



# Biojäte- ja lietekompostien käyttömahdollisuudet kasvin- tuotannossa

Keijo Lehtonen, Tiina Tontti ja Miia Kuisma



Maa- ja elintarviketalous 28  
120 s., 5 liitettä

# **Biojäte- ja lietekompostien käyttö- mahdollisuudet kasvintuotannossa**

Keijo Lehtonen, Tiina Tontti ja Miia Kuisma

ISBN 951-729-781-5 (Painettu)  
ISBN 951-729-782-3 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met28.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met28.pdf)

Copyright

MTT

Keijo Lehtonen, Tiina Tontti ja Miia Kuisma  
Julkaisija ja kustantaja  
MTT, 31600 Jokioinen  
Jakelu ja myynti  
MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen  
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339  
sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2003

Kannen kuva

Reijo Pesonen, Tiina Tontti

Data Com Finland Oy

# Biojäte- ja lietekompostien käyttömahdollisuudet kasvintuotannossa

Keijo Lehtonen, Tiina Tontti<sup>1)</sup> ja Miia Kuisma

<sup>1)</sup>MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Ympäristöntutkimus, Ekologinen tuotanto, Karilantie 2 A, 50600 Mikkeli, [tiina.tontti@mtt.fi](mailto:tiina.tontti@mtt.fi)

## Tiivistelmä

Kasvintuotannossa, erityisesti monokulttuurisessa viljan viljelyssä, vuosittain toistuva muokkaus kuluttaa maan orgaanista ainesta. Sitä voidaan kuitenkin täydentää biojäte- ja lietekomposteilla. Näin toteutuvat kestävän kehityksen periaatteet, kun yhdyskuntien ravintoperäiset jätteet ja niiden sisältämät kasvinravinteet palautetaan alkutuotantoon. Tässä hankkeessa tutkittiin laitoksissa tuotettujen biojäte- ja lietekompostien laatua sekä lannoitus-, maanparannus- ja ympäristövaikutuksia ohran, heinänurmen ja apilanurmen viljelyssä. Laitoskompostit olivat kemialliselta ja fysikaaliselta laadultaan lainsäädännön mukaisia. Suurin osa komposteista oli kypsiä, mutta eivät kaikki. Fytotoksisuutta ei kenttäkokeissa kuitenkaan havaittu. Hankkeessa kehitettiin kompostin kypsyysseurantaan lämpötilan ja kompostikaasujen mittaukseen perustuva menetelmä, jota voidaan käyttää kompostointilaitosten laadunvalvonnassa ja tuotekehityksessä.

Tässä tutkimuksessa kompostien käyttömääriä ei rajoitettu nitraattidirektiivin mukaan, vaan kompostit annosteltiin fosforin varastolannoituksena. Tällöin kokonaistyyppiä levitettiin monesti enemmän kuin nitraattidirektiivi sallii. Tutkimustulosten perusteella kypsät kompostit voidaan kuitenkin annostella maatalouden ympäristötukiehtojen mukaisena fosforin varastolannoituksena ilman haitallisia ympäristövaikutuksia. Biojäte- ja lietekompostit soveltuvat käytettäväksi maanparannukseen. Komposteista saadaan viljelykasvien tarvitsema fosfori, mutta typpilannoitusta on täydennettävä ainakin kompostilevityksen jälkeisinä vuosina, jotta saataisiin kilpailukykyisiä satoja. Lyhytaikaisessa käytössä kompostien maanparannus- ja ympäristövaikutukset jäävät pieniksi. Jatkuvässä käytössä erityisesti komposteista vapautuva, huuhtoutumiselle altis, nitraatti ja maan raskasmetallikuormitus saattavat muodostua riskitekijöiksi. Jätekompostien laadun ja käytön valvonta tehostuu lähitulevaisuudessa tuoreen EU:n eläinten sivutuoteasetuksen, päivitettävänä olevan puhdistamolietedirektiivin ja valmisteuilla olevan biojätedirektiivin myötä. Tämän tutkimuksen perusteella jätekompostit soveltuvat fosforilannoitteeksi viljan ja rehunurmen viljelyyn ja käytön haitalliset vaikutukset ovat pienet.

---

*Avainsanat: eloperäiset lannoitteet, komposti, biojätteet, jätevesiliete, laatuvaatimukset, kypsyminen, ravinteet, fosfori, typpi, maanparannus, orgaaninen aines, raskasmetallit*

---

# Plant production feasibility of biowaste and sludge composts

Keijo Lehtonen, Tiina Tontti <sup>1)</sup> and Miia Kuisma

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, FIN-50600 Mikkeli, Finland, [tiina.tontti@mtt.fi](mailto:tiina.tontti@mtt.fi)

## Abstract

Depletion of soil organic matter poses a serious problem for plant production, especially in continuous cereal production, which might be enhanced by applying biowaste and sewage sludge composts. Centralized composting is continuously increasing and the quality of compost products is being actively improved. The area of waste and compost will develop still further in the near future due to the ongoing safety and quality development by European and national officials.

The quality of biowaste and sewage sludge composts analyzed fulfilled the quality requirements set by national regulations. Most of the composts were considered mature, with no phytotoxicity observed in field experiments. A method of quality monitoring for the surveillance of the maturing phase was developed for composting facilities. The method includes regular measurements of temperature, oxygen and carbon dioxide within the compost maturation heap.

Field experiments with barley, grass and clover-grass were conducted for two or three years following compost application with fertilizing, soil improving and environmental effects of composts examined. Composts were applied according to their phosphorus (P) content for two or four years' P fertilization, while the limits of total nitrogen (N) applicable according to the national nitrate directive implementation were often exceeded. The supply of P from composts was adequate but the N supply required chemical N addition in order to achieve satisfying yields. The soil improving and environmental effects of single compost applications were insignificant. Nonetheless, these results necessitate further long-term research on the effects of continuous compost applications.

---

*Key words: organic fertilizers, compost, biowaste, sewage sludge, quality, maturity, nutrients, phosphorus, nitrogen, soil improvement, organic matter, heavy metals*

---

# Alkusanat

Vuosina 2000-2002 toteutettiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) tutkimus ”Kompostituotteiden kestävä kierrätys kasvintuotannossa”. Maa- ja metsätalousministeriön Maatilatalouden kehittämisrahaston rahoituksella tutkittiin kompostituotteiden laatua ja niiden käytön lannoitusvaikutuksia ohran ja rehunurmen viljelyssä. Ympäristöministeriön rahoituksella tutkittiin kompostituotteiden käytön maanparannus- ja ympäristövaikutuksia. Kiitämme tutkimuksen rahoittajia.

Tutkimuksen johtajana toimi tutkija Keijo Lehtonen. Tutkijana hankkeessa toimi Tiina Tontti ja hänen sijaisenaan Miia Kuisma (mmyo). Keijo Lehtonen vastasi ohrakokeista, kompostien laatuosasta ja osasta kompostointilaitoksilla tehtyjä mittauksia. Tiina Tontti vastasi nurmikokeista ja osasta kompostointilaitoksilla tehtyjä mittauksia.

Tutkimuksen valvojakunnan puheenjohtajana toimi Pirjo Salminen Maa- ja metsätalousministeriöstä. Valvojakunnan jäseninä toimivat Marita Seppänen Maa- ja metsätalousministeriöstä, Riitta Levinen Ympäristöministeriöstä (sijaisena Juhani Puolanne Suomen ympäristökeskuksesta), Heikki Rainio Kasvintuotannon tarkastuskeskuksesta, Olli Reinikainen Vapo Oyj:stä, Matti Koponen Hämeen ympäristökeskuksesta, Juha Pirkkamaa Agropolis Oy:stä ja Arja Vuorinen Kasvintuotannon tarkastuskeskuksesta. Parhaat kiitokset tutkimuksen valvojakunnalle tutkimuksen ohjaamisesta ja tutkimusraportin käsikirjoituksen kommentoinnista.

Lausumme kiitokset myös kaikille yhteistyössä mukana olleille kompostointilaitoksille, jotka antoivat tutkijoiden ottaa näytteitä ja tutkia laitosten tuottamia komposteja ja edistivät näin tutkimusta. Suuret kiitokset kuuluvat myös kompostointilaitoksille jotka toimittivat yhdyskuntajätteestä tuotetut kompostit tutkimuksen peltokoeikäyttöön. Kiitämme tutkimuksen ja kenttätöiden onnistumiseen oleellisesti vaikuttaneita henkilöitä: tutkimusmestarit Pekka Kivistö, Reijo Pesonen ja Kari Narinen, laboratoriomestari Taina Lilja sekä lukuisat muut Jokioisilla, Mikkelissä ja Juvalla hankkeeseen osallistuneet työntekijät.

Mikkelissä toukokuussa 2003

*Harri Huhta*  
Tutkimusaseman johtaja

# Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	9
2 Aineisto ja menetelmät .....	10
2.1 Kompostin kypsymisen seurantamenetelmät.....	10
2.1.1 Lämpötila-, happi- ja hiilidioksidipitoisuusseuranta .....	10
2.1.2 Näytteenotto ja kemiallinen seuranta.....	12
2.1.3 Kasvatuskokeet .....	13
2.2 Kenttäkokeet .....	14
2.2.1 Kompostit .....	14
2.2.2 Kompostikokeet.....	14
2.2.3 Seoskompostikokeet .....	20
2.3 Näytteenotto.....	25
2.3.1 Kompostinäytteet.....	25
2.3.2 Maanäytteet .....	25
2.3.3 Kasvinäytteet .....	26
2.4 Kemialliset ja fysikaaliset analyysit .....	27
2.4.1 Kompostianalyysit .....	27
2.4.2 Maa-analyysit .....	27
2.4.3 Kasvianalyysit .....	28
2.5 Tilastolliset käsittelyt.....	28
3 Tulokset .....	29
3.1 Kompostien laatu .....	29
3.1.1 Kompostien kemiallinen ja fysikaalinen laatu.....	29
3.1.2 Kompostien kypsymisen seuranta .....	32
3.2 Kompostien lannoitusvaikutukset.....	39
3.2.1 Maan ravinnetulokset.....	39
3.2.1.1 Maan fosforitulokset.....	39
3.2.1.2 Maan typpitulokset .....	47

3.2.1.3	Muut maan ravinnetulokset .....	57
3.2.2	Kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato .....	57
3.3	Kompostien maanparannusvaikutukset .....	71
3.3.1	Hiilipitoisuus .....	71
3.3.2	Kationinvaihtokapasiteetti .....	72
3.3.3	Vedenpidätyskyky .....	72
3.4	Kompostien ympäristövaikutukset .....	73
3.4.1	Ravinteet.....	73
3.4.1.1	Lisätyt ja sadossa poistuneet typpi ja fosfori.....	73
3.4.1.2	Maan nitraatti ja ammonium.....	84
3.4.2	Raskasmetallit.....	90
3.4.2.1	Maan raskasmetallipitoisuuden muutokset.....	90
3.4.2.2	Lisätyt ja sadossa poistuneet raskasmetallit.....	101
4	Tulosten yhteenveto ja tarkastelu .....	108
4.1	Kompostien laatu.....	108
4.2	Kompostien käytön hyödyt ja haitat.....	109
4.3	Lisäselvitystarpeet .....	113
5	Johtopäätökset .....	114
6	Kirjallisuus .....	117
7	Liitteet	



## Lyhenteet ja termit

**ka:** kuiva-aine

Tutkimuksessa käytetyistä kompostityypeistä käytetään tässä julkaisussa tarvittaessa seuraavia lyhenteitä:

**Bio-komposti:** yhdyskuntien lajitellusta ja erilliskerätystä biojätteestä tuotettu komposti

**Liete-komposti:** jätevesipuhdistamon lietteestä tuotettu komposti

**BioLiete-komposti:** yhdyskuntien lajitellusta ja erilliskerätystä biojätteestä sekä jätevesipuhdistamon lietteestä tuotettu komposti

**BioMetsä-komposti:** yhdyskuntien lajitellusta ja erilliskerätystä biojätteestä tuotetun kompostin ja metsäteollisuuden jätevesilietteestä tuotetun kompostin seos

**BioLieteMetsä-komposti:** yhdyskuntien lajitellusta ja erilliskerätystä biojätteestä sekä jätevesipuhdistamon lietteestä tuotetun kompostin ja metsäteollisuuden jätevesilietteestä tuotetun kompostin seos

**LieteMetsä-komposti:** jätevesipuhdistamon lietteestä tuotetun kompostin ja metsäteollisuuden jätevesilietteestä tuotetun kompostin seos

**Lanta-komposti:** naudanlannasta tuotettu komposti

**jätekompostit:** kaikki yhdyskuntajätteestä tai metsäteollisuuslietteestä valmistetut kompostit, ei sisällä naudanlantakompostia

**kompostit:** kaikki käytetyt kompostit

**NPK-käsittely:** epäorgaanisilla lannoitteilla annettu typen, fosforin ja kaliumin lannoitus

# 1 Johdanto

Kiristynyt jätelainsäädäntö (VpL 3.12.1993/1072, VpA 22.12.1993/1390, VNp 4.9.1997/861), synnytti Suomeen 1990-luvulla parikymmentä kompostointilaitosta, jotka tuottavat biojätteestä ja puhdistamolietteestä maanparannuskomposteja. Kompostointilaitosten määrän ennakoidaan kasvavan (Ympäristöministeriö 2002). Euroopan yhteisön eläinten sivutuoteasetus (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002/1774), valmisteilla oleva biojätedirektiivi Biohajoavan jätteen biologiset käsittelymenetelmät (Puolanne 2002), päivitettävä puhdistamolietedirektiivi (Puolanne 2002), tarkistettu valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005 (Ympäristöministeriö 2002), kansallinen biojätestrategia (Ympäristöministeriö 2003) ja kansallinen elintarviketuotannon laatustrategia (Maa- ja metsätalousministeriö 1999) tulevat lähitulevaisuudessa oleellisesti vaikuttamaan laitoskompostoinnin käytäntöön ja laadunvalvontaan Suomessa.

Kasvintuotannossa, erityisesti yksipuolisen viljelyn alueilla kuten jatkuvassa viljan viljelyssä, maan humusvarat ovat vähenemässä (Erviö 1995). Vuosittain toistuva muokkaus kuluttaa maan humusvaroja, mikä heikentää myös maan biologista viljavuutta, fysikaalista rakennetta ja satoja. Kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti maan humusvarastoja voidaan täydentää biojäte- ja lietekomposteissa annettavan orgaanisen aineksen avulla, jolloin yhdyskuntien ravintoperäiset jätteet kierrätetään takaisin alkutuotantoon. Biojäte- ja lietekompostien käyttöön liittyy kuitenkin joitakin ravinteiden huuhtoutumiseen ja raskasmetalleihin liittyviä riskitekijöitä ja käytännön ongelmia, jotka tulee selvittää ennen niiden laajempaa käyttöä maanparannusaineina kasvintuotannossa. Suomessa tuotetuista biojäte- ja lietekomposteista käytetään valtaosa viherrakentamisessa ja maisemoinnissa, käyttö maanparannusaineena kasvintuotannossa on toistaiseksi vähäistä.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää biojäte- ja lietekompostien käyttömahdollisuuksia kasvintuotannossa. Hankkeessa tutkittiin biojäte- ja lietekompostien lannoitus-, maanparannus- ja ympäristövaikutuksia kuudessa kenttäkokeessa ohran, heinänurmen ja apilanurmen viljelyssä. Lisäksi tutkittiin erilaisten biojäte- ja lietekompostien laatua ja mahdollisuuksia parantaa niiden laadunhallintaa. Lannoitusvaikutuksissa tutkittiin fosforin ja typen saataavuutta kasveille. Maanparannusvaikutuksista mitattiin kompostien käytön vaikutusta maan hiilipitoisuuteen, kationinvaihtokapasiteettiin ja vedenpidätyskykyyn. Ympäristövaikutuksissa pääpaino oli typen, fosforin ja raskasmetallien kadmium, kromi, kupari, nikkeli, lyijy ja sinkki kuormittavuudessa. Kompostien laatua selvitettiin kemiallisin ja fysikaalisin määrittäyksin ja kompostien laadunhallintaa pyrittiin parantamaan kehittämällä kompostin kypsytymisen seurantaan omavalvontamenetelmä.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Kompostin kypsymisen seurantamenetelmät

#### 2.1.1 Lämpötila-, happi- ja hiilidioksidipitoisuusseuranta

##### Horisontaalikartoitus

Jätekompostien kypsytyksaumoista tehtiin lämpötila- happi- ja hiilidioksidimittauksia neljällä kompostointilaitoksella tapaustutkimuksina. Tämän horisontaalikartoituksen kohdelaitokset edustivat biojätteen rumpu/ kaukalo-kompostointia (Laitos 1), mädätetyn jätevesipuhdistamolietteen kenttäkompostointia (Laitos 2), kuivatun jätevesipuhdistamolietteen rumpukompostointia (Laitos 3) sekä biojätteen ja jätevesipuhdistamolietteen tunnelikompostointia (Laitos 4).

Laitoksella 1 kompostointi toteutetaan yhdistetyllä rumpu/kaukalotekniikalla, jossa kompostoinnin aktiivivaihe kestää kolmisen viikkoa. Syötteen biojäte (80 %) koostuu pääosin erilliskerätystä biojätteestä, erilaisista elintarviketeollisuuden tuotantojätteistä ja pilaantuneista elintarvikkeista. Erilaiset elintarviketeollisuuden jätevesilietteet (15 %) ja sian karva (5 %) muodostavat loput raaka-aineesta. Raaka-aineet seostetaan turpeeseen keskimäärin suhteessa 1:1 ja murskataan tarvittaessa seulamurskainkauhalla, minkä jälkeen ne ohjataan esisekoitusrummun kautta 120 m<sup>3</sup>:n kompostointirumpuun. Rumpuja on yhteensä neljä. Liete ja karva lisätään syötteeseen pienemmissä erissä aika ajoin. Rummun hitaaksi jaksotettu pyöriminen kuljettaa kompostimassan rummun läpi. Samalla kompostimassa sekoittuu ja ilmastuu. Viipymä rummussa on keskimäärin 5 vrk, jona aikana rummusta poistetaan prosessikaasuja biosuodattimen kautta. Lämpötilaa rummun sisällä mitataan. Rummun jälkeen kompostimassa ohjataan ilmastettuun kaukaloön runsaaksi kahdeksi viikoksi. Kaukalosta kompostimassa siirretään jälkikypsytykseen asfaltoidulle kompostikentälle melko suuriin aumoihin, kooltaan noin 3 m x 10 m x 100 m. Vuonna 2002 laitoksella on aloitettu jälkikypsytyksaumojen kääntäminen kuten myös rakennuspuujätehakkeen käyttö tukiaineena. Jälkikypsytyksen kesto vaihtelee lopputuotteen kysynnän mukaan. Komposti seulotaan ja seostetaan hiekkaan ennen loppukäyttöä. Maanviljelykäyttöön toimitetaan myös seostamatonta kompostia.

Laitoksella 2 kompostoidaan kenttäkompostointimenetelmällä jätevesilietettä, joka tuotetaan aktiivilietemenetelmällä kolmivaiheisessa puhdistusprosessissa (mekaaninen, biologinen ja kemiallinen). Kiintoaineen, hapenkulutuksen ja fosforin poistoteho on 95 % ja typen poistoteho noin 60 %. Saostuskemikaalina käytetään ferrosulfaattia. Puhdistusprosessissa tuotettu liete mädätetään, kuivataan (n. 30 % ka) ja kompostoidaan tasaisena patjana vähin-

tään yhden vuoden ajan. Jäteainekset sekoitetaan suhteessa 2 osaa lietettä, 1 osa havupuun kuorta, 1 osa turvetta. Kompostoinnin aikana patjaa käännetään vähintään 6 kertaa.

Laitoksella 3 jätevedenpuhdistamon prosessi on mekaanis-biologis-kemiallinen ja saostuskemikaalina käytetään ferrosulfaattia. Lietettä ei mädätetä, vaan kuivataan lingolla noin 20 % kuiva-ainepitoisuuteen. Liette kompostoidaan rummussa keskimääräisen seossuhteen ollessa 1/3 lietettä ja 2/3 tukiaineena käytettävää hyvin ohutta ja hienoa kutterinlastua. Lämpövaiheen viipymä rummussa on 10-14 vuorokautta ja massan lämpötila nousee rummussa välille +50-70 °C. Rummun jälkeinen valmisvarasto tyhjenetään kerran viikossa jälkikypsytyksentälle, jossa kompostia kypsytetään aumoissa vähintään puoli vuotta. Jälkikypsytyksen aikana aumoja ei käännetä.

Laitoksella 4 kompostoidaan biojätettä ja jätevesilietettä tukiaineena puuhake keskimäärin suhteessa 1:4:5 tunnelitekniikalla. Panoksen viipymä tunnelissa on 3-4 viikkoa, jona aikana lämpötila pysyttelee yli 50 asteessa noin viikon ja yli 40 asteessa parisen viikkoa (poistoilmasta mitattuna). Tunnelista panos kasataan kompostikentälle kypsymään hakekerroksen päälle. Aumaa ei käännetä kypsymisen aikana paitsi tilajärjestelyjen yhteydessä. Laitoksella tehdään kypsytyksaumojen lämpötilojen seuranta säännöllisesti keskimäärin 1 vuorokauden, 1 viikon, 1 kuukauden ja 3 kuukauden ikäisistä jälkikypsytyksaumoista. Normaali kypsytyksaika on vähintään 3 kuukautta, mutta joskus talvella jopa 6 kuukautta.

Horisontaalikartoituksessa kompostointilaitosten normaaleista kypsytyksaumoista mitattiin lämpötila ja hapen ja hiilidioksidin pitoisuus vähintään kolmesta eri pisteestä ja kahdesta syvyydestä (50 cm, 100 cm). Laitoksella 1 mitattiin tammikuussa 2002 9-12 kk kypsynyt auma ja aumasta otettiin näyte. Laitoksella 2 mitattiin lokakuussa 2001 puolen vuoden ikäisen patjan leikkauspinta ja otettiin näyte ja toimenpiteet toistettiin puolen vuoden kuluttua. Laitoksen 3 kompostikentältä valittiin syksyllä 2001 kuuden kuukauden ikäinen auma, joka mitattiin ja josta otettiin näyte. Samasta aumasta toistettiin mittaukset ja näytteenotto uudelleen vuoden ikäisenä. Laitokselta 4 valittiin horisontaalikartoitukseen kaksi kuukautta kypsynyt auma (biojäte 10 %, kuivattu puhdistamoliete 35 %, hake 55 %) ja neljä kuukautta kypsynyt auma (biojäte 7 %, kuivattu liete 41 %, hake 52 %) ja niistä otettiin näytteet toukuussa 2002.

### **Vertikaalikartoitus**

Laitoksen 1 biojätekompostin ja Laitoksen 4 biojätepuhdistamolietekompostin kypsymistä seurattiin tarkemmin ns. vertikaalikartoituksessa aktiivivaiheen päättymisestä ja kypsytyksentälle siirrosta lähtien noin 6 kuukauden ajan. Tutkittavasta kompostierästä puolet kypsytettiin laitosten normaalikäytäntöjen mukaisesti ja puoleen kompostierästä lisättiin tukiainetta auman ilmavuuden ja happipitoisuuden parantamiseksi.

Laitoksella 1 (biojätteen rumpu/kaukalokompostointi) jälkikypsymisen seurantakoe aloitettiin heinäkuussa 2002. Yhden ilmastuskaukalon komposti tyhjennettiin kompostointikentälle ja siitä otettiin näyte. Komposti jaettiin kauhakuormajalla kahteen osaan siten, että ensimmäinen osa kasattiin sellaisenaan normaali aumaksi ja toisesta osasta seostettiin tukiaineuma sekoittamalla 4 osaa kompostia, 1 osa rakennuspuujätehaketta ja 1 osa turvetta. Aumojen koko oli arviolta 2 m x 8 m x 10 m. Laitoksen silloisen käytännön mukaisesti aumat tehtiin suoraan kompostikentälle eikä niitä käännetty seurannan aikana. Aumojen lämpötila-, happipitoisuus- ja hiilidioksidipitoisuusseuranta aloitettiin välittömästi aumojen perustamisen jälkeen. Mittaukset tehtiin kuudesta kohdasta tasaisesti eri puolilta aumaa, kolme mittausta syvyydestä 40 cm ja kolme mittausta syvyydestä 80 cm. Mittaukset toistettiin aamupäivisin kahtena seuraavana päivänä sekä sen jälkeen neljästi viikon välein, neljästi kahden viikon välein ja kolmasti neljän viikon välein. Kompostinäytteet otettiin kahden, neljän ja kuuden kuukauden kypsytyksen jälkeen.

Laitoksella 4 (biojätteen ja jätevesipuhdistamolietteen tunnelikompostointi) jälkikypsytyksen seurantakokeen kompostierä siirrettiin tunnelista jälkikypsytykseen toukokuussa 2002 ja siitä otettiin näyte. Kompostierä jaettiin puoliksi ja toinen puolikas seostettiin tukiainelisään seossuhteella 1/3 haketta + 2/3 tunnelista purettavaa kompostia. Toinen puolikas kompostierästä aumattiin normaalisti kypsytykskentälle. Molempiin aumakoostumuksiin laitettiin pohjalle haketta. Heti aumauksen jälkeen sekä päivän päätteeksi mitattiin kaasut ja lämpötilat kummastakin aumasta 6 kohdasta 2 syvyydestä. Kypsytyksaumojen kaasut ja lämpötilat mitattiin yhteensä 15 ajankohtana siten, että alussa mittaukset tehtiin tiheämmin. Ajankohdat olivat 1 ja 3 vrk, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 ja 12 viikkoa sekä 4, 5 ja 6 kuukautta aumauksesta. Kompostinäytteet kasvatuskokeeseen ja kemialliseen analyysiin otettiin molemmista aumakoostumuksista kaasumittausten jälkeen noin 2, 4 ja 6 kuukauden, eli 8, 16 ja 24 viikon kuluttua kypsytyksaumojen kokoamisesta.

Kompostiaumojen lämpötilamittaukset tehtiin Stelznerin Kompotherm kompostilämpömittarilla varustettuna metrin pituisella anturilla. Kompostiaumojen happi- ja hiilidioksidipitoisuudet määritettiin Environmental Instrumentin Anagas CD98 Plus kaasuanalyysatorilla, joka liitettiin MTT:llä valmistettuun metrin mittaiseen kaasunmittausanturiin.

## **2.1.2 Näytteenotto ja kemiallinen seuranta**

Kompostin kypsytyksen seurannan näytteenotto toteutettiin pääosin FCQAO:n ohjeiden (Federal Compost Quality Assurance Organization (FCQAO) 1994) mukaisesti. Kompostin kypsytyksen seurannan vertikaalikartoituksen näytteet Laitoksella 1 otettiin kuitenkin standardin EN 12579 mukaan.

Kompostin kypsymisen seurannan kompostinäytteistä analysoitiin kompostin kypsyuden indikaattorien ammoniumtyppi-nitraattityppisuhteen ja hiili-typpisuhteen määrittämiseksi ammoniumtyypen ja nitraattityypen vesiliukoiset pitoisuudet standardin EN 13652 mukaan ja orgaaninen hiili ja kokonaistyyppi (Dumas-menetelmä) LECO CN-2000 analysaattorilla.

### 2.1.3 Kasvatuskokeet

Kompostin kypsyuden arvioimiseksi kasvatuskokeilla idätettiin ja kasvatettiin lehtisalaattia ja kiinankaalia kompostikasvualustoilla soveltaen OECD:n ohjetta kiinteiden ja nestemäisten aineiden kasvitoksisuuden määrittämiseen (OECD 1984). Kasvatuskokeen ensimmäinen osa (horisontaalikartoituksen näytteet ja Laitoksen 4 vertikaalikartoituksen näytteet 0 kk ja 2 kk) toteutettiin Mikkelissä MTT Ympäristöntutkimuksen Ekologinen tuotanto vastuualueen muovihuoneessa heinä-elokuussa 2002 ja toinen osa (Laitoksen 4 vertikaalikartoituksen näytteet 4 kk ja 6 kk ja Laitoksen 1 kaikki vertikaalikartoituksen näytteet) Jokioisilla MTT Ympäristöntutkimuksen Maaperä ja ympäristö vastuualueen kasvihuoneessa marraskuussa 2002.

Kasvatuskokeessa käytettiin 0,5 litran muoviruukkuja, jotka täytettiin kompostista ja lannoittamattomasta hiedasta 1:1 valmistetulla kasvualustalla. Kontrollina toimi Kekkilän Maxiturve ja kerranteita oli neljä. Kiinankaalin (*Brassica pekinensis*, var. Kasumi F<sub>1</sub>, itävyys 85 %) ja lehtisalaatin (*Lactuca sativa* var. Australialainen, itävyys 97 %) siemenet (6 kpl/ruukku) kylvettiin kostutettuun kasvualustaan. Kylvön jälkeen kasvualusta pidettiin tasaisen kosteana kokeen loppuun saakka.

Taimettumishavainnot tehtiin päivittäin. Mikkelin kasvatuskokeessa keskimäärin vähintään 50 % kontrolliruukkujen kiinankaalin ja salaatin siemenistä taimettui kolmessa vuorokaudessa. Taimia kasvatettiin kaksi viikkoa, minkä jälkeen taimet laskettiin, leikattiin ja punnittiin ruukuittain. Taimet kuivattiin 70 asteessa 18 tuntia ja punnittiin. Jokioisten kasvatuskokeessa 50 % kontrolliruukkujen salaatin siemenistä taimettui runsaassa viikossa, minkä jälkeen taimia kasvatettiin kaksi viikkoa. Kun kontrolliruukkujen kiinankaalin siemenistä vain 29 % oli taimettunut salaattikokeen päättyessä, kiinankaalikoe keskeytettiin samanaikaisesti salaattikokeen kanssa. Taimet laskettiin, leikattiin ja punnittiin ruukuittain. Taimet kuivattiin 60 asteessa 18 tuntia ja punnittiin.

## 2.2 Kenttäkokeet

### 2.2.1 Kompostit

Yhdyskuntajätekompostit kenttäkokeisiin hankittiin kompostointilaitoksista ja lantakompostit Juvalle viljelijältä. Kompostikokeiden eli vuonna 2000 perustettujen kenttäkokeiden biojätekompostin toimitti Jokioisille biojätettä rumpu/kaukalotekniikalla kompostoiva laitos (kuvattu tarkemmin kohdassa 2.1.1; Laitos 1) ja Mikkeliin sekä Juvalle tunnelikompostointitekniikkaa (erilliskerätty biojäte) käyttävä laitos. Kompostikokeen biojätepuhdistamolietekompostin toimitti biojätettä ja puhdistamolietettä kompostoiva tunnelikompostointilaitos kaikkiin kolmeen kenttäkokeeseen. Seoskompostikokeen eli vuonna 2001 perustettujen kenttäkokeiden biojätekomposti Jokioisiin saatiin rumpu/kaukalo-tekniikkaa käyttävältä laitokselta (kohta 2.1.1; Laitos 1), biojätepuhdistamolietekomposti tunnelitekniikkaa käyttävältä laitokselta ja puhdistamolietekomposti (kuvattu tarkemmin kohdassa 2.1.1; Laitos 2) sekä metsäteollisuuslietekomposti kenttäkompostointilaitokselta. Mikkelin ja Juvan seoskompostikokeiden biojätekomposti, biojätepuhdistamolietekomposti ja puhdistamolietekomposti valmistettiin tunnelikompostointilaitoksella ja metsäteollisuuslietekomposti kenttäkompostointilaitoksella. Kompostien jäteraaka-aineina käytetty biojäte oli erilliskerättyä ja puhdistamoliete ferrosulfaattilla saostettua mädätettyä ja kuivattua lietettä. Metsäteollisuusliete oli metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksen jälkiselkeyttimistä saatua linkokuivattua biolietettä, joka kompostoitui turpeen kanssa seossuhteessa 1:2. Metsäteollisuuden aktiivilieteprosessissa mikrobeja ruokittiin typpellä.

Vuonna 2000 perustettuun kompostikokeeseen käytetyt biojätekompostit olivat vielä höyryävän kuumia, joten kompostoituminen oli niissä selvästi kesken. Apilanurmikokeella käytetty lantakomposti oli vuokraviljelijän puolen vuoden ajan kompostoimaa naudanlantaa (tukiaine olki, 50 %; 2 kääntöä), joka silmämääräisestikin oli huonosti kompostoitunutta. Kenttäkokeissa otetut kompostinäytteet ja niistä tehdyt analyysit esitetään liitteissä 1 ja 2.

### 2.2.2 Kompostikokeet

Yhdyskuntajätekompostien lannoitusvaikutusten tutkimiseksi perustettiin koesarjan I kenttäkokeet keväällä 2000, tavanomainen ohra Jokioisille ja säilörehuksi korjattava tavanomainen heinänurmi Karilaan sekä luonnonmukainen apilaheinänurmi Partalaan. Ensimmäisessä koesarjassa (kompostikokeet) kasvinviljelyssä tutkittavat yhdyskuntajätekompostit olivat kompostointilaitosten tuottamaa biojätekompostia ja biojäte-puhdistamolietekompostia. Niiden lannoitusvaikutusta verrattiin tavanomaisissa kokeissa kemialliseen NPK-lannoitukseen ja luonnonmukaisessa kokeessa karjanlantakompostilannoitukseen. Koejärjestely oli kaikissa kokeissa osaruutukoe, jossa pääruututasona oli fosforilannoitustaso kahdelle tai neljälle vuodelle

(A1 50 % ja A2 100 % maatalouden ympäristötukiohjelman fosforirajasta) ja pääruudun sisällä osaruututasona oli lannoitelaji (B1 Lanta-komposti/NPK-lannoite kontrollina, B2 Bio-komposti, B3 BioLiete-komposti). Kaikissa neljässä kerranteessa oli mukana käsittelemätön 0-ruutu.

Yhdyskuntajätekompostit kenttäkokeisiin hankittiin kompostointilaitoksista ja lantakomposti Juvalle saatiin viljelijältä. Kompostit on kuvattu tarkemmin kappaleessa 2.2.1. Kompostit annosteltiin maatalouden ympäristötukiohjelman ohjeistuksen mukaisesti käyttäen fosforilannoituksen tasausjaksona kahta (P 50 %) tai neljää vuotta (P 100 %). Kompostikokeen ohralla biojätekompostin kokonaisfosforista huomioitiin laskennallisesti 100 % ja biojätepuhdistamolietekompostin fosforista 75 %. Nurmikokeilla kaikkien kompostien kokonaisfosforista huomioitiin 75 %. Typpipitoisuuksia ei huomioitu annostelussa, joten nitraattidirektiivin rajat ylittyivät jonkin verran liukoisenkin typen osalta Jokioisten kompostikokeen biojätekompostin neljän vuoden annoksella.

Kompostikokeen annostelu perustui lantakompostin osalta ennakkonäytteen analyysin tuloksiin (MTT:n laboratorio), tunnelikompostointilaitoksella tuotettujen kompostien osalta kompostitoimittajan laboratoriossa tehtyihin fosforin ja kuiva-aineen pikamäärytyksiin ja tuoretilavuuspainoon lähetettäessä sekä rumpu/kaukalotekniikkaa käyttävän laitoksen tuottaman kompostin osalta n. 2 kk:n ikäiseen tutkimustodistukseen (Kokemäenjoen Vesiensuojeluyhdistys ry:n laboratorio) ja tuoretilavuuspainoon lähetettäessä. Kompostien levityshetkellä otettiin uudet näytteet, joiden perusteella myöhemmin määritettiin todelliset lisätyt ravinnemäärät.

## OHRA

Ohran kompostikoe perustettiin Jokioisten kartanoiden Ojaisten alueen pääosin aitosaviselle lohkolle O IV toukokuun alussa 2000. Kenttä tasausäestettiin ja kenttäkoealueelta kerättiin maanäytteet ruuduittain ja muutama yleisnäyte sekä muokkauskerroksesta (0-20 cm) että jankosta (20-40 cm). Maanäytteistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit sekä pintamaanäytteistä lisäksi kationinvaihtokapasiteetti ja vedenpidätyskyky. Kenttäkoealue muokattiin tasojrismellä 7 cm:n syvyyteen. Peltolohkon lähimmän mittauspisteen viljavuustietojen perusteella kenttäkoealueen fosforin viljavuusluokka oli tyydyttävä ja kompostit ja NPK-ruutujen fosforilisä (kaksoisuperfosfaatti) annosteltiin tämän tiedon mukaan (18 kg P/ha/v) ja muokattiin tasaisesti pintamaan. Biojätekompostia levitettiin peltoon pienemmällä levitystasolla (P 2 vuodelle) 40 m<sup>3</sup>/ha ja suuremmalla levitystasolla (P 4 vuodelle) 80 m<sup>3</sup>/ha. Biojäte+puhdistamolietekompostia levitettiin vastaavasti 24 ja 48 m<sup>3</sup>/ha. Inari-mallasohra (250 kg/ha) kylvettiin välittömästi kompostien pintamuokkauksen jälkeen. NPK- ja suojaruuduille levitettiin pellon typpi Y-lannosta (NPK 26-2-3, Kemira) 350 kg/ha. Kenttä jyrättiin heti kylvön jälkeen. Maan kosteus oli kylvöhetkellä hyvä. Kasvuston kehitystä havainnoi-



tiin virallisten lajikekokeiden käytännön mukaisesti. Kenttäkokeen kuukausittaiset sadesummat ja kuukauden keskilämpötila Jokioisilla kasvukauden aikana vuosina 2000-2002 esitetään taulukossa 1. Kasvukaudella 2000 lämpötila oli varsin tavanomainen. Kasvukauden alku oli normaalin vähäsateinen ja loppu hieman keskimääräistä kosteampi. Kasvukauden 2001 alku oli keskimääräistä kylmempi ja loppu keskimääräistä lämpimämpi. Kasvukauden alku ja loppu olivat keskimääräistä kuivemmat, kun taas keskikesä oli keskimääräistä kosteampi. Kasvukausi 2002 oli tavanomaista lämpimämpi ja erityisesti kasvukauden loppu oli kuiva.

Taulukko 1. Jokioisten kenttäkokeiden sadesummat ja keskilämpötilat touko- elokuussa vuosina 2000-2002.

	Sadesumma, mm				Keskilämpötila, °C			
	1961-1990	2000	2001	2002	1961-1990	2000	2001	2002
Toukokuu	35	23	22	22	9,4	10,3	8,6	11,3
Kesäkuu	47	46	68	90	14,3	13,5	13,5	15,4
Heinäkuu	80	110	98	81	15,8	15,6	18,9	18,2
Elokuu	83	86	39	16	14,2	14,1	15,3	17,9

Kasvustosta kerättiin näytteet heinäkuussa ja elokuussa typenoton seurantaan varten. Satonäytteet, jyvät ja oljet erikseen, kerättiin elokuun lopulla ja niistä määritettiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Pintamaasta kerättiin näytteet ruuduittain elokuussa liukoisen typen määrittystä varten. Lokakuun alussa kerättiin pintamaasta näytteet ruuduittain ja niistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Kompostikokeen kenttä mitattiin ja kiinnitettiin toukokuun 2001 alussa, minkä jälkeen kerättiin muokkauskerroksesta ruuduittain pintamaanäytteet, joista määritettiin ravinteet, hiili ja liukoiset raskasmetallit. Kenttä tasausäestettiin, muokattiin tasoajyrillä 5 cm:n syvyyteen ja lannoitettiin välittömästi muokkauksen jälkeen 0-ruutuja lukuun ottamatta Pellon tyyppi Y-lannoksella (NPK 26-2-3, Kemira) 350 kg/ha. Inari-mallasohraa kylvettiin 235 kg/ha. Maata ei jyrätty kylvön jälkeen ja maan kosteus oli kylvöhetkellä hyvä.

Kasvustosta kerättiin näytteet heinäkuussa ja elokuussa typenoton seurantaan varten. Satonäytteet, jyvät ja oljet erikseen, kerättiin elokuun puolivälissä ja niistä määritettiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Lokakuun alussa kerättiin pintamaasta näytteet ruuduittain ja niistä analysoitiin ravinteet, hiili ja liukoiset raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Kasvukaudelle 2002 kenttäkoealue tasausäestettiin ja mitattiin huhtikuun lopulla. Pintamaanäytteet otettiin ruuduittain ja niistä määritettiin ravinteet, hiili ja liukoiset raskasmetallit. Kenttä muokattiin tasoajyrillä 6 cm:n syvyyteen. Kylvölannoituksena annettiin suomensalpietaria (NK 26-1, Kemira) 350 kg/ha paitsi 0-ruuduille. Inari-ohraa kylvettiin 235 kg/ha.

Kasvustosta kerättiin näytteet heinäkuussa ja elokuussa typenoton seurantaan varten. Satonäytteet, jyvät ja oljet erikseen, kerättiin elokuun puolivälissä ja niistä määritettiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Sadonkorjuun jälkeen kerättiin pinta- ja pohjamaasta näytteet ruuduittain ja niistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit ja pintamaasta lisäksi kationinvaihtokapasiteetti ja vedenpidätyskyky (Liitteet 1 ja 2).

## HEINÄNURMI

Heinänurmen kompostikoe perustettiin Mikkeliin MTT Ekologisen tuotannon tutkimuspellolle (KHt) toukokuussa vuonna 2000. Syksyllä 1999 alueelta otetun viljavuusanalyysinäytteen mukaan fosforin viljavuusluokka koealueella oli tyydyttävä. Kompostit annosteltiin tämän fosforin viljavuusluokan perusteella. Kompostilannoituksen fosforin tavoitetaso oli sama kuin kemiallisella NPK-lannoituksella annettu, pienemmällä levitystasolla 68 ja suuremmalla levitystasolla 135 kg käyttökelpoista fosforia hehtaarilla. Koealueelta otettiin maanäytteet ruuduittain muokkauskerroksesta ja jankosta keväällä 2000 ennen kompostien ja kontrollilannoitteen levitystä. Perustamisvuoden kevään maanäytteistä analysoitiin maan ravinnetila ja raskasmetallipitoisuudet kokeen alussa (Liitteet 1 ja 2). Nurmilohko muokattiin mahdollisimman tasaiseksi ja äestettiin noin 5 cm syvyyteen, jonka jälkeen kompostit ja NPK-lannoite levitettiin maan pintaan. Kemiallinen NPK-lannoite levitettiin ruuduille 24.5. Kompostit levitettiin ruuduille 25.5. ja muokattiin sen jälkeen maan pintaan äestämällä. Kompostien levitys tehtiin kompostitoimittajalta saatujen fosforipitoisuustulosten perusteella. Biojätekompostia levitettiin peltoon pienemmällä levitystasolla (P 2 vuodelle) 20 t/ha ja suuremmalla levitystasolla (P 4 vuodelle) 40 t/ha. Biojäte+puhdistamolietekompostia levitettiin vastaavasti 22 ja 44 t/ha. Levityksen yhteydessä komposteista otettiin näytteet kompostianalyysejä varten. Kokeen perustamisvuonna kemiallista kompostilannoituksen ravinnetäydennystä ei tehty, toisena ja kolmantena vuonna täydennettiin kompostien typpi- ja kaliumlannoitusta kemiallisesti.

Suojaviljaksi kylvettiin ohra (*Hordeum vulgare*, Artturi, 350 jyvää/m<sup>2</sup>) ja nurmiseokseen timotei (*Phleum pratense*, Iki, 10 kg/ha) ja nurminata (*Festuca pratensis*, Antti, 15 kg/ha). Läheisen MTT:n säähavaintoaseman lämpötilat ja sademäärät kasvukausien aikana havainnoitiin taustamuuttujina. Taulukossa 2 on esitetty kuukausittaiset lämpötilat ja sademäärät kasvukauden aikana koevuosina 2000-2002 sekä pitkän aikavälin keskiarvot Mikkeliissä ja Suonsaaren sääasemalla. Kesäkuu ja heinäkuu olivat kaikkina koevuosina keskimääräistä sateisempia. Kuukauden keskilämpötila oli vuoden 2001 heinäkuussa ja vuonna 2002 elokuuhun saakka keskimääräistä lämpimämpi.

Vuonna 2000 perustetun heinänurmen suojaviljakasvustosta kerättiin kasvustonäyte heinäkuun alussa ja kasvusto niitettiin perustamisvuonna kahdesti säilörehuasteella suojaviljan huonon taimettumisen vuoksi. Ensimmäinen niitto tehtiin 27.7.2000 ja toinen niitto 5.9.2000, jolloin kasvustolle jäi riittä-

västi aikaa valmistautua talvehtimiseen. Syyskuun lopussa 27.9.2000 otettiin pintamaanäytteet koeruuduittain ja syksyn maanäytteistä analysoitiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Kompostikokeen heinänumelta otettiin maanäytteet ruuduittain pintamaasta (0-25 cm) keväällä 2001 ja 2002, ennen kasvukauden ensimmäisen täydennyslannoituksen levitystä. Maanäytteet otettiin myös syksyisin ennen maan routiintumista pintamaasta jokaisesta ruudusta, sekä syksyllä 2002 myös jankosta (25-40 cm). Syksyllä 2002 pintamaanäytteet otettiin heti viimeisen niiton jälkeen ja jankkonäytteet viikko sen jälkeen. Näytteenoton jälkeen maanäytteet pakastettiin ja lähetettiin MTT/Ympäristöhallinnan laboratorioon analysoitavaksi (Liitteet 1 ja 2).

Kompostikokeen vuonna 2000 perustetulla heinänumella oli ensimmäinen varsinainen satovuosi vuonna 2001 ja toinen satovuosi vuonna 2002. Heinänumi täydennyslannoitettiin satovuosina typen ja kaliumin osalta kolme kertaa kesässä. Täydennyslannoituksissa annetut ravinnemäärät on esitetty taulukossa 3. Typpitäydennys annettiin säilörehunurmen vuotuisen lannoitus-suosituksen (250 kg N/ha) mukaisesti ja kalium edellisen syksyn maanäytteiden viljavuusluokan mukaisesti kaikille muille ruuduille paitsi 0-kontrolliruuduille. Typpitäydennykseen käytettiin Oulunsalpietaria (N 27,5 %) ja kaliumtäydennykseen Kalisuolaa (K 50 %).

Taulukko 2. Kuukausittaiset sademäärät ja lämpötilat Mikkelissä kompostikokeiden aikana.

	Sadesumma, mm (Mikkeli, Karila)				Keskilämpötila, °C (Mikkeli)			
	1961-1990	2000	2001	2002	1961-1990	2000	2001	2002
Toukokuu	40	32	47	48	9,4	9,3	8,0	10,8
Kesäkuu	55	75	115	92	14,4	13,8	13,6	15,3
Heinäkuu	68	92	120	79	16,1	16,3	19,0	18,4
Elokuu	88	66	39	19	14,1	13,8	14,1	16,6
Syyskuu	68	22	60	21	8,8	7,6	10,3	8,5

Taulukko 3. Kompostikokeen heinänurmen (Heinänurmi I) typen ja kaliumin täydennyslannoitus vuosina 2001 ja 2002.

	2001		2002	
	Typpi (kg/ha)	Kalium (kg/ha)	Typpi (kg/ha)	Kalium (kg/ha)
Kevät	100	30-40	100	50
1. niiton jälkeen	100	50-60	100	60
2. niiton jälkeen	50	50-60	50	60
Yhteensä	250	130-160	250	170

Heinänurmi niitettiin satovuosina kolme kertaa kesässä, vuonna 2001 niittpäivät olivat 18.6.2001, 24.7.2001 ja 29.8.2001. Toisen satovuoden ensimmäinen niitto oli 17.6.2002, toinen niitto 31.7.2002 ja kolmas niitto 16.9.2002.

