotukset, jotka koskevat sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden käyttöä ja hävitystä. Laissa säädetään myös valvontaviranomaiset ja niiden tehtävät. (Sivutuotelaki 517/2015.)

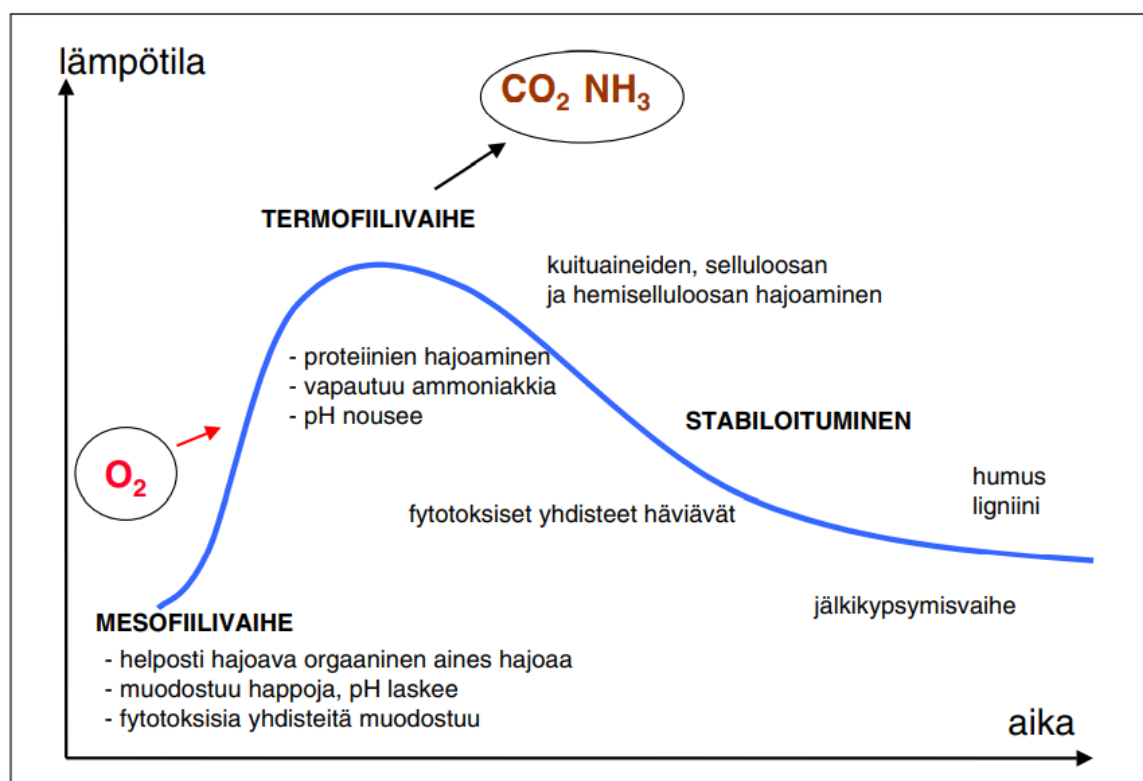
4 KOMPOSTOINTIPROSESSI

4.1 Kompostointiprosessin vaiheet

Kompostointiprosessissa orgaaninen aines hajoaa hapekkaissa ja kosteissa olosuhteissa mikrobien avulla. Mikrobit hyödyntävät orgaanisen aineen ravinnokseen. Prosessin lopputuotteena syntyy humusainetta, hiilidioksidia ja vettä. Mikrobitoiminnan takia kompostointiprosessissa syntyy lämpöä, joka nopeuttaa kemiallisia ja biologisia reaktioita kompostoitavassa massassa. Tästä syystä orgaaninen aines hajoaa nopeammin, kuin luonnonoloissa tapahtuvassa maatumisessa. (Halinen & Tontti 2004, 11.)

Kompostointiprosessin alkamisen viivettä voidaan lyhentää lisäämällä kompostoitavaan massaun ymppeä eli siirrettä, joka sisältää sopivia mikrobeja ja entsyymejä. Ymppe voi olla joko erikseen kasvatettu tai toinen tapa on kierrättää osin tai kokonaan kompostoitunutta massaa siirrosteena. (Halinen & Tontti 2004, 11–12.)

Kompostointiprosessi voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen, jossa jokaisesta eri vaiheesta vastaavat eri mikrobit. Ne voidaan jakaa lämmönsietokyvyn mukaan: psykrofiiliset mikrobit (0–25 °C), mesofiiliset mikrobit (25–45 °C) ja termofiiliset mikrobit (yli 45 °C). (Halinen & Tontti 2004, 13.) Kuvassa 5 on esitetty kompostoinnin eri vaiheet.



KUVA 5. Kompostoinnin eri vaiheet (Itävaara, Vikman, Kapanen, Venelampi & Vuorinen 2006)

Ensimmäisessä mesofiilisessa vaiheissa kompostoinnin alussa mikrobit hajoittavat sokereita, tärkkelystä ja rasvoja, jotka ovat helposti hajoavia orgaanisia aineksia. Kasvava mikrobitoiminta nostaa prosessin lämpötilaa ja orgaanisia happoja alkaa syntymään, jolloin massan pH laskee. (Halinen & Tontti 2004, 13.)

Termofiilisessä vaiheessa mikrobit alkavat hajoittamaan proteiineja, jolloin muodostuu ammoniakkia, mikä taas nostaa massan pH:ta. Termofiilisessä vaiheessa korkean lämpötilan takia patogeeneit myös tuhoutuvat eli kompostista tulee hygienistä. (Halinen & Tontti 2004, 13.)

Stabiloitumisvaiheessa mikrobitoiminta hidastuu ja on vähäistä, kun helposti hajoitettava orgaaninen aines on hajoitettu loppuun. Orgaanisesta aineesta jäljelle on jäänyt ligniiniä, pitkäketjuisia hiilihydraatteja ja kuolleesta mikrobimassasta peräisin olevia proteiineja. Näiden välillä tapahtuvista kemiallisista reaktioista syntyy vähitellen humusaineita. Komposti alkaa jäähtymään ja stabiloitumaan. Lopputuotetta eli kypsää kompostia voidaan hyödyntää lannoitteena, maanparannusaineena tai viherrakentamisessa. (Halinen & Tontti 2004, 13.)

Kompostointiprosessissa orgaaniset aineet voidaan jakaa typpi- ja hiilipitoisiin aineisiin. Jotta saadaan seoksesta hyvää lopputuotetta mikrobit tarvitsevat kummankin ryhmän aineita sopivassa suhteessa. Ihanteellinen hiili-typpisuhde olisi oltava välillä 25-35:1. (Ruokavirasto e.)

4.2 Kompostointiprosessin seurantamenetelmiä

Kompostoinnin tilan yleisin seurantamenetelmä on lämpötilan mittaaminen. Lämpötilan aleneminen kertoo, milloin helposti hajoavat orgaaniset ainekset on kulutettu loppuun. Toisaalta hapen puute ja liian kuiva kompostoitava massa voivat alentaa lämpötilaa, jolloin prosessin tilan seuranta voi vääristyä. (Halinen & Tontti 2004, 21.)

pH luvusta voidaan nähdä kompostointiprosessin edistyminen. Mikrobitoiminnan käynnistyttyä alussa massan pH laskee. Siirryttäessä termofiilivaiheeseen, massan pH nousee. Prosessin loppuvaiheessa kypsän kompostin pH on lähellä neutraalia. (Halinen & Tontti 2004, 21.)