### APILAHEINÄNURMI

Kompostikokeen apilaheinänurmi (Apilanurmi I) perustettiin MTT Ekologisen tuotannon luomupellolle (HtMr) Juvalle toukokuussa 2000. Syksyllä 1999 jokaisen kerranteen alalta otetun viljavuusnäytteen mukaan koealueen fosforin viljavuusluokka oli kolmessa kerranteessa hyvä ja yhdessä kerranteessa korkea. Kompostit annosteltiin kokeelle viljavuusluokan ”hyvä” mukaan. Komposteissa annetun fosforilannoituksen tavoitetaso oli pienemmällä levitystasolla 28 ja suuremmalla levitystasolla 55 kg käyttökelpoista fosforia hehtaarille. Koealueelta otettiin maanäytteet yleisnäytteinä ja ruuduittain muokkauskerroksesta ja jankosta keväällä 2000. Perustamisvuoden kevään maanäytteistä analysoitiin maan ravinnetila ja raskasmetallit kokeen alussa (Liitteet 1 ja 2). Nurmilohko muokattiin mahdollisimman tasaiseksi ja äestettiin noin 5 cm syvyyteen. Kompostit levitettiin ruuduille 23.5. ja sekoitettiin maan pintaan. Biojätekompostia levitettiin peltoon pienemmällä levitystasolla (P 2 vuodelle) 23 t/ha ja suuremmalla levitystasolla (P 4 vuodelle) 45 t/ha. Biojäte+puhdistamolietekompostia levitettiin vastaavasti 9 ja 18 t/ha sekä lantakompostia 17 ja 33 t/ha. Levityksen yhteydessä komposteista otettiin näytteet kompostianalyysia varten. Kompostien levitys tehtiin kompostitoimittajalta saatujen keskimääräisten fosforipitoisuustietojen perusteella, mutta todellinen käytetyn biojätekompostierän kokonaisfosforipitoisuus havaittiin 2,7 kertaa suuremmaksi kuin kompostitoimittajan ilmoittama keskimääräinen pitoisuus. Tästä johtuen apilanurmen biojätekompostikäsitteilyillä käytetyt fosforimäärät ylittivät selvästi suunnitellun fosforitason. Kompostien levityksen jälkeen muuta ravinnetäydennystä ei apilanurmikokeella tehty.

Suojaviljaksi kylvettiin ohra (*Hordeum vulgare* cv Artturi, 350 jyvää/m<sup>2</sup>) ja nurmiseokseen timotei (*Phleum pratense* cv Iki, 8 kg/ha), nurminata (*Festuca pratensis* cv Antti, 12 kg/ha) ja puna-apila (*Trifolium pratense* cv Bjursele, 5

Taulukko 4. Kuukausittaiset sademäärät ja lämpötilat Juvalla kompostikokeiden aikana.

	Sadesumma, mm			Keskilämpötila, °C		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Toukokuu	14	38	47	10,8	6,9	10,7
Kesäkuu	55	106	88	14,3	12,6	15,5
Heinäkuu	79	48	117	17,2	18,3	18,5
Elokuu	65	29	15	14,8	13,3	16,7
Syyskuu	18	46	16	8,9	8,4	8,7

kg/ha). Partalan säähavaintoaseman lämpötilat ja sademäärät havainnoitiin taustamuuttujina (Taulukko 4).

Kasvuston tyyppitilaa seurattiin kokeen perustamisvuoden 2000 aikana ke-räämällä kesäkuun ja heinäkuun lopussa kasvustonäytteet kokonaistyyppimää-ritykseen. Suojavilja puitiin 28.8.2000 koeruutupuimurilla pitkään sänkeen, jonka jälkeen jyväsato kuivattiin ja lajiteltiin. Kasvukauden päätteeksi syys-kuun lopussa 28.9.2000 otettiin pintamaanäytteet koeruduittain ja niistä analysoitiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Kompostikokeen apilaheinänurmelta otettiin maanäytteet ruuduittain pinta-maasta keväällä 2001 ja 2002. Maanäytteet pintamaasta otettiin jokaisesta ruudusta myös syksyisin ennen maan routiintumista, sekä syksyllä 2002 myös jankosta. Kokeen päättyessä syksyllä 2002 maanäytteet otettiin heti viimeisen niiton jälkeen. Näytteenoton jälkeen maanäytteet pakastettiin ja lähetettiin MTT:n laboratorioon analysoitavaksi (Liitteet 1 ja 2). Komposti-kokeen vuonna 2000 perustetulla apilaheinänurmella (Apilanurmi I) oli en-simmäinen satovuosi vuonna 2001 ja toinen satovuosi vuonna 2002. Apila-heinänurmi niitettiin satovuosina kaksi kertaa kesässä, kun valtaosa puna-apilasta oli vielä nupulla. Vuonna 2001 niittopäivät olivat 2.7.2001 ja 14.8.2001. Toisen satovuoden ensimmäinen niitto oli 24.6.2002 ja toinen niitto 19.8.2002.

### 2.2.3 Seoskompostikokeet

Yhdyskuntajätekompostien ja metsäteollisuuslietekompostin seosten lannoitusvaikutusten tutkimiseksi keväällä 2001 perustettiin koesarjan II kenttäko-keet, tavanomainen ohra Jokioisille ja säilörehuksi korjattava tavanomainen heinänurmi Karilaan sekä luonnonmukainen apilaheinänurmi Partalaan. Tä-sä vuonna 2001 perustetussa toisessa koesarjassa (seoskompostikokeet) kas-vinviljelyssä tutkittavat yhdyskuntajätekompostit ovat kompostointilaitosten tuottamaa biojätekompostia, biojäte-puhdistamolietekompostia ja puhdistamolietekompostia sekoitettuna metsäteollisuuslietekompostiin. Niiden lan-noitusvaikutusta verrataan tavanomaisissa kokeissa (Ohra II ja Heinänurmi II) kemialliseen NPK-lannoitukseen ja luonnonmukaisessa kokeessa (Api-

lanurmi II) karjanlantakompostilannoitukseen. Koejärjestely oli kaikissa koeksissa osaruutukoe, jossa pääruututasona oli fosforilannoitustaso neljälle vuodelle (A1 50 % maatalouden ympäristötukiohjelman (myto) fosforirajasta, A2 100 % myto-ohjelman P-rajasta) ja pääruudun sisällä osaruututasona on lannoitelaji (B1 Lanta-komposti/NPK-lannoite kontrollina, B2 BioMetsäkomposti, B3 BioLieteMetsä-komposti, B4 Liete-komposti, B5 LieteMetsäkomposti). Kaikissa neljässä kerranteessa oli mukana lannoittamaton 0-ruutu. Seoskompostikokeen apilanurmella (Apilanurmi II) oli osaruututasolla ainoastaan lannoitelajit B1, B2 ja B3, puhdistamolietekomposteja ei sellaisenaan käytetty.

Yhdyskuntajätekompostit kenttäkokeisiin hankittiin kompostointilaitoksista ja lantakomposti Juvalle viljelijältä. Kompostit on kuvattu tarkemmin kapaleessa 2.2.1. Kompostit annosteltiin maatalouden ympäristötukiohjelman ohjeistuksen mukaisesti käyttäen fosforilannoituksen tasausjaksona kahta tai neljää vuotta. Koska typpipitoisuuksia ei huomioitu annostelussa, saattoivat nitraattidirektiivin rajat ylittyä jonkin verran. Kompostit annosteltiin kokonaisfosforina 1:1 (1 osa yhdyskuntajätekompostia + 1 osa metsäteollisuuslietekompostia). Seoskompostikokeen komposteista analysoitiin ennakkonäytteet MTT:n laboratoriossa ja kompostit annosteltiin näiden tulosten perusteella. Ohralla kompostien kokonaisfosforista huomioitiin laskennallisesti 75 % paitsi biojätekompostista 100 %. Nurmikokeilla kaikkien kompostien kokonaisfosforista huomioitiin 75 %. Kompostien levityshetkellä otettiin uudet näytteet, joiden perusteella myöhemmin määritettiin todelliset lisätyt ravinnemäärät.

## OHRA

Ohran seoskompostikoe perustettiin Jokioisten kartanoiden Ojaisten alueen pääosin aitosaviselle lohkolle O IV toukokuun alussa 2001 ohran kompostikokeen viereen. Kenttä tasausäestettiin ja kenttäkoealueelta kerättiin maanäytteet ruuduittain sekä muokkauskerroksesta (0-20 cm) että jankosta (20-40 cm). Maanäytteistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit sekä pintamaanäytteistä lisäksi kationinvaihtokapasiteetti ja vedenpidätyskyky. Kenttäkoealue muokattiin tasojuysimellä 5 cm:n syvyyteen. Peltolohkon lähimmän mittauspisteen viljavuustietojen perusteella kenttäkoealueen fosforin viljavuusluokka oli tyydyttävä ja kompostit ja NPK-ruutujen fosforilisä (kaksois-superfosfaatti) annosteltiin tämän tiedon mukaan (18 kg P/ha/v) ja muokattiin tasaisesti pintamaahan. Biojätekompostia levitettiin ohran seoskompostikokeella peltoon pienemmällä levitystasolla (P 2 vuodelle) 28 m<sup>3</sup>/ha ja suuremmalla levitystasolla 56 m<sup>3</sup>/ha. Biojäte+puhdistamolietekompostia levitettiin vastaavasti 6 ja 12 m<sup>3</sup>/ha ja seoskäsittelyn puhdistamolietekompostia vastaavasti 4 ja 9 m<sup>3</sup>/ha. Kaikille edellämainituille käsittelyille levitettiin sama määrä metsäteollisuuslietekompostia, pienemmälle levitystasolle 40 ja suuremmalle 80 m<sup>3</sup>/ha. Pelkästään puhdistamolietekompostia saaneelle käsittelylle kompostia levitettiin 9 ja 18 m<sup>3</sup>/ha. NPK- ja suojaruuduille levitet-

tiin Pellon tyyppi Y-lannosta (NPK 26-2-3, Kemira) 350 kg/ha. Inari-mallasohra (250 kg/ha) kylvettiin välittömästi muokkauksen jälkeen. Inari-mallasohraa kylvettiin 235 kg/ha. Maata ei jyrätty kylvön jälkeen ja maan kosteus oli kylvöhetkellä hyvä. Kasvuston kehitystä havainnoitiin virallisten lajikekokeiden käytännön mukaisesti. Kenttäkokeen kuukausittaiset sadetsummat ja kuukauden keskilämpötila Jokioisilla kasvukauden aikana vuosina 2000-2002 on kuvattu kompostikokeen yhteydessä.

Kasvustosta kerättiin näytteet heinäkuussa ja elokuussa typenoton seurantaan varten. Satonäytteet, jyvät ja oljet erikseen, kerättiin elokuun puolivälissä ja niistä määritettiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Lokakuun alussa kerättiin pintamaasta näytteet ruuduittain ja niistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Kasvukaudelle 2002 kenttäkoealue tasausäestettiin ja mitattiin huhtikuun lopulla. Pintamaanäytteet otettiin ruuduittain ja niistä määritettiin ravinteet, hiili ja liukoiset raskasmetallit. Kenttä muokattiin tasoajyrsimellä 6 cm:n syvyyteen. Kylvölannoituksena annettiin suomensalpietaria (NK 26-1, Kemira) 350 kg/ha paitsi 0-ruuduille. Inari-ohraa kylvettiin 235 kg/ha.

Kasvustosta kerättiin näytteet heinäkuun alussa ja lopussa typenoton seurantaan varten. Satonäytteet, jyvät ja oljet erikseen, kerättiin elokuun puolivälissä ja niistä määritettiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Sadonkorjuun jälkeen kerättiin pinta- ja pohjamaasta näytteet ruuduittain ja niistä analysoitiin ravinteet, hiili ja raskasmetallit ja pintamaasta lisäksi kationinvaihtokapasiteetti ja vedenpidätyskyky (Liitteet 1 ja 2).

## HEINÄNURMI

Seoskompostikokeen heinänurmi (Heinänurmi II) perustettiin toukokuussa 2001 Mikkelin Karilaan lohkolle X (KHt). Edellisenä syksynä oli otettu maanäyte, josta määritettiin viljavuusfosforin pitoisuus. Fosforin sekä muiden viljavuusravinteiden viljavuusluokka oli välttävä. Kompostit annosteltiin tämän viljavuusluokan mukaan. Ennen viljelytoimien aloittamista 21.5.2001 otettiin maanäytteet ruuduittain sekä muokauskerroksesta että jankosta. Perustamisvuoden kevään maanäytteistä analysoitiin maan ravinnetila ja raskasmetallit kokeen alussa (Liitteet 1 ja 2). Koealue muokattiin mahdollisimman tasaiseksi ja äestettiin noin 5 cm:n syvyyteen ja ruudut mitattiin paikoilleen. Kompostit ja NPK-lannoitteet levitettiin 28.5. ruuduittain ja muokattiin mahdollisimman tasaisesti pintamaahan äestämällä, varoen ruutujen sekoittumista. Komposteja levitettiin seoskäsittelyille seuraavat määrät; biojätekompostia 20 t/ha pienemmälle ja 40 t/ha suuremmalle levitystasolle, biojäte+ puhdistamolietekompostia 8 ja 16 t/ha vastaavasti sekä puhdistamoliete-kompostia 13 ja 25 t/ha vastaavasti. Seoskäsittelyille levitetty metsäteollisuuslietekompostin määrä oli kaikilla edellämainituilla sama, 50 t/ha pienemmälle ja 100 t/ha suuremmalle levitystasolle. Pelkästään puhdistamo-

lietekompostia saaneelle käsittelylle kompostia levitettiin pienemmällä tasolla 25 t/ha ja suuremmalla tasolla 50 t/ha. Levitetyistä kompostieristä otettiin kokeen perustamisen yhteydessä näytteet, joista analysoitiin kompostien ravinne- ja raskasmetallipitoisuudet (Liitteet 1 ja 2). Levitettäessä komposteja seoskokeen heinäurmelle (Heinäurmi II) ensin levitettiin yhdyskuntajätekomposti (50 % lisätystä fosforista) ja sitten metsäteollisuuslietekomposti (50 % lisätystä fosforista). Puhdistamolietekomposti testattiin myös yksinään, ilman seostamista metsäteollisuuslietekompostiin. Komposteilla tavoitellut fosforilannoitustasot olivat pienemmällä levitystasolla 68 kg käyttökelpoista fosforia/ha (=91 kg kokonaisfosforia/ha komposteissa) ja suuremmalla levitystasolla 135 kg käyttökelpoista fosforia/ha (=180 kg kokonaisfosforia/ha komposteissa). NPK-ruudut lannoitettiin kahden vuoden fosforilannoitustasolla (A1) tyypellä 60 kg N/ha (Oulunsalpietari, N 27,5 %), fosforilla 68 kg P/ha (Kaksoissuperfosfaatti, P 20 %) ja kaliumilla 70 kg K/ha (Kalisuola, K 50 %). Neljän vuoden fosforilannoitustasolla (A2) typpi- kaliumlannoitusmäärät olivat samat, mutta fosforilannoituksen taso oli 135 kg P/ha. Kokeen perustamisvuonna 2002 kemiallista kompostilannoituksen ravinnetäydennystä ei tehty, toisena vuonna täydennettiin kompostien typpi- ja kaliumlannoitusta kemiallisesti.

Nurmen suojaviljaksi kylvettiin 29.5.2001 ohra (*Hordeum vulgare* cv Artturi, 350 kpl jyvää/m<sup>2</sup>) ja nurmiseokseen timotei (*Phleum pratense* cv Iki, 10 kg/ha) ja nurminata (*Festuca pratense* cv Antti, 15 kg/ha). Lämpötilat ja sademäärät kasvukaudella havainnoitiin taustamuuttujina (Taulukko 2). Seoskompostikokeen heinäurmi orastui tasaisesti. Kasvustonäytteet kerättiin nurmen suojaviljasta 4.7.2001 ja 1.8.2001 ja niistä määritettiin kasvuston typpipitoisuus. Suojavilja puitiin 23.8. pitkään sänkeen, oljet korjattiin pois kokeelta ja nurmi puhdistusniitettiin. Jyvien ja olkien kuiva-ainesato sekä ravinne- ja raskasmetallipitoisuudet määritettiin (Liitteet 1 ja 2). Sadonkorjuun jälkeen, ennen maan routiintumista, otettiin ruuduittain pintamaanäytteet, joista määritettiin maan ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Seoskompostikokeen heinäurmelta (Heinäurmi II) otettiin pintamaanäytteet ruuduittain keväällä 2002 ennen kasvukauden ensimmäisen täydennyslannoituksen levitystä ja syksyllä 2002 sekä pintamaasta että jankosta. Syksyllä 2002 pintamaanäytteet otettiin heti viimeisen niiton jälkeen ja pohjaamaanäytteet viikko sen jälkeen. Heti näytteenoton jälkeen maanäytteet pakastettiin ja lähetettiin MTT:n laboratorioon analysoitavaksi (Liitteet 1 ja 2).

Typen ja kaliumin täydennyslannoitus annettiin yksiravinteisilla lannoitteilla kullekin sadolle eli yhteensä kolme kertaa kesässä (keväällä, 1. niiton jälkeen ja 2. niiton jälkeen) kaikille muille ruuduille paitsi kontrolliruuduille. Typpi-täydennys NPK-ruuduille annettiin säilörehunurmen vuotuisen lannoitus-suosituksen (250 kg N/ha) mukaisesti ja kaliumtäydennys kaikille ruuduille edellisen syksyn maanäytteiden viljavuusluokan ”huononlainen” mukaisesti (Taulukko 5). Kompostiruuduille typpitäydennys annettiin kompostien lan-



noitusvaikutusta täydentäen siten, että kaikki kompostiruudut saivat saman tyypitäydennyksen, yhteensä 125 kg N/ha kolmessa eri levityksessä.

Ensimmäisen satovuoden säilörehu niitettiin vuonna 2002 kolme kertaa kessässä. Ensimmäinen niitto oli 12.6.2002, toinen niitto 29.7.2002 ja kolmas niitto 9.9.2002.

## APILAHEINÄNURMI

Seoskompostikokeen apilaheinänurmi perustettiin toukokuussa 2001 Juvan Partalaan luomupellolle (KHt). Edellisenä syksynä alueelta otetun viljavuusnäytteen mukaan lohkon viljavuusfosforin luokka oli ”tydyttävä” ja muiden viljavuusravinteiden luokka ”välttävä-tydyttävä”. Kompostit annosteltiin fosforin viljavuusluokan ”tydyttävä” mukaisesti. Kokeelta otettiin maanäytteet ruuduittain sekä pintamaasta (0-20 cm) että pohjamaasta (20-40 cm) keväällä 2001 ennen kompostien levitystä. Perustamisvuoden kevään maanäytteistä analysoitiin maan ravinnetila ja raskasmetallit kokeen alussa (Liitteet 1 ja 2). Koealue äestettiin noin 5 cm:n syvyyteen ja ruudut mitattiin paikoilleen. Kompostit levitettiin 22.5. ruuduittain ja muokattiin mahdollisimman tasaisesti pintamaahan äestämällä, varoen ruutujen sekoittumista. Levitetystä kompostieristä otettiin näytteet kokeen perustamisen yhteydessä ja niistä analysoitiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2). Komposteja levitettäessä ensin levitettiin yhdyskuntajätekomposti (50 % lisätystä fosforista) ja sitten metsäteollisuuslietekomposti (50 % lisätystä fosforista). Biojätekompostin levitysmäärä oli 12 t/ha pienemmällä ja 24 t/ha suuremmalla levitystasolla ja biojäte+puhdistamolietekompostin levitysmäärä vastaavasti 5 ja 10 t/ha. Molemmille jätekomposteille levitetyn metsäteollisuuslietekompostin määrät olivat 32 t/ha pienemmälle ja 64 t/ha suuremmalle levitystasolle. Lantakompostia levitettiin pienemmälle levitystasolle 56 t/ha ja suuremmalle levitystasolle 112 t/ha. Komposteilla tavoitellut lannoitustasot

Taulukko 5. Seoskompostikokeen heinänurmen typen ja kaliumin täydennyslannoitus vuonna 2002.

	NPK-ruudut		Kompostiruudut	
	Typpi (kg/ha)	Kalium (kg/ha)	Typpi (kg/ha)	Kalium (kg/ha)
Kevät	100	50	60	50
1. niiton jälkeen	100	60	40	60
2. niiton jälkeen	50	60	25	60
Yhteensä	250	170	125	170

olivat pienemmällä levitystasolla 48 kg käyttökelpoista fosforia/ha (=64 kg kokonaisfosforia/ha komposteissa) ja suuremmalla levitystasolla 95 kg käyttökelpoista fosforia/ha

(=127 kg kokonaisfosforia/ha komposteissa).

Koalueelle kylvettiin 22.5.2001 apilanurmen suojaviljaksi ohra (*Hordeum vulgare* cv Artturi, 350 jyvää/m<sup>2</sup>) ja nurmiseokseksi puna-apila (*Trifolium pratense* cv Bjursele, 5 kg/ha), timotei (*Phleum pratense* cv Iki, 8 kg/ha) ja nurminata (*Festuca pratensis* cv Antti, 12 kg/ha). Seoskompostikokeen apilanurmi orastui tasaisesti. Suojaviljan kasvustonäytteet otettiin 26.6.2001 ja 30.7.2001 ja niistä määritettiin kasvuston typpipitoisuus. Suojavilja puitiin 20.8.2001 ja oljet korjattiin pois kokeelta. Jyvien ja olkien kuiva-ainesato sekä ravinteiden ja raskasmetallien pitoisuudet määritettiin (Liitteet 1 ja 2). Syksyllä 2001 ennen maan routitumista otettiin ruuduittain pintamaanäytteet ja syksyn maanäytteistä analysoitiin ravinteet ja raskasmetallit (Liitteet 1 ja 2).

Seoskompostikokeen apilaheinänurmelta (Apilanurmi II) otettiin keväällä 2002 ruuduittain pintamaanäytteet ja syksyllä 2002 sekä pinta- (0-20 cm) että pohjamaanäytteet (20-40 cm). Syksyllä 2002 maanäytteet otettiin heti viimeisen niiton jälkeen. Näytteenoton jälkeen näytteet pakastettiin ja toimitettiin analysoitavaksi MTT:n laboratorioon (Liitteet 1 ja 2). Nurmi niitettiin ensimmäisenä satovuonna 2002 kaksi kertaa. Ensimmäinen niitto oli 26.6.2002 ja toinen niitto 28.8.2002.

## **2.3 Näytteenotto**

### **2.3.1 Kompostinäytteet**

Kenttäkokeiden kompostinäytteet ja suurin osa kompostien kypsyysseurannan horisontaalikartoituksen kompostinäytteistä otettiin FCQAO:n ohjeistuksen mukaan (Federal Compost Quality Assurance Organization (FCQAO) 1994). Kompostien kypsyysseurannan horisontaalikartoituksen laitosten 2 ja 3 12 kk:n ikäisistä ja laitoksen 4 2 kk:n ja 4 kk:n ikäisistä komposteista sekä kompostien kypsyysseurannan vertikaalikartoituksen komposteista otettiin näytteet standardin EN 12579 mukaan (1999). Kompostinäytteet (a' 3-5 l) pakattiin muovipusseihin ja pakastettiin (-18 °C).

### **2.3.2 Maanäytteet**

Kenttäkokeiden pintamaanäytteet otettiin Mikko-kairalla, ja ne yhdistettiin 6-12 osanäytteestä. Pohjamaanäytteet otettiin typpikairalla, ja ne koostuivat 4-8

osanäytteestä. Maanäytelaatikoihin pakatut näytteet siirrettiin kylmälaukuista pakastimeen (-18 °C) mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen.

### 2.3.3 Kasvinäytteet

Ohran kasvustonäytteet leikattiin ruduittain saksilla viiden senttimetrin korkeudelta viidestä kasvustorivistä 40 cm:n matkalta yhteensä kaksi metriä mikä vastaa 0,25 m<sup>2</sup> ohrakasvustoa. Kasvustonäytteet vietiin paperipusseissa laboratorioon ja punnittiin. Kasvustonäytteet saksittiin 3-5 cm:n paloihin, sekoitettiin ämpärissä, punnittiin 2 x 100 g paperipusseihin, kuivattiin 60 asteessa 18 tuntia ja punnittiin. Lopuksi kuivatut rinnakkaisnäytteet yhdistettiin ja varastoititiin kuivassa paikassa jatkotoimenpiteitä varten (Liitteet 1 ja 2).

Ohran satonäytteet leikattiin ruduittain saksilla viiden senttimetrin korkeudelta kahden neliömetrin alalta. Satonäytteet pakattiin avonaisiin paperisäkkeihin, siirrettiin sisätiloihin, punnittiin ja jätettiin ilmastavasti kuivumaan. Ilmakuivat ohrat puitiin ruutu puimurilla, jyvät ja oljet kerättiin talteen, punnittiin ja varastoititiin jatkotoimenpiteitä varten (Liitteet 1 ja 2). Kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi leikattiin ohrasatoa kasvustorivistä viiden senttimetrin korkeudelta 0,5 metrin matkalta, pakattiin paperipusseihin ja punnittiin, minkä jälkeen pussit sisältöineen kuivattiin 105 asteessa ja punnittiin.

Nurmen suojaviljan kasvustonäytteet leikattiin ruduittain saksilla 5 cm korkeudelta kahdelta 25cm \* 25cm näytealalta. Kasvustonäytteet vietiin muovipusseissa laboratorioon ja punnittiin. Kasvustonäytteet saksittiin 3-5 cm:n paloihin, sekoitettiin ämpärissä, punnittiin 2 x 100 g paperipusseihin, kuivattiin 60 asteessa 18 tuntia ja punnittiin. Lopuksi kuivatut rinnakkaisnäytteet yhdistettiin, pussitettiin ja lähetettiin laboratorioanalyysiin (Liitteet 1 ja 2). Nurmen suojavilja puitiin 1,5m\*7m satoruudusta koeruutupuimurilla pitkään sänkeen, jonka jälkeen jyväsato kuivattiin ja lajiteltiin. Jyväsadosta ja oljista otettiin kasvinäytteet ja niistä analysoitiin ravinnepitoisuudet (Liitteet 1 ja 2).

Heinänurmi niitettiin satovuosina kolme kertaa kesässä, kun yli 20 % kasvustosta oli tullut tähkälle. Vuonna 2000 perustettu Heinänurmi I niitettiin perustamisvuonna kahdesti. Niittoruutu oli 1,5m \* 7m alue 3\*10 metrin suuruisen ruudun keskeltä. Niittoruudun tuoresato punnittiin koeruutupuimurin säiliössä ruduittain, ruutusadosta otettiin edustavasti reilu 1 kg:n seosnäyte. Ruudun seosnäytteestä silputtiin ja punnittiin 2\*200g uuniin yön ajaksi (lämpötila 60 °C) ja kuivapainot punnittiin seuraavana aamuna. Ruudun kaksi rinnakkaisnäytettä yhdistettiin kuivapainopunnituksen jälkeen näytepussiin ja näytteet toimitettiin laboratorioanalyysiin (Liitteet 1 ja 2).

Apilaheinänurmi niitettiin satovuosina kaksi kertaa kesässä, kun valtaosa puna-apilasta oli vielä nupulla. Niittoruutu oli 1,5m \* 7m alue 3\*10 metrin suuruisen ruudun keskeltä. Niittoruudun tuoresato punnittiin koeruutupuimurin säiliössä ruuduittain, ruutusadosta otettiin edustavasti reilu 1 kg:n seosnäyte. Ruudun seosnäytteestä silputtiin ja punnittiin 2\*200g uuniin yön ajaksi (lämpötila 100 °C) ja kuivapainot punnittiin seuraavana aamuna. Loput ruudun seosnäytteestä lajiteltiin (apilat – heinät – muut) ja lajitteluosuudet punnittiin. Lajitellut puna-apila ja heinä silputtiin erikseen ja punnittiin kumpakin 2\*200g tuoreainetta kuivatukseen (60 °C). Puna-apilan ja heinän näytteet toimitettiin kuivapainopunnituksen jälkeen laboratorioanalyysiin (Liitteet 1 ja 2).

## **2.4 Kemiaalliset ja fysikaaliset analyysit**

### **2.4.1 Kompostianalyysit**

Komposteista määritettiin tuorepaino (3\*1 l, FCQAO 1994; 3\* 1 l, EN 12580), liukoinen typpi (1:2,5 2 M KCl-uutto, Mulvaney 1996; 1:5 vesiuutto, EN 13652; 1:5 CAT-uutto, EN 13651), kuiva-ainepitoisuus (105 °C 4 tuntia, Agricultural Research Centre 1986; 103 °C, EN 13040), liukoiset ravinteet fosfori ja kalium (1:10 HAAC-uutto, Agricultural Research Centre 1986; 1:5 vesiuutto, EN 13652; 1:5 CAT-uutto, EN 13651), johtoluku (1:2,5 vesiuutteesta, Agricultural Research Centre 1986) ja johtokyky (1:5 vesiuutteesta, EN 13038), pH (1:2,5 vesisuspensiosta, Agricultural Research Centre 1986; 1:5 vesisuspensiosta, EN 13037), hehkutuskevennys (550 °C 4 tuntia, Agricultural Research Centre 1986) ja orgaanisen aineksen määrä (450 °C 6+1 tuntia, EN 13039), orgaaninen hiili (LECO CN-2000), kokonaistyyppi (LECO CN-2000; EN 13654-2), kokonaisravinteet fosfori ja kalium (märkäpoltto, Agricultural Research Centre 1986; AR-uutto, EN 13650) ja kokonaisraskasmetallit arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), elohopea (Hg), lyijy (Pb), nikkeli (Ni) ja sinkki (Zn) (AR-uutto, ISO 11466; AR-uutto, EN 13650).

Kenttäkokeissa käytetyt kompostit analysoitiin perinteisin maa-analyysimenetelmin. Maanparannusaineiden ja kasvualustojen uusia EN standardeja käytettiin vain kompostien kypsyysseurannan komposteja analysoitaessa. Yksityiskohtaisempi kuvaus kompostien analyysimenetelmistä esitetään liitteessä 2.

### **2.4.2 Maa-analyysit**

Maanäytteet analysoitiin perinteisin maa-analyysimenetelmin. Maanäytteistä määritettiin tilavuuspaino (40 ml:n massa tuoreesta ja 25 ml:n massa ilma-kuivasta jauhetusta näytteestä, Agricultural Research Centre 1986), liukoinen

typpi (1:2,5 2 M KCl-uutto, Mulvaney 1996), kuiva-ainepitoisuus (ka) (105 °C 4 tuntia, SFS 3008/1990), viljavuusravinteet (1:10 HAAc-uutto, Agricultural Research Centre 1986), johtoluku ja pH (1:2,5 vesiuute ja –suspensio, Agricultural Research Centre 1986), orgaaninen hiili (LECO CN-2000), kokonaistyyppi (LECO CN-2000), kokonaisfosfori (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HF-uutto, Bowman 1988), kokonaisraskasmetallit (AR-uutto, ISO 11466), liukoiset raskasmetallit (HAAc-EDTA-uutto, Lakanen & Erviö 1971), liukoinen boori (1:2 kuumavesiuutto, Agricultural Research Centre 1986), kationinvaihtokapasiteetti (1 M ammoniumasetatti-uutto pH 7, Agricultural Research Centre 1986), vedenpidätyskyky (Niemi ym. 1998). Yksityiskohtaisempi kuvaus maa-analyysimenetelmistä esitetään liitteessä 2.

### 2.4.3 Kasvianalyysit

Kasvinäytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus (ka) (105 °C 4 tuntia, Agricultural Research Centre 1986), typen (N) kokonaispitoisuus (LECO CN-2000) ja fosforin (P), kaliumin (K), kalsiumin (Ca), magnesiumin (Mg), kuparin (Cu), mangaanin (Mn), kadmiumin (Cd), kromin (Cr), nikkelin (Ni), lyijyn (Pb) ja sinkin (Zn) kokonaispitoisuus (märkäpoltto, Huang & Schulte 1985). Yksityiskohtaisempi kuvaus kasvianalyysimenetelmistä esitetään liitteessä 2.

## 2.5 Tilastolliset käsittelyt

Tilastollisesti analysoitiin tuloksista ne ominaisuudet, joissa keskiarvotarkastelun pohjalta havaittiin mahdollisia eroja käsittelyjen välillä. Kompostikäsittelyjen väliset erot testattiin osaruutukokeen mallin mukaisesti käyttäen SAS/GLM-proseduuria varianssianalyysiin. Nurmikokeiden maan kokonaistypen, ammoniumin, nitraatin, liukoisen typen ja viljavuusfosforin sekä kasviaineksen kuiva-ainesadon, typpisadon ja fosforisadon tulokset analysoitiin kunkin näytteenottoajankohdan osalta erikseen ja käsittelemätön 0-kontrolli jätettiin pois tilastoanalyysistä. Keskiarvojen vertailuun käytettiin LSD-testiä ( $\alpha=0.05$ ). Vakiovariانسisuus ja aineiston normaalijakautuneisuus tarkastettiin Box-Cox-menetelmän ja graafisen tarkastelun avulla.

## 3 Tulokset

### 3.1 Kompostien laatu

Kompostien yleisesti tunnustetut laatukriteerit ovat hygieenisuus, kypsyyden, raskasmetallipitoisuudet ja yleiset ominaisuudet (esim. Composting Council of Canada 1999). Kompostin hygieenisyyden perusta on riittävän pitkäkestoinen käsittely riittävän korkeassa lämpötilassa (esim. Christensen ym. 2002). Lainsäädäntö (MMMp 21.1.1994/45, MMMp 21.1.1994/46, VNp 14.4.1994/282) antaa kompostien ja puhdistamolietteen raskasmetallipitoisuuksille rajat, joiden täyttymistä kontrolloidaan lopputuotteesta ja käyttömäärissä. Kompostin yleiset ominaisuudet, kuten hajuttomuus ja roskattomuus, todetaan aistinvaraisesti tai tarvittaessa määrittämällä lopputuotteesta (esim. Composting Council of Canada 1999). Laadunvalvonnan kannalta ongelmallisin laatukriteeri on kompostin kypsyyden. Kypsyyden mittareita on testattu lukuisia joukko (Lystad 1998). Ne ovat hitaita ja soveltuvat lähinnä lopputuotteen kypsyyden varmistamiseen. Kompostin kypsymisen varmistaminen on kompostoinnin laadun varmin tausta ja sen toteuttamiseksi onkin ehdotettu kompostintuottajan omavalvontajärjestelmää.

Vuonna 2001 Jätelaitosyhdistyksen toimeksiannosta valmistui tutkimus 'Suomalaisten kompostointilaitosten toimivuus ja tehostaminen' (Ekholm & Lehto 2001). Tutkimuksen keskeisenä osana oli saksalaisen Awiplan GmbH:n suorittama kolmen suomalaisen kompostointilaitoksen evaluointi, jossa todettiin hapen puute yleiseksi ongelmaksi kompostoinnin eri vaiheissa ja erityisesti kritisoitiin myös prosessin valvontaa, joka ei ulottunut aktiivivaihetta pidemmälle (Awiplan GmbH 2001). Kompostointilaitosten laatu järjestelmän tuleekin perustua koko kompostointiprosessin aktiiviseen seurantaan, jolla todennetaan hapen riittävyys ja kompostoituminen koko prosessin ajan. Tässä hankkeessa testattiin kompostien kypsymisaumojen lämpötilan ja hapen ja hiilidioksidin pitoisuuksien seurannan soveltuvuutta kompostin kypsymisen omavalvontamenetelmäksi.

#### 3.1.1 Kompostien kemiallinen ja fysikaalinen laatu

Hankkeessa tutkittiin kuuden biojätekompostin, kuuden biojätepuhdistamolietekompostin, kahden puhdistamolietekompostin, kahden lantakompostin ja kolmen metsäteollisuuslietekompostin kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet, jotka koottiin taulukkoon 6. Tutkittujen kompostien raskasmetallipitoisuudet alittivat selvästi lainsäädännöllä asetetut käyttörajoitusrajat, jotka on asetettu maa- ja metsätalousministeriön päätöksessä MMMp 21.1.1994/46. Pitoisuuden vaihteluväli oli elohopealla 0,05-0,55 mg/kg ka (2,0 mg/kg, MMMp 21.1.1994/46), kadmiumilla 0,13-1,07 mg/kg ka (3,0 mg/kg), ar-

seenilla 0,7-8,3 mg/kg ka (50 mg/kg ka), nikkelillä 3-22 mg/kg ka (100 mg/kg), lyijyllä 3-37 mg/kg ka (150 mg/kg), kuparilla 18-206 mg/kg ka (600 mg/kg) ja sinkillä 59-440 mg/kg ka (1500 mg/kg). Lisäksi rajoitetaan puhdistamolietteen käytöstä aiheutuvaa raskasmetallikuormitusta (VNp 14.4. 1994/282), mikä saattaa rajoittaa joidenkin lietettä raaka-aineena käyttävien kompostien käyttömääriä. Lanta-komposteissa oli vähiten raskasmetalleja. Myös Bio-komposteissa raskasmetalleja oli vähän. Metsä-komposteissa oli muihin verrattuna runsaasti kadmiumia, arseenia ja mangaania, mutta vähän muita raskasmetalleja. Puhdistamolietteestä valmistetuissa komposteissa oli suhteellisen paljon kuparia, sinkkiä, kadmiumia ja elohopeaa, kuitenkin keskimäärin vain kolmannes - viidennes sallitusta.

Kompostien kypsyyttä arvioitiin ammoniumtyppi-nitraattityppi suhteen ja hiili-typpi suhteen perusteella. Ammoniumtyppi-nitraattityppi suhde vaihteli laajasti, Bio-kompostilla 0,35-236, BioLiete-kompostilla 0,6-2,6, Lietekompostilla 1,0-2,4, Metsä-kompostilla 0,08-2,4 ja Lanta-kompostilla 1,9-34,8. Kun ammoniumtyppi-nitraattityppi suhde on pienempi kuin yksi, kompostia pidetään kypsänä (esim. Composting Council of Canada 1999), joten suurin osa tutkituista komposteista oli kypsiä tai lähes kypsiä. Jossain määrin tai selvästi keskeneräisiä olivat vuonna 2000 levitetyt kompostikokeiden biojätekompostit ja lantakomposti. Raaoksi todetuilla komposteilla oli myös hajuongelma, mutta niiden käytöstä mahdollisesti aiheutuvaa biotoksisuutta viljelykasveille ei kenttäkokeissa havaittu.

Kompostointia aloitettaessa hiili-typpi suhteen tulisi olla 25-30. Kompostoitessa hiili-typpi suhde pienenee, kun mikrobien käyttämä hiili vapautuu hiilidioksidina. Karkea arvio on, että hiili-typpisuhde pienenee kompostoitumisen aikana noin kolmanneksen. Bio-kompostien keskimääräinen hiili-typpi suhde 10,5 (8,7-12,8) vastaa näin alkutilannetta, jossa hiili-typpi suhde on keskimäärin 15,7, eli hiiltä pitäisi olla 1,5-2 kertaa enemmän. BioLietekompostien hiili-typpi suhde oli keskimäärin 13,7 (12,6-14,8), mikä vastaisi arvoa 20,5 alkutilanteessa. Lietekompostien vastaavat keskimääräiset arvot olivat 15,4 (14,5-16,3) ja 23, Metsä-kompostin 16,6 (16,2-16,9) ja 24,8 ja Lanta-kompostin 16,8 (16,2-17,5) ja 25,1. Biojätekompostit sisälsivät tässä vertailussa selvästi liikaa typpeä suhteessa hiilen määrään, mikä on saattanut aiheuttaa hapen puutetta ja kypsymisen viivästyminen prosessin eri vaiheissa liian nopean hajoamisen seurauksena.

Taulukko 6. Kenttäkokeissa käytettyjen kompostien kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet.

Komposti <sup>(a)</sup>	Tuore- Kuiva- Hehk.			Johto- luku	N <sup>(b)</sup> P <sup>(b)</sup> K <sup>(b)</sup> C <sup>(b)</sup> NH <sub>4</sub> -N NO <sub>3</sub> -N liukP <sup>(c)</sup>								Kypsyys	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	
	paino	aine	kev.		pH	10 <sup>-4</sup> S																	
	kg/l	%	%		yks.	/cm	g/kg ka																NH <sub>4</sub> -N/ C/N NO <sub>3</sub> -N
Bio O I	0,51	66	77	6,7	58	33	4,4	8,4	409	7,1	0,03	3,8	12,4	236	2,4	0,26	9	37	0,07	225	5	7	163
Bio H I	0,63	51	55	6,8	40	27	6,9	9,5	288	1,9	0,28	1,7	10,9	6,7	4,9	0,48	27	58	0,09	309	9	23	192
Bio A I	0,61	46	58	6,9	38	25	5,2	9,9	315	1,9	0,28	2,5	12,8	6,8	8,8	0,35	20	44	0,07	259	8	37	197
Bio O II	0,52	55	59	6,9	23	34	5,2	6,2	297	6,0	0,39	1,0	8,8	16	4,3	0,17	33	43	0,06	285	20	12	156
Bio H II	0,77	51	52	7,0	35	30	7,2	12,4	275	0,3	0,91	2,1	9,3	0,4	5,3	0,16	16	49	0,08	289	8	15	142
Bio A II	0,77	56	54	7,1	3	31	6,7	12,2	268	0,4	0,86	2,5	8,7	0,5	4,5	0,23	14	47	0,11	298	8	17	144
BioLie O I	0,61	68	49	7,0	28	19	8,1	5,2	283	1,0	0,39	0,4	14,8	2,6	5,2	0,50	33	89	0,15	477	15	25	263
BioLie H I	0,69	85	59	6,4	36	22	14	5,9	311	0,4	0,62	0,5	14,1	0,7	5,2	0,59	42	128	0,23	442	19	32	402
BioLie A I	0,68	58	57	6,4	36	24	12	4,4	304	0,7	1,07	0,4	12,6	0,6	4,6	0,58	45	150	0,24	450	22	34	433
BioLie O II	0,57	60	71	5,4	13	28	9,8	4,3	374	1,5	0,61	0,1	13,4	2,5	4,3	0,36	28	104	0,31	421	12	19	324
BioLie H II	0,68	67	13	6,2	7	9	3,6	5,1	130	0,5	0,24	0,1	13,8	2,2	3,2	0,21	43	36	0,10	213	19	8	88
BioLie A II	0,68	65	19	6,3	9	9	5,4	4,8	119	0,6	0,35	0,1	16,9	0,2	2,4	0,30	38	55	0,17	210	18	11	130
Lan A I	0,71	83	74	-	-	26	6,9	41,4	425	0,7	0,02	4,4	16,2	35	0,7	0,13	8	25	0,05	177	4	3	124
Lan A II	1,02	21	77	8,1	41	23	5,9	27,8	396	0,9	0,46	4,5	17,5	1,9	1,3	0,15	4	18	0,08	134	3	6	81
Lie O II	0,57	46	60	6,6	16	20	16	2,3	318	1,9	0,78	0,2	16,3	2,4	4,6	0,66	34	206	0,55	403	15	25	440
Lie H II	1,06	35	47	6,0	6	20	13	3,8	289	0,3	0,24	0,1	14,5	1,0	2,0	0,53	17	170	0,32	541	13	16	356
MetLie O II	0,62	27	81	6,9	12	26	3,8	1,7	414	1,7	0,74	0,1	16,2	2,4	8,3	0,82	11	20	0,06	602	4	5	59
MetLie H II	0,83	20	80	6,6	17	25	3,9	1,7	419	0,1	1,83	0,2	16,6	0,1	7,3	1,07	9	19	0,10	654	5	5	60
MetLie A II	0,83	21	80	6,7	2	24	3,8	1,9	405	0,3	1,32	0,2	16,9	0,2	6,8	0,82	10	18	0,07	644	5	4	63

<sup>(a)</sup> KOMPOSTIEN LYHENTEET: Jätteraaka-aine; Bio=Biojäte, BioLie=Biojäte+Puhdistamoliete, Lan=Naudanlanta, Lie=Puhdistamoliete, MetLie=Metsäteollisuusliete  
Kenttäkokeet; O=Ohrakoe, H=Heinänumkoe, A=Apilanumkoe, Perustamisvuosi; I=perustettu v. 2000, II=perustettu v. 2001

<sup>(b)</sup> Kokonaispitoisuus, <sup>(c)</sup> liukP=viljavuusfosfori



### 3.1.2 Kompostien kypsymisen seuranta

Kompostien kypsymistä kompostointilaitoksilla arvioitiin mittaamalla lämpötilaa ja hapen ja hiilidioksidin pitoisuutta kypsymisaumoista sekä määrittämällä ammoniumtyppi-nitraattityppisuhde ja hiili-typisuhde kompostinäytteistä. Horisontaalikartoituksessa arvioitiin eri-ikäisten ja eri tekniikoilla tuotettujen kompostien kypsyyttä ja siinä oli mukana biojätettä rumpu/kaukalotekniikalla kompostoiva laitos, mädätettyä puhdistamolietettä kenttäkompostoiva laitos, linkokuivattua puhdistamolietettä rumpukompostoiva laitos ja biojätepuhdistamolietettä tunnelitekniikalla kompostoiva laitos. Vertikaalikartoituksessa seurattiin biojätteestä rumpu/kaukalotekniikalla valmistetun kompostin ja biojätteestä ja puhdistamolietteestä tunnelitekniikalla valmistetun kompostin kypsymistä lämpövaiheesta purkamisesta lähtien puolen vuoden ajan.

#### Horisontaalikartoitus

Horisontaalikartoituksen tulokset on koottu taulukkoon 7. Tulokset kertovat tapauskohtaisesti kypsymisolosuhteista. Laitoksen 1 biojätekomposti kypsyi hitaasti. Vuoden ikäisen auman lämpötila oli korkea (50 °C), happipitoisuus matala (2 %) ja hiilidioksidipitoisuus korkea (37 %). Kypsymistä viivästytti hapen puute ja heikko kaasujen vaihto aumassa eli auman liian tiivis rakenne. Laitoksen 2 puhdistamolietekomposti kypsyi myös hitaasti. Vuoden ikäisen kentän lämpötila oli selvästi laskussa, mutta kypsyminen oli vielä kesken ja kaasujen vaihto puutteellista. Laitoksen 3 puhdistamolietekomposti kypsyi mittausten välisenä aikana. Syksyllä koholla ollut lämpötila oli kevääseen mennessä selvästi laskenut. Kaasujen vaihto toimi molemmilla mittauseroilla hyvin. Laitoksen 4 aumassa kaasujen vaihto oli tehokasta ja kompostoituminen nopeaa. Neljän kuukauden ikäinen komposti ei kuitenkaan ollut vielä täysin kypsää, joten auma saattoi olla liiankin ilmava.

#### Vertikaalikartoitus

Vertikaalisen kompostin kypsymisen seurannan tulokset Laitoksen 1 biojätekompostin osalta esitetään kuvassa 1. Laitoksen 1 biojätekomposti kypsyi hitaasti sekä normaaliaumakoostumuksessa että tukiainelisäsaumassa. Molempien aumojen lämpötilat kohosivat parissa viikossa yli 50 asteen ja pysyivät 50-60 asteessa kolmisen kuukautta, minkä jälkeen lämpötila alkoi hitaasti laskea. Koko kypsymisen ajan happipitoisuus oli matala ja hiilidioksidipitoisuus korkea, joten aumojen ilmanvaihto ja rakenne oli puutteellinen. Tukiainelisäyksen vähäinen mutta oikeansuuntainen vaikutus näkyi lähinnä vain auman sisäosien hiilidioksidipitoisuuden laskuna.

Taulukko 7. Kompostien kypsymisen horisontaalikartoituksen tulokset.

Komposti <sup>a</sup>	Syvyys cm	Lämpötila <sup>b</sup> °C	Happi <sup>b</sup> %	Hiilidioksidi <sup>b</sup> %	NH <sub>4</sub> -N/ NO <sub>3</sub> -N	C:N
L1 9-12 kk	50	48	1,6	37,2	6,5	20,9
L1 9-12 kk	100	53	2	37,9		
L2 6 kk	50	49	5,2	20,3	125	15,6
L2 6 kk	100	46	2,3	30,7		
L2 12 kk	50	23	4,8	32,6	8,0	17,3
L2 12 kk	100	23	6,5	28,9		
L3 6 kk	50	46	10,4	9,3	1,7	20,0
L3 6 kk	100	42	14,6	5		
L3 12 kk	50	21	18,2	3,3	1,9	28,4
L3 12 kk	100	23	15,8	5,8		
L4 2 kk	50	23	21,0	0,30	24,9	10,6
L4 2 kk	100	23	20,9	0,25		
L4 4 kk	50	21	21,1	0,14	6,0	10,2
L4 4 kk	100	22	21,0	0,27		

<sup>a</sup>L1, rumpu/kaukalokompostoitu biojäte; L2, kenttäkompostoitu puhdistamoliete;

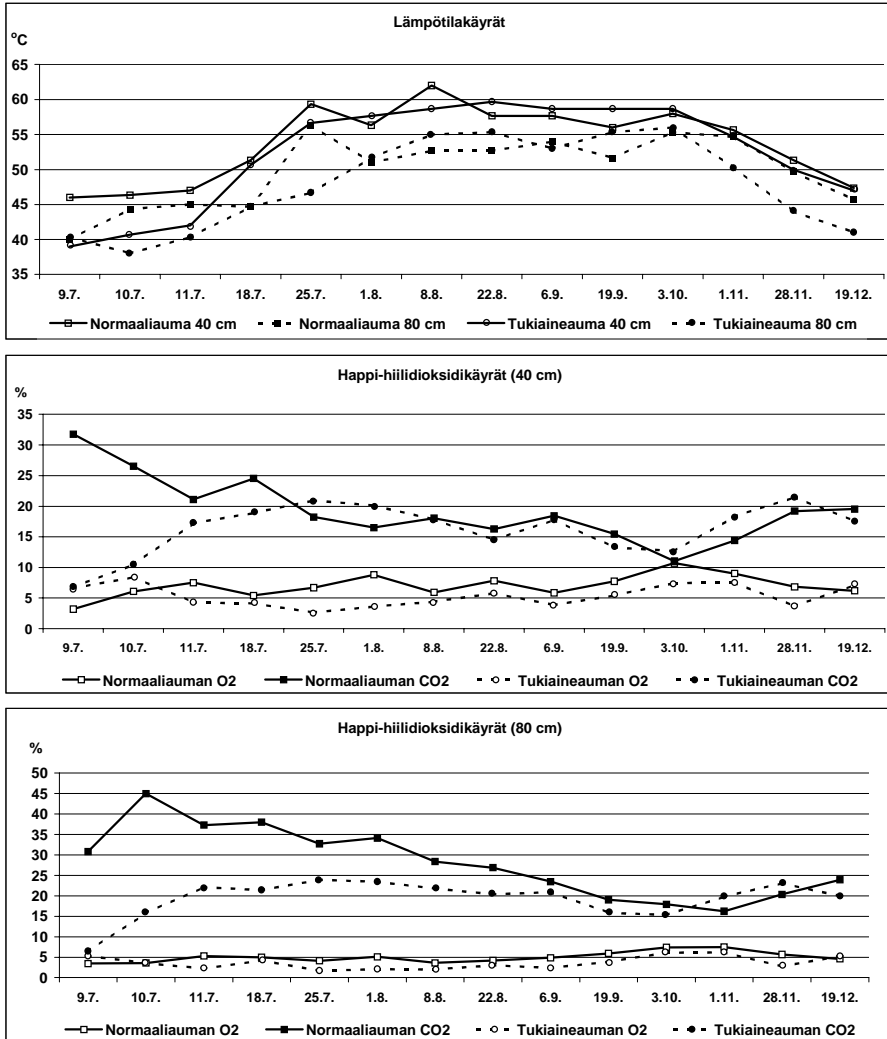
L3, rumpukompostoitu puhdistamoliete; L4, tunnelikompostoitu biojäte-puhdistamoliete;

x kk, kompostin kypsytyisaika kuukausina

<sup>b</sup>Vähintään kolmen määrittelyn keskiarvo.

Taulukossa 8 esitetään Laitoksen 1 kompostin kypsymisen seurantakokeen kompostinäytteiden kypsyysanalyysin tulokset. Ammoniumtyppi-nitraattityppisuhte pieneni selvästi nopeammin tukiaineaumassa kuin normaaliaumassa, joten tukiainelisäyksellä oli selvä positiivinen vaikutus kompostin kypsymiseen. Hiili-typisuhteella ei ollut loogista yhteyttä kypsymiseen, vaikka se tavallisesti pienenee kypsymisen edetessä.

Laitoksen 4 biojätepuhdistamolietekompostin kypsymisen seurantakokeen tulokset esitetään kuvassa 2. Laitoksen 4 biojätepuhdistamolietekompostin lämpötila kohosi seuranta-aumoissa 1-2 viikoksi 35-40 asteeseen, minkä jälkeen lämpötila ei merkittävästi eronnut ulkoilman lämpötilasta. Happipitoisuus säilyi koko jälkikypsymisen ajan lähellä ulkoilman pitoisuutta. Pientä happipitoisuuden laskua tapahtui lämpötilapiikin aikaan, jolloin myös hiilidioksidipitoisuus kohosi hetkellisesti lähelle kahta prosenttia.



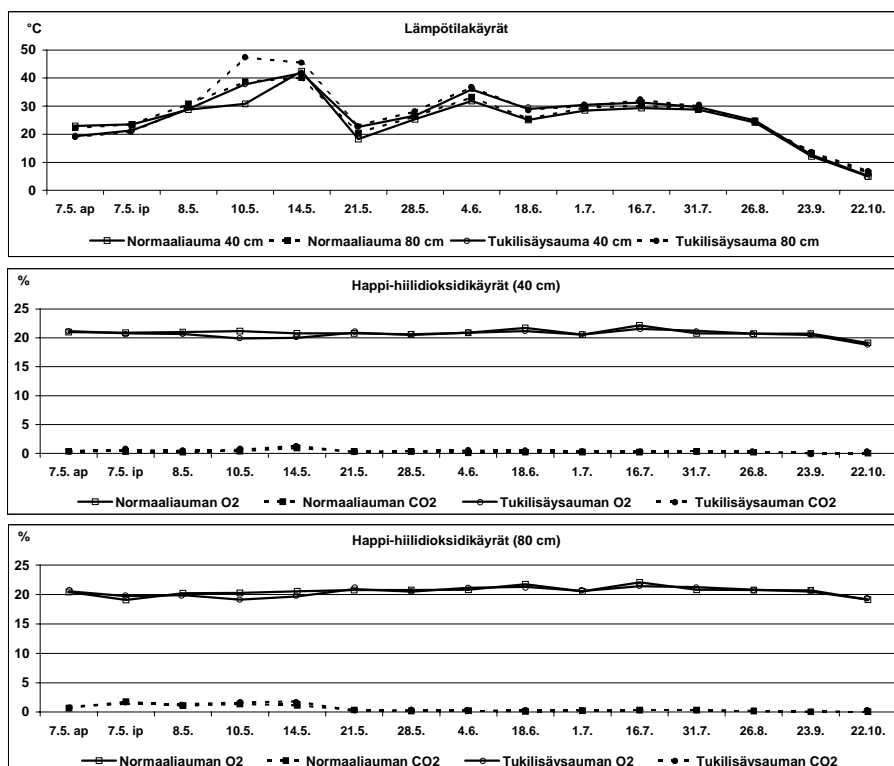
Kuva 1. Lämpötila ja happi- ja hiilidioksidipitoisuudet Laitoksen 1 rumpu/kaukalotekniikalla valmistetun biojätekompostin jälkikypsymisen seuranta-kokeessa.

Taulukko 8. Laitoksen 1 rumpu/kaukalotekniikalla valmistaman biojättekompustin kypsymisen seurantakokeen kemiallisten kypsyysanalyysien tulokset (vertikaalikartoitus).

Määrittäminen, menetelmä	Kompostinäytteet*						
	0 kk	2 kk a	2 kk b	4 kk a	4 kk b	6 kk a	6 kk b
Ammoniumtyppi, EN 13652 (vesi 1:5), mg/l	612	871	962	648	683	849	637
Nitraattityppi, EN 13652 (vesi 1:5), mg/l	1,0	6,9	12,2	5,5	31,3	22,5	58,1
Ammoniumtyppi:nitraattityppi (EN 13652)	631	126	79	118	22	38	11
Orgaaninen hiili, %	46,4	43,9	46,3	48,6	46,6	45,4	44,4
Kokonaistyyppi, %	2,8	2,9	2,7	2,9	2,8	3,0	3,2
Hiili:typpi	16,7	15,1	17,2	16,6	16,9	15,0	14,0

\*0 kk, aktiivivaiheen jälkeen; 2 kk, 4 kk ja 6 kk, kypsymisaika aumassa;

a, normaali aumakoostumus, b, aumaa perustettaessa lisätty tukiaineeksi 25% rakennuspuujättehaketta ja 25% turvetta.



Kuva 2. Lämpötila ja happi- ja hiilidioksidipitoisuudet Laitoksen 4 tunneliteknikalla valmistetun biojättepuhdistamolietekompustin jälkikypsymisen seurantakokeessa.

Taulukossa 9 esitetään Laitoksen 4 kompostin kypsymisen seurantakokeen kompostinäytteiden kypsyysanalyysin tulokset. Ammoniumtyppi-nitraattityppisuhde pieneni nopeammin tukiaineaumassa kuin normaaliaumassa ensimmäisen kahden kuukauden aikana, joten tukiainelisäyksellä oli positiivinen vaikutus kompostin kypsymiseen alkuvaiheessa. Hiili-typisuhde pieneni vähän kypsymisen edetessä molemmissa aumoissa.

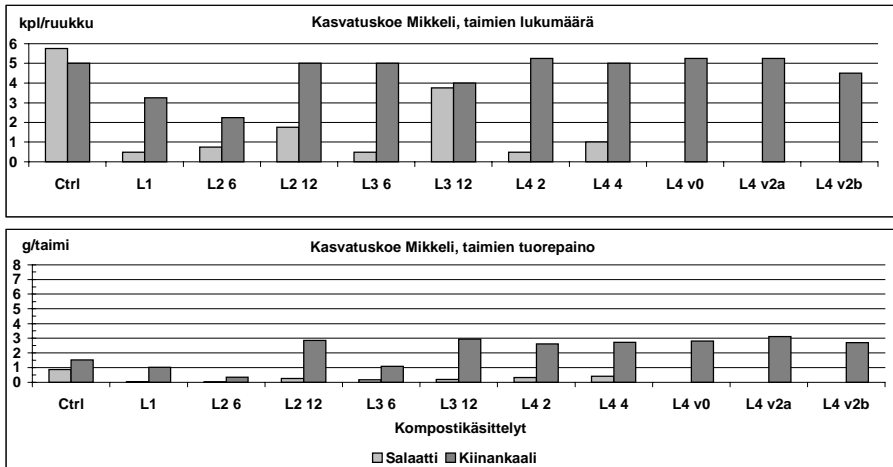
Taulukko 9. Laitoksen 4 tunneliteknii alla valmistaman biojätepuhdistamolietekompostin kypsymisen seurantakokeen kemiallisen kypsyysanalyysin tulokset (vertikaalikartoitus).

Määrittäminen, menetelmä	Kompostinäytteet*						
	0 kk	2 kk a	2 kk b	4 kk a	4 kk b	6 kk a	6 kk b
Ammoniumtyppi, EN 13652 (vesi 1:5), mg/l	476	988	1001	372	378	402	340
Nitraattityppi, EN 13652 (vesi 1:5), mg/l	1	79	244	342	342	343	539
Ammoniumtyppi:nitraattityppi (EN 13652)	602	12,4	4,1	1,1	1,1	1,2	0,6
Orgaaninen hiili, %	31,9	28,7	31,1	28,6	29,4	28,8	30,8
Kokonaistyyppi, %	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,5
Hiili:typpi	14,4	13,2	13,4	12,2	13,3	12,6	12,6

\*0 kk, aktiivivaiheen jälkeen; 2 kk, 4 kk ja 6 kk, kypsymisaika aumassa;

a, normaali aumakoostumus, b, aumaa perustettaessa lisätty tukiaineeksi 50% ranka- ja kierrätyslaketta.

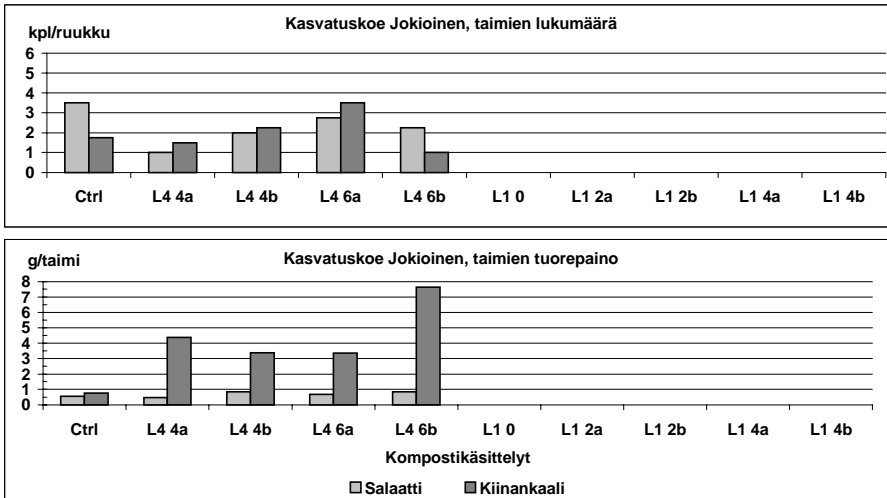
Kuvassa 3 esitetään kompostien kypsymisen horisontaalikartoituksen näytteiden ja kompostien kypsymisen seurantakokeen vertikaalikartoituksen Laitoksen 4 0 kk:n, 2 kk:n ja 4 kk:n näytteiden kasvatuskokeen eli kasvatuskokeen ensimmäisen osan tulokset Mikkelin Karilassa. Taimettumistulokset olivat salaattilla selvästi heikommat kaikilla kompostikasvualustoilla kontrollina käytettyyn turvekasvualustaan verrattuna. Kiinankaalin taimettuminen oli selvästi parempaa kuin salaatin ja kompostikasvualustoilla saatiin jopa parempia taimettumistuloksia kuin kontrollilla. Kiinankaalin taimettumisen perusteella kypsiksi komposteiksi voidaan arvioida Laitoksen 3 6 kk vanha ja Laitoksen 2 12 kk vanha puhdistamolietekomposti sekä Laitoksen 4 kaikki kompostit lukuun ottamatta seurantakokeen tukiainelisäsauman 2 kk kypsyntä näytettä. Koska salaatin taimettuminen oli erittäin huonoa, on molempien kasvien keskimääräinen taimettuminen kaikilla kompostikasvualustoilla huonompaa kuin kontrollikäsitellyssä. Salaatin kasvutulokset olivat erittäin huonot kaikilla kompostikasvualustoilla, mutta kiinankaalin kasvutulokset olivat selvästi kontrollia paremmat kaikilla kasvualustoilla lukuun ottamatta Laitoksen 1 sekä Laitoksen 3 ja Laitoksen 2 6 kk kypsyneistä kompostinäytteistä seostettuja kasvualustoja. Myös molempien koekasvien yhteinen kasvutulosten keskiarvo oli kontrolliturvetta parempi kaikilla kasvualustoilla edellä mainittuja komposteja lukuun ottamatta.



Kuva 3. Taimettumis- ja kasvatulokset kompostikasvualustoilla Mikkeliissä kasvihuoneessa 18.7.-6.8.2002 toteutetussa salaatin ja kiinankaalin idätys- ja kasvatuskokeessa. (Ctrl, kontrolliturve; L1, L2, L3 ja L4 laitosten 1, 2, 3 ja 4 kompostit; 0, 2, 4 ja 6 kompostin ikä kuukausina; v, vertikaalikartoitus; a, normaali auma, b, tukiainelisäysauma).

Kuvassa 4 esitetään Laitoksen 4 biojätepuhdistamolietekompostin kypsymisen seurantakokeen 4 kk:n ja 6 kk:n näytteiden ja Laitoksen 1 biojättekompustin kypsymisen seurantakokeen 0 kk:n, 2 kk:n ja 4 kk:n näytteiden kasvatuskokeen eli kasvatuskokeen toisen osan tulokset Jokioisilla. Jokioisten kasvatuskokeen tulokset ovat vain suuntaa antavia sillä ne eivät täyttäneet laatukriteereitä, kun kiinankaalien itävyys kontrolliruukuissa (27 %) jäi alle tavoitetason (50 %). Merkillepantava tulos oli kuitenkin taimien puuttuminen Laitoksen 1 kaikista mukana olleista kompostinäytteistä. Salaattikokeessa itävyys oli paras kontrolliruukuissa, mutta kasvustojen tuoresato oli tasainen kaikissa taimettuneissa ruukuissa. Kiinankaalilla taimien määrä vaihteli, mutta tuoresato oli selvästi suurempi Laitoksen 4 kompostikasvualustoilla kuin kontrollikasvualustalla.

Vertikaalikartoituksessa kehitettiin kompostointilaitoksille menetelmä tai toimintamalli, jonka avulla laitoksilla voidaan seurata kompostiauman kypsymistä ja tarvittaessa todeta prosessia korjaavien toimenpiteiden tarve. Korjaavia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi auman kääntö tai karkean tukiaineen lisääminen. Kunkin kompostierän kypsymisen etenemisessä tavoitteena on vähittäinen happipitoisuuden nousu sekä hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan lasku.



Kuva 4. Taimettumis- ja kasvutulokset kompostikasvualustoilla Jokioisilla kasvihuoneessa 5.-27.11.2002 toteutetussa salaatin ja kiinankaalin idätys- ja kasvatuskokeessa. (Ctrl, kontrolliturve; L1 ja L4 laitosten 1 ja 4 kompostit; 0, 2, 4 ja 6 kompostin ikä kuukausina; a, normaali auma, b, tukiainelisäsauma).

## 3.2 Kompostien lannoitusvaikutukset

### 3.2.1 Maan ravinnetulokset

#### 3.2.1.1 Maan fosforitulokset

Komposteissa annettiin fosforia maatalouden ympäristötukiehtojen mukaisena tasauslannoituksena kahdeksi ja neljäksi vuodeksi. NPK-ruutujen fosforitaso täydennettiin ohrakokeissa kaksoissuperfosfaatilla, heinänurmi I:n NPK-ruudut fosforilannoitettiin superfosfaatilla ja heinänurmi II:n kaksoissuperfosfaatilla. Taulukossa 10 esitetään kokeita perustettaessa maahan lisätyt fosforimäärät koejäsenittäin eri kenttäkokeissa.

Kokonaisfosforin ja viljavuusfosforin pitoisuus määritettiin pintamaasta keväisin ennen kompostin/lannoitteen lisäystä ja syksyisin satokauden jälkeen ja pohjamaasta keväällä ennen kokeen perustamista ja syksyllä 2002 kokeiden päättyessä otetuista maanäytteistä.

Taulukko 10. Kenttäkokeissa lisätty kokonaisfosfori (kokP) ja liukoinen fosfori (liukP) 2 tai 4 vuoden fosforilannoitustasolla. Biojätekompostin ja BiojäteLietekompostin vertailulannoituksena oli ohra- ja heinänurmikokeissa NPK-lannoitus ja apilanurmikokeissa Karjanlantakomposti.

KOMPOSTIKOE	Lisätty fosfori, kokP/liukP, kg/ha		
	Ohra I	Heinänurmi I	Apilanurmi I
Koejäsen			
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	36/26	68/64	91/62
Biojätekomposti 2v.	70/56	68/18	51/26
BiojäteLietekomposti 2v.	95/10	248/10	60/2
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	72/59	135/127	178/121
Biojätekomposti 4v.	130/107	134/36	100/52
BiojäteLietekomposti 4v.	179/14	493/20	117/4

SEOSKOMPOSTIKOE	Lisätty fosfori, kokP/liukP, kg/ha		
	Ohra II	Heinänurmi II	Apilanurmi II
Koejäsen			
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	25/20	68/61	80/61
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	68/8	110/23	80/21
BiojäteLieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	46/1	59/3	48/1
Lietekomposti 2v.	37/0,5	109/1	
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	44/1	94/3	
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	61/53	135/122	158/121
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	135/17	218/45	158/41
BiojäteLieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	91/2	116/5	95/3
Lietekomposti 4v.	73/1	217/2	
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	88/2	187/5	

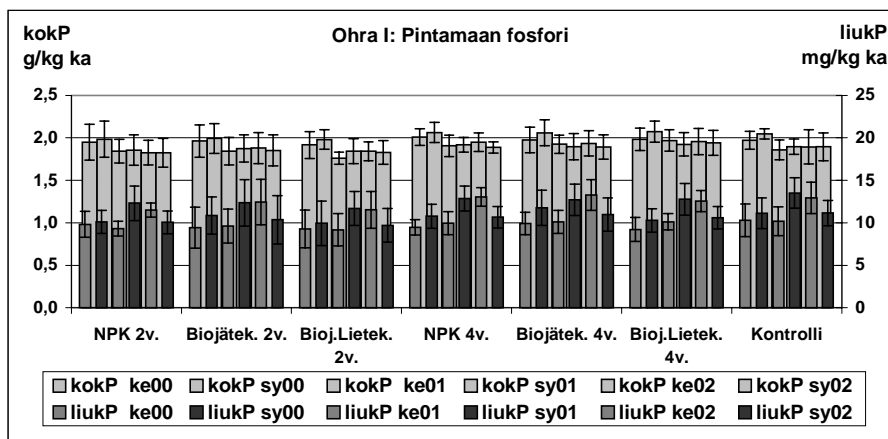


## OHRA

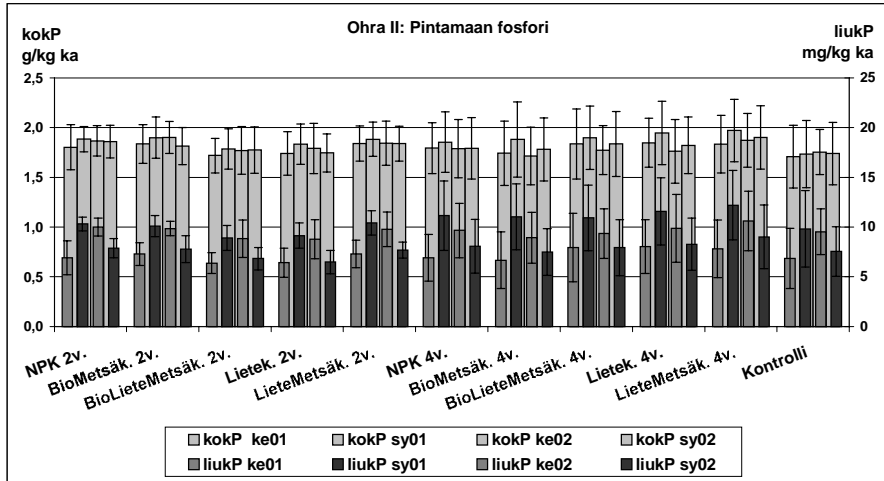
Kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuus pintamaassa kompostikokeen ohralla (Ohra I) esitetään kuvassa 5 trendikuvana, joka kuvaa pitoisuuksien kehitystä kullakin käsittelyllä kokeen aikana. Kuvan vaaka-akselilla ovat kohdakkain kunkin ajankohdan kokonais- ja liukoinen pitoisuus. Vuonna 2000 perustetun ohrakokeen kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 1,76-2,07 g/kg kuivaa maata ja pieneni kaikilla koejäsenillä kokeen aikana. Liukoisen fosforin pitoisuus vaihteli välillä 9,18-13,5 mg/kg kuivaa maata ja kasvoi kaikilla koejäsenillä kokeen aikana. Fosforipitoisuuksissa ei voitu havaita merkittäviä eroja koejäsenten välillä eikä suhteessa NPK-lannoitukseen tai lannoittamattomaan kontrolliin. Lohkojen välinen pitoisuushajonta oli melko suurta, kokonaisfosforilla keskimäärin 7,5 % ja liukoisella fosforilla 17 %. Ohrakokeiden viljavuusravinteiden tulokset esitetään liitteessä 3.

Pohjamaan kokonaisfosforin pitoisuus pieneni keskimäärin 1,4:stä 1:een g/kg ka ja liukoisen fosforin pitoisuus 4,1:stä 1,4:ään mg/kg ka kokeen aikana eivätkä erot koejäsenten välillä olleet merkittäviä. Kompostien fosfori ei kuormittanut pohjamaata.

Ohran seoskompostikokeen (Ohra II) kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin pitoisuudet esitetään kuvassa 6. Vuonna 2001 perustetun ohrakokeen kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 1,71-1,97 g/kg kuivaa maata. Syksyllä 2001 kokonaisfosfori oli korkeimmillaan muilla paitsi kontrollilla. Liukoisen fosforin pitoisuus vaihteli välillä 6,49-12,20 mg/kg kuivaa maata



Kuva 5. Pintamaan kokonaisfosfori (kokP) ja liukoinen fosfori (liukP) kompostikokeen ohralla (Ohra I) kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla kohdakkain olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonais- ja liukoisen pitoisuuden.



Kuva 6. Pintamaan kokonaisfosfori (kokP) ja liukoinen fosfori (liukP) seoskompostikokeen ohralla (Ohra II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla kohdakkain olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonais- ja liukoisen pitoisuuden.

ja oli pienimmillään keväällä 2001 ennen kompostien/lannoitteen levitystä ja suurimmillaan kompostien käyttövuoden syksyllä. Fosforipitoisuuksissa ei ollut merkittäviä eroja koejäsenten välillä eikä suhteessa NPK-lannoitukseen tai lannoittamattomaan kontrolliin. Lohkojen välinen pitoisuushajonta oli suurempaa kuin ohran kompostikokeessa, kokonaisfosforilla keskimäärin 14 % ja liukoisella fosforilla 30 %.

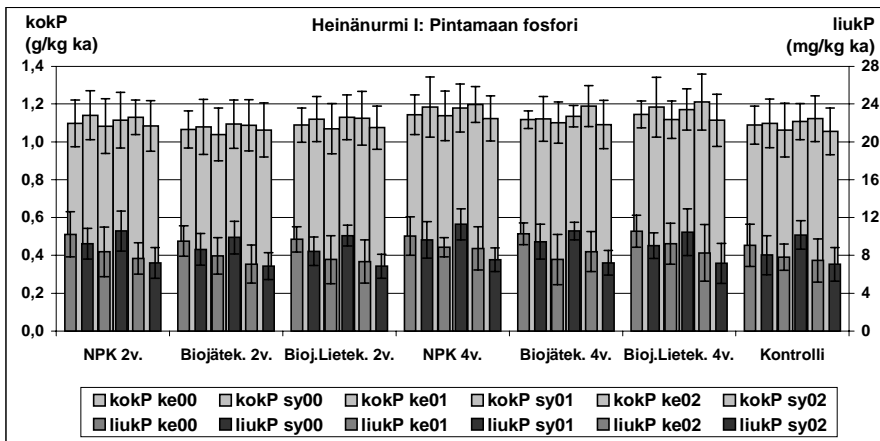
Pohjamaan kokonaisfosforipitoisuus pieneni keskimäärin 1:stä 0,8:aan g/kg ka eli noin viidenneksen kokeen aikana, kun samassa ajassa liukoisen fosforin pitoisuus putosi keskimäärin 2,6:sta 0,5:een mg/kg ka eli yhteen viidesosaan alkuperäisestä. Koejäsenten välillä ei ollut merkittäviä eroja. Kompostien fosfori ei kuormittanut pohjamaata.

## HEINÄNURMI

Maan kokonaisfosforin ja viljavuusfosforin pitoisuus pintamaassa määritettiin syksyisin ja keväisin otetuista maanäytteistä. Kokonaisfosforin pitoisuus oli heinänurmi I-kokeen aikana hyvin tasaisesti välillä 1,04-1,21 g/kg kuivaa maata ja koekäsittelyillä ei ollut vaikutusta kokonaisfosforin pitoisuuteen. Viljavuusfosforin pitoisuus maassa oli kummankin levitystason sisällä (2 vuoden/ 4 vuoden fosforilannoitus) hyvin tasainen ja hajonnat olivat suuria. Komposti- ja NPK-käsittelyjen välillä ei havaittu merkitseviä eroja. Fosforin viljavuusluokka oli luokassa välttävä (Liite 4).

Pintamaan fosforipitoisuuksia kuvaavat kokonaispitoisuuden ja liukaisen pitoisuuden tulokset esitetään kuvassa 7 trendikuvana, joka kuvaa pitoisuuksien kehitystä kullakin käsittelyllä kokeen aikana. Kuvassa esitetään vaaka-akselilla kohdakkain kunkin ajankohdan kokonais- ja liukoinen pitoisuus. Vuonna 2000 perustetun heinänumikokeen (Heinänumi I) maan fosforipitoisuudet syksyn ja kevään näytteenotoissa kehittyivät samalla tavalla kaikilla koekäsittelyillä.

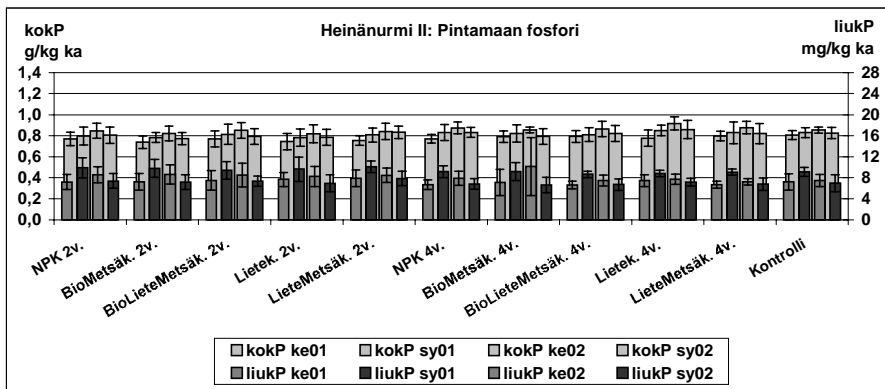
Pohjamaan kokonaisfosfori ja viljavuusfosfori määritettiin keväällä 2000 ennen kompostien levitystä ja syksyllä 2002 kokeen päättyessä 25-40 cm syvyydeltä otetuista maanäytteistä. Kokonaisfosforipitoisuus oli hyvin tasainen molemmissa näytteenotoissa, alkutilanteessa keskimäärin 0,88 ja lopputilanteessa keskimäärin 0,82 g/kg kuivaa maata. Viljavuusfosforin pitoisuus alkutilanteessa oli kaikilla käsittelyillä keskimäärin 6,35 ja lopputilanteessa syksyllä 2002 keskimäärin 2,86 mg/kg kuivaa maata.



Kuva 7. Pintamaan kokonaisfosfori (kokP) ja liukoinen fosfori (liukP) kompostikokeen heinänummella kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat tietyn näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukaisen pitoisuuden.

Vuonna 2001 perustetun heinänumrikokeen (Heinänummi II) pintamaasta otettiin keväisin ja syksyisin maanäytteet, joista määritettiin kokonaisfosforin ja viljavuusfosforin pitoisuus. Kevään 2001 maanäytteet otettiin ennen kompostien ja lannoitteiden levitystä. Kokonaisfosforin pitoisuus oli erittäin tasainen kokeen aikana (0,74-0,92 g/kg kuivaa maata), eivätkä kompostikäsitteletyt tai kemiallinen lannoitus aiheuttaneet selviä eroja käsittelemättömään kontrolliin verrattuna. Syksyllä 2001 suuremmalla levitystasolla kokonaisfosforipitoisuus oli suurempi kuin kahden vuoden levitystasolla (0,829 vs 0,796 g/kg kuivaa maata,  $p=0,04$ ,  $LSD=0,029$ ). Liukoisen fosforin pitoisuus kohosi kokeen perustamisen jälkeen, keväällä 2001 keskimääräinen pintamaan viljavuusfosforin pitoisuus oli 7,21 mg/kg kuivaa maata ja syksyllä 2001 9,35 mg/kg kuivaa maata. Keväällä 2002 pintamaassa oli viljavuusfosforia keskimäärin 8,22 ja syksyllä 2002 keskimäärin 7,08 mg/kg kuivaa maata. Käsitteilyjen välillä ei ollut eroja missään näytteenottoajankohdassa, ainoastaan keväällä 2002 yksi poikkeava arvo nosti biojäte+metsäteollisuusliete-kompostikäsitellyn viljavuusfosforipitoisuuden keskiarvon ja keskihajonnan huomattavan suureksi. Maan fosforin viljavuusluokka oli välillä välttävä – tyydyttävä (Liite 4).

Kuvassa 8 esitetään pintamaan fosforipitoisuudet trendikuvana, joka kuvaa pitoisuuksien kehitystä kullakin käsitteilyllä kokeen aikana. Kuvassa esitetään vaaka-akselilla kohdakkain kunkin ajankohdan kokonais- ja liukoinen pitoisuus. Koekäsittelyjen vaikutus pitoisuuksien kehitykseen ei eronnut selkeästi edes käsittelemättömästä kontrollista.



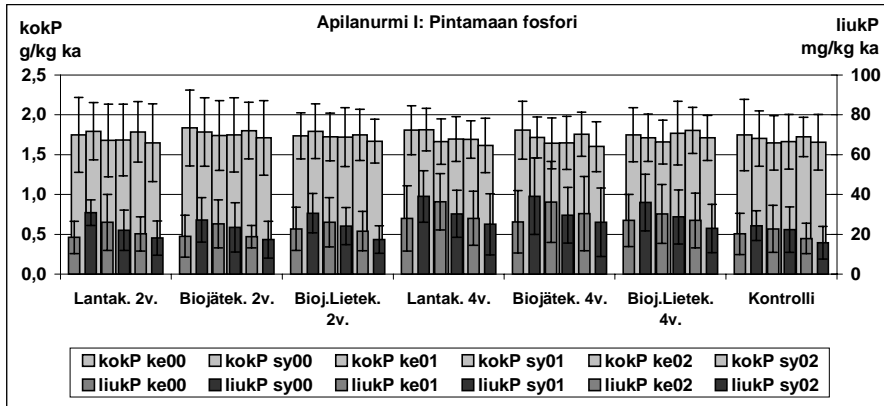
Kuva 8. Pintamaan kokonaisfosfori (kokP) ja viljavuusfosfori (liukP) seoskompostikokeen heinänummella (Heinänummi II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat tietyn näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden.

Pohjamaan kokonaisfosfori ja viljavuusfosfori määritettiin keväällä 2001 ennen kokeen perustamista ja syksyllä 2002 kokeen päättyessä noin 25-40 cm syvyydeltä otetuista maanäytteistä. Pohjamaan fosforipitoisuudet olivat erittäin tasaiset, eikä koekäsittelyillä ollut vaikutusta pitoisuuksiin. Alkutilanteessa kokonaisfosforin pitoisuus kaikissa käsittelyissä oli keskimäärin 0,78 ja lopputilanteessa syksyllä 2002 keskimäärin 0,64 g/kg kuivaa maata. Viljavuusfosforin pitoisuus oli keväällä 2001 keskimäärin 7,22 ja syksyllä 2002 kaikilla käsittelyillä keskimäärin 2,65 mg/kg kuivaa maata.

## APILAHEINÄNURMI

Apilanurmikokeen pintamaan kokonaisfosforin ja viljavuusfosforin pitoisuudet määritettiin keväisin ja syksyisin otetuista maanäytteistä. Kokonaisfosforin pitoisuus oli hyvin tasainen kaikkien käsittelyjen ja kaikkien ajankohtien välillä (1,60-1,84 g/kg kuivaa maata). Viljavuusfosforin pitoisuus pintamaassa oli hieman vaihtelevampi, vaikkei suuren hajonnan vuoksi merkitseviä eroja havaittukaan. Eri lannoituskäsittelyt aikaansaivat hyvin tasaiset viljavuusfosforin pitoisuudet kummankin lannoitustason sisällä, mutta lannoitustasojen välillä näytti olevan hienoinen tasoero joka ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Apilanurmi I-kokeen maan fosforin viljavuusluokka oli valtaosaltaan luokassa hyvä, mutta etenkin suuremmalla lannoitustasolla kevästä 2001 lähtien fosforin viljavuus oli luokassa korkea (Liite 5). Lannoitustasojen välillä havaittiin viljavuusfosforin hienoinen tasoero jo ennen kompostien levitystä keväällä 2000, jolloin pienemmän lannoitustason (fosfori 2 vuodelle) kaikilla kompostiruuduilla viljavuusfosforia oli keskimäärin 20,1 mg/kg kuivaa maata ja suuremman lannoitustason (fosfori 4 vuodelle) kompostiruuduilla keskimäärin 27,1 mg/kg kuivaa maata. Kaikki kompostikäsittelyt nostivat maan viljavuusfosforin pitoisuutta kevään 2000 alkutilanteeseen verrattuna syksyyn 2001 saakka. Lannoitustasojen välinen lievä tasoero oli alkutilannetta suurempi syksyllä 2000 (29,6 vs. 38,1 mg/kg kuivaa maata), keväällä 2001 (25,8 vs. 34,3 mg/kg kuivaa maata) ja keväällä 2002 (20,2 vs. 28,5 mg/kg kuivaa maata). Keväällä 2002 viljavuusfosforin tasot eri lannoitustasoilla (fosfori 2/4 vuodelle) olivat kuitenkin jo lähes samat kuin alkutilanteessa ja syksyllä 2002 selvästi alle alkutilanteen arvojen (17,6 ja 24,7 mg/kg kuivaa maata).

Pintamaan fosforipitoisuuksien kehitys kullakin käsittelyllä kokeen aikana esitetään kuvassa 9 ns. trendikuvana. Jokaisen käsittelyn kohdalla trendikuva on saman mallinen, ainoastaan kontrollikäsittelyn viljavuusfosforin pitoisuudet näyttävät hieman matalammilta. Edellä mainittu viljavuusfosforin lievä tasoero 2 vuoden ja 4 vuoden fosforilannoitustasojen välillä havaitaan myös trendipylväistä.



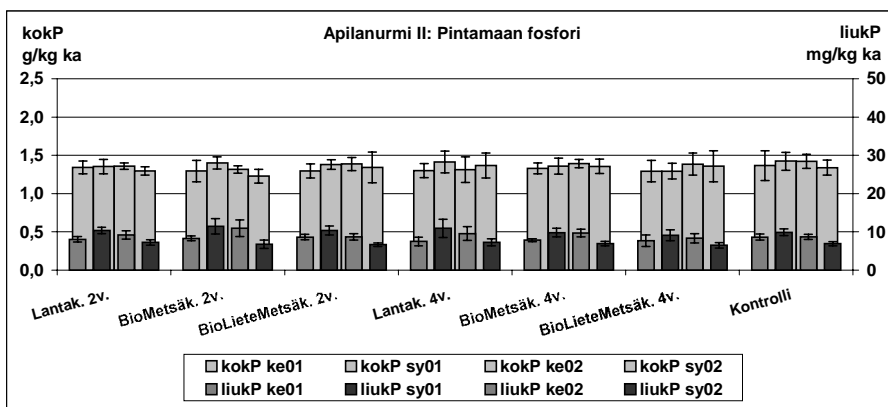
Kuva 9. Pintamaan kokonaisfosfori (kokP) ja viljavuusfosfori (liukP) kompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi I) kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukaisen pitoisuuden laskettuna kuiva-ainetta kohti.

Syvämmän maakerroksen (20-40 cm) kokonaisfosfori ja viljavuusfosfori määritettiin keväällä 2000 ennen kompostien levitystä ja syksyllä 2002 otetuista maanäytteistä. Kokonaisfosforipitoisuus pohjamaassa oli erittäin tasainen eri käsittelyjen välillä ja alkutilanteessa kaikissa käsittelyissä keskimäärin 1,76 ja lopputilanteessa keskimäärin 1,62 g/kg kuivaa maata. Viljavuusfosforin pitoisuus alkutilanteessa oli kaikilla käsittelyillä keskimäärin 19,5 ja lopputilanteessa syksyllä 2002 keskimäärin 17,6 mg/kg kuiva-ainetta.

Vuonna 2001 perustettiin apilanurmen seoskompostikoe (Apilanurmi II), jossa käytettiin metsäteollisuuslietekomposteihin seostettuja jätekomposteja. Pintamaan kokonaisfosforin ja viljavuusfosforin pitoisuus määritettiin syksyisin ja keväisin otetuista maanäytteistä ja pohjamaan (20-40 cm syvyys) fosforipitoisuudet keväällä 2001 ennen kompostien levitystä ja syksyllä 2002 otetuista maanäytteistä. Pintamaan kokonaisfosforipitoisuudet olivat hyvin tasaiset kaikilla käsittelyillä ja kaikkina ajankohtina (1,23-1,42 g/kg kuivaa maata), eikä merkitseviä päävaikutuksia havaittu. Syksyn 2001 kokonaisfosforipitoisuudessa havaittiin levitystason ja kompostilajien välinen yhdysvaikutus, kun pienemmällä levitystasolla jätekompostit nostivat ja suuremmalla levitystasolla laskivat kokonaisfosforin pitoisuutta ( $p=0.047$ ). Lukuarvoina havaittu yhdysvaikutuksen aiheuttama ero oli kuitenkin erittäin pieni. Pintamaan viljavuusfosforin pitoisuus oli myös hyvin tasainen käsittelyjen välillä, ainoa merkitsevä ero havaittiin keväällä 2002 BioMetsä-kompostin (10,34 mg/kg kuivaa maata) ja BioLieteMetsä-kompostin (8,53 mg/kg kuivaa maata) välillä ( $p=0,017$ ,  $LSD=1,16$ ). Lanta-kompostikäsitteilyn viljavuusfosforin pitoisuus ei eronnut kummastakaan jätekompostista merkitsevästi (9,37 mg/kg kuivaa maata). Fosforin viljavuusluokka oli tyydyttävä (Liite 5). Vil-

javuusfosforin pitoisuus muuttui hieman ajankohtien välillä. Alkutilanteessa keväällä 2001 koekäsittelyillä oli liukoista viljavuusfosforia keskimäärin 8,1 mg/kg kuivaa maata ja seuraavana syksynä keskimäärin 10,3 mg/kg kuivaa maata. Keväällä 2002, vuoden kuluttua kompostien levityksestä, pintamaassa oli liukoista fosforia keskimäärin 9,3 ja saman vuoden syksynä keskimäärin 6,9 mg/kg kuivaa maata. Pintamaan fosforipitoisuuksien kehitys kokeen aikana oli hyvin samankaltainen kullakin käsittelyllä (Kuva 10).

Pohjamaan fosforipitoisuudet määritettiin ennen kompostien levitystä keväällä 2001 ja kokeen päättyessä syksyllä 2002 syvyydeltä 20-40 cm otetuista maanäytteistä. Kaikilla koekäsittelyillä fosforipitoisuudet olivat hyvin tasaiset, alkutilanteessa kokonaisfosforia oli keskimäärin 1,24 ja lopputilanteessa 1,21 g/kg kuivaa maata. Liukoista fosforia oli keväällä 2001 keskimäärin 7,3 ja syksyllä 2002 keskimäärin 6,0 mg/kg kuivaa maata.



Kuva 10. Pintamaan kokonaisfosforin (kokP) ja viljavuusfosforin (liukP) kehitys seoskompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden kuiva-ainetta kohti.

### 3.2.1.2 Maan tyypitulokset

Kenttäkokeissa annettiin typpeä perustamisvuonna komposteina ja NPK-ruuduissa mineraalilannoitteina. Seuraavina vuosina ohran ja heinänurmen kenttäkokeet lannoitettiin 0-ruutuja lukuun ottamatta mineraalityyppellä. Taulukkoon 11 on koottu kenttäkokeissa annetun typen kokonais- ja liukoiset määrät.

Kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuus määritettiin pintamaasta keväisin ennen kompostin/lannoitteen lisäystä ja syksyisin satokauden jälkeen ja pohjamaasta keväällä ennen kokeen perustamista ja syksyllä 2002 kokeiden päättyessä otetuista maanäytteistä.

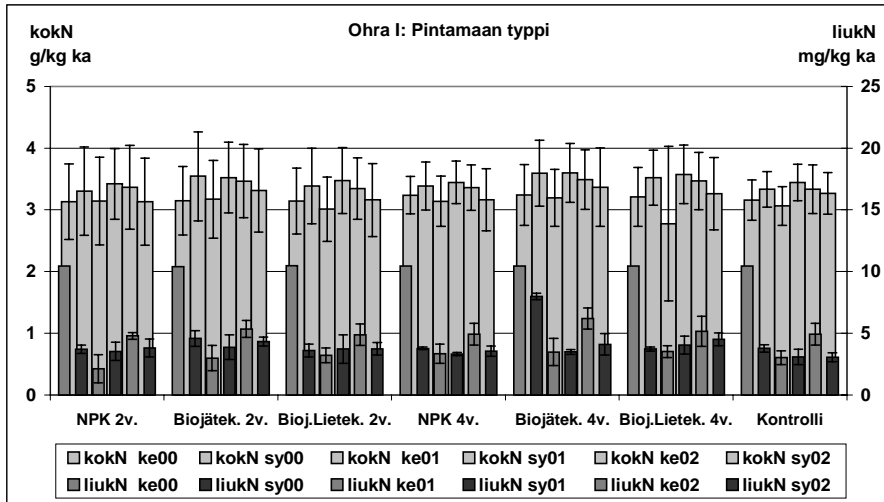
#### OHRA

Ohran kompostikokeen (Ohra I) kokonais- ja liukoisen typen pitoisuudet keväisin ja syksyisin kokeen aikana esitetään kuvassa 11. Komposteissa lisätty typpi näyttäisi nostaneen syksyn 2000 kokonaistypen pitoisuutta lähinnä biojätekompostiruuduissa. Suhteessa maan kokonaistyyppivarastoon komposteissa lisätyn typen määrä oli suurimmillaan 15 %:n luokkaa

Taulukko 11. Kenttäkokeissa lisätty kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) 2 tai 4 vuoden fosforilannoitustasolla. Biojätekompostin ja Biojätelietekompostin vertailulannoituksena oli ohra- ja heinänurmikokeissa NPK-lannoitus ja apilanurmikokeissa Karjanlantakomposti.