Mikrobitoiminnan kannalta sopiva kosteus on olennainen tekijä. Kompostointiprosessin optimaalinen kosteus on 50-70 %:n välillä. Liiallinen kosteus muuttaa prosessin mätänemiseksi ja aiheuttaa hapenpuutetta. (Tuhkanen 2015, 10.)

5 KOEAJOT JA TULOSTEN TARKASTELU

Koeajojen suunnittelu aloitettiin selvittämällä mitä analyysituloksia oli saatavilla tutkittavista materiaaleista. Koeajojen reseptin suunnittelussa typpi- ja hiilipitoisuudet olivat tärkeimmät ominaisuudet. Tavoitteena lähtötilanteessa oli sellaiset seossuhteet, missä hiili/typpi-suhde olisi välillä 23-30:1. Suhteen laskentaa varten tehtiin laskentataulukko, johon analyysitulokset ja ajoissa käytettyjen massojen määrät syötettiin

Kuitupuristeesta oli saatavilla aikaisempia hyötykäyttöselvityksiä varten teetettyjä analyysituloksia vuoden keräilynäytteestä. Siitä saatiin orgaanisen kokonaishiilen TOC pitoisuus. Typpipitoisuutta varten lähetettiin näyte orgaanisen maanparannusaineen analyysiin. Stora Enson laboratoriossa määritetään päivittäin kuitupuristeesta kuiva-aine ja reseptien laskennoissa käytettiin vuoden 2019 keskiarvoa. Kuitupuristeen analyysitodistukset on liitteessä 1.

Kalalietteestä ei ollut aikaisempia analyysituloksia hiilen ja typen osalta käytettävissä. Näyte oli kuitenkin lähetetty aikaisemmin analysoitavaksi muita hyötykäyttöselvityksiä varten, joten tarkoitus oli odottaa tuloksia ja hyödyntää niitä. Kokonaishiilen tulos viivästyi laboratorion laiterikon vuoksi. Kalalietteestä lähetettiinkin tämän vuoksi uusi näyte toiseen laboratorioon kokonaishiili määritykseen. Tulosten valmistumiset viivästyttivät hieman koeajojen alkamista. Resepteissä on käytetty hiilipitoisuutena näiden kahden näytteen keskiarvoa. Kalalietteestä tehtiin muutamia kuiva-aine määrityksiä pikakuivaimella ja näiden mittausten tulosta käytettiin reseptien laskennoissa. Kalalietteen analyysitodistukset on liitteessä 2.

Perkuujätteestä ei ollut aikaisempia analyysituloksia käytettävissä, joten näytteet lähetettiin analysoitavaksi. Perkuujätteen analyysitodistukset on liitteessä 3.

Resepteissä käytettiin kuitupuristeen ja kalalaitoksen jakeiden lisäksi kurkun lehtiä, hevosen- ja kanan lantaa. Näiden jakeiden typpi- ja hiilipitoisuutena käytettiin Biopallo Systems Oy:n taulukkoa, jonka tulokset olivat saatu kirjallisuudesta. Taulukossa ei ollut nähtävillä tulosten alkuperäistä lähdettä. Tulostaulukko liitteessä 4. Koeajoissa käytettiin myös haketta, jonka hiilipitoisuus oli arvio. Taulukossa 2 on koottuna resepteissä käytetyt analyysitulokset.

TAULUKKO 2. Laskennassa käytetyt typpi- ja hiilipitoisuudet

Näyte	TOC g/kg ka	TOC näytteen pvm	N g/kg ka	N näytteen pvm
Kuitupuriste	393	Tammi-joulukuu keräilynäyte 2019	13	18.9.2020
Kalaliete	360	21.9.2020 ja 20.10.2020	49	21.9.2020
Perkuujäte	770	20.10.2020	11	6.10.2020
Kanan lanta	480	Biopallo Systems Oy:n taulukko	80	Biopallo Systems Oy:n taulukko
Hevosien lanta	570	Biopallo Systems Oy:n taulukko	10	Biopallo Systems Oy:n taulukko
Kurkun lehti	100	Biopallo Systems Oy:n taulukko	10	Biopallo Systems Oy:n taulukko
Hake	200	Biopallo Systems arvioima	3	Biopallo Systems Oy:n taulukko

Koeajoja ajettiin yhteensä viisi, joista ensimmäinen oli juuriajo. Koeajojen numerointi määräytyi Biopallo Systems Oy:n ajonumeroinnin mukaisesti. Ajojen numerot olivat 28-32.

Koeajot suoritettiin Kuopiossa Biopallo Systems Oy:n toimitiloissa Biopallo reaktorilla (kuva 6). Reaktorissa tapahtuu mikrobien avulla aerobinen hajotusprosessi, jolloin orgaaniset materiaalit hajoavat nopeasti maaperää uudistaviksi tuotteiksi. Reaktoriin oli tarkoitus luoda optimaaliset olosuhteet mikrobeille hajotusprosessia varten. Tarkoituksena oli myös saada riittävän korkea lämpötila aikaiseksi lopputuotteen hygienisoitumista varten.

Näytteiden kuljettamisen koeajoihin suoritti Biopallo Systems Oy, joka huolehti myös sivutuoteasetuksessa vaadituista luovutus- ja kuljetusasiakirjoista. Kalanperkuujäte murskattiin sivutuoteasetuksen mukaisesti Biopallo Systemsin murskalla enintään 12 mm palakokoon.

Salassapitosopimuksen mukaisesti tässä ei kuvata tarkemmin reaktorin toimintaperiaatetta eikä koeajojen aikana tehtäviä prosessimuutoksia ja seurantamenetelmiä. Lämpötilan mittauksista on lämpötilakäyrät liitteessä 6 ja ne eivät ole julkisessa raportissa nähtävillä.



KUVA 6. Biopallo reaktori (Kiiskinen 2021)

5.1 Juuriajo

Koeajot aloitettiin juuriajolla, ajo numero 28. Ajo tehtiin 19.-26.10.2020 välisenä aikana. Tarkoituksena oli saada kompostijuuri, jossa syntyy sopiva bakteeriympäristö varsinaisia koeajoja varten. Tavoitteena oli käyttää ajossa kalalaitoksen lietettä ja perkuujätettä siinä suhteessa, miten jakeita syntyy kalalaitoksesta. Inhimillisen erehdyksen takia, suhteet menivät kuitenkin väärinpäin, eli perkuujätettä laitettiin liian paljon. Tavoitearvo 20-25 hiili/typpi-suhteelle ylittyi tästä syystä ja oli siis lähtötilanteessa 41. Biopallo Systemsin aikaisemman kokemuksen perusteella tiedettiin, että näytteiden sekaan on lisättävä myös haketta ilmavuutta antamaan. Kanan lantaa ja kurkun lehtiä lisättiin lisäravinteeksi ja hiilipitoisuuden lisäämiseksi.

Ajossa käytettyjen näytteiden massat sekä typpi- ja hiilimäärät on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Näytemäärät juuriajossa

19.-26.10.2020 juuriajo 28											
Näyte	Näytteen massa todellisessa tilassa kg	Koeajon aikana lisätty näyte kg	Näytteen kokonaismäärä koeajon aikana (Toteutunut resepti) kg	Näytteen kuiva-aine %	Näytteen massa kuivana kg	N kuiva-aineessa g/kg ka	C kuiva-aineessa g/kg ka	N määrä g	C määrä g	N %	C:N suhde
Kalan perkuujäte	220		220	23 %	51	11	770	536	38962		
Kalaliete	36		36	12 %	4	49	360	212	1555		
Kuitupuriste	299	12	311	36 %	112	13	393	1455	44000		
Hake	301	123	424	60 %	254	3	200	763	50880		
Munivien kanojen kakka	22		22	18 %	4	80	480	317	1901		
Kurkun lehti	35		35	20 %	7	10	100	70	700		
Yhteensä	913	135	1048	46 %	421			3354	137998	0,8 %	41,2

Prosessi käynnistyi nopeasti suuresta hiilimäärästä johtuen. Tämä on nähtävillä lämpötilan nousuna (kuva 7) liitteessä 6. Ajon aikana lisättiin reaktoriin bakteereita, jotka Biopallo Systems oli kasvattanut etukäteen. Lisäksi piti lisätä haketta, kuitupuristetta ja vettä sopivan kosteuden ylläpitämiseksi. Termobakteerien lisäys tehtiin, kun reaktorin lämpötila oli noussut 45 °C:een. Reaktori pysäytettiin 24.10., minkä tarkoituksena oli tappaa mesofiliset bakteerit. Tämä näkyy lämpötilan laskuna. Ajo käynnistettiin uudestaan ja termofiliset bakteerit alkoivat kasvamaan. Reaktori pysäytettiin siinä vaiheessa, kun lämpötila oli noussut 70 °C:een. Ajon aikana huomattiin, että kuitupuristeesta ja kalalietteestä tuli liimamainen tiivis seos, jonka takia haketta piti lisätä.

5.2 Koeajo 29

Koeajo numero 29. ajettiin 5.-10.11.2020 välisenä aikana. Reseptiä muutettiin aikaisemmasta juuriajosta ja kalalaitoksen jakeiden suhteet muutettiin vastaamaan todellista suhdetta. Kanan lantaa ei lisätty, koska olettamuksena oli, että edellisessä ajossa syntynyt juuri olisi sopivaa. Ajossa käyttäneiden näytteiden massat sekä typpi- ja hiilimäärät on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Näytemäärät koeajossa 29

5.-10.11.2020 koeajo 29											
Näyte	Näytteen massa todellisessa tilassa kg	Koeajon aikana lisätty näyte kg	Näytteen kokonaismäärä koeajon aikana (Toteutunut resepti) kg	Näytteen kuiva-aine %	Näytteen massa kuivana kg	N kuiva-aineessa g/kg ka	C kuiva-aineessa g/kg ka	N määrä g	C määrä g	N %	C:N suhde
Kalan perkuujäte	53		53	23 %	12	11	770	129	9386		
Kalaliete	214	58	272	12 %	33	49	360	1599	11750		
Kuitupuriste	272		272	36 %	98	13	393	1273	38483		
Hake	303	180	483	60 %	290	3	200	869	57960		
Kurkun lehti	31		31	20 %	6	10	100	62	620		
Juuri	55		55	36 %	20	15	400	297	7920		
Yhteensä	928	238	1166	47 %	433			4230	126119	1,0 %	29,8

Ajossa lähdettiin tavoittelemaan oikeanlaista reseptiä. Juuriajosta lisättiin näytettä ympiksi. Juuriajossa kalalietteen ja perkuujätteen väärin suhteiden takia, juurinäyte ei ollut ihan toivotunlaista ja juuriajo olisi pitänytkin toisaalta ajaa uudestaan. Prosessi käynnistyi kuitenkin hyvin, mikä näkyy lämpötilan nousuna heti alussa (kuva 8) liitteessä 6. Melko pian kuitenkin huomattiin, että ravinteet loppuivat näytteestä, eikä lämpötila noussut toivotulla tavalla. Todennäköiseksi syyksi arveltiin kalalietteen liian alhainen kuiva-aine. Kalalietteen mukana reaktoriin tuli liikaa vettä ja liian vähän ravinteita. Kuitupuriste ja kalaliete muodostivat myös tiiviin seoksen, jolloin hapen pääsy estyi massaan. Ajon aikana piti lisätä tästä syystä haketta, jonka bakteerit kuitenkin hajottivat nopeasti.

5.3 Koeajo 30

Koeajo numero 30. ajettiin 17.-23.11.2020 välisenä aikana. Koeajoon lisättiin kanan lantaa energiaksi ja rikkaamman bakteeriympin saamiseksi. Kuitupuristeen määrää pienennettiin, ettei massasta tulisi liian tiivistä. Ajossa käyttettyjen näytteiden massat sekä typpi- ja hiilimäärät on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Näytemäärät koeajossa 30

17.-23.11.2020 koeajo 30											
Näyte	Näytteen massa todellisessa tilassa	Koeajon aikana lisätty näyte	Näytteen kokonaismäärä koeajon aikana (Toteutunut resepti)	Näytteen kuiva-aine	Näytteen massa kuivana	N kuiva-aineessa	C kuiva-aineessa	N määrä	C määrä	N %	C:N suhde
	kg	kg	kg	%	kg	g/kg ka	g/kg ka	g	g		
Kalan perkuujäte	23		23	23 %	5	11	770	56	4073		
Kalaliete	193		193	12 %	23	49	360	1135	8338		
Kuitupuriste	150		150	36 %	54	13	393	702	21222		
Hake	305	117	422	60 %	253	3	200	760	50640		
Munivien kanojen kakka	87	46	133	18 %	24	80	480	1915	11491		
Kurkun lehti	28		28	20 %	6	10	100	56	560		
Juuri	67		67	36 %	24	15	400	361,8	9648		
Yhteensä	853	163	1016	39 %	336			4986	105972	1,5 %	21,3

Ajo käynnistyi hyvin mutta jouduttiin toteamaan sama, kuin edellisessä ajossa, eli ravinteet eivät riittäneet. Ajon aikana lisätyeksi syötettiin vielä ureaa mutta sekään ei auttanut prosessin etenemistä. Haketta jouduttiin lisäämään vuorokausi ajon alkamisesta, koska happi meinasi loppua reaktorista. Massasta tuli edelleen liian tiivistä, eikä kuitupuristeen osuuden pienentämisellä saavutettu toivotunlaista hyötyä. Tässäkin ajossa todettiin kalalietteen olevan liian märkää. Reaktorin lämpötiläkäyrä (kuva 9) liitteessä 6.

5.4 Koeajo 31

Koeajo numero 31. ajettiin 15.-18.12.2020 välisenä aikana. Koeajoon laitettiin paljon kalanperkuujätettä, jolloin ravinteita saatiin lisää. Kalalietteen määrää vähennettiin tarkoituksella, ettei massasta tulisi liian tiivistä. Ajossa käytyjen näytteiden massat sekä typpi- ja hiilimäärät on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Näytemäärät koeajossa 31

15.-18.12.2020 koeajo 31											
Näyte	Näytteen massa todellisessa tilassa kg	Koeajon aikana lisätty näyte kg	Näytteen kokonaismäärä koeajon aikana (Toteutunut resepti) kg	Näytteen kuiva-aine %	Näytteen massa kuivana kg	N kuiva-aineessa g/kg ka	C kuiva-aineessa g/kg ka	N määrä g	C määrä g	N %	C:N suhde
Kalan perkuujäte	117		117	23 %	27	11	770	285	20721		
Kalaliete	54		54	12 %	6	49	360	318	2333		
Kuitupuriste	128		128	36 %	46	13	393	599	18109		
Hake	200	70	270	60 %	162	3	200	486	32400		
Kurkun lehti	30		30	20 %	6	10	100	60	600		
Juuri	51		51	36 %	18	15	400	275,4	7344		
Yhteensä	580	70	650	42 %	241			2023	81507	0,8 %	40,3

Massa muuttui kuitenkin heti alussa liimamaiseksi, johtuen kuitupuristeen ja perkuujätteen määrästä. Haketta olisi pitänyt olla enemmän ilmavuutta antamaan. Ajo lopetettiin, koska prosessi ei edennyt toivotulla tavalla. Reaktorin lämpötilakäyrä (kuva 10) liitteessä 6.