KOMPOSTIKOE	Lisätty typpi, kokN/liukN, kg/ha		
	Ohra I	Heinänurmi I	Apilanurmi I
Koejäsen			
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	273/273	560/560	367/10
Biojätekomposti 2v.	626/279	777/522	257/23
Biojätelietekomposti 2v.	373/196	913/520	126/9
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	273/273	560/560	720/20
Biojätekomposti 4v.	1070/375	1044/544	503/44
Biojätelietekomposti 4v.	564/210	1320/539	248/18
SEOSKOMPOSTIKOE	Lisätty typpi, kokN/liukN, kg/ha		
Koejäsen	Ohra II	Heinänurmi II	Apilanurmi II
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	182/182	310/310	316/18
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	532/159	668/157	432/22
BiojätelieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	321/112	428/149	221/15
Lietekomposti 2v.	136/97	296/129	
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	286/111	463/147	
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	182/182	310/310	626/36
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	974/226	1201/188	854/42
BiojätelieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	550/133	726/172	439/40
Lietekomposti 4v.	182/103	465/133	
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	480/130	795/168	



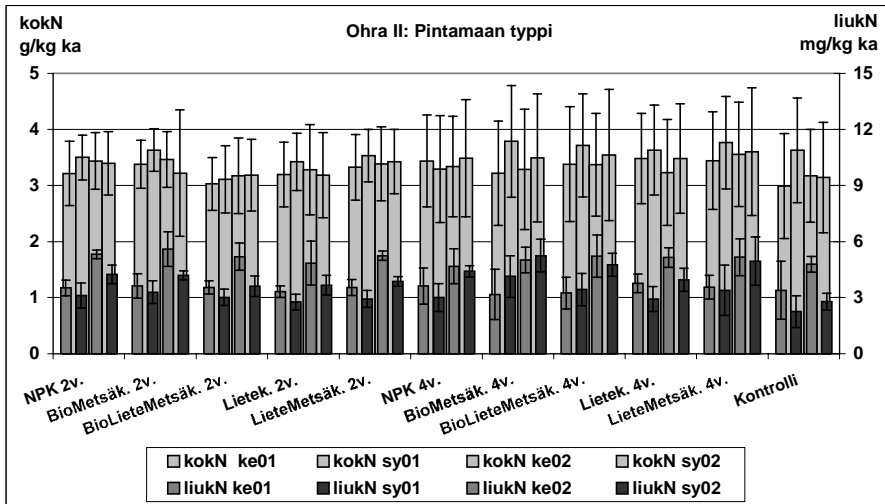


Kuva 11. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) kompostikokeen ohralla (Ohra I) kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonais- ja liukoisen pitoisuuden.

biojättekompostin suuremmalla annoksella ja pintamaasta mitattu vastaava kokonaistypen pitoisuuden muutos oli samaa luokkaa. Liukoisen typen pitoisuus alussa ennen kompostien/lannoitteen lisäystä oli melko korkea, mutta laski syksyyn mennessä muilla paitsi biojättekompostin suuremmalla käyttömäärällä. Tämä on biojättekompostin runsaan liukoisen typen vaikutusta. Keväällä 2002 kaikkien koejäsenten liukoinen typpi oli hieman koholla, mikä aiheutui ravinteiden vapautumiselle suotuisista olosuhteista. Biojättekompostin suuremmalla käyttömäärällä tämä vaikutus oli keskimääräistä suurempi.

Pohjamaan kokonaistypen pitoisuus pieneni kokeen aikana keskimäärin 2,3:sta 1,5:een g/kg ka ja liukoisen typen pitoisuus 7:stä 0,7:ään mg/kg ka. Erot koejäsenten välillä olivat pieniä. Koe ei aiheuttanut typpikuormitusta pohjamaanahan.

Ohran seoskompostikokeen (Ohra II) kokonais- ja liukoisen typen pitoisuudet keväisin ja syksyisin kokeen aikana esitetään kuvassa 12. Kokonaistypen pitoisuudessa ei ollut merkitseviä eroja koejäsenten välillä. Liukoisen typen pitoisuus kohosi keväällä 2002 kaikilla koejäsenillä, mikä on merkki mineralisaatiolle hyvistä olosuhteista edeltävän puolivuotisjakson aikana. Syksyllä 2002 lannoitettujen koejäsenten liukoinen typpi oli hieman koholla, mikä todennäköisesti aiheutui kuivan kasvukauden aikana käyttämättä jääneestä lannoitteesta. Liukoisen typen pitoisuudessa ei ollut merkitseviä eroja koejä-



Kuva 12. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) seoskompostikokeen ohralla (Ohra II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonais- ja liukoisen pitoisuuden.

senten välillä. Pohjamaan kokonaistypen pitoisuus pieneni kokeen aikana keskimäärin 1,4:stä 0,9:ään g/kg ka ja liukoisen typen pitoisuus 2,9:stä 0,5:een mg/kg ka. Erot koejäsenten välillä olivat pieniä. Koe ei aiheuttanut typpikuormitusta pohjamaan.

## HEINÄNURMI

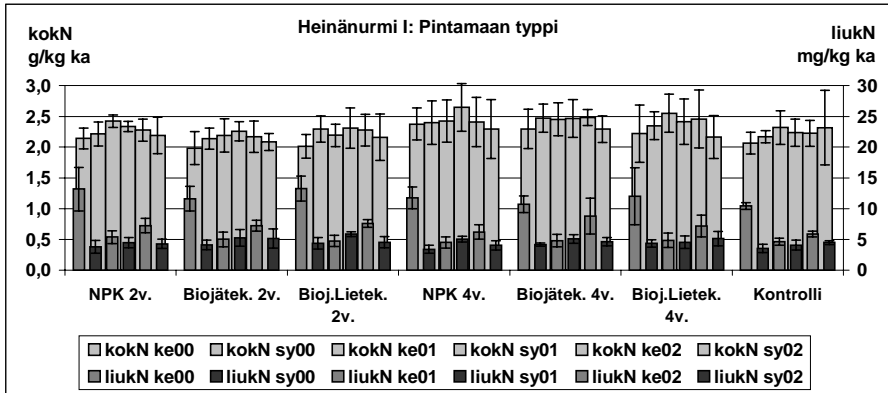
Maan kokonaistypen ja liukoisen typen (ammonium- ja nitraattityppi yhteenlaskettuna) pitoisuus pintamaassa määritettiin syksyisin ja keväisin otetuista maanäytteistä. Kompostikoesarjan heinäurmikokeella (Heinäurmi I) kokonaistypen pitoisuus ei muuttunut kompostikäsitteilyjen seurauksena, sillä kokeen perustamisen ja kompostien levityksen jälkeen kompostikäsitteily saaneiden ruutujen kokonaistypen pitoisuus oli samalla tasolla kuin kemiallisen NPK-lannoituksen saaneilla ruuduilla saman lannoitustason sisällä. Erittäin lievää nousevaa suuntausta voitiin havaita syksyn 2000 ja 2001 sekä kevään 2002 kokonaistypen pitoisuuksissa, jolloin biojätekomposti- ja biojätetepuhdistamolietekompostikäsitteilyt tuottivat vain hieman suuremman kokonaistypen lisäyksen kuin käsittelemätön 0-kontrolli. Keväällä 2001 ainoastaan biojätelietekompostin suurempi lannoitustaso (fosfori 4 vuodelle) tuotti suuremman lisäyksen alkutilanteeseen verrattuna, mutta tämäkin muutoksen maksimiarvo kaikkina ajankohtina oli vain 0,33 g kokonaistyppeä/kg kuivaa maata. Lannoitustasojen (fosforilannoitus 2/4 vuodelle) välillä havaittiin lievä mutta ei merkitsevä tasoero, suuremmalla levitystasolla hieman suurempi

pitoisuus kuin pienemmällä levitystasolla. Samansuuntainen lievä tasoero havaittiin jo keväällä 2000 ennen kompostien ja kemiallisen lannoitteen levitystä ja kompostien levityksen jälkeen ero oli alkutilannetta pienempi.

Liukoisen typen (ammonium + nitraatti) pitoisuus pintamaassa oli korkeimmillaan ennen kokeen perustamista mullokselta otetuissa maanäytteissä, keskimäärin 11,85 mg/kg kuivaa maata (vastaa noin 23,4 kg liukoista typpeä/ha). Kokeen ja nurmikasvuston perustamisen jälkeen maan liukoisen typen pitoisuudet olivat selvästi matalammat, eikä koekäsittelyillä havaittu vaikutusta syksyn ja kevään pintamaan liukoisen typen pitoisuuksiin ensimmäistä syksyä lukuunottamatta. Kompostien levitystä seuraavana syksynä 2000 liukoista typpeä oli kaikilla käsittelyillä keskimäärin 4,0 mg/kg kuivaa maata, joka vastaa noin 6,8 kg liukoista typpeä hehtaarilla tuoretta maata. Biojätepuhdistamolietekompostin (4,35 mg/kg kuivaa maata) ja biojätekompostin (4,13 mg/kg kuivaa maata) aikaansaama liukoisen typen pitoisuus oli suurempi kuin NPK-kontrollikäsittelyn liukoisen typen pitoisuus (3,58 mg/kg kuivaa maata) syksyllä 2000 ( $p=0,019$ ,  $LSD=0,519$ ). Vuosi kompostien levityksen jälkeen keväällä ja syksyllä 2001 maan liukoisen typen pitoisuus oli keskimäärin 4,8-4,9 mg/kg kuivaa maata (8,8-9,6 kg/ha). Kompostien levityksen jälkeen maan liukoisen typen pitoisuus oli korkeimmillaan keväällä 2002, keskimäärin 7,2 mg/kg kuivaa maata (noin 13,6 kg/ha). Syksyllä 2002 heinänuurmen viimeisen niiton jälkeen maan liukoisen typen pitoisuus oli 4,6 mg/kg kuivaa maata, mikä vastaa noin 9,6 kg liukoista typpeä hehtaarilla.

Kuvassa 13 esitetään pintamaan kokonaistypen ja liukoisen typen tulokset kunkin käsittelyn tyyppipitoisuuden kehitystä kokeen aikana kuvaavana trendikuvana. Kuvasta havaitaan edellä mainittu kokonaistyyppipitoisuuden lievä tasoero lannoitustasojen (fosfori 2 vuodelle / fosfori 4 vuodelle) välillä. Pitoisuudet kehittyvät kokeen aikana hyvin samantapaisesti kaikilla käsittelyillä. Ainoa muita korkeampi tulos oli liukoisen typen pitoisuus 4 vuodelle annostellun biojätekompostin kevään 2002 näytteenotossa. Kaikilla koekäsittelyillä, myös käsittelemättömällä 0-kontrollilla, pintamaan kokonaistypen pitoisuus näyttäisi hieman nousseen kokeen aikana.

Pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen typpi määritettiin keväällä 2000 ennen kompostien levitystä ja syksyllä 2002 kokeen päättyessä otetuista maanäytteistä. Ennen kompostien levitystä mullospellon syvemässä maakerroksessa kokonaistypen pitoisuus oli keskimäärin 1,35 ja kokeen päättyessä kokonaistyppeä oli kaikilla käsittelyillä keskimäärin 0,98 g/kg kuivaa maata. Liukoista typpeä syvemässä maakerroksessa oli kokeen alkaessa keskimäärin 6,68 ja syksyllä 2002 kaikilla käsittelyillä keskimäärin 1,92 mg/kg kuivaa maata.



Kuva 13. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) kompostikokeen heinäurmella (Heinänurmi I) kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden laskettuna kuiva-ainetta kohti.

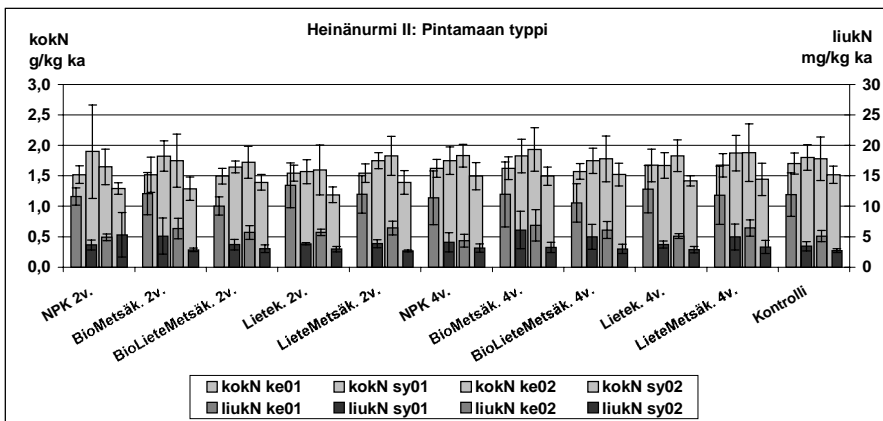
Edellä mainitut liukoisen tyypin pitoisuudet vastaavat liukoisen tyypin määrinä tasoja 9 kg/ha alkutilanteessa ja 2,4 kg/ha lopputilanteessa.

Seoskompostikokeen heinäurmella (Heinänurmi II) ei havaittu kompostikäsittelyjen aiheuttamia muutoksia pintamaan kokonaistyyppipitoisuuksissa. Koalueen keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus alkutilanteessa keväällä 2001 oli keskimäärin 1,59 g/kg kuivaa maata. Kaikkien koekäsittelyjen keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus syksyllä 2001 oli 1,76, keväällä 2002 1,78 ja syksyllä 2002 1,40 g/kg kuivaa maata.

Maan liukoisen tyypin pitoisuus oli korkeimmillaan ennen kokeen perustamista mullokselta otetuissa maanäytteissä, keskimäärin 11,77 mg/kg kuivaa maata (vastaa noin 26,1 kg liukoista tyyppiä hehtaarilla). BioMetsäkompostikäsittelyn aiheuttama maan liukoisen tyypin pitoisuus (5,60 mg/kg kuivaa maata) oli syksyllä 2001 suurempi kuin BioLieteMetsäkompostilla, Liete-kompostilla ja NPK-kontrollilla ( $p=0,034$ ,  $LSD=1,207$ ). Keväällä 2002 liukoista tyyppiä oli edelleen eniten BioMetsäkompostilla (6,61 mg/kg kuivaa maata), nyt sen pitoisuus oli merkitsevästi suurempi kuin Lietekompostilla ja NPK-käsittelyllä ( $p=0,012$ ,  $LSD=1,171$ ). Liukoisen tyypin pitoisuus oli tuolloin pienin NPK-käsittelyllä (4,63 mg/kg kuivaa maata) ja tämä ero oli puolestaan merkitsevästi pienempi kaikkiin metsäteollisuuslietteeseen seostettuihin jätekomposteihin verrattuna. Syksyllä 2002 liukoisen tyypin pitoisuuksissa ei havaittu eroja. Kompostien levityksen ja nurmikasvuston perustamisen jälkeen syksyllä 2001 kaikkien käsittelyjen keskimääräinen liukoisen tyypin pitoisuus oli 4,32 mg/kg kuivaa maata (noin 9,1 kg/ha). Vuoden 2002 keväällä keskimääräinen liukoisen tyypin pitoisuus oli 5,73 (noin 12,3 kg/ha) ja syksyllä 3,19 mg/kg kuivaa maata (noin 7,4 kg/ha).

Heinänurmi II-kokeen pintamaan kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuuksien kehitys kokeen aikana esitetään kuvassa 14. Kokonaistypen pitoisuuksissa havaitaan hieman nousevaa suuntausta kaikilla koekäsittelyillä syksyn 2001 ja kevään 2002 näytteenottoissa alkutilanteeseen verrattuna, pienintä nousu on lietekompostikäsitteilyillä. Seostaminen metsäteollisuuslietekompostiin näytti hieman lisänsen maan liukoisen typen määrää etenkin kompostien suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle).

Heinänurmi II-kokeen pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen tyyppi määritettiin keväällä 2001 ja syksyllä 2002 otetuista maanäytteistä. Ennen kompostien levitystä mullokselta otetuissa maanäytteissä kokonaistypen pitoisuus oli keskimäärin 1,48 g/kg kuivaa maata ja liukoisen typen pitoisuus keskimäärin 11,8 mg/kg kuivaa maata (vastaa noin 16 kg liukoista typpeä/ha). Kokeen päättyessä syksyllä 2002 pohjamaan liukoisen typen pitoisuuksissa ei ollut eroja käsittelyjen välillä, keskimääräinen pitoisuus oli 0,52 mg/kg kuivaa maata (noin 0,7 kg/ha).



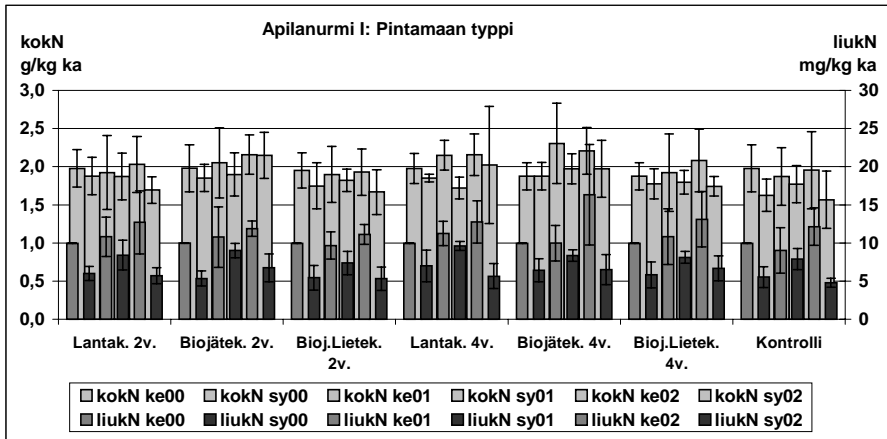
Kuva 14. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen tyyppi (liukN) seoskompostikokeen heinänurmella (Heinänurmi II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden laskettuna kuiva-ainetta kohti.

## APILAHEINÄNURMI

Kompostikoesarjan apilaheinänurmikokeella (Apilanurmi I) maan kokonaistypen ja liukoisen typen pitoisuuksissa ei havaittu selviä eroja kompostilannoitusten ja käsittelemättömän kontrollin välillä. Apilanurmen maan kokonaistyyppipitoisuus syksyllä 2000 keväisen kompostien levityksen jälkeen näytti hieman korkeammalta kompostikäsitteilyn saaneilla ruuduilla kuin käsittelemättömällä kontrolliruudulla, mutta myöhemmissä näytteenotoissa hienoinen ero kompostikäsitteilyn ja käsittelemättömän kontrollin välillä näytti tasoittuneen. Biojätekomposti ja lantakompostin suurempi käyttömäärä näytti hieman nostaneen maan kokonaistyyppipitoisuutta etenkin kevään näytteenotoissa ja syksyllä 2002, mutta erot eivät olleet merkitseviä. Keväällä 2002 kompostien suuremmalla levitystasolla havaittiin suurempi kokonaistyyppipitoisuus kuin kahden vuoden levitystasolla (2,15 vs 2,04 g/kg kuivaa maata,  $P=0,032$ ,  $LSD=0,091$ ). Muita merkitseviä eroja ei havaittu. Keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet syksyn ja kevään näytteenotoissa olivat välillä 1,80-2,07 g/kg kuivaa maata.

Pintamaan liukoisen typen pitoisuudet apilanurmi I-kokeella olivat myös varsin tasaiset ja lukuarvoltaan alhaiset kevään ja syksyn näytteenotoissa. Merkitsevä ero havaittiin ainoastaan syksyn 2001 maan liukoisen typen pitoisuuksissa. Lanta-kompostikäsitteilyllä (9,01 mg/kg kuivaa maata) ja Bio-kompostikäsitteilyllä (8,69 mg/kg kuivaa maata) liukoisen typen pitoisuus oli suurempi kuin BioLiete-kompostikäsitteilyllä (7,75 mg/kg kuivaa maata,  $p=0,022$ ,  $LSD=0,870$ ). Alkutilanteessa ennen kompostien levitystä koealueen liukoisen typen pitoisuus mullosmaalla oli keskimäärin 9,97 mg/kg kuivaa maata (noin 21,1 kg/ha). Kokeen perustamisen jälkeisenä syksynä liukoista tyyppiä oli pintamaassa keskimäärin 5,95 mg/kg kuivaa maata (noin 11,3 kg/ha) ja seuraavana keväänä 10,35 mg/kg kuivaa maata (noin 18,8 kg/ha). Syksyllä 2001 liukoista tyyppiä oli maassa keskimäärin 8,40 mg/kg kuivaa maata (noin 15,4 kg/ha) ja viimeisen koevuoden keväänä havaittiin suurimmat pitoisuudet kokeen aikana, keskimäärin 12,88 mg/kg kuivaa maata (noin 23,7 kg/ha). Tässä näytteenotossa biojätekompostikäsitteilyllä havaittiin yksi poikkeava arvo, joka nosti käsittelyn liukoisen typen keskiarvon liiallisen korkealle. Syksyllä 2002 pintamaan liukoisen typen pitoisuus oli samalla tasolla kuin ensimmäisenä syksynä, keskimäärin 5,93 mg/kg kuivaa maata (noin 12,9 kg/ha).

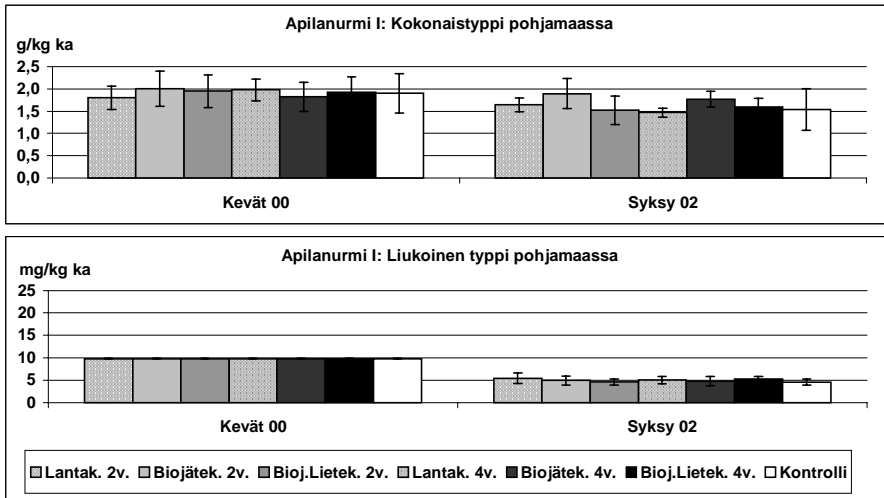
Kuvassa 15 esitetään pintamaan kokonaistypen ja liukoisen typen tulokset kunkin käsittelyn tyyppipitoisuuden kehitystä kokeen aikana kuvaavana trendikuvana. Kuvasta havaitaan vastaavan muotoinen kokonaistypen kehitys kaikilla käsittelyillä. Suurimmillaan kokonaistypen pitoisuus oli biojätekompostikäsitteilyllä keväällä 2001, 2,31 g/kg kuivaa maata ja pienimmillään 1,57 g/kg kuivaa maata viimeisenä syksynä kontrollikäsitteilyllä. Liukoisen typen



Kuva 15. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) kompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi I) kevään 2000 (ke00) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden laskettuna kuiva-ainetta kohti.

pitoisuuden trendikuvassa näkyy myös samanlainen pitoisuuksien kehitys kaikilla käsittelyillä. Ainoastaan biojättekompastikäsittelyn kevään 2002 maanäytteissä oli jo aiemmin mainittu poikkeava arvo, joka nosti keskiarvon ja tulosten hajonnan huomattavan korkealle.

Pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen typpi määritettiin Apilanurmi I-kokeelta keväällä 2000 ennen kompostien levitystä ja syksyllä 2002 kokeen päättyessä otetuista maanäytteistä (Kuva 16). Alkutilanteessa kokonaistypen pitoisuus oli keskimäärin 1,91 ja lopputilanteessa keskimäärin 1,63 g/kg kuivaa maata. Lopputilanteessa biojättekompastikäsittelyn pohjamaan kokonaistyyppipitoisuus näytti hieman muita käsittelyjä suuremmalta. Pohjamaan liukoisen typen pitoisuus määritettiin alkutilanteessa ainoastaan yleisnäytteestä. Liukoisen typen pitoisuuksissa ei havaittu eroja käsittelyjen välillä, alkutilanteessa liukoista tyyppiä oli 9,82 mg/kg kuivaa maata (noin 20,5 kg/ha) ja lopputilanteessa 4,95 mg/kg kuivaa maata (noin 10,8 kg/ha).



Kuva 16. Pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen tyyppi kompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi I) kokeen alussa keväällä 2000 ja kokeen lopussa syksyllä 2002 laskettuna kuiva-ainetta kohti.

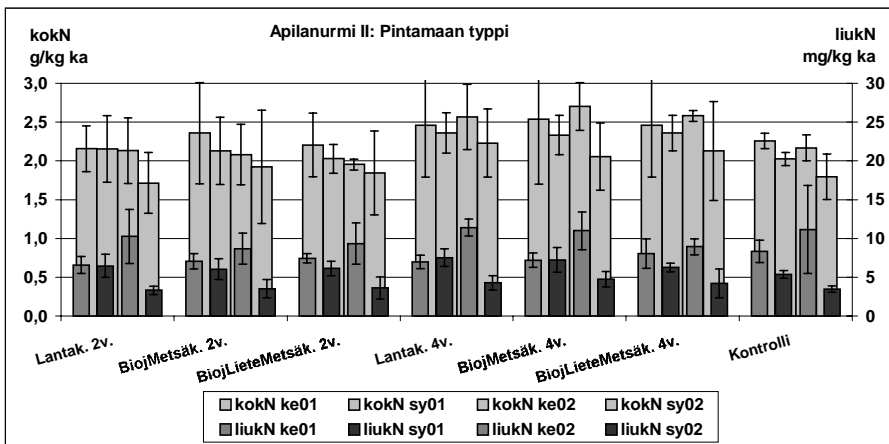
Seoskompostikoesarjan apilaheinänurmella (Apilanurmi II) maan kokonaistypen ja liukoisen typen (ammonium ja nitraatti yhteenlaskettuna) pitoisuus pintamaassa mitattiin kokeen alusta kevästä 2001 syksyyn 2002 saakka keväällä ja syksyllä otetuista maanäytteistä. Maan kokonaistypen pitoisuudessa havaittiin lievä tasoero kompostien levitystasojen (fosfori 2 / 4 vuodelle) välillä jo aloitustilanteessa keväällä 2001 ennen kompostien levitystä. Tuolloin alemman levitystason keskimääräinen kokonaistypen pitoisuus oli 2,24 g/kg kuivaa maata ja ylemmän levitystason pitoisuus 2,49 g/kg kuivaa maata. Levitystasojen välinen samansuuntainen ero havaittiin kaikissa näytteenotissa, mutta ero oli alkutilannetta suurempi vain keväällä 2002 ja hieman suurempi syksyllä 2002. Levitystasojen välinen ero oli merkitsevä keväällä 2002, kun pienemmällä kompostien levitystasolla (fosfori 2 vuodelle) kokonaistypen pitoisuus oli 2,06 ja suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) 2,62 g/kg kuivaa maata ( $p=0,0002$ ,  $LSD=0,077$ ).

Liukoisen typen pitoisuus apilanurmi II-kokeen pintamaassa oli hyvin tasainen, eikä merkitseviä eroja havaittu kompostikäsitteilyjen välillä. Ainoastaan suuremmalla levitystasolla keväällä 2002 BioLieteMetsä-kompostikäsitteilyn liukoisen typen pitoisuus näytti hieman Lanta-kompostikäsitteilyn pitoisuutta pienemmältä. Keväällä 2001 ennen kompostien levitystä pintamaassa oli liukoista typpeä keskimäärin 7,39 mg/kg kuivaa maata (noin 13,7 kg/ha). Saman vuoden syksyllä liukoista typpeä oli keskimäärin 6,44 (noin 12 kg/ha) ja vuoden kuluttua keväällä keskimäärin 10,12 mg/kg kuivaa maata (noin 18,7 kg/ha). Syksyllä 2002 pintamaassa oli liukoista typpeä keskimäärin 3,89 mg/kg kuivaa maata (noin 8,6 kg/ha).

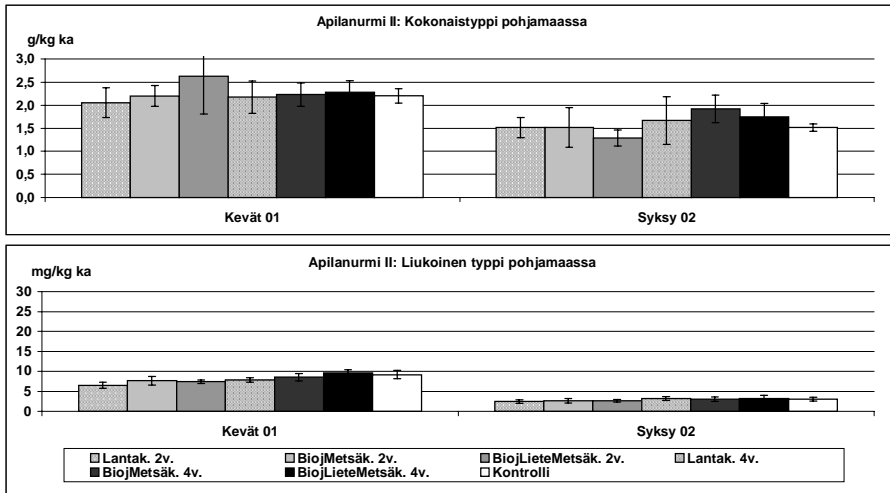


Kuvassa 17 esitetään pintamaan kokonaistypen ja liukoisen typen tulokset kunkin käsittelyn maan tyyppipitoisuuden kehitystä kokeen aikana kuvaavana trendikuvana. Kuvasta havaitaan hyvin edellä esitelty levitystasojen välinen ero. Suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) oli hieman suurempi kokonaistypen pitoisuus kuin pienemmällä levitystasolla jo alkuvaiheessa, ennen kompostien levitystä kaikkien käsittelyjen kohdalla. Kokonaistypen kehitys näyttää myös poikkeavan kompostien levitystasojen välillä. Suuremmalla kompostien levitystasolla kevään 2002 kokonaistyyppipitoisuus on hieman suurempi kuin alkutilanteen kokonaistyyppipitoisuus. Alemman levitystason kompostikäsitteilyillä ja käsittelemättömällä kontrollilla puolestaan kokonaistypen pitoisuudet yleisesti ottaen laskivat alkutilanteeseen verrattuna. Liukoisen typen pitoisuus muuttui likipitään samaan tapaan kaikilla käsitteilyillä kokeen aikana. Suuremman levitystason (fosfori 4 vuodelle) BioLieteMetsä-kompostikäsitteilyllä kevään 2002 liukoisen typen pitoisuus näytti hieman matalammalta kuin muilla saman levitystason kompostikäsitteilyillä tai käsittelemättömällä kontrollilla.

Pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen typpi määritettiin keväällä 2001 ennen kompostien levitystä mullokselta ja syksyllä 2002 nurmelta 20-40 cm syvyydestä otetuista maanäytteistä (Kuva 18). Kokonaistyyppi oli alkutilanteessa varsin tasainen, keskimäärin 2,25 g/kg kuivaa maata. BioLieteMetsä-kompostin pienemmällä levitystasolla havaittiin alkutilanteessa yksi poikkeaa-



Kuva 17. Pintamaan kokonaistyyppi (kokN) ja liukoinen typpi (liukN) seoskompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi II) kevään 2001 (ke01) alkutilanteesta syksyyn 2002 (sy02) saakka. Alkutilanteen maanäytteet otettiin ennen kompostien tai lannoitteen levitystä. Vaaka-akselilla päällekkäin olevat pylväät kuvaavat kunkin näytteenottoajankohdan kokonaispitoisuuden ja liukoisen pitoisuuden laskettuna kuiva-ainetta kohti.



Kuva 18. Pohjamaan kokonaistyyppi ja liukoinen typpi seoskompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi II) kokeen alussa keväällä 2001 ennen kompostien levitystä ja kokeen lopussa syksyllä 2002 laskettuna kuiva-ainetta kohti.

va arvo, joka nosti tuloksen virheellisen korkealle. Kokeen päättyessä näytti suuremman levitystason kokonaistypen pitoisuus hieman suuremmalta kuin pienemmällä tasolla, keskimääräinen pitoisuus oli 1,60 g/kg kuivaa maata. Liukoisen typen pitoisuuksissa ei havaittu eroja. Liukoisen typen pitoisuus pohjamaassa oli alkutilanteessa 8,12 (noin 16,1 kg/ha) ja lopussa 2,89 mg/kg kuivaa maata (noin 6,7 kg/ha).

### 3.2.1.3 Muut maan ravinnetulokset

Maan viljavuusravinteiden (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, B, pH ja johtoluku) pitoisuudet pintamaassa syksyisin ja keväisin sekä pohjamaassa kokeen alussa ja lopussa esitetään liitteissä 3, 4 ja 5.

## 3.2.2 Kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato

Kenttäkokeissa lisätyt kokonaistyyppimäärät on esitetty taulukossa 11 (kappale 3.2.1.2 Maan tyypitulokset). Vuosittain täydennyslannoituksissa lisätyt typpimäärät esitetään myöhemmin taulukoissa 16-19 kappaleessa 3.4.1.1 Lisätyt ja sadossa poistuneet N ja P.

## OHRA

Ohran kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato kompostikokeessa (Ohra I) ja seoskompostikokeessa (Ohra II) esitetään taulukossa 12. Kompostikokeessa vuonna 2000, jolloin kompostiruuduille annettu typpi tuli kaikki komposteista, ohran kuiva-ainesato oli suurin biojätekompostilla ja pienin biojätepuhdistamolietekompostilla. Biojätekompostin kahden vuoden annoksessa oli liukoista typpeä suosituksen mukaisesti eli saman verran kuin NPK-ruuduissa ja suuremmassa annoksessa kaksinkertaisesti. Liian typen takia biojätekompostin 4v. ruuduissa ohran tuleentuminen viivästyi ja jyvien laatu oli heikko. Vuosina 2001 ja 2002, jolloin myös kompostiruuduille annettiin suosituksen mukainen määrä liukoista typpeä, ohran kuiva-ainesato oli suurin kompostiruuduissa, mutta erot olivat pieniä. Ohran typpi- ja fosforisato olivat vuonna 2000 suurimmat biojätekompostilla ja pienimmät biojätepuhdistamolietekompostilla, kun taas vuosina 2001 ja 2002 ne olivat molemmilla komposteilla suuremmat kuin NPK-ruuduissa.

Ohran kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato seoskompostikokeessa (Ohra II) vuonna 2001 oli paras runsaasti liukoista typpeä saaneissa ruuduissa eli NPK-ruuduissa ja biojätekompostin ja metsäteollisuuslietekompostin seoskompostiruuduissa. Lietekompostin 2v. ruuduissa kuiva-ainesato oli 0-ruutuluokkaa. Vuonna 2002, kun myös kompostiruuduille annettiin suosituksen mukainen määrä liukoista typpeä, paras kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato saatiin NPK-ruuduista, mutta erot olivat pieniä.

Taulukko 12. Ohran kuiva-aine-, typpi- ja fosforisadot sekä jyvän tuoresato komposti- (I) ja seoskompostikoikeessa (II) kahden tai neljän vuoden fosforilannoitustasolla. Satosumman perässä esitetään keskihajonta (SD).

OHRA I	Tuore	Kuiva-ainesato (kg/ha)				Typpisato (kg N/ha)				Fosforisato (kg P/ha)			
		Jyvät	Oljet	Yht.	SD	Jyvät	Oljet	Yht.	SD	Jyvät	Oljet	Yht.	SD
<b>2000</b>	Jyvä												
Kontrolli	1482	1259	1296	2555	562	20	9	29	7,7	5	4	8	1,8
NPK 2v.	3172	2696	2752	5448	1009	45	20	65	2,2	11	5	15	2,4
Biojäte2v.	3274	2782	2761	5544	1273	50	23	72	19	11	5	16	3,5
Bioj.Liete2v.	1602	1361	1434	2795	726	21	10	31	9,1	5	4	9	2,2
NPK 4v.	3570	3035	3156	6190	485	50	20	70	7,1	12	5	16	1,1
Biojäte4v.	4348	3696	3927	7623	822	78	47	126	20	15	7	21	2,0
Bioj.Liete4v.	1932	1642	1811	3453	550	25	12	37	5,7	6	4	10	1,6
<b>2001</b>													
Kontrolli	1860	1581	1186	2767	519	25	5	30	6,4	7	3	10	1,1
NPK 2v.	4465	3796	3242	7037	467	69	15	84	10	16	5	20	2,4
Biojäte2v.	4805	4084	3381	7465	282	76	17	93	4,6	17	5	22	1,8
Bioj.Liete2v.	4702	3997	3327	7324	324	72	15	87	3,7	16	4	21	1,0
NPK 4v.	4526	3847	3246	7093	369	71	12	83	7,4	16	4	20	1,1
Biojäte4v.	5041	4285	3663	7949	145	84	18	102	2,5	18	5	23	0,6
Bioj.Liete4v.	4741	4030	3447	7477	314	75	14	89	6,4	18	5	22	2,8
<b>2002</b>													
Kontrolli	756	642	675	1317	170	9	4	13	1,6	3	1	4	0,6
NPK 2v.	3003	2553	2500	5053	772	41	15	57	5,1	10	3	13	0,9
Biojäte2v.	3383	2875	2702	5577	545	48	16	65	3,6	11	3	14	1,7
Bioj.Liete2v.	3449	2931	2705	5636	1183	47	15	62	9,8	11	3	14	2,2
NPK 4v.	3570	3035	2725	5759	872	49	14	63	9,7	11	3	15	2,7
Biojäte4v.	3598	3058	2777	5835	845	52	16	68	7	12	4	16	2,4
Bioj.Liete4v.	3422	2908	2654	5563	509	48	14	62	3,8	11	3	13	1,6
<b>OHRA II</b>	<b>Tuore</b>	<b>Kuiva-ainesato (kg/ha)</b>				<b>Typpisato (kg N/ha)</b>				<b>Fosforisato (kg P/ha)</b>			
<b>2001</b>	Jyvä	Jyvät	Oljet	Yht.	SD	Jyvät	Oljet	Yht.	SD	Jyvät	Oljet	Yht.	SD
Kontrolli	1605	1364	990	2354	975	21	4	24	12	6	2	8	3,2
NPK 2v.	4809	4088	3214	7302	453	72	11	82	8,6	17	3	20	1,3
BioMetsä2v.	4234	3599	2804	6403	347	60	8	68	5,3	15	3	18	1,1
BioLieteMetsä2v.	2756	2343	1772	4115	603	35	5	41	6,2	9	2	12	1,5
Liete2v.	1493	1269	940	2209	312	19	3	22	3,6	5	2	7	0,5
LieteMetsä2v.	2719	2311	1758	4069	465	35	5	39	4,7	9	2	12	0,9
NPK 4v.	4859	4130	3229	7360	409	74	11	85	7,3	17	3	20	0,9
BioMetsä4v.	5682	4830	3761	8591	222	99	20	119	6,2	20	5	25	2,3
BioLieteMetsä4v.	3642	3095	2358	5453	634	51	8	59	7,3	13	3	15	1,0
Liete4v.	2223	1889	1367	3256	540	28	4	32	6,4	8	2	10	2,3
LieteMetsä4v.	3719	3161	2500	5661	972	52	9	61	13	12	3	15	2,5
<b>2002</b>													
Kontrolli	723	615	638	1253	130	8	3	12	1,2	2	1	3	0,3
NPK 2v.	3968	3372	3377	6749	487	54	18	73	7,5	12	3	15	0,6
BioMetsä2v.	4032	3427	3163	6590	252	54	16	70	3,6	12	3	14	1,8
BioLieteMetsä2v.	3549	3017	2827	5844	519	49	15	64	7,3	10	2	12	1,1
Liete2v.	3467	2947	2701	5648	247	47	16	63	2,9	10	3	13	1,0
LieteMetsä2v.	3832	3257	3162	6419	476	52	17	70	5,2	12	3	15	1,8
NPK 4v.	3818	3245	2875	6120	765	53	17	69	11	11	3	14	2,0
BioMetsä4v.	3664	3115	2844	5959	422	49	14	63	8,4	10	2	12	1,7
BioLieteMetsä4v.	3549	3017	2784	5801	1048	48	14	63	10	11	2	13	2,4
Liete4v.	3514	2987	3051	6038	585	48	17	65	9,5	10	3	13	1,8
LieteMetsä4v.	3812	3240	3079	6319	308	52	17	69	5,7	11	3	14	1,0

## HEINÄNURMI

Kompostikokeen heinänurmiin kuiva-ainesadot, typpisadot ja fosforisadot niitoissa kunakin vuonna esitetään taulukossa 13. Heinänurmi I-kokeella perustamisvuoden kuiva-ainesato oli suurin NPK-käsittelyn pienemmällä levitystasolla (fosfori 2 vuodelle). Seuraavaksi suurin kuiva-ainesato saatiin Bio-kompostin suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) ja myös Bio-Liete-komposti tuotti hieman suuremman sadon kuin NPK-käsittely suuremmalla levitystasolla. Tulosten hajonta oli kuitenkin hyvin suurta. Ainoastaan ensimmäisen niiton heinän tuloksissa havaittiin päävaikutuksissa merkitseviä eroja lannoitustasojen välillä, kuiva-ainesato ( $p=0,003$ ,  $LSD=249,1$ ), typpisato ( $p=0,049$ ,  $LSD=16,5$ ) ja fosforisato oli suuremmalla levitystasolla merkitsevästi suurempi ( $p=0,029$ ,  $LSD=2,35$ ). Heinänurmi I-kokeen perustamisvuonna alemmalla levitystasolla NPK-vertailulannoitus tuotti suuremman typpisadon kuin jätekompostilannoitukset, suuremmalla levitystasolla jätekompostilannoitukset puolestaan tuottivat suuremman typpisadon (yhdysvaikutuksen  $p=0,035$ ). Myös perustamisvuoden fosforisadossa havaittiin vastaava yhdysvaikutus (yhdysvaikutuksen  $p=0,049$ ). Ensimmäisenä heinänuurmen varsinaisena satovuonna, vuonna 2001, kuiva-ainesato oli tasainen kaikilla käsittelyillä, eikä merkitseviä eroja havaittu. Heinänurmen ensimmäisessä niitossa suuremmalla levitystasolla jätekompostikäsitteilyt tuottivat hieman NPK-käsittelyä suuremman sadon ja vastaavasti viimeisessä niitossa pienemmällä levitystasolla jätekompostilannoitukset antoivat hieman suuremman sadon, mutta erot eivät olleet merkitseviä. Ainoastaan vuoden 2001 toisessa niitossa havaittiin merkitsevä ero, kun suurempi levitystaso nosti typpisatoa ( $p=0,036$ ,  $LSD=9,47$ ) ja fosforisatoa ( $p=0,006$ ,  $LSD=0,78$ ) pienempään levitystasoon verrattuna. Kolmannessa niitossa satotuloksissa ei ollut eroja, mutta heinän typpipitoisuus oli BioLiete-kompostiruuduilla suurempi kuin NPK-ruuduilla ( $p=0,036$ ,  $LSD=0,072$ ). Bio-komposti ei eronnut merkitsevästi kummastakaan käsittelystä. Vuonna 2002 ei havaittu eroja eri käsittelyjen satotulosten välillä. Fosforisadossa ei havaittu eroja kompostikäsitteilyjen ja NPK-käsittelyn välillä. Viimeisen vuoden kasvuston fosforipitoisuuksissa oli kuitenkin joitain eroja. Vuoden 2002 ensimmäisessä niitossa suuremman levitystason lannoituskäsittelyt tuottivat suuremman heinän fosforipitoisuuden (2,87 vs 2,75 g/kg ka,  $p=0,040$ ,  $LSD=0,102$ ). Viimeisessä niitossa puolestaan jätekompostikäsitteilyt tuottivat suuremman heinän fosforipitoisuuden kuin NPK-käsittely (biojätekomposti 3,25, biojätepuhdistamolietekomposti 3,21 ja NPK-käsittely 3,04 g/kg ka,  $p=0,022$ ,  $LSD=0,150$ ).

Heinänuurmi II-kokeen perustamisvuonna 2001 kuiva-ainesato suojaviljan puinnissa alemmalla levitystasolla oli suurin biojätekompostilla ja suuremmalla levitystasolla NPK-kontrollikäsitteilyä suuremman sadon tuottivat Bio-LieteMetsä-komposti sekä LieteMetsä-komposti. Tilastollisessa analyysissä ainoa merkitsevä ero oli kuitenkin Liete-kompostin ja muiden lannoituskäsittelyjen välillä, Liete-komposti tuotti muita pienemmän suojaviljan sadon ( $p<0,001$ ,  $LSD=500$ ). Jätekompostikäsitteilyillä havaitut lievät sadonlisäykset

selittyvät olkisadon kasvulla ja sadonlasku jyväsadon vähentymisellä. Sekä jyvien ( $p < 0,001$ ,  $LSD=228$ ) että oljen kuiva-ainesato ( $p < 0,001$ ,  $LSD=343$ ) oli muita käsittelyjä pienempi Liete-kompostikäsitteilyllä. Suurimman jyväsadon tuotti NPK-käsittely, jonka jyväsato oli merkitsevästi suurempi kuin BioLieteMetsä-kompostin ja Liete-kompostin tuottama jyväsato. Olkisato oli puolestaan suurin LieteMetsä-kompostilla, joka oli myös merkitsevästi suurempi kuin NPK-käsittelyn ja Liete-kompostin tuottama olkisato. Perustamisvuoden suojaviljan typpisato ja fosforisato oli suurin BioMetsä-kompostilla ja pienin Liete-kompostilla, myös NPK-käsittelyn ravinnesato oli pienempi. Viljan yhteisravinnesatoja ei voitu analysoida tilastollisesti jyvänäytteiden käsittelyvirheen vuoksi. Olkisadon ravinnepitoisuudet ja ravinnesadot olivat kuitenkin LieteMetsä-kompostilla suuremmat kuin NPK-käsittelyllä ja yleensä myös suuremmat kuin Liete-kompostilla ( $p < 0,001$ ).

Heinänummi II:n ensimmäisenä satovuonna, vuonna 2002, LieteMetsä-komposti ja BioLieteMetsä-komposti tuottivat merkitsevästi suuremman yhteissadon kuin Liete-komposti ja NPK-käsittely ( $p=0,017$ ,  $LSD=733$ ). Vuoden 2002 typpisadon yhteisumma oli NPK-käsittelyllä suurempi kuin jätekompostikäsitteilyillä lukuunottamatta LieteMetsä-kompostia joka ei eronnut NPK-käsittelystä ( $p=0,002$ ,  $LSD=19,1$ ). Fosforisadon yhteisummassa ei ollut merkitseviä eroja. Ensimmäisessä niitossa kaikki jätekompostilannoitukset, Liete-kompostia lukuunottamatta, tuottivat NPK-kontrollilannoitusta suuremman sadon ( $p < 0,001$ ,  $LSD=497$ ). Myös sekä typpisato että fosforisato oli ensimmäisessä niitossa LieteMetsä-kompostilla suurempi kuin Liete-kompostilla ja NPK-käsittelyllä ( $p < 0,017$ ). Toisessa niitossa vuonna 2002 kaikki jätekompostilannoitukset tuottivat molemmilla levitystasoilla hieman NPK-kontrollilannoitusta pienemmän kuiva-ainesadon, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. NPK-käsittelyn toisen niiton typpisato oli suurempi kuin jätekompostikäsitteilyjen typpisato ( $p < 0,001$ ,  $LSD=8,64$ ) ja fosforisato oli suurempi kuin metsäteollisuuslietteeseen seostetuilla jätekomposteilla ( $p=0,004$ ,  $LSD=1,09$ ). Viimeisessä niitossa NPK-vertailulannoituksen tuottama kasvin kuiva-ainesato oli suurempi kuin jätekompostikäsitteilyillä ( $p < 0,001$ ,  $LSD=181$ ). Myös ravinnesadot olivat NPK-käsittelyllä (typpisato 48,7 ja fosforisato 6,5 kg/ha) merkitsevästi suuremmat kuin kompostikäsitteilyillä ( $p < 0,001$ ). Myös Liete-kompostin viimeisen niiton fosforisato oli suurempi kuin BioMetsä-kompostilla (5,32 vs 4,67 kg/ha). Kasviaineksen typpi- ja fosforipitoisuus oli kaikissa niitoissa suurin NPK-käsittelyllä ja ero oli merkitsevästi suurempi kuin jätekompostikäsitteilyillä ( $p < 0,004$ ) kaikissa niitoissa lukuunottamatta ensimmäisen niiton heinän typpipitoisuutta.