5.5 Koeajo 32

Koeajo numero 32. ajettiin 21.-23.12.2020 välisenä aikana. Edellisten ajojen perusteella, oletettiin, että bakteerikanta ei ole vielä kunnossa. Ajoon lisättiin tarkoituksella hevosen ja kanan lantaa. Kalalietettä lisättiin vain vähän, koska sen kuiva-ainetta ei saatu vielä nostettua tähän ajoon Ajossa käytettyjen näytteiden massat sekä typpi- ja hiilimäärät on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Näytemäärät koeajossa 32

21.-23.12.2020 koeajo 32											
Näyte	Näytteen massa todellisessa tilassa	Koeajon aikana lisätty näyte	Näytteen kokonaismäärä koeajon aikana (Toteutunut resepti)	Näytteen kuiva-aine	Näytteen massa kuivana	N kuiva-aineessa	C kuiva-aineessa	N määrä	C määrä	N %	C:N suhde
	kg	kg	kg	%	kg	g/kg ka	g/kg ka	g	g		
Kalan perkuujäte	126		126	23 %	29	11	770	307	22315		
Kalaliete	20		20	12 %	2	49	360	118	864		
Kuitupuriste	24	27	51	36 %	18	13	393	239	7215		
Hake	256	22	278	60 %	167	3	200	500	33360		
Munivien kanojen kakka	18		18	18 %	3	80	480	259	1555		
Hevosen lanta	162	62	224	35 %	78	10	570	784	44688		
Kurkun lehti	20		20	20 %	4	10	100	40	400		
Juuri	78		78	36 %	28	15	400	421,2	11232		
Yhteensä	704	111	815	31 %	217			2668	121629	1,2 %	45,6

Tästäkin ajosta todettiin, että massasta tuli tiivis ja mikrobin tarvitsema hapen saanti tyrehtyi. Reaktorin lämpötilakäyrä (kuva 11) liitteessä 6.

Koeajon loppukompostista lähetettiin näyte mikrobiologisiin ja orgaaniseen maanparannusaineen analyyseihin. Tuloksista voi nähdä, että komposti alittaa Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 24/11 säädetyt enimmäispitoisuudet lannoitevalmisteille. Sivutuoteasetuksen mukaisessa laitoksessa on oltava myös hygienisoiva käsittely eli prosessissa tulisi saavuttaa vähintään 70 asteen lämpötila tunnin ajan. Komposti oli kuitenkin hygienisoitunut jo 57°C lämpötilassa. Tuloksia on verrattu sallittuihin enimmäispitoisuuksiin taulukossa 8. Alkuperäiset tulokset liitteessä 5.

TAULUKKO 8. Koeajon 32 loppukompostin analyysitulokset

	Maa- ja metsätalousministeriön asetus 24/11 Sallitut enimmäispitoisuudet lannoitevalmisteille mg/kg ka	Koeajo 32 näyte
Arseeni (As)	25	<5,1
Elohopea (Hg)	1,0	<0,07
Kadmium (Cd)	1,5	0,16
Kromi (Cr)	300	39
Kupari (Cu)	600	14
Lyijy (Pb)	100	3,0
Nikkeli (Ni)	100	22
Sinkki (Zn)	1500	77
Salmonella	Ei todettavissa	Ei todettu
Escheria coli	1000 pmy/g	<10

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa oli tavoitteena selvittää Stora Enson Varkauden tehtaan jätevesipuhdistamolla syntyvän kuitupuristeen sekä tehdasalueella sijaitsevan Finnforell kalankasvattamon lietteen ja perkuujätteen hyötykäyttömahdollisuutta maanparannus- ja lannoitekäyttöön. Työ toteutettiin yhdessä Biopallo Systems Oy:n kanssa, jolla on patentoitu Biopallo kompostointireaktori. Tavoitteena oli optimoida koeajossa käytettävien materiaalien seossuhteet, jolloin saataisiin halutut ravintoesuhteet lopputuotteeseen.

Ennen koeajojen alkamista tehtiin laskentataulukko, johon syötettiin koeajossa käytettävien näytteiden massat, typpi- ja hiilipitoisuudet. Tavoitteena lähtötilanteessa oli sellaiset seossuhteet missä typpi/hiili-suhde olisi välillä 25-30. Kaikista tutkittavista näytteistä ei ollut tarkkoja analyysituloksia saatavilla, eikä näytteistä määritetty kuiva-aineita jokaiseen ajoon erikseen, joten se toi epävarmuutta suhteen laskentaan.

Koeajot aloitettiin juuriajolla, josta saatiin ympäriä koeajoihin. Juuriajossa kalalietteen ja perkuujätteen seossuhteet menivät väärinpäin inhimillisen erehdyksen takia, joten juuri ei ollut ihan toivotunlaista koeajoihin. Varsinaisia koeajoja ajettiin neljä erilaisilla resepteillä. Edellisistä koeajoista saatujen havaintojen perusteella reseptiä muutettiin aina seuraavaan koeajoon.

Kompostoituminen tapahtui parhaiten ajossa 32 ja valmiista kompostista tehtiin mikrobiologiset ja orgaanisen maanparannusaineen analyysit. Tulokset alittivat Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 24/11 säädetyt enimmäispitoisuudet lannoitevalmisteille. Sivutuoteasetuksen mukaisessa laitoksessa on oltava myös hygienisoiva käsittely eli prosessissa tulisi saavuttaa vähintään 70 asteen lämpötila tunnin ajan. Tuloksista kuitenkin huomattiin, että komposti oli hygienisoitunut jo 57 °C lämpötilassa. Lopputuotteen hygienisoinnissa voidaankin vaihtoehtoisesti käyttää validoitua hygienisoivaa käsittelyä. Validoinnissa toimivuus osoitetaan todennetusti, että laitoksen prosessilla päästään samaan hygieniatasoon lopputuotteessa.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että kuitupuriste, kalaliete ja perkuujäte eivät yksistään sovellu kompostointireaktoriin. Kalalietteen kuiva-aine on liian alhainen ja seoksesta muodostuu liian tiivis massa, jolloin happea ei ole riittävästi kompostointireaktioon. Koeajojen aikana jouduttiin lisäämään haketta ilmavuutta tuomaan. Hakelisyksen jälkeen prosessi palasi lähtöruutuun, koska bakteerit alkoivat syömään lisättyä haketta. Seoksessa ei myöskään ole riittävästi ravinteita halutulle bakteeritoiminnalle. Kanan ja hevosen lantaa lisättiin energian ja rikkaamman bakteeriympin saamiseksi. Kurkun lehtiä lisättiin hiilimäärän kasvattamiseksi.

Koeajojen perusteella heräsi epäily, että ongelma ei olekaan ravinteissa, vaan bakteriologiassa. Yhtenä epäilynä oli perkuujätteen aiheuttaman liimamaisen seoksen syntyminen ja sen sisältämä kollageeni. Kollageeni tekee massasta ilmatiiviin, jolloin mikrobit eivät pysty toimimaan halutulla tavalla.

Tämän opinnäytetyön aikana toivotunlaista reseptiä ei vielä saavutettu. Koeajoja tullaan kuitenkin jatkamaan ja suunnitelmassa on kokeilla hakkeen sijasta luumurskaa, mistä saadaan myös tarvittavia ravinteita prosessiin ja kuitupuristeen osuutta voidaan kasvattaa hiilen lähteenä. Kalalietteen kuiva-

ainepitoisuutta nostetaan, jolloin senkin osuutta reseptissä voidaan kasvattaa. Kollageeniepäilyn takia lisätutkimukset käynnistettiin Itä-Suomen yliopistolla. Tavoitteena on testata liimamaisen massan hajottamista entsyymeillä ja löytää oikeanlainen bakteerikanta, joka tuottaisi itse toivotunlaisia entsyymejä.

LÄHTEET

- Biopallo Systems Oy ympäristölupa. Kuopion kaupunki. Asianro 945/2020. Verkkojulkaisu. <http://publish.kuopio.fi/kokous/2020654218-6.PDF>. Viitattu 18.11.2020.
- EU:n lannoitevalmisteasetus 2019/1009. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj>. Viitattu 30.10.2020.
- Finnforel ympäristölupa. Aluehallintovirasto. Päätös Nro 59/2017/1, Dnro ISAVI/1256/2017. Verkkojulkaisu. <https://ylupa.avi.fi/fi-FI/asia/1386729>. Viitattu 17.11.2020.
- Halinen, Arja & Tontti, Tiina 2004. Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT:n selvityksiä 70. <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts70.pdf>. Viitattu 20.12.2020.
- Itävaara, Merja & Vikman, Minna & Kapanen, Anu & Venelampi, Olli & Vuorinen, Arja 2006. Kompostin kypsyystestit. VTT tiedotteita 2351. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf>. Viitattu 20.12.2020.
- Kiiskinen, Susanna 2021. Biopallo reaktori. Valokuva. Kuopio: Susanna Kiiskisen kokoelmat.
- Komission asetus 142/2011. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:02011R0142-20191214>. Viitattu 30.10.2020.
- Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150517>. Viitattu 30.10.2020.
- Lannoitevalmistelaki 2006/539. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060539>. Viitattu 30.10.2020.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/2011. <https://mmm.fi/elaimetkasvit/lannoitevalmisteet>. Viitattu 30.10.2020.
- Ruokavirasto a. Lannoitevalmistelaki. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/>. Viitattu 1.11.2020.
- Ruokavirasto b. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/>. Viitattu 1.11.2020.
- Ruokavirasto c. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteita koskevan toiminnan harjoittamisesta ja sen valvonnasta 11/12. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/>. Viitattu 1.11.2020.
- Ruokavirasto d. Tyyppinimi. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/lannoitelan-toiminta/lainsaadanto/tyyppinimi/>. Viitattu 30.10.2020.
- Ruokavirasto e. Verkkojulkaisu. Lannoiteopas-3 Ravinteita kierrättävä lannoittaminen. <https://ruokavirasto.mobiezone.fi/zine/273/article-21043>. Viitattu 4.3.2021.
- Saastamoinen, Kaija 2021. Biopalloreaktorin toimintaperiaatekuva. Yksityinen sähköpostiviesti 3.3.2021. Viestin saaja: Susanna Kiiskinen.
- Sivutuoteasetus 1069/2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A02009R1069-20191214>. Viitattu 30.10.2020.
- Stora Enso Varkauden tehdas ympäristölupa. Aluehallintovirasto. Päätös Nro 3/2015/1, Dnro ISAVI/4379/2014. Verkkojulkaisu. <https://ylupa.avi.fi/fi-FI/asia/934898>. Viitattu 2.11.2020.

Stora Enso Weshare Varkaus Mill. https://storaenso.sharepoint.com/sites/Weshare-varkaus-mill/SitePages/ymp%C3%A4rist%C3%B6_StartPage.aspx. Viitattu 17.11.2020.

Thil, Jari 2019. Stora Enso Varkauden tehtaan jätevedenpuhdistamo. Valokuva. Varkaus: Jari Thilin kokoelmat.

Valtioneuvosto. Hallitusohjelman toteutus. <https://valtioneuvosto.fi/hallitusohjelman-toteutus>. Viitattu 1.11.2020.

LIITE 1: KUITUPURISTEEN ANALYYSITULOKSET



Eurofins Ahma Oy,
Nuottasaarentie 17,
90400 Oulu

Testausseleoste

1 (1)
Raportinnumero: 123551
28.1.2020

Näytetunnus: O-19-02863-001	Kuvaus: Kuitupuriste, tammi-joulukuu				
Näyte otettu:	Vastaanottopvm: 16.12.2019			Tutkimus aloitettu: 30.12.2019 0:00:00	
Näytetyyppi: Kiinteä näyte	Näytteenottaja: Asiakas				
Analyytit	Yksikkö	Tulos	U	LOQ	Menetelmä / Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset					
Orgaaninen kokonaishäili, TOC	% ka	39,3		0,3	SFS-EN 13137 / OUL
L/S10, 1-vaih. ravistelutesti SFS-EN 12457-2					
Sähköjohtavuus L/S10	mS/m	280 ± 20%		1	SFS-EN 27888:1994 / OUL
pH L/S10		6,6	0,3		ISO 10523:08 / OUL
Arseeni, As L/S 10	mg/kg ka	0,025 ± 20%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Barium, Ba L/S 10	mg/kg ka	1,1 ± 25%		0,05	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Kadmium, Cd L/S 10	mg/kg ka	<0,005 ± 20%		0,005	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Kromi, Cr L/S 10	mg/kg ka	0,021 ± 15%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Kupari, Cu L/S 10	mg/kg ka	0,11 ± 20%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Elohopea, Hg L/S 10	mg/kg ka	<0,004 ± 21%		0,004	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Molybdeeni, Mo L/S 10	mg/kg ka	0,046 ± 20%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Nikkeli, Ni L/S 10	mg/kg ka	0,39 ± 15%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Lyijy, Pb L/S 10	mg/kg ka	0,011 ± 20%		0,005	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Antimoni, Sb L/S 10	mg/kg ka	0,012 ± 20%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Seleen, Se L/S 10	mg/kg ka	<0,04 ± 30%		0,04	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Vanadiini, V L/S 10	mg/kg ka	0,019 ± 20%		0,01	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Sinkki, Zn L/S 10	mg/kg ka	0,41 ± 25%		0,05	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN ISO 17294-2:16/OUL
Fluoridi L/S 10	mg/kg ka	<5 ± 20%		5	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN 10304-1:09 / OUL
Kloridi L/S 10	mg/kg ka	82 ± 15%		50	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN 10304-1:09 / OUL
Sulfaatti L/S 10	mg/kg ka	7840 ± 10%		50	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN 10304-1:09 / OUL
DOC L/S 10	mg/kg ka	9570 ± 15%		50	SFS-EN 12457-2:02,SFS-EN 1484:1997 / OUL

U = Laajennettu mittausepävarmuus (k=2)
LOQ = Määritysraja

Kommentti O-19-02863-001: Näytteen vaikean suodattavuuden takia ravistelutesti ei onnistu teknisesti kaksivaiheisena. Ravistelutesti on tehty yksivaiheisena SFS-EN 12457-2 mukaisesti, L/S10.