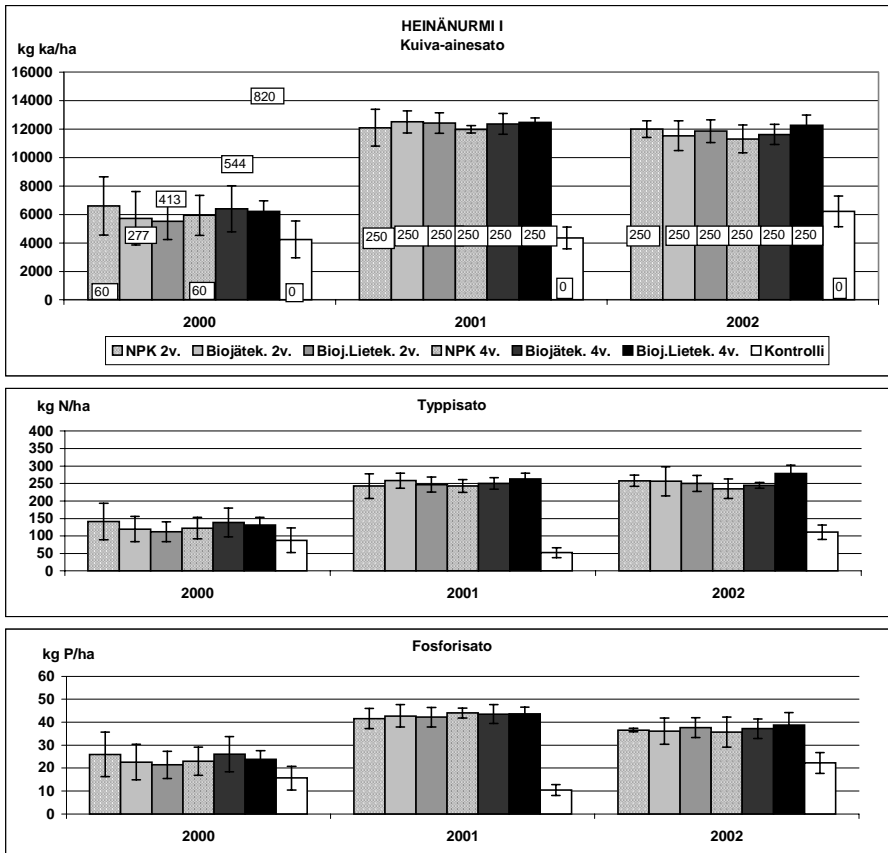
Taulukko 13. Heinänurmikokeiden kuiva-ainesadot, typpisadot ja fosforisadot vuosina 2000-2002 kompostikokeessa (I) ja vuosina 2001-2002 seoskompostikokeessa (II) kahden tai neljän vuoden fosforilannoitustasolla. Satojen yhteissumman perässä esitetään keskihajonta (SD).

HEINÄNURMI I	Kuiva-ainesato (kg/ha)					Typpisato (kg N/ha)					Fosforisato (kg P/ha)				
	Niitot					Niitot					Niitot				
	1.niitto		2.niitto		Yhteensä	1.niitto		2.niitto		Yhteensä	1.niitto		2.niitto		Yhteensä
	ohra	heinä	heinä	Sato	SD	ohra	heinä	heinä	N-sato	SD	ohra	heinä	heinä	P-sato	SD
<b>2000</b>															
Kontrolli	874	2370	1009	4253	1304	16	52	20	87	35	3	9	3	16	5,2
NPK 2v.	1996	3254	1367	6617	2049	39	73	29	141	52	8	13	5	26	9,7
Biojäte2v.	1913	2694	1129	5736	1885	38	59	23	120	36	7	11	4	23	7,7
Bioj.Liete2v.	1585	2881	1046	5512	1285	30	60	22	112	28	6	11	4	21	5,9
NPK 4v.	1357	3457	1123	5937	1412	26	74	22	122	31	5	14	4	23	6,1
Biojäte4v.	1547	3665	1197	6409	1622	30	83	25	139	41	6	15	5	26	7,7
Bioj.Liete4v.	1119	3839	1276	6233	743	22	84	25	131	22	4	15	4	24	3,7
	Niitot				Yhteensä	Niitot				Yhteensä	Niitot				Yhteensä
<b>2001</b>	1.	2.	3.	Sato	SD	1.	2.	3.	N-sato	SD	1.	2.	3.	P-sato	SD
Kontrolli	3360	578	414	4353	770	35	9	8	52	14	7	2	2	10	2,4
NPK 2v.	5384	4235	2474	12093	1289	92	97	54	243	35	15	18	8	42	4,5
Biojäte2v.	5480	4366	2666	12512	774	99	100	60	258	22	16	18	9	43	4,9
Bioj.Liete2v.	5400	4282	2745	12426	729	88	97	62	247	22	15	18	10	42	4,2
NPK 4v.	5049	4484	2459	11991	251	83	107	52	243	19	15	20	9	44	2,2
Biojäte4v.	5409	4477	2491	12377	740	88	108	54	250	16	15	19	9	44	4,2
Bioj.Liete4v.	5413	4582	2475	12470	313	96	111	55	263	16	16	19	9	44	2,9
<b>2002</b>															
Kontrolli	2940	1961	1316	6217	1079	49	35	27	111	21	7	9	6	22	4,6
NPK 2v.	4960	4440	2603	12003	589	105	92	60	258	16	14	15	8	37	0,8
Biojäte2v.	5066	4150	2317	11534	1044	103	94	58	256	41	14	15	7	36	5,7
Bioj.Liete2v.	5080	4224	2553	11858	788	104	85	62	251	23	14	15	8	38	4,4
NPK 4v.	4794	4075	2444	11313	970	95	86	54	235	28	14	14	8	36	6,5
Biojäte4v.	5089	4129	2410	11628	714	102	82	61	245	8	15	14	8	37	4,2
Bioj.Liete4v.	5154	4230	2877	12262	733	109	97	73	279	24	15	15	9	39	5,4
HEINÄNURMI II	Kuiva-ainesato (kg/ha)				Typpisato (kg N/ha)				Fosforisato (kg P/ha)						
2001	Suojaviljan		Yhteensä		Suojaviljan		Yhteensä		Suojaviljan		Yhteensä				
	juvä	olki	Sato	SD	juvä	olki	N-sato	SD	juvä	olki	P-sato	SD			
Kontrolli	2017	822	2839	288	36	9	45	4	7	1	8	0,6			
NPK 2v.	3202	1540	4742	601	61	15	77	10	12	2	14	1,8			
Bioj.Metsä2v.	3171	2210	5381	391	60	26	87	6	12	3	15	0,8			
Bioj.Liete.Metsä2v.	2718	2095	4814	334	51	28	79	8	11	3	14	1,0			
Liete2v.	2279	1105	3385	837	42	15	57	15	8	2	10	2,5			
Liete.Metsä2v.	2821	1974	4795	673	52	29	81	14	11	3	14	1,8			
NPK 4v.	3337	1602	4939	608	61	15	76	9	13	2	14	1,4			
Bioj.Metsä4v.	3242	1739	4980	481	72	27	99	9	13	2	16	1,5			
Bioj.Liete.Metsä4v.	3176	2089	5266	298	66	33	99	3	12	3	16	0,5			
Liete4v.	2545	1255	3800	803	48	18	66	16	9	2	11	2,4			
Liete.Metsä4v.	3230	2215	5445	252	68	34	102	6	13	3	16	0,5			
	Niitot				Yhteensä	Niitot				Yhteensä	Niitot				Yhteensä
2002	1.	2.	3.	Sato	SD	1.	2.	3.	N-sato	SD	1.	2.	3.	P-sato	SD
Kontrolli	2824	1534	1152	5511	585	42	27	23	92	22	6	5	5	17	4,3
NPK 2v.	5119	3536	2479	11134	488	116	87	52	256	42	15	12	7	34	2,3
Bioj.Metsä2v.	6020	3817	1752	11589	808	117	76	32	224	27	16	12	4	32	2,3
Bioj.Liete.Metsä2v.	6287	3551	2093	11931	1153	115	66	32	213	24	15	11	5	31	3,5
Liete2v.	5388	3917	2092	11397	1099	100	74	36	210	18	13	12	6	31	2,1
Liete.Metsä2v.	6237	3798	1977	12013	734	129	75	31	235	18	16	12	5	33	0,4
NPK 4v.	5025	3916	2166	11106	602	109	97	45	251	15	15	13	6	34	1,1
Bioj.Metsä4v.	6238	3903	1973	12114	1170	129	74	36	239	39	16	11	5	32	3,9
Bioj.Liete.Metsä4v.	6610	3497	2132	12239	763	129	68	37	234	17	16	10	5	31	3,0
Liete4v.	5530	3794	1941	11265	967	111	71	31	213	23	14	12	5	31	3,8
Liete.Metsä4v.	6683	3675	2137	12495	537	135	72	38	245	13	16	11	5	32	3,9

Heinänurmi I-kokeen kuiva-ainesatojen vuosisummat esitetään kuvassa 19. Kuiva-ainesadoissa perustamisvuoden aikana näkyy vain lieviä eroja. Kahden vuoden fosforilannoitustasolla kemiallinen vertailulannoitus (NPK 2v) tuotti perustamisvuonna lievästi kompostilannoitteita paremman kuiva-ainesadon, kun taas neljän vuoden fosforilannoitustasolla vertailulannoite (NPK 4v) tuotti hieman kompostilannoitteita heikomman sadon. Kuvassa esitetään myös komposteissa vuonna 2000 ja kemiallisessa lannoitteessa vuosina 2001 ja 2002 annetut kokonaistyyppimäärät. Kunkin käsittelyä kuvaavan pylvään kohdalle on sijoitettu laatikko suhteellisesti kokonaistyyppilannoitusta kuvaavalle korkeudelle. Suurikaan kokonaistypen määrä (820 kg kokonaistyyppiä/ha biojäte+puhdistamolietekompostilla) ei näy satotasoissa ensimmäisen vuoden aikana. Vuosi kompostien levityksen jälkeen, vuonna 2001, oli komposteista saatava sadonlisäys hyvin pieni, mutta lievää nousua on kuitenkin näkyvissä molemmilla lannoitustasoilla. Kaksi vuotta kompostien levityksen jälkeen, vuonna 2002, oli alemman lannoitustason kompostilannoitusten satotulos hieman kemiallista vertailu lannosta heikompi. Suuremmalla lannoitustasolla oli kompostilannoituksilla lievästi satotulosta nostava vaikutus kemialliseen lannoitukseen verrattuna. Kasvuston tyyppisadon ja fosforisadon määrä seuraa hyvin tarkasti kasvuston kuiva-ainesadon muutoksia (Kuva 19).

Seoskompostikokeen vuonna 2001 perustetun heinänurmen (Heinänurmi II) kuiva-ainesatojen vuosisummat esitetään kuvassa 20. Perustamisvuonna kuiva-ainesatojen tasot olivat hyvin tasaiset NPK-vertailukäsittelyn ja jätekompostikäsitteilyjen välillä lukuunottamatta puhdistamolietekompostikäsitteilyä. Molemmilla lannoitustasoilla puhdistamolietekomposti tuotti muita lannoituskäsittelyjä alemman kuiva-ainesadon. Tämän kompostikäsitteilyn peltoon tuoma kokonaistyyppimäärä oli myöskin selkeästi muiden kompostikäsitteilyjen kokonaistyyppimäärää pienempi. BioMetsä-kompostin suuremmalla käyttömäärällä peltoon tuotu todella suuri kokonaistyyppimäärä (1076 kg/ha) ei puolestaan lisännyt heinänurmen kuiva-ainesatoa kumpanakaan vuonna. Vuosi kokeen perustamisen ja kompostien levityksen jälkeen, vuonna 2002, kompostiruuduille annettiin kemiallisena typen täydennyksenä yhteensä 125 kg typpeä hehtaarille. Normaalin NPK-lannoituksen saanut vertailukäsittely sai kemiallista tyyppilannoitusta yhteensä 250 kg/ha. Jätekompostikäsitteilyt, puhdistamolietekompostia lukuunottamatta, lisäsivät kuiva-ainesatoa erittäin lievästi NPK-lannoitukseen verrattuna. Puhdistamolietekomposti tuotti NPK:n veroinen kuiva-ainesadon ja käsittelemätön kontrolli noin puolet NPK-käsittelyn kuiva-aineesta. Kasvuston typpi- ja fosforisadossa havaittiin kokeen perustamisvuonna suhteellisesti samansuuntaiset muutokset kuin kuiva-ainesadossa. Toisena vuonna tyyppisadon ja fosforisadon tulokset näyttivät kuitenkin kompostikäsitteilyillä aavistuksen verran heikommilta kuin NPK-käsittelyllä. Erot olivat kuitenkin todella pieniä ja tulosten hajonta varsin suurta.

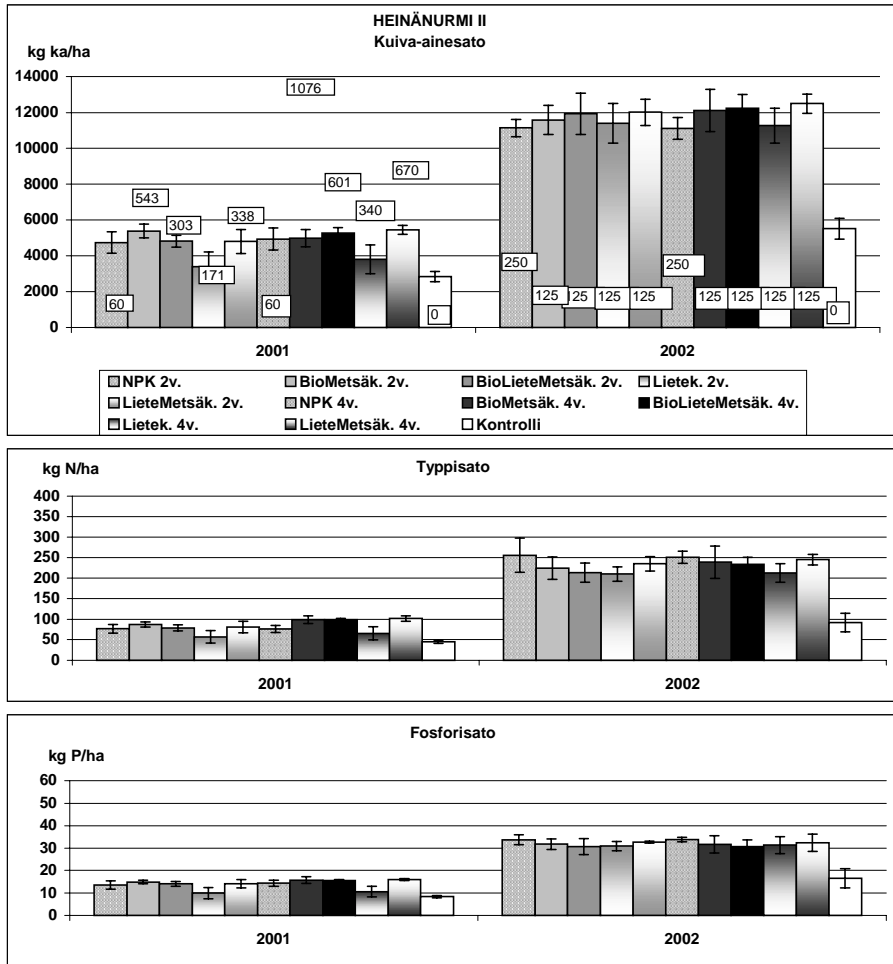




Kuva 19. Kompostikokeen heinänurmen vuosittainen kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato. Ylimmässä kuiva-ainesatokuvassa kunkin käsittelyä kuvaavan pylvään kohdalla on esitetty kyseisenä vuonna käsittelylle annettu kokonaistypplannoitus suhteellista tasoa kuvaavalla korkeudella.

## APILAHEINÄNURMI

Apilaheinänurmikokeiden kuiva-ainesadot, typpisadot ja fosforisadot niitoissa kunakin vuonna esitetään taulukossa 14. Apilaheinänurmi I-kokeella suojaviljan kuiva-ainesato oli biojättekompastikäsittelyllä yli 4000 kg/ha ja merkitsevästi suurempi kuin muilla komposteilla ( $p=0,007$ ,  $LSD=407$ ). Myös sekä suojaviljan typpisato ( $p=0,003$ ,  $LSD=7,6$ ) että fosforisato ( $p=0,005$ ,  $LSD=1,49$ ) olivat biojättekompastikäsittelyllä merkitsevästi muita komposteja suuremmat. Suojaviljanurmikasvustosta kesäkuun lopussa otetun kasvinäytteen typpipitoisuus oli myös biojättekompastikäsittelyllä suurempi kuin muilla ( $p<0,001$ ) ja neljän vuoden levitystasolla suurempi kuin kahden vuoden tasolla ( $p=0,031$ ). Bio-kompostilla ja Lanta-kompostilla jyvän typpipitoi-



Kuva 20. Seoskompostikokeen heinänurmen (Heinänurmi II) vuosittainen kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato. Ylimmässä kuiva-ainesatokuvassa kunkin käsittelyä kuvaavan pylvään kohdalla on esitetty kyseisenä vuonna käsittelylle annettu kokonaistyppilannoitus suhteellista tasoa kuvaavalla korkeudella.

suus oli suurempi kuin BioLiete-kompostilla ( $p=0,025$ ) ja oljen typpipitoisuus oli Lanta-kompostilla suurempi kuin muilla komposteilla ( $p=0,001$ ). Jyvän fosforipitoisuus oli Bio-kompostilla suurempi kuin BioLiete-kompostilla, mutta Lanta-komposti ei eronnut merkittävästi kummastakaan käsittelystä ( $p=0,033$ ). Oljen fosforipitoisuus oli puolestaan Lantakompostikäsittelyllä suurempi kuin jätekomposteilla ( $p=0,014$ ).

Taulukko 14. Apilaheinänurmikokeiden kuiva-ainesadot, typpisadot ja fosforisadot vuosina 2000-2002 kompostikokeessa (I) ja vuosina 2001-2002 seoskompostikokeessa (II) kahden tai neljän vuoden fosforilannoitustasolla. Satojen yhteissumman perässä esitetään keskihajonta (SD).

APILANURMI I	Kuiva-ainesato (kg/ha)				Typpisato (kg N/ha)				Fosforisato (kg P/ha)			
	Suojaviljan		Yhteensä		Yhteensä		Yhteensä		Yhteensä		Yhteensä	
2000	juvä	olki	Sato	SD	juvä	olki	N	SD	juvä	olki	P	SD
Kontrolli	1627	992	2619	204	32	12	44	6	7	2	9	0,8
Karjanlanta2v.	2344	968	3311	130	50	9	59	7	11	2	13	0,3
Biojäte2v.	2628	1406	4034	378	52	11	63	5	12	2	14	1,0
BioLiete2v.	2087	1547	3635	432	40	12	52	7	10	3	13	1,8
Karjanlanta4v.	2363	1280	3642	214	50	12	62	5	11	3	14	1,3
Biojäte4v.	2705	1564	4269	685	60	14	74	13	13	3	16	2,5
BioLiete4v.	2260	1230	3490	392	45	9	54	9	10	2	13	2,0
	Niitot				Niitot				Niitot			
	1.		2.		Yhteensä		1.		2.		Yhteensä	
2001	apila	heinä	apila	heinä	Sato	SD	ap	he	ap	he	P	SD
Kontrolli	3886	2955	2027	943	9811	604	88	34	68	23	213	22
Karjanlanta2v.	1580	4708	1731	1088	9107	1124	37	47	60	23	166	31
Biojäte2v.	2133	3236	1770	935	8073	753	50	34	61	21	165	20
BioLiete2v.	3547	2553	2051	980	9132	479	82	27	67	22	198	20
Karjanlanta4v.	1806	4850	1178	1506	9340	417	43	51	43	32	169	26
Biojäte4v.	1209	3060	1226	1229	6724	750	29	31	42	24	126	17
BioLiete4v.	3589	2541	1884	976	8990	1140	79	31	66	22	198	26
2002												
Kontrolli	3142	2071	1587	1753	8552	879	84	32	47	33	196	13
Karjanlanta2v.	2595	3424	1255	2118	9391	486	68	51	39	38	197	9
Biojäte2v.	2856	2803	1358	1946	8962	1049	76	42	41	34	193	28
BioLiete2v.	2989	2297	1311	2080	8677	1150	80	36	41	38	194	13
Karjanlanta4v.	2346	3431	1255	2119	9151	520	66	47	38	37	189	11
Biojäte4v.	2385	2231	1090	1724	7430	652	67	34	34	30	164	21
BioLiete4v.	2792	2464	1374	1795	8425	1659	78	36	42	32	188	28
	Niitot				Niitot				Niitot			
	1.		2.		Yhteensä		1.		2.		Yhteensä	
2002	apila	heinä	apila	heinä	Sato	SD	ap	he	ap	he	P	SD
Kontrolli	1976	2181	1915	1641	7712	1240	57	27	54	32	171	24
Karjanlanta2v.	1298	3048	2001	1269	7617	671	38	35	56	24	153	12
BiojMetsä2v.	1540	3392	2360	1311	8603	1991	44	40	65	27	176	35
BioLieteMetsä2v.	1954	3201	2085	1531	8771	1298	59	36	61	31	187	22
Karjanlanta4v.	1227	3624	1977	1224	8052	1689	35	43	53	23	154	33
BiojMetsä4v.	805	4690	2400	1739	9634	1717	23	55	67	35	180	22
BioLieteMetsä4v.	1391	4283	2149	1761	9584	1317	40	51	63	36	190	17
	Niitot				Niitot				Niitot			
	1.		2.		Yhteensä		1.		2.		Yhteensä	

Vuoden 2001 niitoissa biojätekomposti aiheutti apilaheinänurmen sadonlaskua etenkin suuremmalla levitystasolla, mikä johtui biojätekompostikäsitteilyn heikommasta heinäsadosta. Molemmissa niitoissa heinäsaato oli jätekompostikäsitteilyllä pienempi kuin lantakompostilla ( $p < 0,026$ ). Heinän typpisato oli jätekompostikäsitteilyllä molemmissa niitoissa heikompi kuin Lantakompostilla ( $p < 0,046$ ). Heinän typpipitoisuus oli kuitenkin toisessa niitossa BioLiete-kompostilla suurempi kuin muilla komposteilla ( $p = 0,003$ ). Heinän fosforisato oli Liete-kompostilla molemmissa niitoissa heikompi kuin Lanta-

kompostilla ja ensimmäisessä niitossa myös Bio-kompostin tuottama fosforisato oli heikompi ( $p < 0,042$ ). Apilan sato Bio-kompostikäsitteilyllä oli samaa tasoa kuin Lanta-kompostilla ja BioLiete-komposti tuotti muita suuremman apilasadon molemmissa niitoissa vuonna 2001 ( $p < 0,002$ ). Sekä puna-apilan typpisato että fosforisato olivat molemmissa niitoissa BioLiete-kompostilla suuremmat kuin muilla komposteilla ( $p < 0,005$ ). BioLiete-käsittelyn tuottama apilan ja heinän sato sekä typpisato vastasi käsittelemätöntä 0-ruutua. Puna-apilan kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato oli toisessa niitossa kompostien kahden vuoden levitystasolla suurempi kuin neljän vuoden levitystasolla ( $p < 0,05$ ).

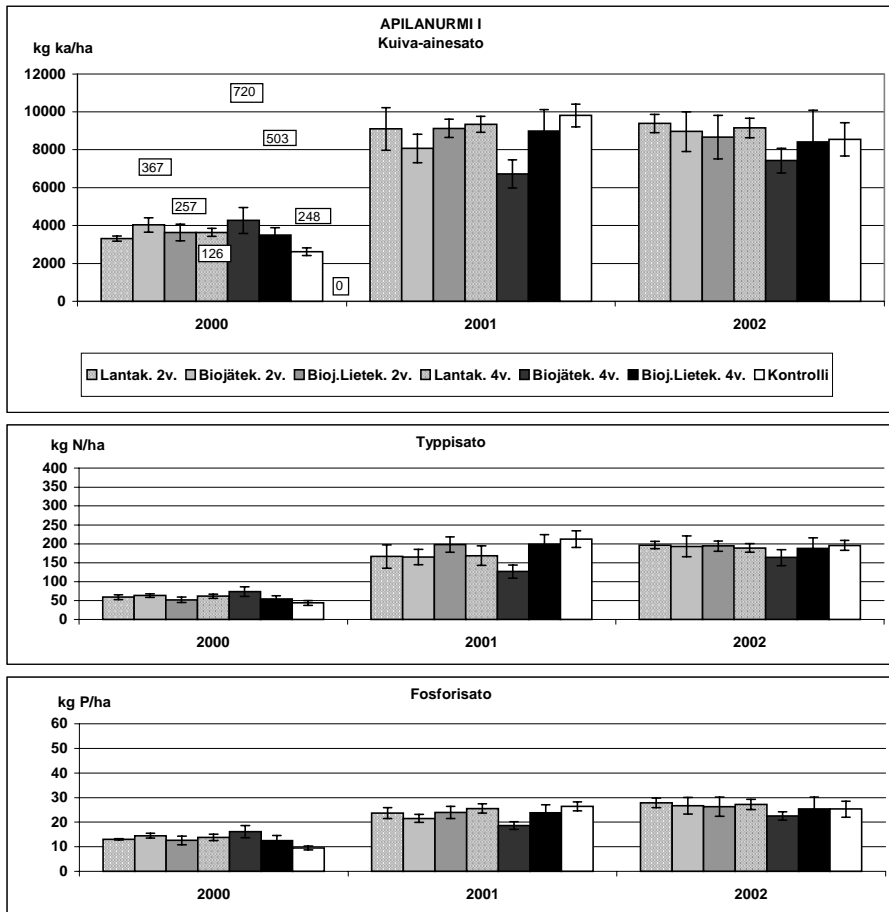
Vuoden 2002 niitoissa biojätekompostin suuremman levitystason aiheuttama kuiva-ainesadon lasku oli hieman edellisvuotta pienempi, mutta edelleen ensimmäisessä niitossa sekä puna-apilan että heinän sato oli biojätekompostikäsitteilyllä verraten pieni. Puna-apilan sadossa ei ollut merkitseviä eroja, mutta heinän sato ensimmäisessä niitossa oli jätekomposteilla pienempi kuin Lanta-kompostilla ( $p = 0,005$ ,  $LSD = 604$ ). Myös jätekompostikäsitteilyjen heinän typpisato vuoden 2002 ensimmäisessä niitossa oli pienempi kuin Lanta-kompostilla ( $p = 0,011$ ,  $LSD = 8,65$ ). Apilaheinänurmen typpisato vuonna 2002 oli muutoin tasainen eikä käsitteilyjen välillä havaittu eroja, mutta siitä huolimatta lievä suuntaus typpilannoituksen noustessa laskevasta apilan sadosta ja nousevasta heinäsadosta havaittiin edelleen. Kompostien suurempi levitystaso laski toisessa niitossa heinän typpi- ja fosforisatoa ( $p < 0,023$ ), mutta toisen niiton yhteissatoon ta apilanurmen ravinnesatoihin sillä ei ollut merkitsevää vaikutusta.

Apilaheinänurmi II-kokeen perustamisvuonna suojaviljan kuiva-ainesato nousi jätekompostikäsitteilyillä suuremmaksi kuin Lanta-kompostilla ( $p = 0,006$ ,  $LSD = 334$ ). Havaittu ero johtui olkisadon kasvusta, sillä olkisato oli BioLieteMetsä-kompostilla suurempi kuin BioMetsä-kompostilla, joka puolestaan oli merkitsevästi suurempi kuin Lanta-kompostilla ( $p < 0,001$ ,  $LSD = 231$ ). Kompostien suurempi levitystaso nosti viljan kuiva-ainesatoa merkitsevästi ( $p = 0,015$ ,  $LSD = 462$ ). BioMetsä-kompostikäsitteilyn jyväsato oli suurempi kuin BioLieteMetsä-kompostin, mutta Lanta-komposti ei eronnut kummastakaan jätekompostista ( $p = 0,011$ ,  $LSD = 207$ ). Suojaviljan typpisato vuonna 2001 oli molemmilla jätekomposteilla suurempi kuin Lanta-kompostilla ( $p < 0,001$ ,  $LSD = 6,45$ ) ja kompostien suurempi levitystaso tuotti merkitsevästi suuremman suojaviljan typpisadon kuin kahden vuoden levitystaso ( $p = 0,0017$ ,  $LSD = 3,75$ ). Suojaviljan jyvien typpipitoisuus oli molemmilla jätekompostikäsitteilyillä suurempi kuin Lanta-kompostilla ( $p < 0,001$ ). Jyvän typpisato oli BioMetsä-kompostilla suurempi kuin muilla komposteilla ( $p = 0,0014$ ,  $LSD = 5,06$ ), mutta oljen typpisato oli merkitsevästi muita suurempi BioLieteMetsä-kompostilla ( $p = 0,002$ ,  $LSD = 5,14$ ). Myös oljen fosforisato oli BioLieteMetsä-kompostilla suurempi kuin muilla komposteilla ( $p < 0,001$ ,  $LSD = 0,46$ ). Sekä jyvän että oljen fosforipitoisuus oli muita komposteja pienempi BioMetsä-kompostilla ( $p < 0,003$ ). Kompostien

suurempi levitystaso nosti jyvän typpisatoa merkitsevästi ( $p=0,01$ ,  $LSD=6,70$ ). Suojaviljan fosforisadoissa ei ollut eroja kompostikäsitteilyjen välillä, mutta suurempi levitystaso tuotti suuremman fosforin yhteissadon vuonna 2001 ( $p=0,032$ ,  $LSD=1,25$ ). Myös jyvän fosforisato oli merkitsevästi suurempi suuremmalla kompostien levitystasolla ( $p=0,041$ ,  $LSD=1,60$ ).

Vuoden 2002 kokonaissadoissa jätekompostit lisäsivät kuiva-ainesatoa Lanta-kompostiin verrattuna ( $p=0,03$ ,  $LSD=1086$ ), myös vuoden typpisato ( $p=0,002$ ,  $LSD=17,2$ ) ja fosforisato ( $p=0,011$ ,  $LSD=3,13$ ) nousivat jätekompostien vaikutuksesta. Ensimmäisessä niitossa sekä seosnurmen typpisato yhteensä ( $p=0,007$ ,  $LSD=9,7$ ) että puna-apilan typpisato ( $p=0,012$ ,  $LSD=10,1$ ) oli BioMetsä-kompostilla ja Lanta-kompostilla heikompi kuin BioLieteMetsä-kompostilla. Ensimmäisen niiton heinätuloksissa ainoastaan suurempi kompostien levitystaso aiheutti merkitsevästi suuremman heinän typpisadon ( $p=0,047$ ,  $LSD=12,4$ ). Toisessa niitossa seosnurmen yhteissato Lanta-kompostilla oli pienempi kuin jätekomposteilla ( $p=0,032$ ,  $LSD=503$ ), vastaava ero kompostikäsitteilyjen välillä oli myös typpisadossa ( $p=0,004$ ,  $LSD=10,9$ ) ja fosforisadossa ( $p=0,006$ ,  $LSD=1,93$ ). Kuiva-ainesadon ero toisessa niitossa johtui puna-apilan tuloksista, sillä BioMetsä-komposti tuotti Lanta-kompostia suuremman puna-apilasadon ( $p=0,049$ ,  $LSD=311$ ) ja heinäsadossa ei ollut eroja. Sekä puna-apilan että heinän ravinnesadot muuttuivat toisessa niitossa samansuuntaisesti eri kompostikäsitteilyjen vaikutuksesta ja jätekompostien ravinnesadot olivat yleensä Lanta-kompostikäsitteilyn ravinnesatoja suuremmat ( $p<0,028$ ). Tästä ainoa poikkeus oli apilan toisen niiton typpisato, jossa BioMetsä-kompostikäsitteilyn tulos oli suurempi kuin Lanta-kompostin, mutta BioLieteMetsä-komposti ei eronnut merkitsevästi kummastakaan ( $p=0,028$ ,  $LSD=8,09$ ). Kokonaisravinnesadot olivat jätekompostikäsitteilyillä suuremmat kuin käsittelemättömällä 0-kontrollilla, kun taas Lanta-kompostilla ravinnesadot olivat hieman pienemmät kuin 0-ruudulla.

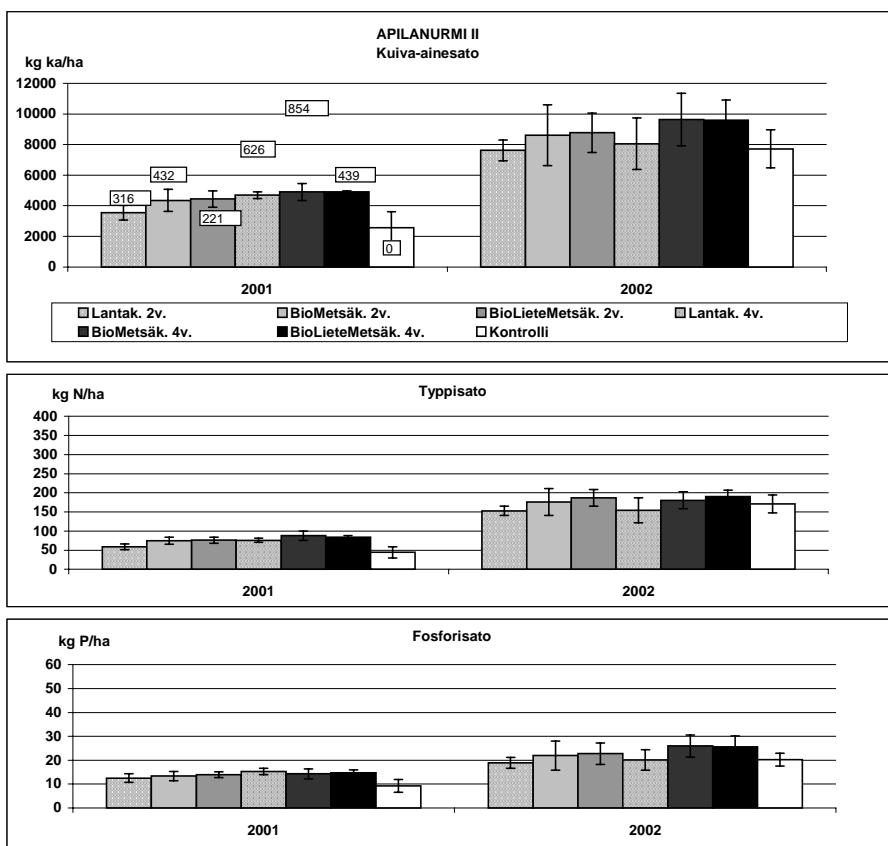
Kompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi I) kompostikäsitteilyt levitettiin vuonna 2000, jonka jälkeen kasvusto kasvoi kompostilannoituksen ja puna-apilan sitoman typen voimin ilman lisälannoituksia. Kokeen perustamisvuonna nurmen suojavilja tuotti varsin tasaisen sadon kaikilla kompostikäsitteilyillä (Kuva 21). Vuonna 2001 biojätekompostin tuottama apilaheinänurmen sato oli muita kompostikäsitteilyjä sekä käsittelemättömää kontrollia alhaisempi. Puna-apilan ja heinän (timotei ja nurminata) seoskasvustossa biojätekomposti heikensi puna-apilan satotulosta, etenkin suuremmalla levitystasolla. Vuoden 2002 sadossa vain biojätekompostin suurempi levitystaso laski kuiva-ainesatoa muihin käsitteilyihin verrattuna. Kasvuston typpi- ja fosforisadossa havaittiin biojätekompostin suuremman levitystason aiheuttama apilaheinänurmen ravinnesatojen lasku vuosina 2001 ja 2002.



Kuva 21. Kompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi I) vuosittainen kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato. Ylimmässä kuiva-ainesatokuvassa kunakin käsittelyä kuvaavan pylvään kohdalla on esitetty ensimmäisenä vuonna käsittelyille komposteissa annettu kokonaistyyppilannoitus suhteellista tasoa kuvaavalla korkeudella.

Seoskompostikokeen vuonna 2001 perustetulla apilaheinänurmella (Apilanurmi II) käytettiin jätekomposteja metsäteollisuuslietekompostiin seostettuna sekä vertailulannoitteena karjanlantakompostia. Perustamisvuonna suojaviljakasvuston kuiva-ainesadossa havaittiin lieviä eroja käsittelyjen välillä (Kuva 22). Kompostien alemmalla levitystasolla (fosfori 2 vuodelle) jätekompostit näyttivät lisäävän suojaviljan sadontuottoa Lanta-kompostiin verrattuna. Kompostien suuremmalla levitystasolla (fosforilannoitus 4 vuodelle) BioLieteMetsä-komposti näytti lisäävän suojaviljakasvuston satoa Lanta-kompostiin verrattuna. Apilaheinänurmen ensimmäisenä satovuotena, vuonna 2002, havaittiin molempien jätekompostikäsitteilyjen hieman lisäävän kasvuston kuiva-ainesatoa, tosin hajonta oli melko suurta. Havaitun sadonlisäyksen sai aikaan heinän sadontuoton kasvu, sillä puna-apilan ja heinän (timotei

ja nurminata) seoskasvustossa puna-apilan osuus ensimmäisessä niitossa oli suuremmalla lannoitustasolla korkeintaan 25 %. Vielä toisessa niitossa kompostien suuremmalla levitystasolla puna-apilan osuus jätekompostikäsitte-lyjen sadosta oli korkeintaan 58 % kun Lanta-kompostikäsitteilyllä puna-apilaa oli 62 % sadosta. Seoskasvuston typpisadon ja fosforisadon muutokset seura- sivat varsin tarkoin kuiva-ainesadon suhteellisia muutoksia. Ensimmäisen vuoden suojaviljassa ei selviä eroja havaittu, mutta toisena vuonna havaitut lievät erot aiheutuivat heinän osuuden ja sadontuoton noususta.



Kuva 22. Seoskompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi II) vuosittainen kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato. Ylimmässä kuiva-ainesatokuvassa kunkin käsittelyä kuvaavan pylvään kohdalla on esitetty ensimmäisenä vuonna käsittelylle komposteissa annettu kokonaistyyppilannoitus suhteellista tasoa kuvaavalla korkeudella.

## 3.3 Kompostien maanparannusvaikutukset

### 3.3.1 Hiilipitoisuus

Komposteissa lisätty hiili esitetään taulukossa 15. Biojättekompsteissa lisättiin maahan enemmän hiiltä kuin puhdistamolietepohjaisissa komposteissa. Tämä johtuu biojättekompstien suuremmista fosforipitoisuuteen perustuvista käyttömääristä. Maahan lisätyt kompostimäärät ja niiden mukana lisätyt hiilen määrät olivat hyvin pienet, eikä hiilipitoisuudessa havaittu eroja koekäyttelyjen välillä. Savimaan ohrakokeilla hiilipitoisuuksien keskiarvot eri ajankohtina vaihtelivat välillä 44,5-49,5 g/kg ka. Karkealla kivennäismaalla Heinänurmi I-kokeen hiilipitoisuus vaihteli välillä 54,4-57,4 g/kg ka ja Heinänurmi II-kokeen hiilipitoisuus välillä 37,4-38,4 g/kg ka. Karkean kivennäismaan Apilanurmi I-kokeella hiilipitoisuus oli välillä 28,4-31,0 g/kg ka ja Apilanurmi II-kokeella välillä 35,0-39,6 g/kg ka.

Taulukko 15. Kenttäkokeiden komposteissa maahan lisätty hiili 2 tai 4 vuoden fosforilannoitustasolla. Biojättekompstin ja BiojäteLietekompstin vertailulannoituksena oli ohra- ja heinäurmikokeissa NPK-lannoitus ja apilanurmikokeissa Karjanlantakomposti.

KOMPOSTIKOE	Lisätty hiili, kg/ha		
	Ohra I	Heinänurmi I	Apilanurmi I
Koejäsen			
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	0	0	6000
Biojättekomposti 2v.	5500	2900	3300
BiojäteLietekomposti 2v.	2700	5800	1600
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	0	0	11600
Biojättekomposti 4v.	11100	5900	6500
BiojäteLietekomposti 4v.	5700	11600	3200

SEOSKOMPOSTIKOE	Lisätty hiili, kg/ha		
	Ohra II	Heinänurmi II	Apilanurmi II
Koejäsen			
NPK/Karjanlantakomposti 2v.	0	0	4700
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	5200	7000	4500
BiojäteLieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	3600	4900	3100
Lietekomposti 2v.	700	2500	0
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 2v.	3200	5500	0
NPK/Karjanlantakomposti 4v.	0	0	9300
BiojäteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	10300	14000	9000
BiojäteLieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	7100	9800	6200
Lietekomposti 4v.	1500	5000	0
LieteMetsäteollisuuslietekomposti 4v.	6300	10900	0



### 3.3.2 Kationinvaihtokapasiteetti

Maan kationinvaihtokapasiteetti määritettiin kokeiden perustamivuoden keväällä ennen kompostien ja lannoitteiden levitystä sekä syksyllä kokeen päättyessä otetuista pintamaanäytteistä. Koekäsittelyjen vaikutuksessa maan kationinvaihtokapasiteettiin (CEC) ei ollut eroja. Ohra I-kokeella keskimääräinen CEC ennen koekäsittelyjen levitystä oli 258 ja viimeisen koevuoden syksynä 256 mekv/kg ka. Ohra II-kokeella CEC oli keskimäärin 265 mekv/kg ka sekä aloituskeväänä että päätössyksynä. Heinäurmi I-kokeella aloituskevään CEC oli 102 ja kokeen päätössyksyn 104 mekv/kg ka. Heinäurmi II-kokeella CEC oli selvästi matalampi kuin Heinäurmi I-kokeella ja kokeen aikana kaikilla käsittelyillä tapahtui lievää nousua. Aloituskeväänä tulos oli 68 ja viimeisenä syksynä 73 mekv/kg ka. Apilanurmi I-kokeella CEC oli keväällä 2000 keskimäärin 98 ja syksyllä 2002 keskimäärin 96 mekv/kg ka. Apilanurmi II-kokeella CEC oli myöskin heikompi kuin Apilanurmi I-kokeella, aloituskeväänä keskimäärin 56 ja viimeisenä syksynä keskimäärin 50 mekv/kg ka.

### 3.3.3 Vedenpidätyskyky

Maan vedenpidätyskyky määritettiin kokeen alkaessa keväällä ennen kompostien ja lannoitteiden levitystä ja syksyllä kokeen päättyessä otetuista maanäytteistä. Kompostikäsittelyillä ei havaittu olevan maan vedenpidätyskykyä (WHC) parantavaa vaikutusta. Ohrakokeilla käsittelyjen keskimääräinen WHC eri ajankohtina oli välillä 1415-1457 ml/kg ka. Heinäurmi I-kokeella WHC oli kokeen alussa 1440 ja kokeen lopussa 1383 ml/kg ka. Heinäurmi II-kokeella WHC oli alussa keskimäärin 1612 ja lopussa 1555 ml/kg ka. Apilanurmi I-kokeella keskimääräinen WHC oli kokeen alussa 1667 ja kokeen lopussa 1653 ml/kg ka. Apilanurmi II-kokeella WHC nousi kokeen aikana, mutta koekäsittelyjen välillä ei ollut eroja. Kokeen alussa keskimääräinen WHC oli 1642 ja lopussa 1711 ml/kg ka. Käsittelemätön 0-kontrolli paransi hieman maan vedenpidätyskykyä alkutilanteen mullosmaan vedenpidätyskykyyn verrattuna molemmilla apilanurmikokeilla, mutta ero oli häviävän pieni.

## 3.4 Kompostien ympäristövaikutukset

### 3.4.1 Ravinteet

#### 3.4.1.1 Lisätyt ja sadossa poistuneet typpi ja fosfori

##### OHRA

Ohran kompostikokeessa (Ohra I) maahan lisätyt typpi- ja fosforimäärät sekä satojen mukana poistuneet typpi ja fosfori vuosina 2000-2002 esitetään taulukossa 16. Vuotuiset typpi- ja fosforisadon (jyvät + oljet) hajonnat on esitetty jo satotulosten yhteydessä luvun 3.2.2 taulukossa 12. Kompostien käyttövuonna (v. 2000) kompostiruuduille ei annettu mineraalilannoitusta, vaan kaikki ravinteet tulivat komposteista ja maasta. Kahden vuoden käsittelyissä typpisato oli vuosina 2000-2002 biojätekompostilla 230 kg/ha (82 % liukoisesta ja 37 % kokonaistypestä), NPK:lla 206 kg/ha (75 % liukoisesta ja kokonaistypestä) ja biojätepuhdistamolietekompostilla 180 kg/ha (92 % liukoisesta ja 48 % kokonaistypestä). Neljän vuoden käsittelyissä typpisato oli biojätekompostilla 295 kg/ha (79 % liukoisesta ja 28 % kokonaistypestä), NPK:lla 215 kg/ha (79 % liukoisesta ja kokonaistypestä) ja biojätepuhdistamolietekompostilla 187 kg/ha (89 % liukoisesta ja 33 % kokonaistypestä).

Liukaisen typen kuormitus maahan vuosina 2000-2002 oli kahden vuoden käsittelyissä NPK:lla 67 kg/ha, biojätekompostilla 49 kg/ha ja biojätepuhdistamolietekompostilla 16 kg/ha ja neljän vuoden käsittelyillä NPK:lla 67 kg/ha, biojätekompostilla 80 kg/ha ja biojätepuhdistamolietekompostilla 23 kg/ha. Biojätekompostilla oli neljän vuoden käsittelyissä suurin liukaisen typen kuormitus, mikä johtui kompostin levityksen yhteydessä annetusta liian suuresta liukaisen typen määrästä (193 kg/ha). Komposteissa lisäystä kokonaistypestä vapautuvan liukaisen typen lisäkuormitus arvioitiin maan liukaisen typen pitoisuusseurantatulosten (kuva 11, s. 40) perusteella pieneksi, vuositasolla korkeintaan 2 kg/ha. Kompostien käytöstä aiheutuva liukaisen typen kuormitus maahan jää vähäiseksi, varsinkin jos mineraalityppiläannoitus optimoidaan (pienennetään) paremmin ohran tarpeita vastaavaksi.