28.1.2020

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Menetelmäviittausten lopussa olevien laboratoriotunnusten selitteet:
OUL = Eurofins Ahma Oy, Nuottasaarentie 17, 90400 Oulu, p. 044 588 5260



Tutkimustodistus AR-20-FV-014492-01
 Näyttenumero 504-2020-00086183
 Tutkimusno EUFIMI-00061082
 Asiakasno FV0004078

Tutkimuksen yhteyshenkilö :	
Tutkimusno	504-2020-00086183/ AR-20-FV-014492-01
Näytteen tiedot:	Kuitupuriste 18.9.2020
Saapumispvm :	22.9.2020 00:00:00
Pydydyt analyysit :	PFVT2: Raskasmetallit maasta PFVT4: Orgaaninen maanparannusaineanalyysi
Saapunut	22.9.2020
Tutkimus alkoi : 23.9.2020	
Maanparannusaineet	Tulos (MU)
FVT16 FV Kokonaistyyppi Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); EN 13342	
(a) Typpi (N), kokonaispitoisuus	13 (± 2.5) g/kg ka
(a) Typpi (N)	5,1 (± 1.0) kg/tonni
(a) Typpi (N)	2,1 (± 0.41) kg/m ²
FVT32 FV Vesiliukoinen typpi (N) Menetelmä : EN 13652	
Tyyppi (N), vesiliukoinen	0,63 g/kg ka
Tyyppi (N)	0,258 kg/tonni
Tyyppi (N)	0,10 kg/m ²
FVT33 FV Fosfori (P), vesiliukoinen Menetelmä : EN 13652	
Fosfori (P), vesiliukoinen	37 mg/kg ka
Fosfori (P)	15 g/tonni
Fosfori (P)	6,1 g/m ²
FVT57 FV Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Fosfori (P), kokonaispitoisuus	1,8 (± 0.45) g/kg ka
(a) Fosfori (P)	0,73 (± 0.18) kg/tonni
(a) Fosfori (P)	0,29 (± 0.07) kg/m ²
FVT51 FV Kalium (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Kalium (K), kokonaispitoisuus	<1,1 g/kg ka
(a) Kalium (K)	<0,45 kg/tonni
(a) Kalium (K)	<0,18 kg/m ²
FVT41 FV Arseeni (As), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Arseeni (As), kokonaispitoisuus	<5,3 mg/kg ka
(a) Arseeni (As)	<2,2 g/tonni
(a) Arseeni (As)	<0,9 g/m ²
FVT45 FV Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus	0,52 (± 0.18) mg/kg ka
(a) Kadmium (Cd)	0,21 (± 0.074) g/tonni
(a) Kadmium (Cd)	0,085 (± 0.030) g/m ²
FVT47 FV Kromi (Cr), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Kromi (Cr), kokonaispitoisuus	13 (± 2.5) mg/kg ka
(a) Kromi (Cr)	5,3 (± 1.1) g/tonni
(a) Kromi (Cr)	2,1 (± 0.42) g/m ²
FVT48 FV Kupari (Cu), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a) Kupari (Cu), kokonaispitoisuus	41 (± 8.2) mg/kg ka
(a) Kupari (Cu)	17 (± 3.4) g/tonni
(a) Kupari (Cu)	6,7 (± 1.3) g/m ²
FVT50 FV Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

FI-50101 Mikkeli
FINLAND

puhelin +358 15 320 400
 Fax +358 15 225 205
 samplelogin@eurofins.com
 www.eurofins.fi

Maanparannusaineet		Tulos (MU)
FVT50	FV Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus	0,09 (± 0.03) mg/kg ka
(a)	Elohopea (Hg)	0,04 (± 0.02) g/tonni
(a)	Elohopea (Hg)	0,01 (± 0.00) g/m ²
FVT56	FV Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus	12 (± 3.5) mg/kg ka
(a)	Nikkeli (Ni)	4,7 (± 1.4) g/tonni
(a)	Nikkeli (Ni)	1,9 (± 0.57) g/m ²
FVT58	FV Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus	9,2 (± 2.8) mg/kg ka
(a)	Lyijy (Pb)	3,7 (± 1.1) g/tonni
(a)	Lyijy (Pb)	1,5 (± 0.45) g/m ²
FVT62	FV Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus Menetelmä : EN 13650	
(a)	Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus	130 (± 25) mg/kg ka
(a)	Sinkki (Zn)	52 (± 10) g/tonni
(a)	Sinkki (Zn)	21 (± 4.2) g/m ²
FVT19	FV CENpH Menetelmä : SFS-EN 13037	
(a)	pH, happamuus (1:5)	5,9
FVT20	FV Johtokyky Menetelmä : SFS-EN 13038: 2011	
(a)	Johtokyky (1:5)	49,1 mS/m
FVT13	FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : EN 13040: 2008-01	
	Kuiva-aine	40,7 %
	Kosteus	59,3 %
FVM36	FV Hehkutushäviö Menetelmä : EN 13039	
	Tuhka	15,4 % ka
	Hehkutushäviö	84,6 % ka
FVT14	FV Tilavuuspaino	
	Tilavuuspaino	400 kg/m ³

ALLEKIRJOITUS:

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Huomautukset

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoitujen menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettäessä, eikä mittausepävarmuuksia huomioida raja-arvotarkasteluissa.

= Tulos poikkeaa raja-arvosta.

[] = Mahdolliset raja-arvot ovat tuloksen perässä hakasuluissa.

FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).

(a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

FI-50101 Mikkeli
FINLANDpuhelin +358 15 320 400
Fax +358 15 225 205
samplelogin@EUFIMI@eurofins.com
www.eurofins.fi

FINAS
Finnish Accreditation Service
T096 (EN ISO/IEC 17025)

LIITE 2: KALALIETTEEN ANALYYSITODISTUKSET



Scientific Finland

Näyttenumero	493-2020-00067808	Päivämäärä	29.10.2020	Sivu 1 / 1
Tutkimustodistus	AR-20-FL-033999-01			

Näytteen tiedot:	Liete		
Saapumispvm :	21.10.2020	Tutkimus alkoi :	21.10.2020
Näyte-erän kommentti:	20.10.2020		

Tulos (MU)

YBB32	YB	Orgaaninen hiili, vedetön TOC	Menetelmä : SFS-EN 13137:2001	Palaminen
(a)		Orgaaninen kokonaihiili (TOC)		32 (± 6,4) % ka

ALLEKIRJOITUS

Huomautukset

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Laboratorio ei ole vastuussa asiakkaalta saatujen tietojen oikeellisuudesta. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoitua menetelmää on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettyä. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty.

(a) = Akkreditoitu menetelmä

(MU) = Laajennettu mittausepävarmuus (k=2)

YB - Eurofins Ahma - Oulu, FINLAND - SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Tilausno 270729 (5255/Ylim), saapunut 21.9.2020, näytteet otettu 21.9.2020

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
24627	Lietenäyte

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittys	Yksikkö	24627
pH (liete, sedimentti, maa)		5,5
Tiavuuspaino	kg/m ³	P
Mangaani (liete, sedim, maa), ICP-OES	g/kg ka	0,63
Kalsium (liete, sedim, maa), ICP-OES	g/kg ka	53
*Fosfori (liete, sedim, maa), ICP-OES	g/kg ka	27
*Bohopea (liete)	mg/kg ka	0,0467
Boori (liete, sedimentti, maa), KV/VY	mg/kg ka	<40
TOC org. hiilen kok.määrä liet.sed.maa	g/kg ka.	400
*Salmonella, uloste	/25g	Ei todettu
*E coli, liete	pnm/g	<10
Kuiva-aine *	g/kg	120
Hehkutusjäännös *	g/kg	28
Hehkutushäviö (org. aines)	g/kg	88
Kokonaistyyppi*	g/kg ka	49
Kosteus% (laskennallinen)	%	88
Hilidioksidintuotto (A), EF V/ij.palv.	mg/g/vrk	13,9
Magnesium (liete, sedim, maa), ICP-OES	g/kg ka	2,7
Arseeni	mg/kg ka	1,29
Kadmium	mg/kg ka	0,65
Kromi	mg/kg ka	6,51
Kupari	mg/kg ka	23,8
Lyijy	mg/kg ka	0,735
Nikkeli	mg/kg ka	23,4
Rikki	g/kg/ka	6,6

Merkintöjen selityksiä: P = määrittys kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

Menetelmätiedot viimeisellä sivulla, * = akkreditoitu menetelmä, (A) = alihankintamäärittys

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Selosteen saa kopioida vain kokonaan. Kvant. mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydyttäessä. Mittausepävarmuutta ei huomioida valintasäännöissä.

Katuosoite	Postiosoite	Puhelin	Sähköposti	Y-tunnus
				188 9466-1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittys	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
pH (liete, sedimentti, maa) Tiavuuspaino	SFS-EN 12176:1998 (TL30) (TL30)
Mangaani (liete, sedim, maa), ICP-OES	ICP-OES, SFS-EN 16170 (2016), SFS-EN 16173 (2012), mikr (TL30)
Kalsium (liete, sedim, maa), ICP-OES	ICP-OES, SFS-EN 16170 (2016), SFS-EN 16173 (2012), mikr (TL30)
*Fosfori (liete, sedim, maa), ICP-OES	ICP-OES, SFS-EN 16170 (2016), SFS-EN 16173 (2012), mikr (TL30)
*Bohopea (liete)	Sis.men.LA.76,perustuu SFS-EN ISO 16173:2012,17852:2008,modif (TL30)
Boori (liete, sedimentti, maa), KVVY	Katso lite (TL25)
TOC org. hiilen kok.määrä liet.sed.maa	Katso lite (TL25)
*Salmonella, uloste	ISO 6579:2017 (TL77)
*E coli, liete	ISO 16649-2:2001 mod (TL77)
Kuiva-aine *	SFS 3008:1990 (TL30)
Hehkutusjäännös *	SFS 3008:1990 (TL30)
Hehkutushäviö (org. aines)	SFS 3008:1990 (TL30)
Kokonaistyyppi*	Sisäinen menetelmä LA26, Kjeldahl muunneltu, SFS 5505:1988 (TL30)
Kosteus% (laskennallinen)	SFS 3008: 1990 (TL30)
Hilidioksidintuotto (A), EF Vij.palv.	Katso lite (TL200)
Magnesium (liete, sedim, maa), ICP-OES	ICP-OES, SFS-EN 16170 (2016), SFS-EN 16173 (2012), mikr (TL30)
Arseni	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Kadmium	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Kromi	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Kupari	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Lyijy	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Nikkeli	ICP-MS,SFS-EN ISO 17294-1 (2006),-2 (2016), 16173 (2012),mikr (TL30)
Rikki	ICP-OES, SFS-EN 16170 (2016), SFS-EN 16173 (2012), mikr (TL30)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL200	Vijavuuspalvelu Oy
TL25	KVVY Tutkimus Oy
TL30	SKYT Oy, Kuopion laboratorio
TL77	SKYT Oy, Joensuun laboratorio

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittys	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittyspvm.
pH (liete, sedimentti, maa)	2020/24627	±0,2 yks.	30.9.2020
Mangaani (liete, sedim, maa), ICP-OES	2020/24627	±15%	6.10.2020
Kalsium (liete, sedim, maa), ICP-OES	2020/24627	±15%	6.10.2020
*Fosfori (liete, sedim, maa), ICP-OES	2020/24627	±15%	6.10.2020
*Bohopea (liete)	2020/24627	±0,025 mg/kg ka	6.10.2020
*Salmonella, uloste	2020/24627		22.9.2020
*E coli, liete	2020/24627	Määrittysrajan alitus	23.9.2020
Kuiva-aine *	2020/24627	±10%	22.9.2020
Hehkutusjäännös *	2020/24627	±15%	22.9.2020
Hehkutushäviö (org. aines)	2020/24627		22.9.2020

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Selosteen saa kopioida vain kokonaan. Kvant. mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyinä. Mittausepävarmuutta ei huomioida valintasäännöissä.

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT (jatkoa edelliseltä sivulta)

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämisajankohta
Kokonaistyyppi ¹	2020/24627	±15%	2.10.2020
Kosteus% (laskennallinen)	2020/24627		22.9.2020
Magnesium (liete, sedim., maa), ICP-OES	2020/24627	±15%	6.10.2020
Arseeni	2020/24627	±20%	25.9.2020
Kadmium	2020/24627	±20%	25.9.2020
Kromi	2020/24627	±20%	25.9.2020
Kupari	2020/24627	±15%	25.9.2020
Lyijy	2020/24627	±20%	25.9.2020
Nikkeli	2020/24627	±15%	25.9.2020
Rikki	2020/24627	±15%	6.10.2020

LIITE 3: PERKUUJÄTTEEN ANALYYSITODISTUKSET



Näyttenumero	493-2020-00067809	Päivämäärä	11.11.2020	Sivu 1 / 1
Tutkimustodistus	AR-20-FL-035800-01			

Näytteen tiedot:	Suolinäyte	Tutkimus alkoi :	21.10.2020
Saapumispvm :	21.10.2020		
Näyte-erän kommentti:	20.10.2020		

Tulos (MU)			
YBB32	YB	Orgaaninen hiili, vedetön TOC	Menetelmä : SFS-EN 13137:2001 Palaminen
(a)		Orgaaninen kokonaishili (TOC)	77 (± 15) % ka

ALLEKIRJOITUS

Huomautukset
Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Laboratorio ei ole vastuussa asiakkaalta saatujen tietojen oikeellisuudesta. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoitua menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettyä. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty.
(a) = Akkreditoitu menetelmä
(MU) = Laajennettu mittausepävarmuus (k=2)
YB - Eurofins Ahma - Oulu, FINLAND - SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131

Näyttenumero	493-2020-00065070	Päivämäärä	20.10.2020	Sivu 1 / 1
Tutkimustodistus	AR-20-FL-032869-01			

Näytteen tiedot:	Suolinäyte 5.10. otettu	Tutkimus alkoi :	07.10.2020
Saapumispvm :	07.10.2020		
Näyte-erän kommentti:	08.10.2020,		

Ravintoaineet		Tulos	
LP06U	LW	Kosteus elintarvikkeissa	Menetelmä : NMKL 23 Gravimetrisen
(a)	Kosteus		22.8 g/100 g

		Tulos	
SL03A	SL	Fosfori (P), elintarvikkeet	Menetelmä : EN ISO 17294-2:2016 / EN 13805:2014 ICP-MS
		Fosfori (P)	800 mg/kg
SL03B	SL	Kalium (K) elintarvikkeissa	Menetelmä : EN ISO 17294-2:2016 / EN 13805:2014 ICP-MS
		Kalium (K)	960 mg/kg
LP08F	LW	Typpi, Kjeldahl	Menetelmä : NMKL 6 Kjeldahl (titraus)
(a)	Kokonaistyyppi		0.82 g/100 g

ALLEKIRJOITUS**Huomautukset**

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Laboratorio ei ole vastuussa asiakkaalta saatujen tietojen oikeellisuudesta. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoituidut menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettäessä. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty.