Kompostikokeen kahden vuoden käyttötasolla saatiin fosforista talteen biojätekompostilla 52 kg/ha (74 % lisäystä kokonaisfosforista), NPK:lla 49 kg/ha (136 %) ja biojätepuhdistamolietekompostilla 43 kg/ha (45 %) ja neljän vuoden käyttötasolla biojätekompostilla 60 kg/ha (46 %), NPK:lla 51 kg/ha (71 %) ja biojätepuhdistamolietekompostilla 46 kg/ha (26 %). Tässä on muistettava, että kompostien todelliset käyttömäärät olivat kahden vuoden käyttötasolla 3,3 vuoden ja neljän vuoden käyttötasolla 6,6 vuoden annos

Taulukko 16. Kompostikokeessa ohralla komposteina ja mineraalilannoitteenä lisätty sekä sadossa poistunut typpi ja fosfori vuosina 2000-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)		
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato
<b>Ei lannoitusta</b>												
Jyvät 2000			20			5						
Oljet 2000			9			4						
Jyvät 2001			25			7						
Oljet 2001			5			3						
Jyvät 2002			9			3						
Oljet 2002			4			1						
<b>Yhteensä</b>			<b>72</b>			<b>22</b>						
<b>NPK-lannoitus</b>												
Jyvät 2000	91	91	45	25	20	11	91	91	50	61	53	12
Oljet 2000			20			5			20			5
Mineraalilann.2001	91	91	69	11	6	16	91	91	71	11	6	16
Oljet 2001			15			5			12			4
Mineraalilann.2002	91	91	41			10	91	91	49			11
Oljet 2002			15			3			14			3
<b>Yhteensä</b>	<b>273</b>	<b>273</b>	<b>206</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>49</b>	<b>273</b>	<b>273</b>	<b>215</b>	<b>72</b>	<b>59</b>	<b>51</b>
<b>Biojättekomposti</b>												
Jyvät 2000			50			11			78			15
Oljet 2000			23			5			47			7
Mineraalilann.2001	91	91	76	11	6	17	91	91	84	11	6	18
Oljet 2001			17			5			18			5
Mineraalilann.2002	91	91	48			11	91	91	52			12
Oljet 2002			16			3			16			4
<b>Yhteensä</b>	<b>626</b>	<b>279</b>	<b>230</b>	<b>70</b>	<b>56</b>	<b>52</b>	<b>1070</b>	<b>375</b>	<b>295</b>	<b>130</b>	<b>107</b>	<b>60</b>
<b>Biojätepuhdistamolietekomposti</b>												
Jyvät 2000	191	14		84	4		382	28		168	8	
Oljet 2000			21			5			25			6
Mineraalilann.2001	91	91	10	11	6	4	91	91	12	11	6	4
Oljet 2001			72			16			75			18
Mineraalilann.2002	91	91	15			4	91	91	14			5
Oljet 2002			47			11			48			11
<b>Yhteensä</b>	<b>373</b>	<b>196</b>	<b>180</b>	<b>95</b>	<b>10</b>	<b>43</b>	<b>564</b>	<b>210</b>	<b>187</b>	<b>179</b>	<b>14</b>	<b>46</b>

\* Kompostien liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostien levityshetkellä

fosforia. Fosforinotto vaikuttaisi riippuvan lähinnä käyttökelpoisen typen saatavuudesta kasvukauden aikana. Komposteissa lisätty fosfori ei nostanut liukoisen fosforin pitoisuutta maassa (kuva 5).

Ohran seoskompostikokeessa (Ohra II) maahan lisätyt typpi- ja fosforimäärät sekä satojen mukana poistuneet typpi ja fosfori vuosina 2001 ja 2002 esitetään taulukossa 17. Vuotuiset typpi- ja fosforisadon (jyvät + oljet) hajonnat on esitetty jo satotulosten yhteydessä luvun 3.2.2 taulukossa 12. Kompostien käyttövuonna (v. 2001) kompostiruuduille ei annettu mineraalilannoitusta, vaan kaikki ravinteet tulivat komposteista ja maasta. Kahden vuoden käsitte-

lyissä poistunut typpisato oli vuosina 2001-2002 BioMetsä-kompostilla 139 kg/ha (87 % liukoisesta ja 26 % kokonaistypestä), NPK:lla 155 kg/ha (85 % liukoisesta ja kokonaistypestä), BioLieteMetsä-kompostilla 105 kg/ha (94 % liukoisesta ja 33 % kokonaistypestä), Liete-kompostilla 85 kg/ha (88 % liukoisesta ja 63 % kokonaistypestä) ja LieteMetsä-kompostilla 109 kg/ha (98 % liukoisesta ja 38 % kokonaistypestä). Neljän vuoden käsittelyillä jyvien mukana poistui typpeä BioMetsä-kompostilla 181 kg/ha (80 % liukoisesta ja 19 % kokonaistypestä), NPK:lla 154 kg/ha (85 % liukoisesta ja kokonaistypestä), BioLieteMetsä-kompostilla 121 kg/ha (91 % liukoisesta ja 22 % kokonaistypestä), Liete-kompostilla 97 kg/ha (94 % liukoisesta ja 53 % kokonaistypestä) ja LieteMetsä-kompostilla 130 kg/ha (100 % liukoisesta ja 27 % kokonaistypestä).

Liukaisen typen kuormitus maahan vuosina 2001-2002 oli kahden vuoden käsittelyissä NPK:lla 27 kg/ha, BioMetsä-kompostilla 20 kg/ha, BioLieteMetsä-kompostilla 7 kg/ha, Liete-kompostilla 12 kg/ha ja LieteMetsä-kompostilla 2 kg/ha ja neljän vuoden käsittelyissä NPK:lla 28 kg/ha, BioMetsä-kompostilla 45 kg/ha, BioLieteMetsä-kompostilla 12 kg/ha, Liete-kompostilla 4 kg/ha ja LieteMetsä-kompostilla 0 kg/ha. Komposteissa lisätystä kokonaistypestä vapautuvan liukaisen typen lisäkuormitus arvioitiin maan liukaisen typen pitoisuusseurantatulosten (kuva 12, s. 41) perusteella pieneksi, vuositasolla korkeintaan 2 kg/ha. Kompostien käytöstä aiheutuva liukaisen typen kuormitus maahan jää vähäiseksi, varsinkin jos mineraalityypillisälannoitus optimoidaan (pienennetään) paremmin ohran tarpeita vastaavaksi.

Seoskompostikokeen kahden vuoden käyttötasolla saatiin fosforista talteen BioMetsä-kompostilla 32 kg/ha (47 % lisätystä kokonaisfosforista), NPK:lla 35 kg/ha (140 %), BioLieteMetsä-kompostilla 24 kg/ha (52 %), Liete-kompostilla 20 kg/ha (54 %) ja LieteMetsä-kompostilla 26 kg/ha (59 %) ja neljän vuoden käyttötasolla BioMetsä-kompostilla 38 kg/ha (28 % lisätystä kokonaisfosforista), NPK:lla 34 kg/ha (56 %), BioLieteMetsä-kompostilla 28 kg/ha (31 %), Liete-kompostilla 23 kg/ha (32 %) ja LieteMetsä-kompostilla 29 kg/ha (33 %). Fosforinotto vaikuttaisi riippuvan lähinnä käyttökelpoisen typen saatavuudesta kasvukauden aikana. Jätekomposteissa lisätty fosfori ei nostanut liukaisen fosforin pitoisuutta maassa (kuva 6).

Taulukko 17. Seoskompostikokeessa ohralla komposteina ja mineraalilannoitteena lisätyt sekä sadossa poistuneet typpi ja fosfori vv. 2001-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)		
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato
<b>Ei lannoitusta</b>												
Jyvät 2001			21			6						
Oljet 2001			4			2						
Jyvät 2002			8			2						
Oljet 2002			3			1						
<b>Yhteensä</b>			<b>36</b>			<b>11</b>						
<b>NPK-lannoitus</b>												
Jyvät 2001	91	91		25	20		91	91		61	53	
Oljet 2001			72			17			74			17
Mineraalilann.2002	91	91	11			3			11			3
Jyvät 2002			54			12			53			11
Oljet 2002			18			3			17			3
<b>Yhteensä</b>	<b>182</b>	<b>182</b>	<b>155</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>182</b>	<b>182</b>	<b>154</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>34</b>
<b>Bio-komposti +</b>	269	51		42	8		539	102		84	15	
<b>Metsä-komposti</b>	172	17		26	1		344	33		51	2	
Jyvät 2001			60			15			99			20
Oljet 2001			8			3			20			5
Mineraalilann.2002	91	91					91	91				
Jyvät 2002			54			12			49			10
Oljet 2002			16			3			14			2
<b>Yhteensä</b>	<b>532</b>	<b>159</b>	<b>139</b>	<b>68</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>974</b>	<b>226</b>	<b>181</b>	<b>135</b>	<b>17</b>	<b>38</b>
<b>BioLiete-komp.+</b>	58	4		20	0		115	9		40	1	
<b>Metsä-komposti</b>	172	17		26	1		344	33		51	2	
Jyvät 2001			35			9			51			13
Oljet 2001			5			2			8			3
Mineraalilann.2002	91	91					91	91				
Jyvät 2002			49			10			48			11
Oljet 2002			15			2			14			2
<b>Yhteensä</b>	<b>321</b>	<b>112</b>	<b>105</b>	<b>46</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>550</b>	<b>133</b>	<b>121</b>	<b>91</b>	<b>2</b>	<b>28</b>
<b>Liete-komposti</b>	45	6		37	0		91	12		73	1	
Jyvät 2001			19			5			28			8
Oljet 2001			3			2			4			2
Mineraalilann.2002	91	91					91	91				
Jyvät 2002			47			10			48			10
Oljet 2002			16			3			17			3
<b>Yhteensä</b>	<b>136</b>	<b>97</b>	<b>85</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>182</b>	<b>103</b>	<b>97</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>23</b>
<b>Liete-komposti +</b>	23	3		18	0		45	6		37	0	
<b>Metsä-komposti</b>	172	17		26	1		344	33		51	2	
Jyvät 2001			35			9			52			12
Oljet 2001			5			2			9			3
Mineraalilann.2002	91	91					91	91				
Jyvät 2002			52			12			52			11
Oljet 2002			17			3			17			3
<b>Yhteensä</b>	<b>286</b>	<b>111</b>	<b>109</b>	<b>44</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>480</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>88</b>	<b>2</b>	<b>29</b>

\* Kompostien liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostien levityshetkellä

## HEINÄNURMI

Kompostikokeen heinänurmi (Heinäurmi I) kokeen perustamisvaiheessa vuonna 2000 lisätyt typpi- ja fosforimäärät, myöhemmin vuosina täydennyslannoituksessa kullekin sadolle annettu typpi sekä kussakin niittosadossa poistunut typpi ja fosfori esitetään taulukossa 18. Perustamisvuonna kasvusto

niitettiin kahdesti, eikä kompostikäsitteilylle annettu mitään lisälannoitusta. Typpisadon ja fosforisadon kokonaissummien hajonnat on jo esitetty satotulosten yhteydessä luvun 3.2.2 taulukossa 13. Alemmalla levitystasolla jätekompostikäsitteilyjen tuottama typpisato perustamisvuonna oli 25-33 kg suurempi kuin peltomaan taustatason ilmaisevalla 0-kontrollilla, ja suuremmalla levitystasolla vastaavasti 44-52 kg suurempi. Bio-kompostissa lisätystä typestä poistui sadon mukana ensimmäisen vuoden aikana pienemmällä levitystasolla noin 43 % ja suuremmalla levitystasolla noin 26 %. BioLiete-kompostissa lisätystä typestä sadossa poistui vastaavasti 27 % ja 16 %. Kokeen perustamisvuoden jälkeen typen hyödyntämisen arvioiminen on vaikeampaa kuin ensimmäisen vuoden osalta, sillä maan typpitilan ja parhaan mahdollisen fosforinoton turvaamiseksi annettiin varsinaisina satovuosina 2001 ja 2002 kullekin niitolle viljelyohjeiden enimmäistason mukainen säilörehunurmen typpitäydennys. Heinänurmen niittojen typpisato oli vain hieman annettua typpilisäystä suurempi, suurin typpisadon lisäys annettuun typpitäydennykseen verrattuna oli biojäte+puhdistamolietekompostin suuremmalla levitystasolla vuoden 2002 viimeisessä niitossa havaittu 23 kg lisäys. Erot olivat kuitenkin varsin pieniä ja peittyivät hajonnan alle. Kasvisadon mukana poistui kolmen vuoden aikana Bio-kompostikäsitteilylle annetusta typestä pienemmällä levitystasolla noin 82 % ja suuremmalla levitystasolla noin 61 %. BioLiete-kompostikäsitteilylle annetusta typestä poistui vastaavasti 67 % ja 51 % kolmen vuoden aikana.

Kokeen aikana kasvuston niitoissa poistetun fosforisadon summa oli sama kaikilla käsitteilyillä, 101-107 kg fosforia hehtaarilta, jätekompostikäsitteilyissä annetuista suuristakaan kokonaisfosforin määristä riippumatta. Komposteissa annetusta biojätekompostin fosforista poistui sadossa kolmen vuoden aikana pienemmällä levitystasolla (fosfori 2 vuodelle) kaikki ja suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) 79 % kompostin kokonaisfosforista. Voinee olettaa että biojätekompostin suurimmalla levitystasolla annetusta kokonaisfosforista olisi poistunut loputkin kolmannen nurmen satovuoden aikana. Biojätepuhdistamolietekompostissa annetusta kokonaisfosforista poistui pienemmällä levitystasolla 41 % ja suuremmalla levitystasolla 22 %. Fosforisadon suhde typpisatoon oli perustamisvuonna heinänurmi I:llä välillä 0,18-0,19 kaikilla koekäsitteilyillä.

Taulukko 18. Kompostikokeessa heinänuurmella komposteina ja mineraalilannoitteina kullekin sadolle lisätty sekä satojen mukana poistettu typpi ja fosfori vuosina 2000-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus						
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	
<b>Ei lannoitusta</b>													
ravannesato 2000			87			16							
ravannesato, 1. niitto 2001			35			7							
ravannesato, 2. niitto 2001			9			2							
ravannesato, 3. niitto 2001			8			2							
ravannesato, 1. niitto 2002			49			7							
ravannesato, 2. niitto 2002			35			9							
ravannesato, 3. niitto 2002			27			6							
<b>Yhteensä</b>			<b>250</b>			<b>49</b>							
<b>NPK-lannoitus</b>													
perustaminen 2000	60	60		68	64		60	60		135	127		
ravannesato, 2000			141			26			122			23	
täydennys 1. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2001			92			15			83			15	
täydennys 2. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2001			97			18			107			20	
täydennys 3. sato 2001	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2001			54			8			52			9	
täydennys, 1.sato 2002	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2002			105			14			95			14	
täydennys, 2.sato 2002	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2002			92			15			86			14	
täydennys, 3.sato 2002	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2002			60			8			54			8	
<b>Yhteensä</b>	<b>560</b>	<b>560</b>	<b>641</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>104</b>	<b>560</b>	<b>560</b>	<b>599</b>	<b>135</b>	<b>127</b>	<b>103</b>	
<b>Biojätekomposti</b>													
			Kompostia levitetty 20 t/ha							Kompostia levitetty 40 t/ha			
perustaminen 2000	277	22		68	18		544	44		134	36		
ravannesato, 2000			120			23			139			26	
täydennys 1. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2001			99			16			88			15	
täydennys 2. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2001			100			18			108			19	
täydennys 3. sato 2001	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2001			60			9			54			9	
täydennyslannoitus, 1.sato 20	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2002			103			14			102			15	
täydennyslannoitus, 2.sato 20	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2002			94			15			82			14	
täydennyslannoitus, 3.sato 20	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2002			58			7			61			8	
<b>Yhteensä</b>	<b>777</b>	<b>522</b>	<b>634</b>	<b>68</b>	<b>18</b>	<b>102</b>	<b>1044</b>	<b>544</b>	<b>634</b>	<b>134</b>	<b>36</b>	<b>106</b>	
<b>Biojäte+ puundistamolletekomposti</b>													
			Kompostia levitetty 22 t/ha							Kompostia levitetty 44 t/ha			
perustaminen 2000	413	20		248	10		820	39		493	20		
ravannesato, 2000			112			21			131			24	
täydennys 1. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2001			88			15			96			16	
täydennys 2. sato 2001	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2001			97			18			111			19	
täydennys 3. sato 2001	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2001			62			10			55			9	
täydennys, 1.sato 2002	100	100					100	100					
ravannesato, 1. niitto 2002			104			14			109			15	
täydennys, 2.sato 2002	100	100					100	100					
ravannesato, 2. niitto 2002			85			15			97			15	
täydennys, 3.sato 2002	50	50					50	50					
ravannesato, 3. niitto 2002			62			8			73			9	
<b>Yhteensä</b>	<b>913</b>	<b>520</b>	<b>610</b>	<b>248</b>	<b>10</b>	<b>101</b>	<b>1320</b>	<b>539</b>	<b>672</b>	<b>493</b>	<b>20</b>	<b>107</b>	

\* kompostien liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostin levityshetkellä

Seoskompostikokeen heinänuurmelle (Heinänuurmi II) kokeen perustamisvaiheessa vuonna 2001 levitettyt typpi- ja fosforimäärät, seuraavana vuonna täydennyslannoituksessa kullekin sadolle annettu typpi sekä suojaviljan puunnissa ja kussakin niitossa poistunut typpi ja fosfori esitetään taulukossa 19. Kompostikäsitteilyjen alemmalla levitystasolla (fosfori 2 vuodelle) perusta-

misvuonna tuottama typpisato oli 12-42 kg suurempi kuin pellon normaalitason ilmaisevalla 0-kontrollilla, suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) vastaava ero oli 21-57 kg. Liete-komposti oli heikoin ja muut jätekompostit olivat varsin samalla tasolla. BioMetsä-kompostissa lisätystä kokonaistypestä poistui perustamisvuoden aikana noin 16 % pienemmällä ja noin 9 % suuremmalla levitystasolla. BioLieteMetsä-kompostissa lisätystä typestä poistui vastaavasti 26 % ja 16 %, Liete-kompostin typestä poistui 33 % ja 19 %. LieteMetsä-kompostin kokonaistypestä poistui ensimmäisen vuoden aikana 24 % pienemmällä ja 15 % suuremmalla levitystasolla.

Perustamisvuoden jälkeen, vuonna 2002 heinäurmi II-kokeen kasvustolle annettiin typpitäydennys kullekin niitolle, joten kompostien typen vaikutuksen arvioiminen on vaikeampaa. Täydennyksen määrä NPK-käsittelyllä oli yhteensä 250 kg typpeä/ha ja kompostikäsitteilyillä yhteensä 125 kg typpeä/ha. Kaikilla jätekomposteilla saatiin vuonna 2002 täydennyslannoituksessa annettua typpimäärää suurempi typpisato jokaisessa niitossa. Kun vähennetään kompostikäsitteilyjen vuoden 2002 ensimmäisen niiton typpisadoista kyseiselle sadolle annettu typpilisäys, saadaan laskennallinen arvio peltomaan typpivarantojen ja kompostien typen avulla saadusta typpisadosta ensimmäisessä niitossa. Tässä tarkastelussa havaitaan puhdistamolietekompostin pienempää levitystasoa lukuunottamatta kaikkien jätekompostikäsitteilyjen tuottaneen jonkin verran 0-kontrollia suuremman typpisadon. Tämän typpitäydennyslannoituksen lisäksi tulleen typpisadon voi olettaa tulleen maasta ja kompostilannoituksesta vapautuneesta typestä. Vuoden 2002 toisessa niitossa vastaava tarkastelu osoittaa peltomaan ja kompostien typen avulla saadun typpisadon olevan hieman 0-kontrollin typpisatoa suurempi kaikilla jätekompostikäsitteilyillä lukuunottamatta BioLieteMetsä-kompostia. Vuoden 2002 viimeisessä niitossa kaikkien kompostikäsitteilyjen n.s. laskennallinen peltomaan ja kompostien typen avulla tuotettu typpisato oli pienempi kuin 0-kontrollikäsitteilyn tuottama typpisato. Kokonaisuutena vuonna 2002 kompostikäsitteilyillä peltomaan typen ja kompostitypen avulla tuotettu typpisato oli 0-kontrollin typpisatoa suurempi BioMetsä-kompostilla ja LieteMetsä-kompostilla sekä BioLieteMetsä-kompostilla. Kahden vuoden koejakson aikana jätekompostikäsitteilyjen kasvustolle annetusta typestä poistui kasvisadon mukana pienemmällä levitystasolla 47-90 % ja suuremmalla levitystasolla 28-60 %. Suhteellisesti suurin osa typestä poistui kasvisadon mukana Liete-kompostikäsitteilyllä ja pienin osa poistui BioMetsä-kompostikäsitteilyllä.



Taulukko 19. Seoskompostikokeessa heinänumella komposteina ja mine-raalilannoitteina kullekin sadolle lisätty sekä satojen mukana poistettu typpi ja fosfori vuosina 2001-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)		
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato
<i>Ei lannoitusta</i>												
ravinnesato 2001			45			8						
ravinnesato, 1. niitto 2002			42			6						
ravinnesato, 2. niitto 2002			27			6						
ravinnesato, 3. niitto 2002			23			5						
<b>Yhteensä</b>			<b>137</b>			<b>25</b>						
<b>NPK-lannoitus</b>												
perustaminen 2001	60	60		68	61		60	60		135	122	
suojaviljan ravinnesato 2001			77			14			76			14
täydennys, 1.sato 2002	100	100					100	100				
ravinnesato, 1. niitto 2002			116			15			109			15
täydennys, 2.sato 2002	100	100					100	100				
ravinnesato, 2. niitto 2002			87			12			97			13
täydennys, 3.sato 2002	50	50					50	50				
ravinnesato, 3. niitto 2002			52			7			45			6
<b>Yhteensä</b>	<b>310</b>	<b>310</b>	<b>332</b>	<b>68</b>	<b>61</b>	<b>48</b>	<b>310</b>	<b>310</b>	<b>327</b>	<b>135</b>	<b>122</b>	<b>48</b>
	Komposteja levitetty 70 t/ha (20+50)						Komposteja levitetty 140 t/ha (40+100)					
<b>Biojätekomposti + Metsäteollisuuslietek.</b>	291	12		71	21		577	24		141	41	
suojaviljan ravinnesato 2001			87			15			99			16
täydennys, 1.sato 2002	60	60					60	60				
ravinnesato, 1. niitto 2002			117			16			129			16
täydennys, 2.sato 2002	40	40					40	40				
ravinnesato, 2. niitto 2002			76			12			74			11
täydennys, 3.sato 2002	25	25					25	25				
ravinnesato, 3. niitto 2002			32			5			36			5
<b>Yhteensä</b>	<b>668</b>	<b>157</b>	<b>312</b>	<b>110</b>	<b>23</b>	<b>48</b>	<b>1201</b>	<b>188</b>	<b>338</b>	<b>218</b>	<b>45</b>	<b>48</b>
	Komposteja levitetty 58 t/ha (8+50)						Komposteja levitetty 116 t/ha (16+100)					
<b>Biojätepuhdistamolietek.+ Metsäteollisuuslietek.</b>	51	4		19	0,3		102	8		39	0,6	
suojaviljan ravinnesato 2001			79			14			99			16
täydennys, 1.sato 2002	60	60					60	60				
ravinnesato, 1. niitto 2002			115			15			129			16
täydennys, 2.sato 2002	40	40					40	40				
ravinnesato, 2. niitto 2002			66			11			68			10
täydennys, 3.sato 2002	25	25					25	25				
ravinnesato, 3. niitto 2002			32			5			37			5
<b>Yhteensä</b>	<b>428</b>	<b>149</b>	<b>292</b>	<b>58</b>	<b>2,5</b>	<b>45</b>	<b>726</b>	<b>172</b>	<b>333</b>	<b>116</b>	<b>4,9</b>	<b>47</b>
	Kompostia levitetty 25 t/ha						Kompostia levitetty 50 t/ha					
<b>Puhdistamolietek.</b>	171	4		109	1,2		340	8		217	2,3	
suojaviljan ravinnesato 2001			57			10			66			11
täydennys, 1.sato 2002	60	60					60	60				
ravinnesato, 1. niitto 2002			100			13			111			14
täydennys, 2.sato 2002	40	40					40	40				
ravinnesato, 2. niitto 2002			74			12			71			12
täydennys, 3.sato 2002	25	25					25	25				
ravinnesato, 3. niitto 2002			36			6			31			5
<b>Yhteensä</b>	<b>296</b>	<b>129</b>	<b>267</b>	<b>109</b>	<b>1,2</b>	<b>41</b>	<b>465</b>	<b>133</b>	<b>279</b>	<b>217</b>	<b>2,3</b>	<b>42</b>
	Komposteja levitetty 63 t/ha (13+50)						Komposteja levitetty 125 t/ha (25+100)					
<b>Puhdistamolietek.+ Metsäteollisuuslietek.</b>	86	2		55	0,6		171	4,2		109	1,2	
suojaviljan ravinnesato 2001			81			14			102			16
täydennys, 1.sato 2002	60	60					60	60				
ravinnesato, 1. niitto 2002			129			16			135			16
täydennys, 2.sato 2002	40	40					40	40				
ravinnesato, 2. niitto 2002			75			12			72			11
täydennys, 3.sato 2002	25	25					25	25				
ravinnesato, 3. niitto 2002			31			5			38			5
<b>Yhteensä</b>	<b>463</b>	<b>147</b>	<b>316</b>	<b>94</b>	<b>2,8</b>	<b>47</b>	<b>795</b>	<b>168</b>	<b>347</b>	<b>186</b>	<b>5,5</b>	<b>48</b>

\* kompostien liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostin levityshetkellä

Heinänumi II-kokeen aikana niittojen mukana Liete-kompostikäsitellyltä poistetun fosforin määrä oli pienempi kuin muilta käsitellyiltä poistettu fosfori, vaikka suurimmat kokonaisfosforin määrät annettiin juuri Liete-kompostikäsitellyllä. Tällä käsitelyllä kompostissa annetusta fosforista poistui kasvisadon mukana pienemmällä levitystasolla noin 38 % ja suurem-

malla levitystasolla noin 19 %. Suurin osuus lisätystä fosforista poistui BioLieteMetsä-kompostikäsittelyllä, jolla pienemmän levitystason (fosfori 2 vuodelle) lisätystä fosforista sadon mukana poistui noin 76 % ja suuremman levitystason (fosfori 4 vuodelle) fosforista 41 %. Fosforisadon suhde typpisatoon oli heinänurmi II:n perustamisvuonna suojaviljalla vuonna 2001 vakio kaikilla käsittelyillä.

## APILAHEINÄNURMI

Kompostikokeen apilaheinänurmelle (Apilanurmi I) kokeen perustamisvaiheessa vuonna 2000 lisätyt typpi- ja fosforimäärät sekä kussakin niittosadossa poistunut typpi ja fosfori esitetään taulukossa 20. Perustamisvuonna nurmen suojaviljaohra puitiin ja kahtena seuraavana satovuonna apilanurmi niitettiin kahdesti kesässä. Puna-apilan sitoman typen määrää ei tässä hankkeessa mitattu. Vertailulannoitteena (n.s. normaalikontrolli) käytetyn naudanlantakompostin (Lanta-komposti) pienemmällä levitystasolla perustamisvuoden typpisato oli 15 kg suurempi kuin pellon normaalitasoa ilmaisevalla 0-kontrollilla, suuremmalla levitystasolla vastaava ero oli 18 kg. Bio-kompostikäsittelyn pienemmällä levitystasolla poistui ensimmäisen vuoden aikana 25 % kompostissa annettua kokonaistyyppiä vastaava määrä tyyppiä ja suuremmalla levitystasolla 15 %, kun Lanta-kompostikäsittelyn kokonaistyyppistä poistui vastaavasti 16 % ja 9 %. BioLiete-kompostikäsittelyn kokonaistyyppistä poistui suojaviljasadon mukana vastaavasti 41 % ja 22 %. Apilanurmen ensimmäisen satovuoden, vuoden 2001, typpisato näytti laskevan alemmalla levitystasolla kompostissa annetun kokonaistyyppimäärän kasvaessa, mutta suuremmalla levitystasolla pienimmän typpisadon tuotti Bio-kompostikäsittely. BioLiete-kompostin tuottama typpisato vuonna 2001 oli lannoittamatonta 0-kontrollia vastaava. Vuonna 2002 apilanurmen typpisato poikkesi käsittelemättömästä 0-ruudusta ainoastaan suuremman levitystason Bio-kompostikäsittelyllä, joka tuotti selvästi pienemmän typpisadon. Kokeen aikana kasvisadossa poistunut typpimäärä oli hyvin tasainen kaikilla käsittelyillä, kuitenkin suurimman typpisadon tuotti käsittelemätön 0-kontrolli ja selvästi muita pienemmän typpisadon Bio-kompostin suurempi levitystaso. Kun tyyppiä oli saatavilla maassa liikaa puna-apila kärsi. Kun taas tyyppiä ei tarjottu lainkaan, puna-apila menestyi hyvin ja apilanurmen typpisato oli hyvä.

Annetulla kokonaisfosforin määrällä ei ollut vaikutusta apilanurmen typpisatoon. Kompostilannoituksessa annetusta fosforista poistui kolmen vuoden aikana pienemmällä levitystasolla (fosfori 2 vuodelle) Lanta-kompostilla 68 %, Bio-kompostilla ja BioLiete-kompostilla kaikki (125 % ja 105 %). Vastaavasti suuremmalla levitystasolla (fosfori 4 vuodelle) poistui kompostilannoituksessa annetusta Lanta-kompostin fosforista 37 %, Bio-kompostin fosforista 63 % ja BioLiete-kompostin fosforista 50 %.

Taulukko 20. Kompostikokeessa apilaheinänurmella komposteina lisätty sekä satojen mukana poistettu typpi ja fosfori vuosina 2000-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus						
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	
<b>Et lannoitusta</b>													
suojaviljan ravinnesato 2000		44			10								
ravinnesato, 1. niitto 2001		122			16								
ravinnesato, 2. niitto 2001		90			11								
ravinnesato, 1. niitto 2002		116			14								
ravinnesato, 2. niitto 2002		80			11								
<b>Yhteensä</b>		<b>452</b>			<b>61</b>								
<b>Karjanlantakomposti</b>													
			Kompostia levitetty 17 t/ha							Kompostia levitetty 33 t/ha			
perustaminen 2000	367	10		91	62		720	20		178	121		
suojaviljan ravinnesato 2000			59		13				62			14	
ravinnesato, 1. niitto 2001			83		14				94			15	
ravinnesato, 2. niitto 2001			83		10				75			10	
ravinnesato, 1. niitto 2002			119		14				114			14	
ravinnesato, 2. niitto 2002			77		11				75			12	
<b>Yhteensä</b>	<b>367</b>	<b>10</b>	<b>421</b>	<b>91</b>	<b>62</b>		<b>720</b>	<b>20</b>	<b>420</b>	<b>178</b>	<b>121</b>	<b>65</b>	
<b>Biojätekomposti</b>													
			Kompostia levitetty 23 t/ha							Kompostia levitetty 45 t/ha			
perustaminen 2000	257	23		51	26		503	44		100	52		
suojaviljan ravinnesato 2000			63		14				74			16	
ravinnesato, 1. niitto 2001			84		12				60			10	
ravinnesato, 2. niitto 2001			81		10				66			9	
ravinnesato, 1. niitto 2002			118		16				100			16	
ravinnesato, 2. niitto 2002			75		12				63			12	
<b>Yhteensä</b>	<b>257</b>	<b>23</b>	<b>421</b>	<b>51</b>	<b>26</b>		<b>503</b>	<b>44</b>	<b>363</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>63</b>	
<b>Biojäte+ puhdistamolietekomposti</b>													
			Kompostia levitetty 9 t/ha							Kompostia levitetty 18 t/ha			
perustaminen 2000	126	9		60	2		248	18		117	4		
suojaviljan ravinnesato 2000			52		13				54			13	
ravinnesato, 1. niitto 2001			109		13				110			13	
ravinnesato, 2. niitto 2001			89		11				88			10	
ravinnesato, 1. niitto 2002			115		15				114			13	
ravinnesato, 2. niitto 2002			79		11				74			10	
<b>Yhteensä</b>	<b>126</b>	<b>9</b>	<b>444</b>	<b>60</b>	<b>2</b>		<b>248</b>	<b>18</b>	<b>440</b>	<b>117</b>	<b>4</b>	<b>59</b>	

\* kompostien liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostin levityshetkellä

Seoskompostikokeen apilaheinänurmelle (Apilanurmi II) kokeen perustamisen yhteydessä vuonna 2001 lisätyt typpi- ja fosforimäärät sekä niittosadoissa poistunut typpi ja fosfori esitetään taulukossa 21. Nurmen suojaviljaohra puitiin perustamisvuonna ja seuraavana vuonna apilanurmikasvusto niitettiin kahdesti. Puna-apilan sitoman typen määrää ei tässä kokeessa mitattu. Vertailulannoitteena käytettiin naudantalantakompostia ja sen pienemmällä levitystasolla perustamisvuoden suojaviljan typpisato oli 15 kg suurempi kuin käsittelemättömällä 0-kontrollilla. Suuremmalla lantakompostin levitystasolla vastaava ero oli 32 kg. Lanta-kompostikäsitteilyllä poistui ensimmäisenä vuonna suojaviljasadon mukana pienemmällä levitystasolla 19 % kompostissa annettua kokonaistyppeä vastaava määrä typpeä ja suuremmalla levitystasolla 12 %. BioMetsä-kompostikäsitteilyn pienemmällä levitystasolla poistui suojaviljasadossa 17 % kompostissa annettua kokonaistyppeä vastaava määrä ja suuremman levitystason tyyppisadon tyypistä 10 %. BioLieteMetsä-kompostikäsitteilyllä suojaviljasadossa poistui vastaavasti 34 % ja 19 % kompostissa annettua kokonaistyppeä vastaava määrä. Vuonna 2002 pienimmän typpisadon tuotti Lanta-kompostin suurempi levitystaso ja suurimman typpisadon BioLieteMetsä-kompostin pienempi levitystaso. Edellä mainitut käsitteilyt erosivat selkeästi myös käsittelemättömästä 0-kontrollista. Kahden koevuoden aikana BioLieteMetsä-kompostikäsitteilyn pienemmällä levitystasolla poistui enem-

män tyyppiä kasvisadon mukana kuin kompostissa lisättiin (119 % kompostin tyyppimäärästä). Lanta-kompostin pienemmällä levitystasolla poistui kahden vuoden aikana 67 % kompostin tyyppiä vastaava määrä ja BioMetsä-kompostilla 58 % vastaava määrä. Suuremmalla levitystasolla vastaavat määrät komposteissa annettuun tyypeen verrattuna olivat Lanta-kompostilla 37 %, BioMetsä-kompostilla 31 % ja BioLieteMetsä-kompostilla 62 %.

Fosforisato oli jätekompostikäsitelyillä hieman suurempi kuin Lanta-kompostilla ja 0-kontrollilla ja myös suuremmalla levitystasolla hieman suurempi kuin pienemmällä levitystasolla. Lanta-kompostissa lisätystä kokonaisfosforista poistui kahden vuoden aikana sadon mukana pienemmällä levitystasolla 39 % ja suuremmalla levitystasolla 22 %. BioMetsä-kompostissa lisätystä fosforista poistui sadossa 44 % ja 25 %, ja BioLieteMetsä-kompostista 77 % ja 42 %, vastaavasti.

Taulukko 21. Seoskompostikokeessa apilaheinänurmella komposteina lisätty sekä satojen mukana poistettu typpi ja fosfori vuosina 2001-2002.

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)			Typpi (kg/ha)			Fosfori (kg/ha)		
	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato	kokN	liukN*	N-sato	kokP	liukP*	P-sato
<b>Ei lannoitusta</b>												
suojaviljan ravinnesato 2001		44			9							
ravinnesato, 1. niitto 2002		84			9							
ravinnesato, 2. niitto 2002		87			11							
<b>Yhteensä</b>		<b>215</b>			<b>29</b>							
<b>Karjanlantakomposti</b>												
perustaminen 2001	316	18		80	61		626	36		158	121	
suojaviljan ravinnesato 2001		59			13			76				15
ravinnesato, 1. niitto 2002		73			9			78				11
ravinnesato, 2. niitto 2002		80			10			76				10
<b>Yhteensä</b>	<b>316</b>	<b>18</b>	<b>212</b>	<b>80</b>	<b>61</b>	<b>31</b>	<b>626</b>	<b>36</b>	<b>230</b>	<b>158</b>	<b>121</b>	<b>35</b>
Kompostia levitetty 56 t/ha												
<b>Biojätekomposti + Metsäteollisuuslietek.</b>												
suojaviljan ravinnesato 2001	243	10		52	19		481	20		102	38	
ravinnesato, 1. niitto 2002	188	12		28	1		373	23		56	2	
suojaviljan ravinnesato 2001		75			13			88				14
ravinnesato, 1. niitto 2002		84			10			78				12
ravinnesato, 2. niitto 2002		92			12			102				14
<b>Yhteensä</b>	<b>431</b>	<b>22</b>	<b>251</b>	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>854</b>	<b>43</b>	<b>268</b>	<b>158</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Komposteja levitetty 44 t/ha (12+32)												
<b>Biojätepuhdistamolietek.+ Metsäteollisuuslietek.</b>												
suojaviljan ravinnesato 2001	33	3		20	0,2		66	7		39	0,4	
ravinnesato, 1. niitto 2002	188	12		28	1,3		373	23		56	2,5	
suojaviljan ravinnesato 2001		76			14			84				15
ravinnesato, 1. niitto 2002		95			11			91				12
ravinnesato, 2. niitto 2002		92			12			99				14
<b>Yhteensä</b>	<b>221</b>	<b>15</b>	<b>263</b>	<b>48</b>	<b>1,5</b>	<b>37</b>	<b>439</b>	<b>30</b>	<b>274</b>	<b>95</b>	<b>2,9</b>	<b>40</b>
Komposteja levitetty 37 t/ha (5+32)												
Komposteja levitetty 74 t/ha (10+64)												

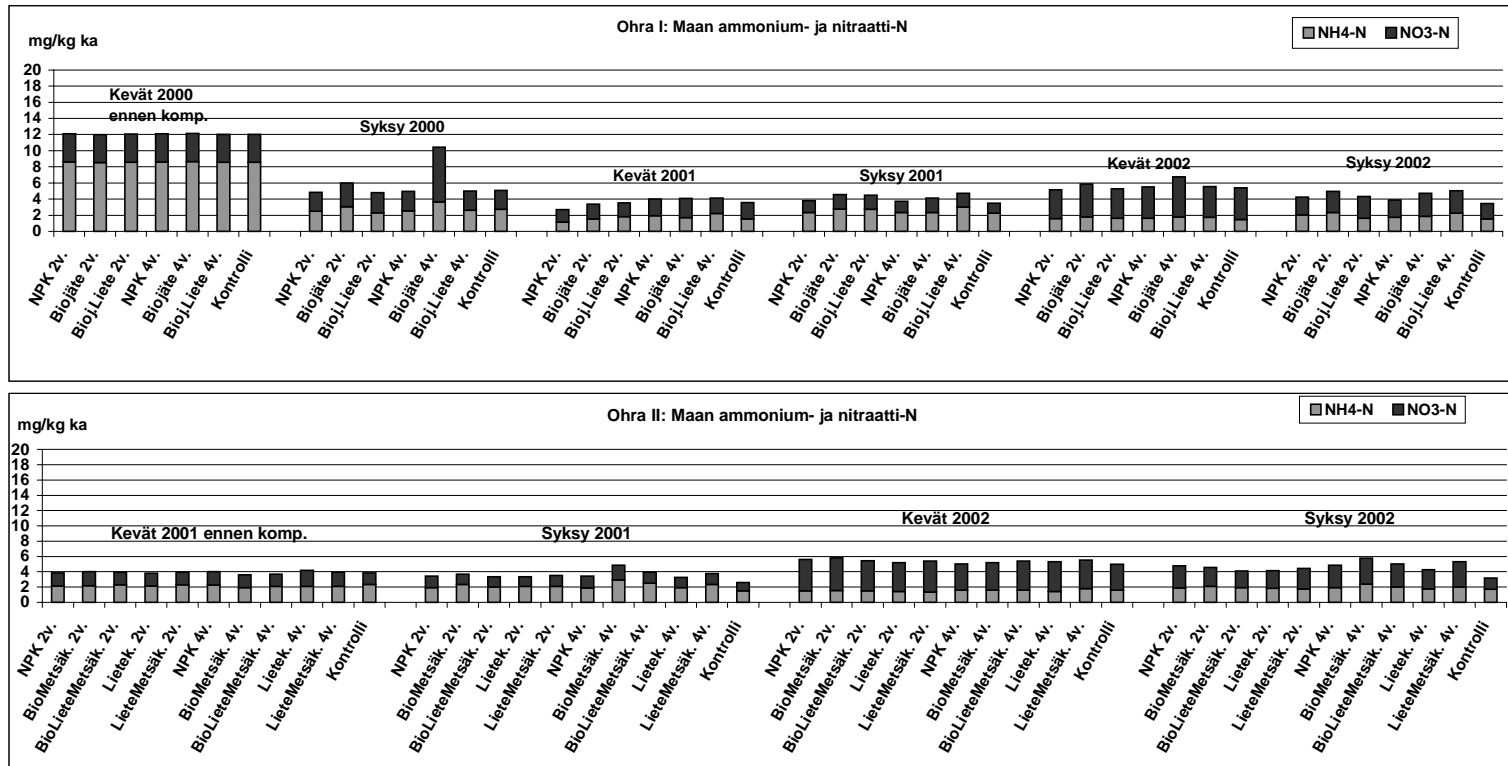
\* liukN ja liukP ilmoittavat liukoiset ravinteet kompostin levityshetkellä

### 3.4.1.2 Maan nitraatti ja ammonium

#### OHRA

Ohran kompostikokeen (Ohra I) ammoniumtypen ja nitraattitypen pitoisuudet määritettiin keväisin ja syksyisin vuosina 2000-2002 ja ne esitetään kuvassa 23. Keväällä 2000 ennen kompostien levitystä sekä ammonium- että nitraattityppipitoisuudet olivat korkeat, todennäköisesti edellisen kasvukauden jäljiltä. Vuoden 2000 syksyn pitoisuuksissa biojätekompostin sisältämä runsas liukoinen typpi näkyi runsaana pitoisuutena erityisesti neljän vuoden käyttötasolla. Kasvukauden aikana kompostin ammoniumtyppi oli suureksi osaksi hapettunut nitraatiksi. Sääolosuhteiden vaikutuksesta aiheutuva ravinteiden vapautuminen näkyy selvästi ammonium- ja nitraattityppipitoisuuksissa kevään 2002 näytteissä, jolloin biojätekompostista näyttäisi vapautuneen muita enemmän erityisesti huuhtoutumiselle altista nitraattityppeä. Nitraattityppeä vapautui neljän vuoden käyttötasolla biojätekompostista 0-kontrolliin ja NPK:hon verrattuna noin 25 % eli 1 mg/l enemmän, mikä vastaa noin 2 kg/ha nitraattityppeä.

Ohran seoskompostikokeen (Ohra II) ammoniumtypen ja nitraattitypen pitoisuudet määritettiin keväisin ja syksyisin vuosina 2001 ja 2002 (Kuva 23). Syksyn 2001 pitoisuuksissa näkyy erityisesti BioMetsä-kompostin neljän vuoden käyttötasolla lähinnä ammoniumtypestä aiheutunut muita korkeampi liukoisien typen pitoisuus. Kevään 2002 pitoisuuksissa näkyy vastaava suotuisista sääoloista aiheutunut ravinteiden, erityisesti nitraattitypen, vapautuminen kuin kompostikokeessa samaan aikaan. Syksyn 2002 pitoisuuksien nousu on todennäköisesti kuivasta kesästä aiheutunutta käyttämättä jääneen mineraalityppilannoituksen vaikutusta. Kokonaisuutena komposteista aiheutunut huuhtoutumiselle alttiin nitraattitypen kuormitus ei eronnut NPK:n vaikutuksista.

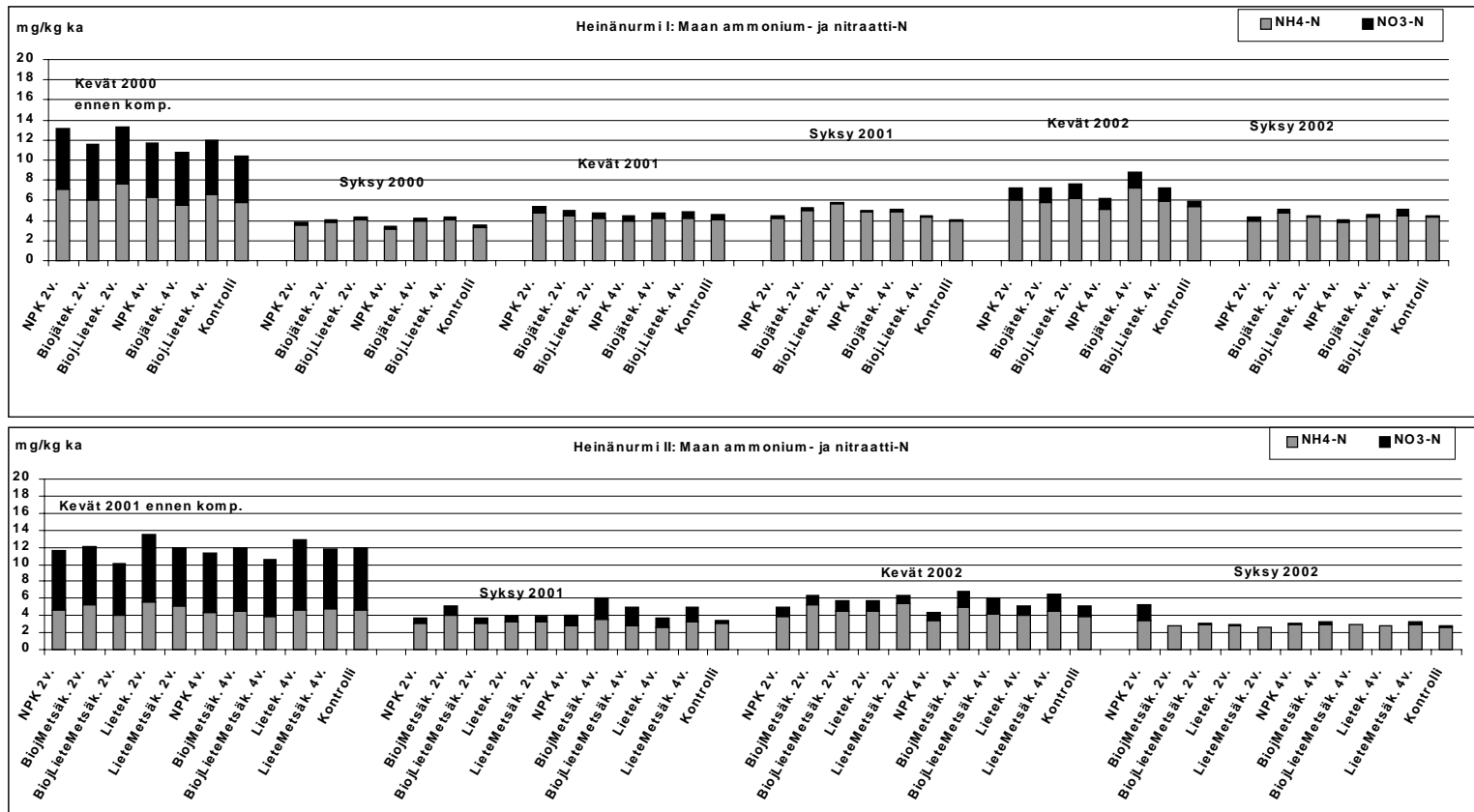


Kuva 23. Ohrakokeiden pintamaan ammonium- (NH<sub>4</sub>-N) ja nitraattityppipitoisuus (NO<sub>3</sub>-N) keväisin ja syksyisin kokeiden aikana.

## HEINÄNURMI

Kompostikokeen vuonna 2000 perustetun heinänurmen (Heinänurmi I) pintamaasta määritettiin maan ammoniumtyypin ja nitraattityypin pitoisuus keväisin ja syksyisin otetuista maanäytteistä (Kuva 24). Ennen kompostien levitystä ja nurmen kylvöä keväällä 2000 maan nitraattipitoisuus oli selvästi suurempi kuin myöhemmissä nurmikasvustosta tehdyissä näytteenotoissa. Syksyisin huuhtoutumiselle alttiin nitraattityypin pitoisuus maassa oli erittäin pieni ja vaikka kokeen perustamisen jälkeen otetuissa kevään maanäytteissä nitraattipitoisuus oli hieman suurempi, se oli silti alle 2 mg/kg kuivaa maata, joka vastaa maksimissaan 4 kg nitraattia hehtaarilla tuoretta maata. Ammoniumtyypin pitoisuudessa havaittiin merkitsevä ero syksyllä 2000, kun sekä BioLiete-komposti (4,10 mg/kg kuivaa maata) että Bio-komposti (3,88 mg/kg kuivaa maata) tuottivat suuremman maan ammoniumtyypipitoisuuden kuin NPK-kontrollikäsitteily (3,36 mg/kg kuivaa maata,  $p=0,016$ ,  $LSD=0,48$ ). Maan nitraattipitoisuuksissa ainoa merkitsevä ero oli keväällä 2002, kun Bio-kompostikäsitteily tuotti suuremman nitraattipitoisuuden kuin NPK-käsitteily (1,52 vs 1,12 mg/kg kuivaa maata,  $p=0,035$ ,  $LSD=0,29$ ).

Seoskompostikokeen heinänurmi (Heinänurmi II) perustettiin vuonna 2001 ja sen pintamaan ammonium- ja nitraattityypipitoisuus määritettiin samoin keväisin ja syksyisin otetuista maanäytteistä (Kuva 24). Ammoniumtyypin pitoisuudessa ainoa merkitsevä ero havaittiin keväällä 2002, jolloin pienemmän levitystason maan ammoniumtyypipitoisuus oli suurempi kuin suuremmalla levitystasolla (4,69 vs 4,20 mg/kg kuivaa maata,  $p=0,008$ ,  $LSD=0,24$ ). Maan nitraattipitoisuus oli selvästi myöhempiä näytteenottoja suurempi keväällä 2001 ennen kompostien levitystä ja nurmikasvuston kylvöä tehdyissä näytteenotossa. Syksyllä 2001 BioMetsä-kompostikäsitteilyllä oli suurempi nitraattipitoisuus (1,84 mg/kg kuivaa maata) kuin Liete-kompostilla, NPK-käsitteilyllä ja LieteMetsä-kompostilla ( $p=0,031$ ,  $LSD=0,66$ ). BioMetsä-kompostikäsitteilyllä havaittu suurin nitraattipitoisuus oli 2,60 mg/kg kuivaa maata, joka vastaa enintään 5,3 kg nitraattia hehtaarilla tuoretta maata. Kevään 2002 näytteenotossa kaikkien kompostikäsitteilyjen maan nitraattipitoisuus näytti hieman NPK-kontrollikäsitteilyä suuremmalta, ero oli merkitsevä kaikkien metsäteollisuuslietteeseen seostettujen kompostien ja NPK-käsitteilyn välillä ( $p=0,009$ ,  $LSD=0,36$ ). Myös käsittelemätön 0-kontrolli nosti maan nitraattipitoisuuden hieman suuremmaksi kuin NPK-kontrolli. Erot olivat kuitenkin lukuarvoina hyvin pieniä ja suurimmillaankin alle 2 mg nitraattia/kg kuivaa maata (nitraattia 4,3 kg/ha tuoretta maata).



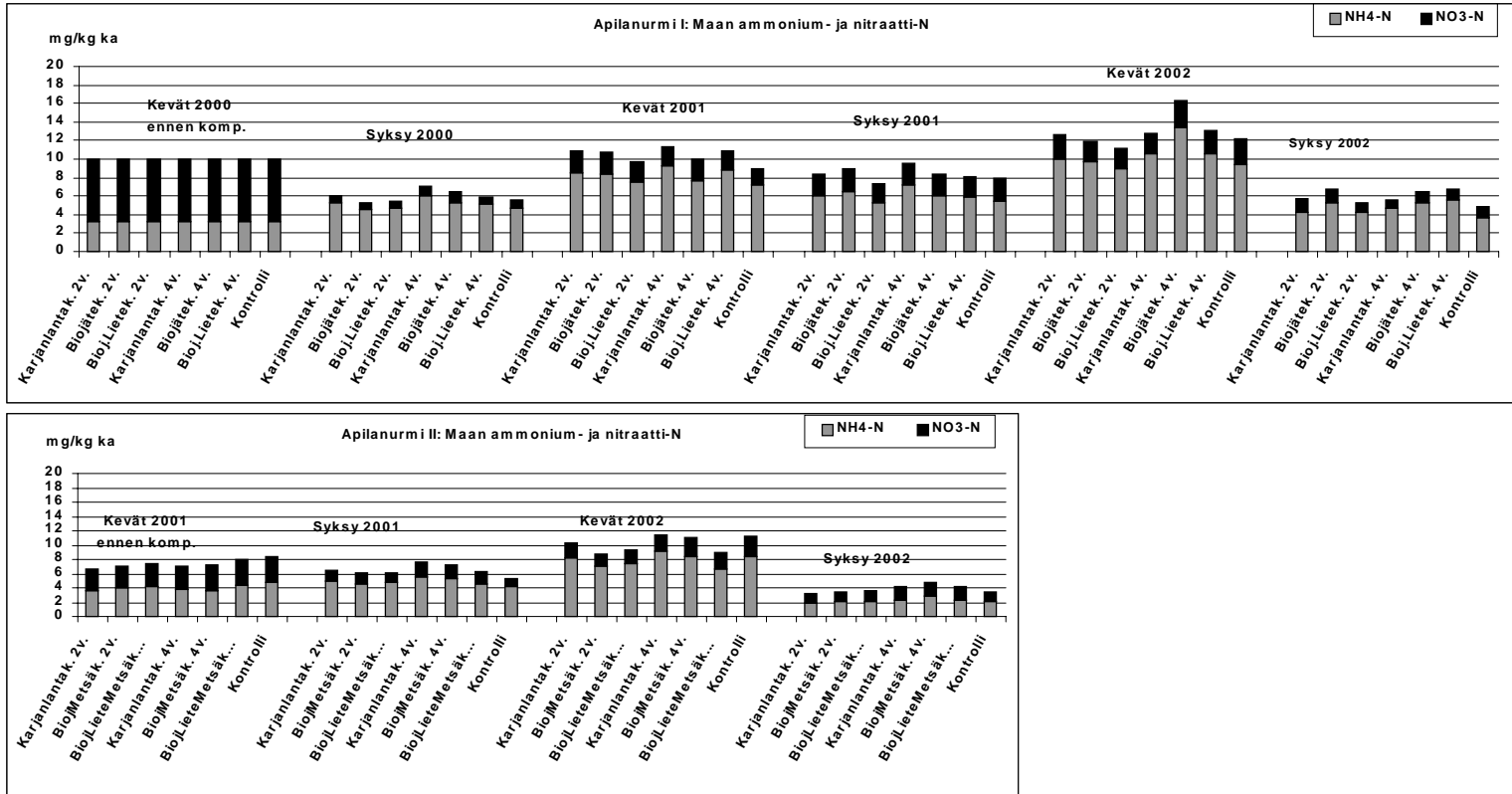
Kuva 24. Heinänurmikokeiden pintamaan ammonium- (NH<sub>4</sub>-N) ja nitraattityppipitoisuus (NO<sub>3</sub>-N) keväisin ja syksyisin kokeiden aikana.



## APILAHEINÄNURMI

Kompostikokeen vuonna 2000 perustetulta apilaheinänurmikokeelta (Apilanurmi I) otettiin pintamaanäytteet keväisin ja syksyisin ja niistä määritettiin maan ammoniumtyypen ja nitraattityypen pitoisuus (Kuva 25). Keväällä 2000 ennen kompostien ja apilanurmikasvuston perustamista maan nitraattipitoisuus oli suurimmillaan, 6,7 mg/kg kuivaa maata. Myöhemmissä apilanurmikasvuston alta otetuissa näytteissä nitraattipitoisuus oli pienempi. Kompostien levitystä seuraavana syksynä 2000 biojätekompostin suurempi levitystasosta nosti hieman maan nitraattipitoisuutta muihin käsittelyihin verrattuna, mutta ero oli hyvin pieni. Myös myöhemmissä näytteenotoissa nitraattipitoisuudella oli taipumus nousta biojätekompostikäsitteilyllä, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sekä maan ammoniumtyypen että nitraattityypen pitoisuus oli kompostien levityksen jälkeen suurimmillaan keväällä 2002, jolloin ammoniumtyyppiä oli keskimäärin 10,4 ja nitraattityyppiä keskimäärin 2,5 mg/kg kuivaa maata. Määrät vastaavat tuoreen maan sisältämiä typpimääriä 19 kg/ha ammoniumia ja 4,6 kg/ha nitraattia. Tuolloin selkeimmin muista käsittelyistä erosi biojätekompostin suurempi levitystaso, jolla sekä ammoniumtyypen että nitraattityypen pitoisuus oli hieman muita käsittelyjä korkeampi. Kuitenkin mitä suurempia olivat arvot, sen suurempi oli hajonta, eikä merkitseviä eroja havaittu keväällä 2002. Ainoa merkitsevä ero havaittiin syksyn 2002 nitraattipitoisuudessa. Tällöin biojätekomposti- ja lantakompostikäsitteilyillä oli suurempi nitraattipitoisuus kuin biojätepuhdistamolietekompostilla ( $p=0,003$ ,  $LSD=0,15$ ).

Seoskompostikokeen apilaheinänurmikoe (Apilanurmi II) perustettiin vuonna 2001 jätekompostien ja metsäteollisuuslietekompostien seoksilla. Maan nitraattipitoisuus oli suurimmillaan keväällä 2001, ennen kompostien levitystä ja apilanurmen kylvöä, keskimäärin 3,3 mg/kg kuivaa maata, joka vastaa 6 kg/ha tuoretta maata (Kuva 25). Ammoniumtyypen pitoisuus oli neljän vuoden kompostilevitystasolla (5,21 mg/kg kuivaa maata) suurempi kuin kahden vuoden levitystasolla (4,81 mg/kg kuivaa maata) syksyllä 2001 ( $p=0,038$ ,  $LSD=0,36$ ). Ammoniumtyypen pitoisuus oli suurimmillaan keväällä 2002, jolloin kaikkien käsittelyjen keskimääräinen pitoisuus oli 7,9 mg/kg kuivaa maata (vastaa 14,5 kg/ha tuoretta maata). Nitraattityypen pitoisuus oli myös kompostien levityksen jälkeen suurimmillaan keväällä 2002, jolloin suurin nitraattipitoisuus oli 0-kontrollikäsitteilyllä havaittu 2,8 mg/kg kuivaa maata (vastaa määrää 5,2 kg nitraattia/hehtaari). Nitraattipitoisuudessa ainoa merkitsevä ero havaittiin syksyllä 2002 levitystasojen välillä. Kompostilevitystasosta neljälle vuodelle tuotti suuremman nitraattipitoisuuden kuin levitys kahdelle vuodelle (1,92 vs 1,45 mg/kg kuivaa maata,  $p=0,037$ ,  $LSD=0,42$ ).



Kuva 25. Apilannurmikokeiden pintamaan ammonium- (NH<sub>4</sub>-N) ja nitraattityyppipitoisuus (NO<sub>3</sub>-N) keväisin ja syksyisin kokeiden aikana.

## 3.4.2 Raskasmetallit

### 3.4.2.1 Maan raskasmetallipitoisuuden muutokset

#### Maan kokonaisraskasmetallipitoisuudet

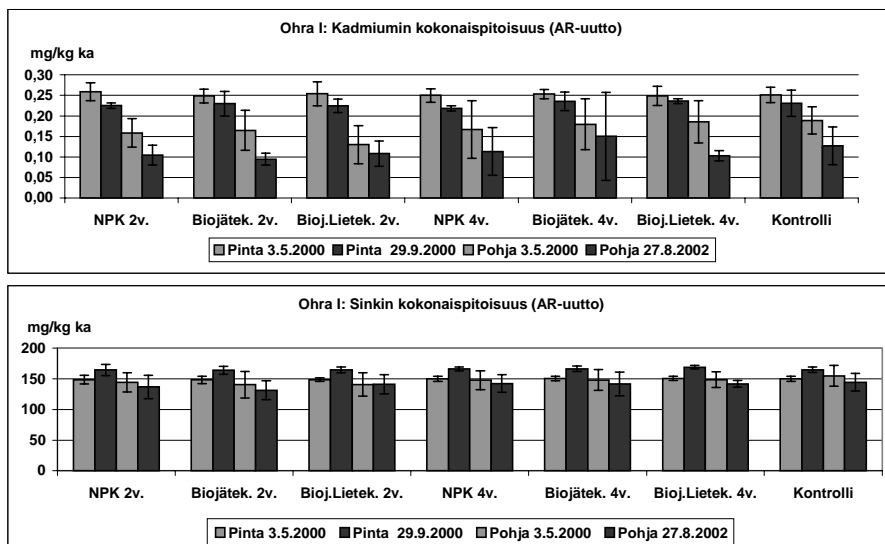
Maan kokonaisraskasmetallipitoisuudet määritettiin kokeen alussa ja ensimmäisen vuoden syksynä otetuista pintamaanäytteistä (0-20 cm syvyys) sekä kokeen alussa ja viimeisenä syksynä otetuista pohjamaan (noin 20-40 cm syvyys) näytteistä. Näytteet uutettiin kuningasvesiuutolla (AR-uutto) ja kadmiumin, kromin, kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet määritettiin suodoksesta (Liite 3).

#### OHRA

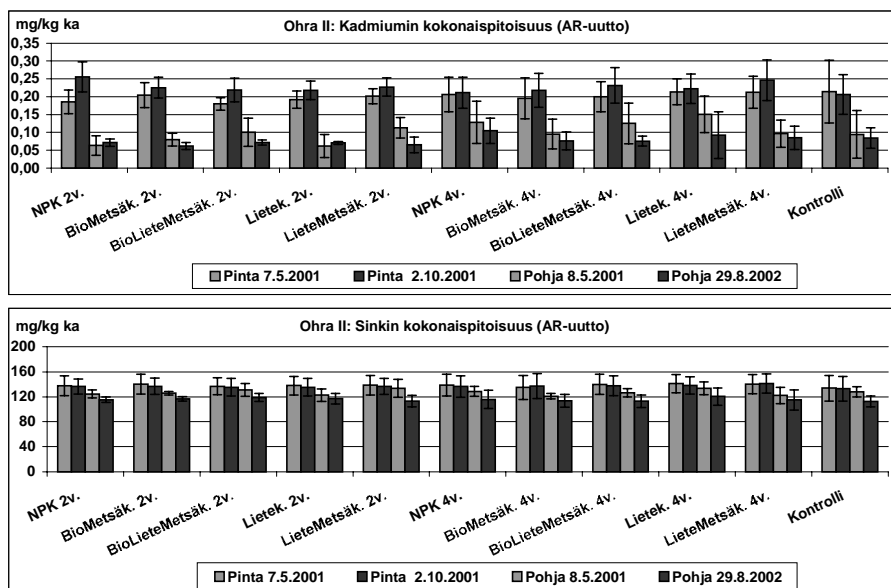
Kompostikokeessa ohralla (Ohra I) kokonaisraskasmetallipitoisuuksissa ei tapahtunut suuria muutoksia kokeen aikana ja erot koejäsenten välillä olivat hyvin pieniä. Pintamaassa oli alussa kadmiumia 0,25-0,26 mg/kg ka, kromia 98-100 mg/kg ka, kuparia 48-49 mg/kg ka, nikkeliä 42-43 mg/kg ka, lyijyä 23-25 mg/kg ka ja sinkkiä 148-150 mg/kg ka. Sinkin pitoisuus oli korkea, sillä esimerkiksi puhdistamolietteen maanviljelyskäyttöä säätelevän päätöksen mukaan maan sinkkipitoisuuden ylittäessä 150 mg/kg ka puhdistamolietteen käyttö on kiellettyä (VNp 14.4.1994/282). Pohjamaan kokonaisraskasmetallipitoisuudet olivat yleensä pienempiä kuin pintamaassa: kadmiumia 0,10-0,15 mg/kg ka, kromia 94-104 mg/kg ka, kuparia 41-50 mg/kg ka, nikkeliä 45-49 mg/kg ka, lyijyä 19-21 mg/kg ka ja sinkkiä 131-145 mg/kg ka. Kompostikokeen aikana suurimmat muutokset havaittiin kadmiumin ja sinkin pitoisuuksissa, jotka esitetään kuvassa 26. Kadmiumin pitoisuus pintamaassa pieneni syksyllä kaikilla koejäsenillä, keskimäärin 9 %, kun taas sinkin pitoisuus kasvoi (keskimäärin yli 10 %) jo puhdistamolietteen käytön estävälle tasolle. Muiden metallien pitoisuuksien muutokset olivat näitä kahta pienempiä.

Seoskompostikokeessa ohralla (Ohra II) kokonaisraskasmetallipitoisuudet ja niiden muutokset olivat samaa suuruusluokkaa kompostikokeen kanssa. Pintamaan kadmium vaihteli välillä 0,18-0,21 mg/kg ka, kromi 102-106 mg/kg ka, kupari 52-57 mg/kg ka, nikkeli 46-49 mg/kg ka, lyijy 23-24 mg/kg ka ja sinkki 134-141 mg/kg ka. Pohjamaan pitoisuudet olivat keskimäärin hieman pienempiä, paitsi kadmiumilla, jonka pitoisuus pohjamaassa oli 0,06-0,15 mg/kg ka. Seoskompostikokeen kadmiumin ja sinkin kokonaispitoisuudet kokeen aikana pintamaassa ja pohjamaassa esitetään kuvassa 27. Kadmiumin pitoisuus pintamaassa kasvoi kompostikäsittelyjen jälkeen keskimäärin 13 %, mikä suureksi osaksi johtui metsäteollisuuslietekompostin melko suuresta kadmiumipitoisuudesta ja käyttömäärästä. Pohjamaassa kadmiumin pitoisuus

kuitenkin yleensä pieni. Sinkin pitoisuus pintamaassa pieni keskimäärin 1 %:n, mikä lähinnä johtui metsäteollisuuslietekompostin matalasta sinkkipitoisuudesta.



Kuva 26. Kadmiumin ja sinkin kokonaispitoisuudet kompostikokeen ohralla (Ohra I) pintamaassa ennen ja jälkeen kompostikäsitteilyä sekä pohjamaassa kokeen alussa keväällä 2000 ja kokeen lopussa syksyllä 2002.



Kuva 27. Kadmiumin ja sinkin kokonaispitoisuudet seoskompostikokeen ohralla (Ohra II) pintamaassa ennen ja jälkeen kompostikäsitteilyä sekä pohjamaassa kokeen alussa keväällä 2001 ja kokeen lopussa syksyllä 2002.

## HEINÄNURMI

Kompostikäsittelyillä ei ollut vaikutusta heinänummikokeiden maan kokonaisraskasmetallipitoisuuksiin. Pintamaan ja pohjamaan pitoisuuksien välillä sekä näytteenottoajankohtien välillä oli jonkin verran vaihtelua. Pintamaan kadmiumpitoisuus oli samalla tasolla kokeen alussa ja ensimmäisen vuoden syksyllä, kompostikokeen (Heinänurmi I) kaikilla käsittelyillä keskimäärin 0,118 ja seoskompostikokeen (Heinänurmi II) kaikilla käsittelyillä keskimäärin 0,089 mg/kg kuivaa maata. Pohjamaan kadmiumpitoisuus laski alkutilanteesta viimeisen syksyn näytteenottoon molemmilla heinäkokeilla, mutta koekäsittelyillä ei ollut vaikutusta. Heinänurmi I-kokeella pitoisuus laski perustamisvuoden kevään arvosta 0,081 tasolle 0,056 mg kadmiumia/kg kuivaa maata. Heinänurmi II-kokeella vastaava muutos oli tasolta 0,078 tasolle 0,035 mg kadmiumia/kg kuivaa maata. Kromin pitoisuus oli heinänurmi I-kokeella tasainen kaikkina ajankohtina ja molemmilla syvyyksillä, keskimäärin 47,2 mg kromia/kg kuivaa maata. Heinänurmi II-kokeella pintamaan kromipitoisuus oli samalla tasolla (keskimäärin 30,9 mg/kg kuivaa maata) sekä alussa että lopussa. Syvemmissä maakerroksessa kromipitoisuus kuitenkin nousi kaikilla koekäsittelyillä, alkutilanteen keskiarvosta 30,1 lopputilanteen tasolle 38,1 mg kromia/kg kuivaa maata.

Kuparin kokonaispitoisuus oli hyvin tasainen molemmilla heinänummikokeilla, vuonna 2000 perustetulla I-kokeella keskimäärin 16,0 ja vuonna 2001 perustetulla II-kokeella keskimäärin 11,2 mg kuparia/kg kuivaa maata. Nikkelin kokonaispitoisuus pintamaassa oli heinänurmi I-kokeella keskimäärin 12,7 ja heinänurmi II-kokeella keskimäärin 7,3 mg/kg kuivaa maata. Syvemmissä 20-40 cm maakerroksessa nikkelin kokonaispitoisuus kuitenkin kohosi hieman molemmilla kokeilla hankkeen aikana. Heinänurmi I-kokeella keskimääräinen nikkelpitoisuus nousi tasolta 14,1 tasolle 15,9 mg/kg kuivaa maata ja heinänurmi II-kokeella tasolta 7,3 tasolle 11,7 mg/kg kuivaa maata.

Lyijyn kokonaispitoisuus oli Heinänurmi I-kokeen pintamaassa keskimäärin 7,12 ja pohjamaassa keskimäärin 5,18 mg/kg kuivaa maata. Heinänurmi II-kokeella pintamaan lyijypitoisuus oli tasainen sekä alkutilanteen että ensimmäisen syksyn näytteenotossa, keskimäärin 6,03 mg/kg kuivaa maata. Syvemmän maakerroksen keskimääräinen lyijypitoisuus puolestaan laski kaikilla koekäsittelyillä alkutilanteen keskimääräiseltä tasolta 6,00 viimeisen syksyn tasolle 3,50 mg/kg kuivaa maata. Sinkin kokonaispitoisuus oli Heinänurmi I-kokeella tasainen, keskimäärin 34,8 mg sinkkiä/kg kuivaa maata. Heinänurmi II-kokeella pintamaan pitoisuus oli tasainen, keskimäärin 22,0 mg/kg kuivaa maata. Syvemmissä maakerroksessa sinkin kokonaispitoisuus kuitenkin nousi hieman kaikilla koekäsittelyillä, alkutilanteen tasolta 21,3 viimeisen syksyn tasolle 28,6 mg/kg kuivaa maata.

## APILAHEINÄNURMI

Kompostikäsittelyillä ei ollut vaikutusta apilaheinänurmikokeiden maan kokonaisraskasmetallipitoisuuksiin. Näytteenottoajankohtien ja maakerrosten pitoisuuksien välillä oli jonkin verran eroja. Kadmiumin pitoisuus vuonna 2000 perustetulla kompostikokeen apilaheinänurmella (Apilanurmi I) oli pintamaassa kaikilla käsittelyillä keskimäärin 0,184 ja pohjamaassa keskimäärin 0,175 mg/kg kuivaa maata. Seoskompostikokeen vuonna 2001 perustetulla apilaheinänurmikokeella (Apilanurmi II) kadmiumin pitoisuus pintamaassa oli keskimäärin 0,133 ja pohjamaassa 0,106 mg/kg kuivaa maata. Kromin pitoisuus oli hyvin tasainen ja maakerrosten tai ajankohtien välillä ei ollut eroja. Apilanurmi I-kokeella kaikkien käsittelyjen keskimääräinen kromipitoisuus oli 17,7 ja II-kokeella 18,4 mg/kg kuivaa maata.

Kuparin kokonaispitoisuus maassa oli erittäin tasainen, apilanurmi I-kokeella keskimäärin 21,4 ja II-kokeella keskimäärin 18,1 mg/kg kuivaa maata. Nikkelin kokonaispitoisuudessa oli hieman eroa apilanurmi I-kokeen pintamaan (8,29 mg/kg kuivaa maata) ja pohjamaan (7,77 mg/kg kuivaa maata) välillä. Apilanurmi II-kokeella nikkelin kokonaispitoisuus oli keskimäärin 7,41 mg/kg kuivaa maata.

Lyijyn kokonaispitoisuus oli apilanurmi I-kokeella pintamaassa (8,88 mg/kg kuivaa maata) hieman korkeammalla tasolla kuin pohjamaassa (8,09 mg/kg kuivaa maata), mutta ajankohtien välillä ei ollut eroja. Apilanurmi II-kokeella pintamaan lyijypitoisuus pysytteli samalla tasolla, keskimäärin 7,17 mg/kg kuivaa maata, mutta pohjamaan pitoisuus laski alkutilanteen tasolta 7,24 lopputilanteen tasolle 6,28 mg/kg kuivaa maata. Sinkin pitoisuus oli apilanurmi I-kokeella keskimäärin 77,4 mg/kg kuivaa maata. Apilanurmi II-kokeen maan sinkkipitoisuus oli pintamaassa hieman korkeampi kuin pohjamaassa (49,4 vs 43,9 mg/kg kuivaa maata).

### **Maan liukoiset raskasmetallipitoisuudet**

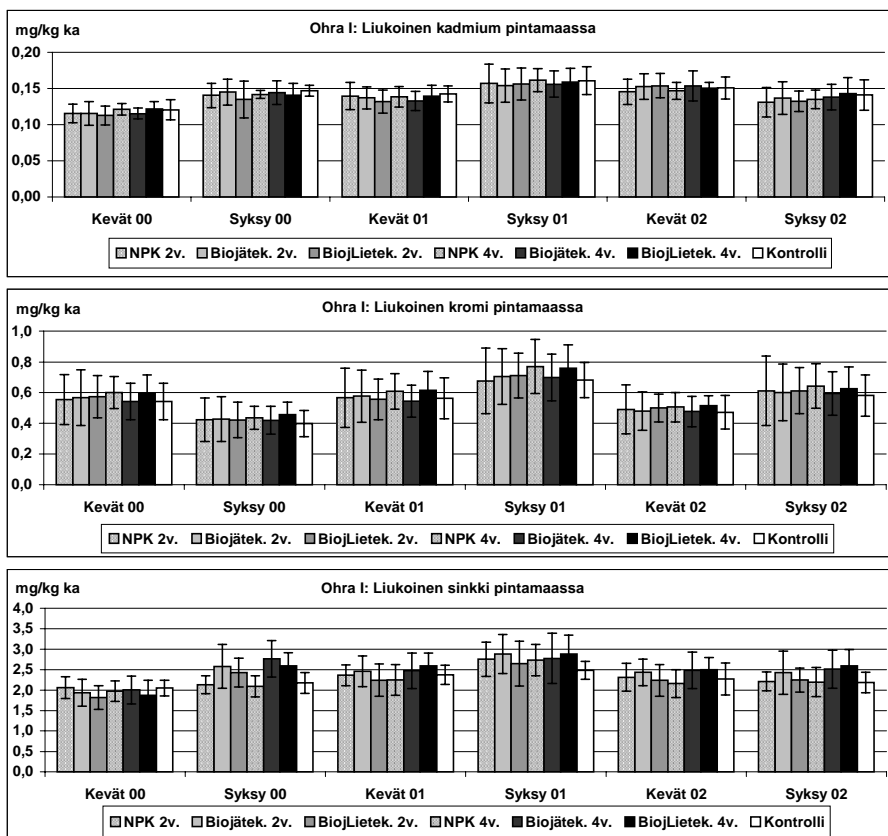
Maan liukoiset raskasmetallipitoisuudet määritettiin kokeiden kuluessa keväisin ja syksyisin vuosittain pintamaanäytteistä (0-20 cm) ja kokeen alussa ja lopussa pohjamaanäytteistä (20-40 cm). Liukoiset raskasmetallit kadmium, kromi, kupari, nikkeli, lyijy, sinkki, mangaani, rauta ja alumiini uutettiin HAAc-utolla ja analysoitiin ICP:llä (Liite 2).

### **OHRA**

Raskasmetallien liukoisten pitoisuuksien muutokset kompostikokeen ohralla olivat pieniä ja niihin vaikuttivat enemmän vuotuiset sääolosuhteet kuin koe-käsittelyt. Pintamaassa pitoisuus kokeen aikana vaihteli kadmiumilla 0,11-0,16, kromilla 0,40-0,76, kuparilla 9,0-10,7, nikkelillä 2,7-3,3, lyijyllä 3,9-

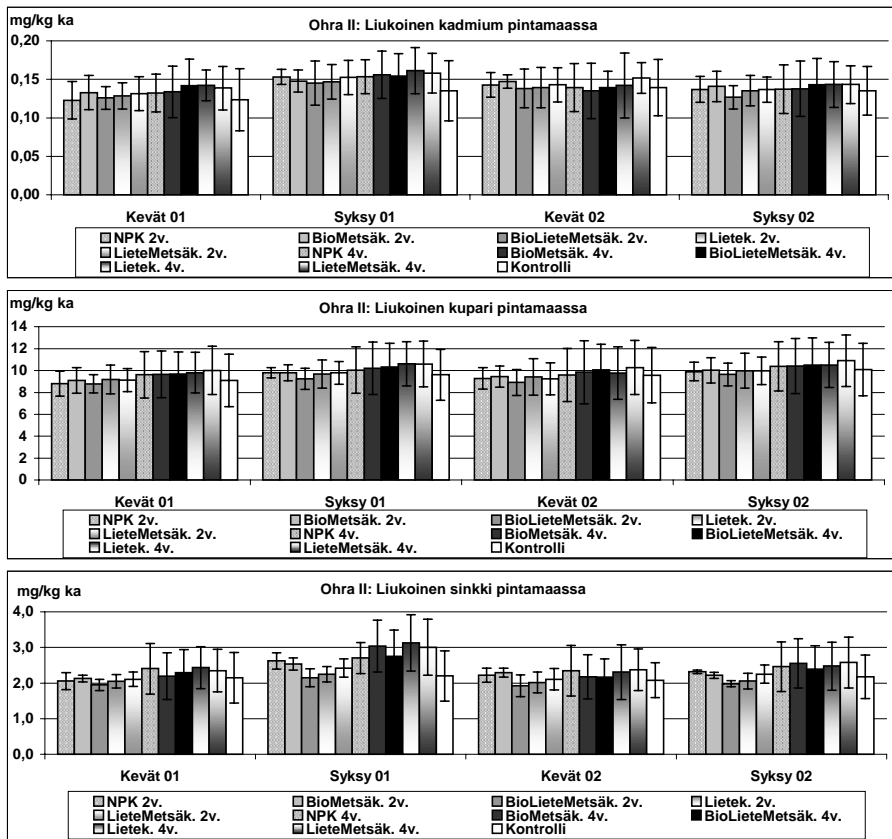
5,4, sinkillä 1,8-2,9, mangaanilla 37-58, raudalla 981-1436 ja alumiinilla 399-541 mg/kg ka ja pohjamaassa kadmiumilla 0,05-0,08, kromilla 0,48-0,69, kuparilla 8,3-10,7, nikkelillä 3,1-4,0, lyijyllä 3,0-3,7, sinkillä 0,7-1,3, mangaanilla 41-73, raudalla 571-1061 ja alumiinilla 263-411 mg/kg ka. Kuvas-  
 vassa 28 esitetään kadmiumin, kromin ja sinkin pitoisuudet ohran komposti-  
 kokeessa keväisin ja syksyisin vuosina 2000-2002. Pitoisuusvaihtelut olivat  
 pieniä ja riippuivat enemmän ajankohdasta kuin koejäsenestä, paitsi sinkillä,  
 jonka pitoisuus selvästi nousi kompostikäsitellyissä ja tämä vaikutus säilyi  
 kokeen loppuun saakka.

Raskasmetallien liukoisten pitoisuuksien muutokset seoskompostikokeen  
 ohralla (Ohra II) olivat myös pieniä ja niihinkin vaikuttivat enemmän vuotui-  
 set sääolosuhteet kuin koekäsittelyt. Pintamaassa pitoisuus kokeen aikana  
 vaihteli kadmiumilla 0,12-0,16, kromilla 0,52-0,73, kuparilla 8,8-10,9,



Kuva 28. Pintamaan liukoisen kadmiumin, kromin ja sinkin pitoisuudet (HAAC-EDTA-uttu) keväisin ja syksyisin vuosina 2000-2002 kompostiko-  
 keessa ohralla (Ohra I).

nikkelillä 3,1-4,0, lyijyllä 4,2-5,2, sinkillä 1,9-3,1, mangaanilla 41-65, raudalla 840-1092 ja alumiinilla 445-575 mg/kg ka ja pohjamaassa kadmiumilla 0,03-0,11, kromilla 0,26-0,64, kuparilla 5,6-9,3, nikkellillä 2,7-5,0, lyijyllä 3,1-4,3, sinkillä 0,7-1,7, mangaanilla 128-238, raudalla 280-682 ja alumiinilla 224-443 mg/kg ka. Kuvassa 29 esitetään kadmiumin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ohran seoskompostikokeessa keväisin ja syksyisin vuosina 2001 ja 2002. Pitoisuusvaihtelut olivat pieniä ja riippuivat enemmän ajankohdasta kuin koejäsenestä, paitsi sinkillä, jonka pitoisuus nousi kompostikäsitellyissä jonkin verran.



Kuva 29. Pintamaan liukoisien kadmiumin, kuparin ja sinkin pitoisuudet (HAAC-EDTA-uutto) keväisin ja syksyisin vuosina 2001 ja 2002 seoskompostikokeessa ohralla (Ohra II).

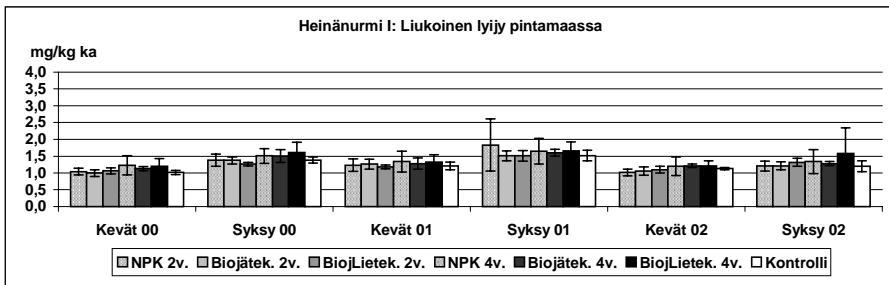
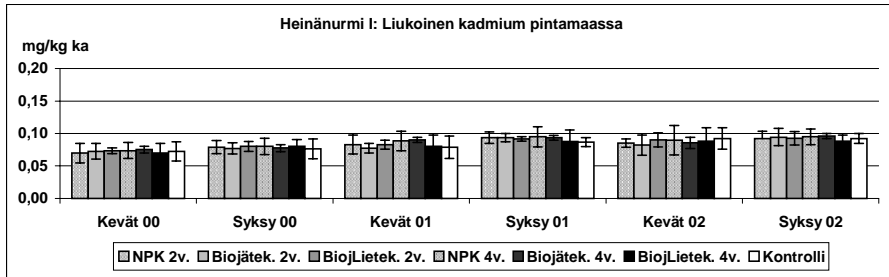


## HEINÄNURMI

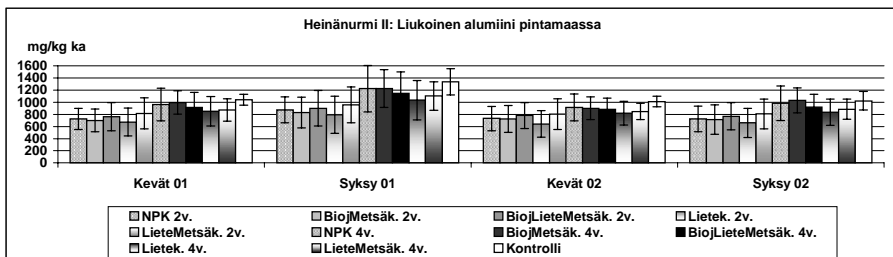
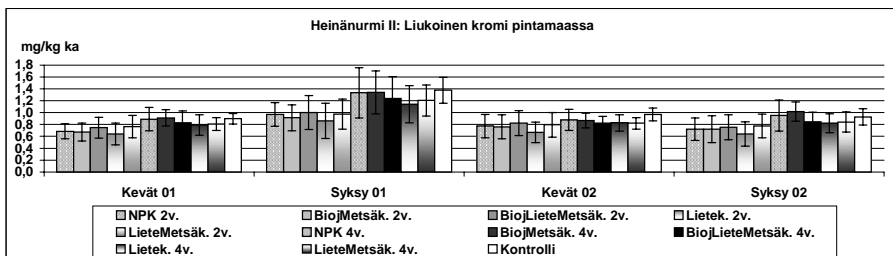
Maan liukoiset raskasmetallipitoisuudet olivat hyvin tasaiset, eikä koekäsittelyillä havaittu selkeää vaikutusta minkään raskasmetallin pitoisuuteen maassa. Näytteenottoajankohtien välillä havaittiin kuitenkin lievää vaihtelua.

Kompostikoesarjan heinänurmen maan kadmiumin ja lyijyn pitoisuus on esitetty kuvassa 30. Eri näytteenottoajankohtien liukoisen kadmiumpitoisuuden keskiarvot vaihtelivat välillä 0,072-0,093 mg/kg kuivaa maata. Koekäsittelyillä ei ollut vaikutusta pintamaan kadmiumpitoisuuteen. Liukoisen lyijyn pitoisuus vaihteli eri näytteenottoajankohtina välillä 1,10-1,61 mg/kg kuivaa maata. Liukoisen lyijyn pitoisuudessa havaittiin muutama hieman kohonnut arvo (NPK 2v.-käsittely syksyllä 2001 ja biojättepuhdistamolietekomposti 4v.-käsittely syksyllä 2002), mutta muita käsittelyjä suuremman hajonnan perusteella voidaan nousua pitää merkityksettömänä. Liukoisen kromin pitoisuus laski alkutilanteessa otettuihin maanäytteisiin verrattuna kaikissa näytteenotoissa lukuunottamatta syksyä 2001, jolloin havaittiin pieni maan kromipitoisuuksien nousu alkutilanteeseen nähden. Koekäsittelyjen välillä ei kuitenkaan ollut eroja. Kromipitoisuuksien keskiarvot olivat eri näytteenotoissa välillä 0,69-1,02 mg/kg kuivaa maata. Nikkelin pitoisuus oli hyvin tasainen ja näytteenottoajankohtien keskiarvot vaihtelivat välillä 0,61-0,70 mg/kg kuivaa maata. Maan liukoisen raudan pitoisuuden keskiarvot näytteenotoissa olivat välillä 610-856 mg/kg kuivaa maata. Koekäsittelyillä ei havaittu olevan vaikutusta maan liukoisen raudan pitoisuuteen. Myös liukoisen alumiinin pitoisuus pintamaassa oli hyvin tasainen kaikilla käsittelyillä. Näytteenottoajankohtien liukoisen alumiinipitoisuuden keskiarvot olivat välillä 788-988 mg/kg kuivaa maata.

Seoskompostikokeen vuonna 2001 perustetulla heinänurmella (Heinänurmi II) pintamaan liukoisten raskasmetallien pitoisuudet olivat hyvin tasaiset, eikä koekäsittelyjen välillä havaittu eroja. Liukoisen kromin ja alumiinin pitoisuuksissa havaittiin hieman nousua syksyllä 2001 (Kuva 31). Suuremmalla levitystasolla (fosforilannoitus 4 vuodelle) pitoisuudet olivat hieman korkeammat kuin pienemmällä levitystasolla. Käsittelemättömän 0-kontrollin pitoisuudet olivat kuitenkin yhtä korkeat tai jopa korkeammat kuin kompostitai NPK-käsittelyillä. Muiden raskasmetallien liukoiset pitoisuudet pintamaassa olivat erittäin tasaiset, eikä käsittelyillä ollut vaikutusta pitoisuuksiin. Kadmiumin pitoisuus kaikkien käsittelyjen keskiarvoina eri ajankohdissa vaihteli välillä 0,048-0,066 mg/kg kuivaa maata ja nikkelin pitoisuus välillä 0,25-0,33 mg/kg kuivaa maata. Liukoisen lyijyn pitoisuuden keskiarvot eri ajankohtina olivat välillä 0,81-1,08 mg/kg kuivaa maata ja liukoisen raudan pitoisuudet välillä 417-552 mg/kg kuivaa maata.



Kuva 30. Kompostikoesarjan heinänurmen (Heinänurmi I) pintamaan liukoi-  
sen kadmiumin ja lyijyn pitoisuus (HAac-EDTA-uutto) kevään ja syksyn maa-  
näytteenotoissa.

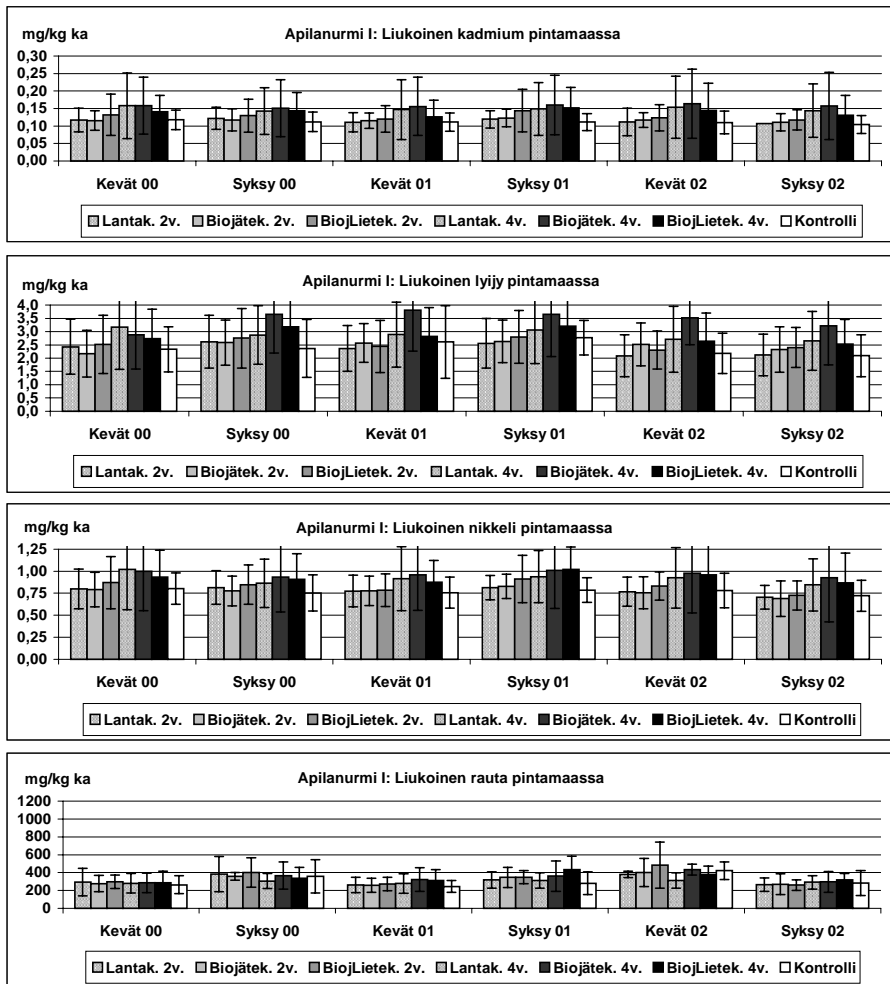


Kuva 31. Seoskompostikoesarjan heinänurmen (Heinänurmi II) pintamaan  
liukoi-  
sen kromin ja alumiinin pitoisuus (HAac-EDTA-uutto) kevään ja syksyn  
maanäytteenotoissa.

## APILAHEINÄNURMI

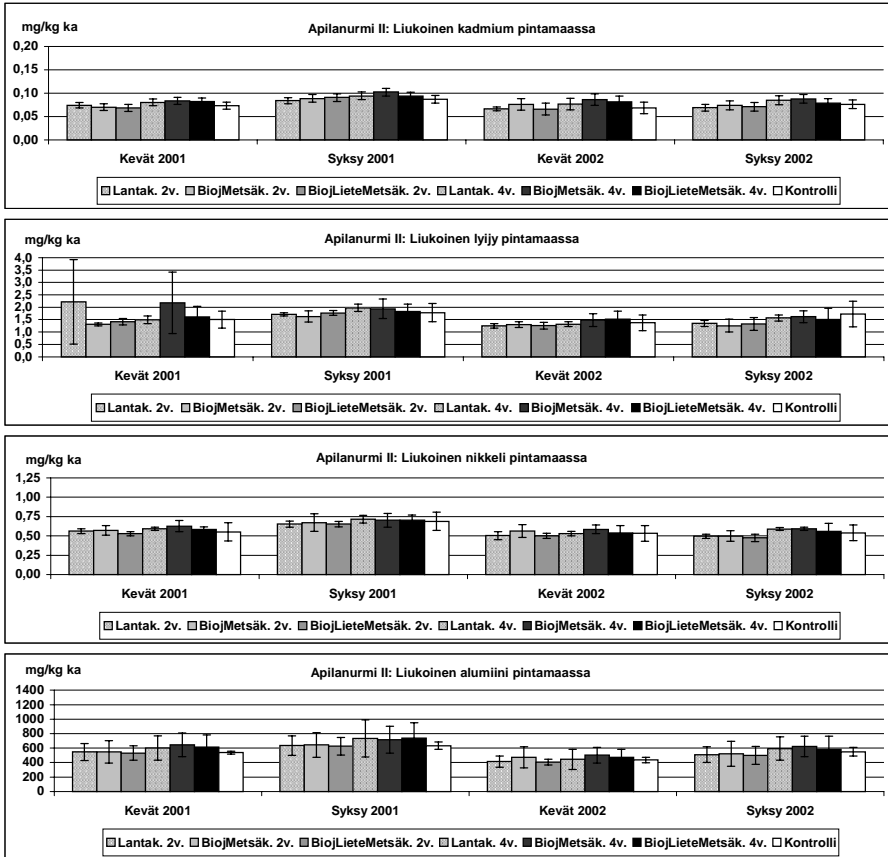
Kompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi I) pintamaan liukoisen kadmiumin pitoisuus (hapan ammoniumasetaattiuutto, HAAC-EDTA) vaihteli käsittelyjen välillä jo alkutilanteessa, ennen kompostien levitystä (Kuva 32). Alkutilanteessa havaitut hienoiset erot käsittelyjen ja levitystasojen välillä pysyivät samanlaisina myös levityksen jälkeen, joten koekäsittelyillä ei ollut vaikutusta liukoisen kadmiumin pitoisuuteen maassa. Keskimääräiset kadmiumpitoisuudet maassa eri näytteenottoajankohtina olivat välillä 0,125-0,137 mg/kg kuivaa maata. Liukoisen lyijyn pitoisuus näytti hieman nousuvan biojätekompostin suuremman levitysmäärän vaikutuksesta, mutta hajonta oli hyvin suurta. Eri näytteenottoajankohtina keskimääräiset lyijypitoisuudet olivat välillä 2,48-2,95 mg/kg kuivaa maata. Pintamaan liukoisen nikkelin pitoisuudessa havaittiin samanlainen levitystasojen välinen ero alkutilanteessa kuin kadmiumin kohdalla. Suuremman levitystason ruuduilla oli jo ennen kompostien levitystä hieman korkeampi liukoisen nikkelin pitoisuus pintamaassa kuin pienemmällä levitystasolla. Keskimääräinen nikkelpitoisuus oli eri ajankohtina välillä 0,78-0,90 mg/kg kuivaa maata. Liukoisen raudan pitoisuus pintamaassa oli myös varsin tasainen, eri ajankohtien keskiarvoina rautapitoisuudet olivat välillä 284-401 mg/kg kuivaa maata. Kuitenkin pientä nousua voi nähdä syksyllä 2001 biojätepuhdistamolietekompostin suuremmalla levitystasolla ja keväällä 2002 saman kompostikäsittelyn pienemmällä levitystasolla. Nousu ei kuitenkaan liene ole tilastollisesti merkitsevä. Liukoisen kromin ja alumiinin pitoisuus pintamaassa oli erittäin tasainen, koekäsittelyjen keskiarvot eri ajankohtina olivat kromilla välillä 0,13-0,19 mg/kg kuivaa maata ja alumiinilla välillä 332-488 mg/kg kuivaa maata.