(a) = Akkreditoitu menetelmä

(MU) = Laajennettu mittausepävarmuus (k=2)

LW - Eurofins Food & Feed Testing Sweden (Lidköping), SWEDEN - ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1977

SL - Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), SWEDEN -

LIITE 4: MUUT ANALYYSITULOKSET

Biopallo Systems Oy:n taulukko

Lajike	C (g/kg)	N (g/kg)
Hevosen lanta	570	10
munivien kanojen kakka	480	80
Vihannesjäte, vihreät	100	10

LIITE 5: LOPPUKOMPOSTIN ANALYYSITODISTUS



Päivämäärä 14/01/2021 Sivü 1/2



Tutkimustodistus AR-21-FV-000436-01
 Näytenumero 504-2021-00000467
 Tutkimusno EUFIMI-00069086
 Asiakasno FV0021198

Tutkimuksen yhteyshenkilö :			
Tutkimusno	504-2021-00000467/ AR-21-FV-000436-01		
Näytteen tiedot:	Ajo 32	Tutkimus alkoi :	11.1.2021
Pyydetyt analyysit :	PFVT2: Raskasmetallit maasta PFVT4: Orgaaninen maanparannusaineanalyysi PRZMA: Kompostin mikrobiologiset analyysit		
Saapunut	5.1.2021	Näyte otettu	24.12.2021

Maanparannusaineet				Tulos (MU)
FVT16	FV	Kokonaistyyppi	Menetelmä : EN 13654-1 (mod.); SFS-EN 13342:2000	
(a)		Typpi (N), kokonaispitoisuus		23 (± 4.7) g/kg ka
(a)		Typpi (N)		9,5 (± 1.9) kg/tonni
(a)		Typpi (N)		5,4 (± 1.1) kg/m ³
FVT32	FV	Vesiliukoinen typpi (N)	Menetelmä : SFS-EN 13652:2002	
		Typpi (N), vesiliukoinen		4,36 g/kg ka
		Typpi (N)		1,77 kg/tonni
		Typpi (N)		1,01 kg/m ³
FVT33	FV	Fosfori (P), vesiliukoinen	Menetelmä : SFS-EN 13652:2002	
		Fosfori (P), vesiliukoinen		520 mg/kg ka
		Fosfori (P)		210 g/tonni
		Fosfori (P)		120 g/m ³
FVT57	FV	Fosfori (P), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Fosfori (P), kokonaispitoisuus		3,6 (± 0.90) g/kg ka
(a)		Fosfori (P)		1,5 (± 0.37) kg/tonni
(a)		Fosfori (P)		0,83 (± 0.21) kg/m ³
FVT51	FV	Kalium (K), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Kalium (K), kokonaispitoisuus		6,3 (± 1.6) g/kg ka
(a)		Kalium (K)		2,6 (± 0.64) kg/tonni
(a)		Kalium (K)		1,5 (± 0.37) kg/m ³
FVT41	FV	Arseeni (As), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Arseeni (As), kokonaispitoisuus		<5,1 mg/kg ka
(a)		Arseeni (As)		<2,1 g/tonni
(a)		Arseeni (As)		<1,2 g/m ³
FVT45	FV	Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Kadmium (Cd), kokonaispitoisuus		0,16 (± 0.058) mg/kg ka
(a)		Kadmium (Cd)		0,060 (± 0.021) g/tonni
(a)		Kadmium (Cd)		0,037 (± 0.013) g/m ³
FVT47	FV	Kromi (Cr), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Kromi (Cr), kokonaispitoisuus		39 (± 7.8) mg/kg ka
(a)		Kromi (Cr)		16 (± 3.2) g/tonni
(a)		Kromi (Cr)		9,0 (± 1.8) g/m ³
FVT48	FV	Kupari (Cu), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)		Kupari (Cu), kokonaispitoisuus		14 (± 2.9) mg/kg ka
(a)		Kupari (Cu)		5,7 (± 1.1) g/tonni
(a)		Kupari (Cu)		3,2 (± 0.65) g/m ³
FVT50	FV	Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus	Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

puhelin +358 15 320 400

Fax +358 15 225 205

FI-50101 Mikkelä
FINLAND

samplelogin@eurofins.com

www.eurofins.fi

FINAS
Finnish Accreditation Service
T096 (EN ISO/IEC 17025)

Maanparannusaineet		Tulos (mu)
FVT50	FV Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)	Elohopea (Hg), kokonaispitoisuus	<0,07 mg/kg ka
(a)	Elohopea (Hg)	<0,03 g/tonni
(a)	Elohopea (Hg)	<0,02 g/m ²
FVT56	FV Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)	Nikkeli (Ni), kokonaispitoisuus	22 (± 6.5) mg/kg ka
(a)	Nikkeli (Ni)	8,9 (± 2.7) g/tonni
(a)	Nikkeli (Ni)	5,1 (± 1.5) g/m ²
FVT58	FV Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)	Lyijy (Pb), kokonaispitoisuus	3,0 (± 0.91) mg/kg ka
(a)	Lyijy (Pb)	1,2 (± 0.36) g/tonni
(a)	Lyijy (Pb)	0,69 (± 0.21) g/m ²
FVT62	FV Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 13650:2002	
(a)	Sinkki (Zn), kokonaispitoisuus	77 (± 15) mg/kg ka
(a)	Sinkki (Zn)	31 (± 6.3) g/tonni
(a)	Sinkki (Zn)	18 (± 3.6) g/m ²
FVT19	FV CENpH Menetelmä : SFS-EN 13037:2011	
(a)	pH, happamuus (1:5)	7,7
FVT20	FV Johtokyky Menetelmä : SFS-EN 13038: 2011	
(a)	Johtokyky (1:5)	310 mS/m
FVT13	FV Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : SFS-EN 13040: 2008	
	Kuiva-aine	40,6 %
	Kosteus	59,4 %
FVM36	FV Hehkutushäviö Menetelmä : SFS-EN 13039:2000	
	Tuhka	7,09 % ka
	Hehkutushäviö	92,9 % ka
FVT14	FV Tilavuuspaino	
	Tilavuuspaino	570 kg/m ³
RZM01	RZ Escherichia coli Menetelmä : NMKL 125 mod.	
(a)	Escherichia coli	<10 pmylg
RZM73	RZ Salmonella Menetelmä : NMKL 71	
(a)	Salmonella, toteaminen	Ei todettu /25 g

ALLEKIRJOITUS

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.

Huomautukset

Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Akkreditoituidut menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointielimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydettäessä, eikä mittausepävarmuuksia huomioida raja-arvotarkasteluissa.

= Tulos poikkeaa raja-arvosta.

[] = Mahdolliset raja-arvot ovat tuloksen perässä hakasuluissa.

FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).

(a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).

RZ = Analysoiva laboratorio on Eurofins Environment Testing Finland (Lahti).

(a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T039).

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

FI-50101 Mikkeli
FINLAND

puhelin +358 15 320 400

Fax +358 15 225 205

sampleloginEUFIMI@eurofins.com

www.eurofins.fi

LIITE 6: LÄMPÖTILAKÄYRÄT AJOISTA (EI JULKINEN)