Seoskompostikokeen vuonna 2001 perustetulla apilaheinänurmella (Apilanurmi II) liukoisen kadmiumin pitoisuus oli hyvin tasainen eri käsittelyjen välillä (Kuva 33). Näytteenottoajankohtien välillä oli pientä eroa, sillä syksyllä 2001 keskimääräinen liukoisen kadmiumin pitoisuus oli 0,91 mg/kg kuivaa maata ja muina ajankohtina välillä 0,74-0,77 mg/kg kuivaa maata. Liukoisen lyijyn pitoisuus pintamaassa oli vaihteleva ennen kompostien levitystä maahan, mutta levityksen jälkeen selvästi tasaisempi. Koekäsittelyjen välillä ei ollut eroja. Syksyllä 2001 ja 2002 vaikutti kompostien suurempi levitysmäärä nostaneen hieman liukoisen lyijyn pitoisuutta alempaan levitysmäärään verrattuna, mutta ero oli häviävän pieni (syksyllä 2001 1,91 vs. 1,70 mg/kg kuivaa maata, syksyllä 2002 1,57 vs. 1,31 mg/kg kuivaa maata). Pitoisuudet olivat hieman alkutilannetta korkeammat ainoastaan syksyllä 2001. Pintamaan liukoisen nikkelin pitoisuus oli hyvin tasainen koekäsittelyjen välillä, eikä eroja havaittu. Syksyllä 2001 kaikkien koekäsittelyjen keskimääräinen nikkelpitoisuus oli hieman korkeampi (0,68 mg/kg kuivaa maata) kuin muina näytteenottoajankohtina (0,54-0,57 mg/kg kuivaa maata).



Kuva 32. Kompostikoesarjan apilaheinänurmen (Apilanurmi I) pintamaan liukaisen kadmiumin, lyijyn, nikkelin ja raudan pitoisuus (HAAC-EDTA-uutto) kevään ja syksyn maanäytteenotoissa.

Liukaisen alumiinin pitoisuus pintamaassa oli hyvin tasainen koekäsittelyjen välillä, eri kompostilaadut tuottivat hyvin samantasaisen alumiinipitoisuuden pintamaahan. Kompostien levitystasojen välillä (fosforilannoitus 2 / 4 vuodelle) näkyi kuitenkin lievää eroa, vaikka ero olikin todella pientä ja keskijajonta suurta. Ajankohtien välillä oli jonkin verran eroa, keväällä 2001 ennen kompostien levitystä alumiinin keskimääräinen pitoisuus oli 575 mg/kg kuivaa maata ja saman vuoden syksynä keskimäärin 676 mg/kg kuivaa maata. Keväällä 2002 alumiinia oli keskimäärin 449 ja saman vuoden syksyllä keskimäärin 554 mg/kg kuivaa maata. Liukaisen kromin pitoisuudessa ei havaittu eroja koekäsittelyjen välillä. Kaikkien käsittelyjen pitoisuuksien keskiarvot eri ajankohtina olivat välillä 0,19-0,28 mg/kg kuivaa maata. Liu-



Kuva 33. Seoskompostikoesarjan apilaheinänurmen (Apilanurmi II) pinta-  
maan liukoisen kadmiumin, lyijyn, nikkelin ja alumiinin pitoisuus (HAAC-  
EDTA-ututto) kevään ja syksyn maanäytteenotoissa.

kaisen raudan pitoisuus pinta-  
maassa oli myös hyvin tasainen ja kaikkien  
käsittelyjen rautapitoisuuksien keskiarvot eri ajankohtina vaihtelivat välillä  
253-327 mg/kg kuivaa maata.

### 3.4.2.2 Lisätyt ja sadossa poistuneet raskasmetallit

#### OHRA

Kompostikokeessa ohralla (Ohra I) eri koekäsittelyissä maahan lisätyt ja satojen mukana poistuneet raskasmetallit esitetään taulukossa 22. Komposteissa lisätyt raskasmetallimäärät olivat huomattavasti suurempia kuin NPK-ruuduissa, mutta satojen mukana poistuneet raskasmetallimäärät olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa käsittelyissä ruuduissa. Kuitenkin maahan lisätyt raskasmetallimäärät olivat niin pieniä, että lisäykset eivät näkyneet maan pitoisuuksissa (vrt. Kohta 3.4.2.1). Biojätekompostikäsitellyissä sadon mukana poistui eniten kaikkia raskasmetalleja ja biojätepuhdistamolietekompostikäsitellyissä vähiten. Sadon mukana kompostikäsitellyissä poistui kolmen satokauden aikana tehokkaimmin sinkkiä (8-21 %), kuparia (5-18 %) ja kadmiumia (3-11 %). Heikommin poistui nikkeliä (1-5 %), kromia (<1-1 %) ja lyijyä (<1 %).

Ohran seoskompostikokeessa (Ohra II) eri koekäsittelyissä maahan lisätyt ja satojen mukana poistuneet raskasmetallit esitetään taulukossa 23. Komposteissa lisätyt raskasmetallimäärät olivat seoskompostikokeessakin huomattavasti suurempia kuin NPK-ruuduissa, mutta satojen mukana poistuneet raskasmetallimäärät olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa käsittelyissä ruuduissa. Tässäkin kokeessa maahan lisätyt raskasmetallimäärät olivat niin pieniä, että lisäykset eivät näkyneet maan pitoisuuksissa (vrt. Kohta 3.4.2.1). Kompostikäsitellyistä biojätekomposti-metsäteollisuuslietekompostiruuduista sadon mukana poistui eniten raskasmetalleja ja puhdistamolietekompostiruuduista vähiten. Sadon mukana kompostikäsitellyissä poistui kahden satokauden aikana tehokkaimmin sinkkiä (5-18 %) ja kuparia (2-12 %). Heikommin poistui kadmiumia (1-3 %), nikkeliä (<1-3 %), kromia (<1 %) ja lyijyä (<1 %).

Taulukko 22. Ohran kompostikokeessa (Ohra I) komposteissa lisätyt ja sadoissa poistuneet raskasmetallit vuosina 2000-2002.

g/ha	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
<b>Ei lannoitusta</b>												
Jyvät 2000	0,00	0,06	8,5	0,41	0,03	38						
Oljet 2000	0,02	0,25	5,7	0,49	0,09	33						
Jyvät 2001	0,01	0,06	10,2	0,19	0,01	50						
Oljet 2001	0,03	0,15	4,8	0,50	0,07	23						
Jyvät 2002	0,00	0,07	4,0	0,10	0,02	19						
Oljet 2002	0,01	0,17	3,1	0,17	0,05	12						
<b>Yhteensä</b>	<b>0,08</b>	<b>0,75</b>	<b>36,3</b>	<b>1,86</b>	<b>0,26</b>	<b>175</b>						
<b>NPK-lannoitus*</b>												
Jyvät 2000	0,02	0,09	16,9	1,35	0,03	85	0,02	0,08	19,0	1,35	0,04	94
Oljet 2000	0,10	0,19	9,5	0,45	0,12	47	0,11	0,23	9,6	0,59	0,13	48
Jyvät 2001	0,04	0,16	28,1	0,73	0,05	139	0,05	0,12	28,6	0,63	0,02	143
Oljet 2001	0,12	0,20	10,2	0,91	0,14	47	0,12	0,14	10,0	0,61	0,14	44
Jyvät 2002	0,02	0,24	13,3	0,49	0,13	73	0,02	0,24	16,7	0,39	0,07	84
Oljet 2002	0,08	0,29	8,1	0,33	0,09	30	0,08	0,33	8,2	0,41	0,10	25
<b>Yhteensä</b>	<b>0,38</b>	<b>1,16</b>	<b>86,1</b>	<b>4,26</b>	<b>0,55</b>	<b>421</b>	<b>0,41</b>	<b>1,15</b>	<b>92,0</b>	<b>3,98</b>	<b>0,51</b>	<b>439</b>
<b>Biojättekompusti</b>												
Jyvät 2000	0,03	0,14	18,3	1,19	0,05	91	0,06	0,22	22,5	1,44	0,06	133
Oljet 2000	0,10	0,13	9,4	0,39	0,09	44	0,24	0,15	14,5	0,59	0,15	61
Jyvät 2001	0,04	0,21	29,1	0,79	0,08	151	0,09	0,14	29,6	0,72	0,03	164
Oljet 2001	0,11	0,16	10,2	0,71	0,15	54	0,15	0,17	11,0	0,75	0,16	53
Jyvät 2002	0,02	0,36	15,6	0,49	0,17	85	0,02	0,30	16,8	0,40	0,09	94
Oljet 2002	0,08	0,34	8,7	0,37	0,11	31	0,08	0,36	8,7	0,36	0,10	33
<b>Yhteensä</b>	<b>0,39</b>	<b>1,34</b>	<b>91,3</b>	<b>3,95</b>	<b>0,65</b>	<b>456</b>	<b>0,65</b>	<b>1,33</b>	<b>103,1</b>	<b>4,26</b>	<b>0,59</b>	<b>538</b>
<b>Biojäte+Puhdistamolietekompusti</b>												
Jyvät 2000	0,01	0,04	9,4	0,60	0,02	42	0,01	0,04	11,3	0,69	0,02	52
Oljet 2000	0,02	0,18	5,8	0,43	0,07	34	0,03	0,09	6,1	0,30	0,06	37
Jyvät 2001	0,04	0,11	27,8	0,57	0,02	139	0,04	0,11	31,4	0,62	0,03	157
Oljet 2001	0,10	0,16	10,0	0,77	0,14	46	0,12	0,19	10,3	0,66	0,14	50
Jyvät 2002	0,02	0,19	15,9	0,37	0,08	83	0,02	0,25	15,4	0,37	0,05	82
Oljet 2002	0,08	0,31	8,0	0,33	0,10	27	0,08	0,31	7,8	0,35	0,11	23
<b>Yhteensä</b>	<b>0,27</b>	<b>0,99</b>	<b>76,9</b>	<b>3,08</b>	<b>0,43</b>	<b>371</b>	<b>0,29</b>	<b>0,98</b>	<b>82,3</b>	<b>2,99</b>	<b>0,41</b>	<b>401</b>

\*valmistajan ilmoituksen mukaan

Taulukko 23. Ohran seoskompostikoikeessa (Ohra II) komposteissa lisätyt ja sadoissa poistuneet raskasmetallit vuosina 2001 ja 2002.

g/ha	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus						Fosforin 4 vuoden varastolannoitus					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
<b>Ei lannoitusta</b>												
Jyvät 2001	0,00	0,07	8,9	0,16	0,02	42						
Oljet 2001	0,01	0,17	3,9	0,37	0,08	20						
Jyvät 2002	0,00	0,08	3,4	0,10	0,02	18						
Oljet 2002	0,01	0,15	2,1	0,15	0,05	9						
<b>Yhteensä</b>	<b>0,03</b>	<b>0,47</b>	<b>18,3</b>	<b>0,78</b>	<b>0,18</b>	<b>89</b>						
<b>NPK-lannoitus*</b>												
	<0,46	<13	<5,0	<5,0	<1,4	<13	<1,3	<32	<7,9	<8,2	<2,0	<32
Jyvät 2001	0,03	0,20	29,2	0,60	0,02	145	0,04	0,14	27,9	0,90	0,03	145
Oljet 2001	0,09	0,08	8,6	0,28	0,19	38	0,10	0,10	9,2	0,45	0,17	41
Jyvät 2002	0,02	0,19	16,8	0,35	0,05	92	0,03	0,25	15,7	0,41	0,09	89
Oljet 2002	0,09	0,38	9,6	0,40	0,15	30	0,08	0,32	8,0	0,48	0,18	26
<b>Yhteensä</b>	<b>0,24</b>	<b>0,84</b>	<b>64,2</b>	<b>1,62</b>	<b>0,41</b>	<b>306</b>	<b>0,25</b>	<b>0,81</b>	<b>60,8</b>	<b>2,24</b>	<b>0,48</b>	<b>301</b>
<b>Biojäte+Metsäteollisuuslietekomposti</b>												
	6,9	338	478	182	132	1645	13,8	676	957	363	263	3290
Jyvät 2001	0,03	0,11	23,3	0,36	0,02	110	0,06	0,22	33,1	0,57	0,03	180
Oljet 2001	0,07	0,07	7,9	0,25	0,13	38	0,19	0,14	11,3	0,50	0,19	61
Jyvät 2002	0,02	0,30	17,1	0,42	0,08	90	0,03	0,41	15,0	0,42	0,09	82
Oljet 2002	0,08	0,34	8,6	0,34	0,13	24	0,07	0,30	8,1	0,38	0,15	23
<b>Yhteensä</b>	<b>0,20</b>	<b>0,82</b>	<b>56,9</b>	<b>1,37</b>	<b>0,36</b>	<b>262</b>	<b>0,35</b>	<b>1,07</b>	<b>67,5</b>	<b>1,88</b>	<b>0,46</b>	<b>346</b>
<b>Biojäte+Puhdistamoliete+Metsäteollisuuslietekomposti</b>												
	6,3	133	351	51	76	1067	12,6	265	703	101	153	2134
Jyvät 2001	0,01	0,09	14,2	0,25	0,02	70	0,02	0,15	18,9	0,36	0,03	98
Oljet 2001	0,03	0,13	5,1	0,31	0,11	26	0,05	0,09	6,6	0,29	0,11	35
Jyvät 2002	0,02	0,48	14,9	0,50	0,08	81	0,02	0,18	14,3	0,32	0,05	82
Oljet 2002	0,08	0,31	8,0	0,32	0,13	21	0,09	0,33	7,9	0,35	0,14	25
<b>Yhteensä</b>	<b>0,15</b>	<b>1,01</b>	<b>42,2</b>	<b>1,39</b>	<b>0,34</b>	<b>198</b>	<b>0,18</b>	<b>0,75</b>	<b>47,7</b>	<b>1,32</b>	<b>0,32</b>	<b>240</b>
<b>Puhdistamolietekomposti</b>												
	3,1	159	953	69	115	2039	6,1	319	1907	138	231	4079
Jyvät 2001	0,00	0,09	7,7	0,14	0,01	37	0,01	0,09	11,5	0,19	0,02	57
Oljet 2001	0,01	0,18	3,4	0,32	0,08	16	0,02	0,13	4,2	0,32	0,08	24
Jyvät 2002	0,03	0,19	14,1	0,33	0,05	79	0,02	0,22	14,3	0,38	0,06	84
Oljet 2002	0,07	0,30	7,9	0,31	0,12	25	0,09	0,24	8,6	0,38	0,14	29
<b>Yhteensä</b>	<b>0,11</b>	<b>0,76</b>	<b>33,1</b>	<b>1,10</b>	<b>0,26</b>	<b>157</b>	<b>0,14</b>	<b>0,68</b>	<b>38,6</b>	<b>1,28</b>	<b>0,30</b>	<b>194</b>
<b>Puhdistamoliete+Metsäteollisuuslietekomposti</b>												
	7,1	155	613	60	94	1418	14,1	309	1226	120	188	2836
Jyvät 2001	0,01	0,12	13,5	0,21	0,02	67	0,02	0,12	18,0	0,37	0,02	98
Oljet 2001	0,03	0,11	4,9	0,51	0,10	26	0,07	0,10	7,0	0,36	0,13	38
Jyvät 2002	0,02	0,19	15,5	0,34	0,04	89	0,02	0,21	14,9	0,37	0,03	87
Oljet 2002	0,08	0,35	8,5	0,36	0,13	25	0,09	0,34	8,8	0,41	0,16	29
<b>Yhteensä</b>	<b>0,15</b>	<b>0,77</b>	<b>42,3</b>	<b>1,42</b>	<b>0,28</b>	<b>207</b>	<b>0,20</b>	<b>0,77</b>	<b>48,7</b>	<b>1,51</b>	<b>0,34</b>	<b>252</b>

\*valmistajan ilmoituksen mukaan



## HEINÄNURMI

Heinänurmi I-kokeen kasvisadon mukana raskasmetalleja poistui kompostikäsittelyiltä likimääräisesti saman verran kuin NPK-käsittelyltä, alemmalla levitystasolla yleisesti hieman vähemmän ja suuremmalla levitystasolla hieman enemmän (Taulukko 24). Biojätekompostin ja biojäte+puhdistamolietekompostin kasvisadossa poistunut kadmiumin ja nikkelin määrä oli pienempi kuin NPK-kontrollikäsittelyltä poistunut määrä. Biojäte+puhdistamolietekäsittelyltä poistui vähemmän kromia ja enemmän sinkkiä kuin kontrollilannoitukselta, sinkin poistuma myös kasvoi kompostin levitysmäärän noustessa. Kromin satopoistuma kasvoi kun koekäsittelyjen lannoitustaso kasvoi. Komposteissa lisätystä raskasmetalleista poistui kolmen satokauden aikana eniten kuparia, sinkkiä, kadmiumia ja nikkeliä. Suurimmat prosentuaaliset lisättyjen raskasmetallien poistumat olivat biojätekompostin alemmalla levitystasolla, jossa lisätystä kuparista poistui 32 %, sinkistä 27 %, kadmiumista 16 % ja nikkelistä 14 %. Raskasmetallikertymä maahan on riski maan happamoituessa, jolloin niiden liukoisuus, satokertymät ja huuhtoutumisriski kasvavat.

Heinänurmi II-kokeen kasvisadon mukana raskasmetalleja poistui kompostikäsittelyiltä yleisesti ottaen samat määrät kuin NPK-käsittelyltä (Taulukko 25). Kromin ja lyijyn poistumat BioMetsä-, BioLieteMetsä- ja

Taulukko 24. Kompostikoesarjan heinäurmelle (Heinänurmi I) kokeen perustamisvaiheessa komposteissa ja lannoitteissa lisätyt sekä satojen mukana vuosina 2000-2002 poistetut raskasmetallit (RM-sato).

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus								Fosforin 4 vuoden varastolannoitus								
	g/ha	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
<b>El lannoitusta</b>																	
2000, RM-sato		0,13	0,7	28		2,00	0,50	87									
2001 RM-sato (3 niittoa)		0,08	0,5	17		2,67	0,37	54									
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,13	1,2	37		4,06	0,64	89									
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,34</b>	<b>2,4</b>	<b>82</b>		<b>8,73</b>	<b>1,51</b>	<b>230</b>									
<b>NPK-lannoitus</b>																	
perustaminen 2000*		<0,23	<12	<12	<0,1	<12	<4	<12		<0,39	<20	<20	<0,2	<20	<6	<20	
2000, RM-sato		0,32	1,19	47		2,95	0,90	143		0,26	1,07	41		2,61	0,74	122	
2001 RM-sato (3 niittoa)		0,37	1,62	71		7,53	1,13	222		0,38	1,82	71		7,78	1,30	220	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,33	2,62	73		6,36	1,14	193		0,32	4,41	68		7,11	1,55	178	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>1,02</b>	<b>5,43</b>	<b>192</b>		<b>16,8</b>	<b>3,2</b>	<b>558</b>		<b>0,97</b>	<b>7,29</b>	<b>180</b>		<b>17,5</b>	<b>3,6</b>	<b>521</b>	
<b>Biojätekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 20 t/ha								Kompostia levitetty 40 t/ha							
perustaminen 2000		48	5,0	284	602	1,0	98	241	1998	95	9,8	559	1184	1,9	193	474	3932
2000, RM-sato		0,22	1,00	41		2,26	0,71	117		0,25	1,05	46		2,61	0,95	138	
2001 RM-sato (3 niittoa)		0,30	1,13	72		5,89	1,04	231		0,29	3,23	73		6,80	2,23	239	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,28	3,31	80		5,41	1,36	198		0,24	2,25	72		4,43	1,15	196	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,80</b>	<b>5,44</b>	<b>192</b>		<b>13,6</b>	<b>3,1</b>	<b>547</b>		<b>0,78</b>	<b>6,52</b>	<b>191</b>		<b>13,8</b>	<b>4,3</b>	<b>573</b>	
<b>Biojäte+ Puhdistamolietekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 22 t/ha								Kompostia levitetty 44 t/ha							
perustaminen 2000		92	11,0	775	2393	4,2	355	600	7499	182	21,9	1539	4751	8,4	705	1191	14886
2000, RM-sato		0,18	0,83	39		2,29	0,70	115		0,21	1,01	45		2,55	0,77	144	
2001 RM-sato (3 niittoa)		0,31	1,57	75		6,76	1,30	237		0,31	1,68	76		5,90	1,39	273	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,29	2,41	79		5,77	1,22	211		0,32	3,17	78		5,42	1,35	245	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,78</b>	<b>4,81</b>	<b>193</b>		<b>14,8</b>	<b>3,2</b>	<b>563</b>		<b>0,84</b>	<b>5,86</b>	<b>199</b>		<b>13,9</b>	<b>3,5</b>	<b>662</b>	

\*valmistajan ilmoituksen mukaan

LieteMetsä-kompostilla olivat kuitenkin määrällisesti hieman suuremmat kuin NPK-käsittelyllä. Suuremmalla levitystasolla myös Lietekompostikäsitteilyltä poistui hieman enemmän raskasmetalleja kuin NPK-käsittelyltä. Kasvisadon mukana poistuneiden raskasmetallien määrä ei yleensä muuttunut kompostien levitysmäärän kasvaessa muutamia poikkeuksia lukuunottamatta. Liete-kompostikäsitteilyltä poistuneen lyijyn ja kromin määrä lisääntyi kompostin levitysmäärän kasvaessa, BioLieteMetsäkompostikäsitteilyllä kromia poistui puolestaan vähemmän suuremmalla levitystasolla. Jätekomposteissa lisätyistä raskasmetalleista poistui kahden satokauden aikana prosentuaalisesti eniten sinkkiä, kuparia, kadmiumia ja nikkeliä. Suurimmat prosentuaaliset lisättyjen raskasmetallien poistumat olivat BioLieteMetsä-kompostin alemmalla levitystasolla, jossa lisätyistä sinkistä poistui 25 %, kuparista 22 %, kadmiumista 4 % ja nikkelistä 4 %. Myös Liete-kompostin alemmalta levitystasolta poistui 8 % kadmiumista ja 5 % lisätyistä nikkelistä.

Taulukko 25. Seoskompostikoesarjan heinänummelle (Heinänummi II) kokeen perustamisvaiheessa komposteissa ja lannoitteissa lisätyt sekä satojen mukana vuosina 2001-2002 poistetut raskasmetallit (RM-sato).

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus								Fosforin 4 vuoden varastolannoitus								
	g/ha	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
<b>Ei lannoitusta</b>																	
2001, RM-sato		0,08	0,2	15		0,25	0,11	48									
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,13	0,7	28		2,90	0,54	81									
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,21</b>	<b>0,9</b>	<b>43</b>		<b>3,15</b>	<b>0,65</b>	<b>129</b>									
<b>NPK-lannoitus</b>																	
perustaminen 2001*		<1,6	<39	<9		<0,1	<10	<2	<40		<3,1	<75	<15	<0,1	<15	<4	<76
2001, RM-sato		0,23	0,25	25		0,43	0,16	68		0,25	0,22	26		0,45	0,23	74	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,30	1,53	58		5,20	0,87	181		0,31	1,15	60		4,60	0,85	183	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,54</b>	<b>1,78</b>	<b>83</b>		<b>5,63</b>	<b>1,03</b>	<b>249</b>		<b>0,56</b>	<b>1,37</b>	<b>86</b>		<b>5,05</b>	<b>1,08</b>	<b>257</b>	
<b>Biojätekomposti + Metsät.lietekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 70 t/ha (20+50)								Kompostia levitetty 140 t/ha (40+100)							
perustaminen 2001	<b>125</b>	<b>12,3</b>	<b>247</b>	<b>673</b>	<b>1,8</b>	<b>122</b>	<b>198</b>	<b>2000</b>	<b>248</b>	<b>24,4</b>	<b>489</b>	<b>1334</b>	<b>3,5</b>	<b>242</b>	<b>392</b>	<b>3963</b>	
2001, RM-sato		0,21	0,96	29		1,32	0,45	87		0,28	0,59	30		1,12	0,35	100	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,21	1,23	57		3,80	1,02	190		0,19	1,33	53		3,30	1,14	199	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,42</b>	<b>2,19</b>	<b>86</b>		<b>5,12</b>	<b>1,47</b>	<b>277</b>		<b>0,47</b>	<b>1,92</b>	<b>83</b>		<b>4,42</b>	<b>1,49</b>	<b>299</b>	
<b>Biojäte+Puhdistamoliete+ Metsät.lietekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 58 t/ha (8+50)								Kompostia levitetty 116 t/ha (16+100)							
perustaminen 2001	<b>90</b>	<b>11,8</b>	<b>321</b>	<b>384</b>	<b>1,5</b>	<b>146</b>	<b>97</b>	<b>1075</b>	<b>179</b>	<b>23,4</b>	<b>639</b>	<b>1065</b>	<b>2,9</b>	<b>292</b>	<b>192</b>	<b>2138</b>	
2001, RM-sato		0,18	0,66	27		0,94	0,37	81		0,20	0,64	32		1,69	0,64	110	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,25	2,19	57		4,70	1,02	189		0,24	1,17	58		3,70	1,04	211	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,42</b>	<b>2,85</b>	<b>84</b>		<b>5,64</b>	<b>1,39</b>	<b>270</b>		<b>0,44</b>	<b>1,81</b>	<b>90</b>		<b>5,39</b>	<b>1,68</b>	<b>321</b>	
<b>Puhdistamolietekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 25 t/ha								Kompostia levitetty 50 t/ha							
perustaminen 2001	<b>17</b>	<b>4,5</b>	<b>144</b>	<b>1464</b>	<b>2,79</b>	<b>115</b>	<b>136</b>	<b>3065</b>	<b>34</b>	<b>9,01</b>	<b>286</b>	<b>2908</b>	<b>5,5</b>	<b>229</b>	<b>270</b>	<b>6089</b>	
2001, RM-sato		0,09	0,29	18		0,41	0,13	54		0,09	0,14	20		0,40	0,21	61	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,25	1,30	57		4,90	0,86	196		0,23	2,20	55		4,60	1,17	224	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,34</b>	<b>1,59</b>	<b>75</b>		<b>5,31</b>	<b>0,99</b>	<b>250</b>		<b>0,32</b>	<b>2,34</b>	<b>75</b>		<b>5,00</b>	<b>1,38</b>	<b>285</b>	
<b>Puhdistamoliete+ Metsät.lietekomposti</b>																	
		Kompostia levitetty 63 t/ha (13+50)								Kompostia levitetty 125 t/ha (25+100)							
perustaminen 2001	<b>82</b>	<b>13,0</b>	<b>163</b>	<b>922</b>	<b>2,35</b>	<b>103</b>	<b>121</b>	<b>2132</b>	<b>162</b>	<b>25,7</b>	<b>324</b>	<b>2140</b>	<b>4,7</b>	<b>205</b>	<b>241</b>	<b>4254</b>	
20010, RM-sato		0,15	0,39	26		0,60	0,32	88		0,20	0,62	33		0,90	0,54	112	
2002 RM-sato (3 niittoa)		0,27	1,22	59		4,40	1,08	219		0,24	1,46	60		4,30	1,27	233	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,42</b>	<b>1,61</b>	<b>85</b>		<b>5,00</b>	<b>1,40</b>	<b>307</b>		<b>0,45</b>	<b>2,08</b>	<b>93</b>		<b>5,20</b>	<b>1,81</b>	<b>345</b>	

\*valmistajan ilmoituksen ja kaksoissuperfosfaatin määrityksen mukaan

## APILAHEINÄNURMI

Apilaheinänurmi I-kokeen raskasmetallisadot olivat keskimäärin suurimmat karjanlantakompostilla ja biojättekompostilla pienimmät (Taulukko 26). Valtaosa komposteissa lisätyistä raskasmetalleista jäi viljelymaahan ja käsittelemättömän 0-kontrollin raskasmetallisadot olivat yllättävänkin korkeita. Raskasmetallien satopoistuma oli suurinta kadmiumin osalta BioLiete-kompostin pienemmällä ja Lanta-kompostin suuremmalla levitystasolla. Käsittelemättömään 0-kontrolliin verrattuna kromia poistui eniten Lanta-kompostin pienemmältä ja lyijyä suuremmalta levitystasolta. Bio-kompostikäsitteilyltä poistui vähän sekä kuparia että nikkeliä, kun taas eniten nikkeliä poistui käsittelemättömältä 0-kontrollilta. Kompostien levitystasojen välillä raskasmetallisadoissa oli vain vähän eroja. Nikkelin kasvisadossa poistunut määrä väheni Bio- ja BioLiete-kompostin levitysmäärän kasvaessa. Bio-kompostilla myös kuparin ja sinkin poistunut määrä väheni kompostin levitysmäärän kasvaessa, mutta Lanta-kompostikäsitteilyltä poistunut lyijyn määrä nousi levitysmäärän noustessa. Komposteissa lisättyjen raskasmetallien prosentuaalinen poistuma oli keskimäärin suurinta Lanta-kompostikäsitteilyllä ja jätekompostit olivat likimain samaa tasoa. Komposteissa lisätyistä raskasmetalleista prosentuaalisesti eniten sadossa poistui sinkkiä, kuparia, kadmiumia ja nikkeliä.

Apilaheinänurmi II-kokeen raskasmetallisadot olivat keskimäärin suurimmat BioLieteMetsä-kompostilla ja pienimmät Lanta-kompostilla (Taulukko 27). Valtaosa komposteissa lisätyistä raskasmetalleista jäi viljelymaahan ja käsittelemättömän 0-kontrollin raskasmetallisadot olivat yleisesti samalla tasolla kuin kompostikäsitteilyilläkin, nikkelin satopoistuma oli jopa suurin 0-kontrollikäsitteilyllä. Jätekompostikäsitteilyiltä poistui kuparia ja sinkkiä enemmän kuin käsittelemättömältä 0-kontrollilta. Lanta-kompostikäsitteilyltä poistui nikkeliä vähemmän kuin jätekomposti- tai 0-kontrollikäsitteilyiltä, myös sinkin poistuma oli muita käsittelyjä pienempi. BioMetsä-kompostin suuremmalta levitystasolta poistui muita käsittelyjä enemmän kromia, ja myös enemmän kuin kompostin pienemmältä levitysmäärältä. Kaikilla kompostikäsitteilyillä nikkelin poistuma väheni ja sinkin poistuma kasvoi kompostien levitystason kasvaessa. Komposteissa lisätyistä raskasmetalleista prosentuaalisesti eniten sadossa poistui sinkkiä, kuparia, nikkeliä ja kadmiumia.

Taulukko 26. Kompostikoesarjan apilaheinänurmelle (Apilanurmi I) kokeen perustamisvaiheessa komposteissa lisätyt sekä satojen mukana vuosina 2000-2002 poistetut raskasmetallit (RM-sato).

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus								Fosforin 4 vuoden varastolannoitus								
	g/ha	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
<b>Ei lannoitusta</b>																	
2000, RM-sato		0,06	0,11	17		0,55	0,13	102									
2001 RM-sato (2 niittoa)		0,26	0,74	69		6,91	0,65	305									
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,21	1,03	65		5,62	0,49	270									
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,53</b>	<b>1,88</b>	<b>152</b>		<b>13,1</b>	<b>1,27</b>	<b>677</b>									
<b>Karjanlantakomposti</b>																	
perustaminen 2000	9	1,9	105	343	0,7	59	40	1740	17	3,6	206	673	1,3	116	78	3411	
2000, RM-sato		0,07	0,17	23		0,55	0,13	124		0,09	0,15	26		0,57	0,17	145	
2001 RM-sato (2 niittoa)		0,23	0,68	53		5,12	0,61	257		0,27	0,81	51		5,04	0,78	269	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,23	1,39	64		4,97	0,59	282		0,25	1,13	60		4,59	0,73	281	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,52</b>	<b>2,25</b>	<b>140</b>		<b>10,6</b>	<b>1,33</b>	<b>663</b>		<b>0,62</b>	<b>2,08</b>	<b>138</b>		<b>10,2</b>	<b>1,68</b>	<b>695</b>	
<b>Biojätekomposti</b>																	
perustaminen 2000	87	3,6	212	466	0,7	84	391	2064	170	7,1	415	911	1,5	164	765	4039	
2000, RM-sato		0,09	0,17	27		0,64	0,17	158		0,15	0,18	32		0,82	0,19	194	
2001 RM-sato (2 niittoa)		0,20	0,58	52		4,92	0,54	243		0,18	0,71	38		3,49	0,54	184	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,28	0,91	65		4,77	0,48	288		0,19	0,80	51		3,57	0,42	223	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,57</b>	<b>1,65</b>	<b>144</b>		<b>10,3</b>	<b>1,19</b>	<b>688</b>		<b>0,52</b>	<b>1,69</b>	<b>121</b>		<b>7,9</b>	<b>1,15</b>	<b>600</b>	
<b>Biojäte+Puhdistamolietekomposti</b>																	
perustaminen 2000	22	3,1	233	784	1,2	114	175	2265	44	6,0	458	1538	2,4	223	344	4446	
2000, RM-sato		0,08	0,15	25		0,64	0,16	132		0,08	0,16	24		0,96	0,16	134	
2001 RM-sato (2 niittoa)		0,27	0,81	64		7,42	0,69	286		0,24	0,99	62		5,76	0,80	271	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,27	0,91	64		5,57	0,45	268		0,26	0,92	59		4,94	0,46	262	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,62</b>	<b>1,87</b>	<b>152</b>		<b>13,6</b>	<b>1,30</b>	<b>686</b>		<b>0,58</b>	<b>2,06</b>	<b>145</b>		<b>11,7</b>	<b>1,42</b>	<b>668</b>	

Taulukko 27. Seoskompostikoesarjan apilaheinänurmelle (Apilanurmi II) kokeen perustamisvaiheessa komposteissa lisätyt sekä satojen mukana vuosina 2001-2002 poistetut raskasmetallit (RM-sato).

	Fosforin 2 vuoden varastolannoitus								Fosforin 4 vuoden varastolannoitus								
	g/ha	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
<b>Ei lannoitusta</b>																	
2001, RM-sato		0,11	0,17	19		0,45	0,11	127									
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,19	0,81	62		9,67	0,42	294									
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,31</b>	<b>0,98</b>	<b>81</b>		<b>10,1</b>	<b>0,53</b>	<b>421</b>									
<b>Karjanlantakomposti</b>																	
perustaminen 2001	18	2,0	50	243	1,1	40	76	1093	35	4,0	99	481	2,1	80	150	2163	
2001, RM-sato		0,09	0,32	26		0,55	0,13	131		0,12	0,26	31		0,35	0,15	173	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,17	0,71	54		6,13	0,38	243		0,16	0,77	54		4,58	0,38	242	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,26</b>	<b>1,03</b>	<b>79</b>		<b>6,68</b>	<b>0,51</b>	<b>374</b>		<b>0,27</b>	<b>1,03</b>	<b>85</b>		<b>4,93</b>	<b>0,53</b>	<b>415</b>	
<b>Biojätekomposti + Metsät.lietekomposti</b>																	
perustaminen 2001	86	7,9	183	496	1,3	100	167	1598	169	15,7	361	982	2,6	197	330	3124	
2001, RM-sato		0,10	0,26	32		0,63	0,18	169		0,13	0,33	33		0,44	0,16	189	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,17	0,81	64		7,52	0,41	282		0,17	0,97	64		5,13	0,44	293	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,26</b>	<b>1,07</b>	<b>96</b>		<b>8,15</b>	<b>0,59</b>	<b>451</b>		<b>0,30</b>	<b>1,30</b>	<b>96</b>		<b>5,57</b>	<b>0,60</b>	<b>482</b>	
<b>Biojäte+Puhdistamoliete+ Metsät.lietekomposti</b>																	
perustaminen 2001	60	7,2	214	336	1,1	104	73	947	118	14,4	428	669	2,2	206	145	1885	
2001, RM-sato		0,15	0,25	32		0,65	0,17	183		0,18	0,20	35		0,79	0,16	206	
2002 RM-sato (2 niittoa)		0,21	0,84	69		9,12	0,41	312		0,22	0,93	68		6,80	0,43	317	
<b>RM-sato yhteensä</b>		<b>0,36</b>	<b>1,09</b>	<b>100</b>		<b>9,77</b>	<b>0,58</b>	<b>495</b>		<b>0,39</b>	<b>1,13</b>	<b>103</b>		<b>7,59</b>	<b>0,59</b>	<b>523</b>	

## 4 Tulosten yhteenveto ja tarkastelu

### 4.1 Kompostien laatu

Tutkittujen kompostointilaitoksissa tuotettujen biojäte- ja lietekompostien kemiallinen ja fysikaalinen laatu täytti niille lainsäädännöllä asetetut vaatimukset (MMMp 21.1.1994/46). Kompostien raskasmetallipitoisuudet jäivät murto-osaan, suurimmillaan kadmiumin, kuparin ja sinkin kohdalla kolmannekseen sallituista pitoisuuksista. Näistä kupari ja sinkki ovat hivenravinteita, joiden saanti on kasveille välttämätöntä, ja ne poistuvat maasta sadon mukana muita raskasmetalleja tehokkaammin eivätkä jää kuormittamaan maata. Joissakin tapauksissa puhdistamolietekompostien käytöstä aiheutuva raskasmetallikuormitus saattaa ylittää puhdistamolietteen käytöstä aiheutuvalle raskasmetallikuormitukselle säädetyt rajat (VNp 14.4.1994/282).

Kompostien kypsyttä tarkasteltiin ammoniumtypen ja nitraattitypen suhteen avulla ja kompostointilaitoksilla toteutetussa kypsymisen seurannassa lisäksi kompostien hiili-tyyppi suhdetta, lämpötilaa ja hapen ja hiilidioksidin pitoisuuksia mittaamalla ja kasvatuskokeessa. Kenttäkokeissa käytetyistä komposteista suurin osa oli lähes kypsiä, mutta joukkoon mahtui pari selvästi keskeneräistäkin tuotetta. Kenttäkokeissa ei kuitenkaan havaittu fytotoksiisuutta. Käyttökelpoisin kypsymisen määrittäminen oli ammoniumtypen ja nitraattitypen suhteen määrittäminen.

Kompostointilaitoksilla toteutetussa kypsyysseurannassa kartoitettiin erilaisen kompostointilaitosten (rumpu/kaukalo-, kenttä-, rumpu- ja tunnelikompostointi) eri-ikäisten biojäte- ja lietekompostien kypsyttä (horisontaalikartoitus) ja kahdella kompostointilaitoksella (rumpu/kaukalo- ja tunnelikompostointi) biojäte- ja biojätelietekompostien kypsymistä (vertikaalikartoitus). Suuri osa horisontaalikartoituksessa tutkituista komposteista kypsyi hitaasti. Tähän oli syynä hapen puute, mikä johtui joko liian tiivistä, liian suurista tai muusta syystä toimimattomista kypsytsaumaratkaisuista. Kompostin kypsyminen on kompostoinnin hitain vaihe, joten sen kestolla on taloudellista merkitystä. Vertikaalikartoituksessa selvitetttiinkin mahdollisuuksia nopeuttaa kompostin kypsymistä parantamalla aumarakennetta tukiainelisäysten avulla. Hankkeessa kehitetyn kompostien kypsymisaumojen lämpötilan ja hapen- ja hiilidioksidin pitoisuusmittauksiin perustuvan kompostin kypsymisen seurantamenetelmän avulla voitiin osoittaa tukiainelisäyksen nopeuttavan kompostin kypsymistä. Kehitettyssä kompostin kypsymisen seurantamenetelmässä onkin potentiaalia kompostointilaitosten laatu järjestelmän perustaksi lähitulevaisuudessa, kun puhdistamolietedirektiivin päivitys ja biojätedirektiivi (Puolanne 2002) astuvat voimaan. Euroopan yhteisön eläinjäteasetus (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002/1774) ja sen pohjalta laadittavat kansalliset säädökset tulevat jatkossa myös oleellisesti vaikuttamaan

kompostointilaitosten toimintaan ja sitä kautta myös parantamaan kompostituotteiden laatua.

## 4.2 Kompostien käytön hyödyt ja haitat

Kompostikokeessa selvitettiin biojäte- ja lietepohjaisten maanparannuskompostien lannoitus-, maanparannus- ja ympäristövaikutuksia ohran, heinänuurmen ja apilanurmen viljelyssä. Seoskompostikokeessa selvitettiin mahdollisuuksia lisätä maanparannuskompostien käyttömääriä tuotekehittelyn kautta ja tutkittiin siitä mahdollisesti aiheutuvia hyötyjä ja haittoja ohran ja nurmien viljelyssä.

Maan pieneliöstöllä on keskeinen asema maan biologisen kasvukunnan hoidossa (Palojärvi ym. 2002). Maanparannuskompostit ovat erinomainen orgaanisen aineksen ja ravinteiden lähde maaperän pieneliöstölle ja viljelykasveille. Viljan viljelyn päätuotantoalueella, lounaisen Suomen savimailla, maan biologisesta viljavuudesta huolehtiminen on erityisen tärkeää. Orgaanisen yhdyskuntajätteen laitoskompostointi on vielä varsin nuorta toimintaa Suomessa eikä niiden tuottamia jätekomposteja ole tässä mittakaavassa aikaisemmin tutkittu peltoviljelykokeissa.

### OHRA

Ohran kompostikokeessa levitetyt kompostimäärät olivat suuremmat Bio-kompostia käytettäessä kuin BioLiete-kompostilla. Kompostit annosteltiin ennakkonäytteiden analyysitulosten perusteella kahdeksi ja neljäksi vuodeksi maatalouden ympäristötukiehtojen mukaisena fosforin varastolannoituksena. Kompostien levityshetkellä otetut uudet kompostinäytteet osoittivat todelliseksi käyttömääräksi noin kuuden ja puolen vuoden annoksen molemmilla komposteilla. Kompostien käytön ohjeistus sallii tätäkin suuremman annostelupätarkkuuden (MMMp 21.1.1994/46). Kompostien fosforiperusteinen maatalouden ympäristötukiehtojen mukainen todellinen käyttömäärä oli Bio-kompostilla 48 m<sup>3</sup>/ha/4v. (16,4 tn ka) ja BioLiete-kompostilla 28 m<sup>3</sup>/ha/4v. (8,9 tn ka). Metsäteollisuuslietteeseen seostetuilla komposteilla yhteiskäyttömäärät olivat BioMetsä-kompostilla 80 m<sup>3</sup>/ha/4v. (16,4 tn ka), BioLiete-Metsä-kompostilla 67 m<sup>3</sup>/ha/4v. (13,2 tn ka) ja Liete-kompostilla 65 m<sup>3</sup>/ha/4v. (11,8 tn ka). Seostamalla biojäte- ja lietekomposteja metsäteollisuuslietekompostin kanssa fosforisuhteessa 1:1 voitiin kompostien kuiva-aineperusteista kokonaiskäyttömäärää nostaa BioLiete-kompostilla 48% ja Liete-kompostilla 153% (4,64 tn ka/ha/4v. → 11,75 tn ka/ha/4v.).

Komposteissa annettiin runsaasti kokonaistyyppä ja -fosforia, mutta niukasti liukoista tyyppä ja fosforia. Kompostien levitysvuonna, jolloin viljely perustui kompostien ja maan ravinteiden hyväksikäyttöön, kasvusto- ja satoanalyysit osoittivat kompostikäsitellyissä voimakasta kasvuvoiman ja ravin-

teiden puutetta. Kompostien käyttövuotta seuraavina vuosina annettu suositusten mukainen mineraalityypilannoitus nosti kompostiruutujen sadon ja ravinteiden oton vähintään samalle tasolle kuin tavanomaisia NPK-lannoitteita saaneilla ruuduilla. Maa-analysein havaittiin vain hyvin lievä liukoisen typen pitoisuuden nousu kasvukauden 2001 syksyllä, seoskompostien levitysvuonna. Maanparannuskomposteja käytettäessä tarvitaan typpi-täydennyslannoitusta kilpailukykyisen satotason saavuttamiseksi, sillä kompostien omat typpiavarat eivät vapaudu Suomen oloissa riittävän nopeasti. Muista ravinteista sinkin pitoisuus nousi kompostiruuduissa selvästi. Mäkelä-Kurto & Sippola (1995) totesivat myös, että aumakompostoitujen biojätekompostien lannoitusarvo typen osalta oli vähäinen ja hyvä satotulos edellytti typpilisäystä. Ohran astiakokeessa tärkeämpiä biojätekompostin tuomia ravinteita olivat fosfori ja kalium.

Kompostien käyttömäärät olivat suhteellisen pieniä (9-136 m<sup>3</sup>/ha/4v.; 4,6-16,4 tn ka/ha/4v.) ja kun kompostien orgaanisesta aineksesta vielä suurin osa hajoaa maassa nopeasti, kompostien käytöstä aiheutuvia mitattavia fysikaalisia maanparannusvaikutuksia ei voitu havaita.

Komposteja käytettäessä maahan joutuu kerralla suuria määriä ravinteita ja aina jonkin verran myös raskasmetalleja. Ne ovat pääasiassa liukenemattomassa muodossa, mutta suotuisissa oloissa niitä voi vapautua. Maan liukoisesta fosforin pitoisuudessa ei havaittu eroja kompostikäsitteilyjen ja NPK-kontrolliruutujen välillä. Liukoisen typen vapautuminen suotuisissa oloissa vuoden 2001 syksyllä lisäsi nitraatin huuhtoutumisriskiä hyvin lievästi, suurimmillaan n. 2 kg/ha. Sadon mukana poistui lähinnä sinkkiä ja kuparia ja oljissa kadmiumia, kolmen vuoden aikana enimmillään noin viidennes lisäystä. Nikkeli ja varsinkin lyijy ja kromi jäivät lähes kokonaan maahan.

## NURMET

Nurmikokeissa jätekompostit vaikuttivat maan fosforipitoisuuksiin samalla tavalla kuin NPK-lannoitteet tai Lanta-komposti. Myöskään jätekompostien käytön vaikutus maan kokonaistypen tai liukoisen typen pitoisuuksiin ei eronnut selkeästi kontrollikäsitteilyjen vaikutuksesta nurmikokeilla. Liukoisen typen pitoisuus oli nurmilla kompostien levitysvuoden syksyllä sitä suurempi, mitä suurempi oli saman vuoden keväällä annettu kokonaistypin määrä. Seuraavana keväänä lisäystä havaittiin vain seoskomposteilla perustetulla heinänurmikokeella, joka sai suurimmat kokonaistypin määrät komposteissa. Seoskompostikäsitteilyissä tuli huomattavan suuri typpimäärä Metsäkompostin mukana, eikä typpimäärää säädelty kasvin tarpeita vastavaksi, kun kompostien annostelu tehtiin fosforitasojen perusteella. Heinänurmien maan ammoniumin ja nitraatin pitoisuus nousi hieman suurimman kokonaistypin määrän saaneilla kompostikäsitteilyillä kompostien levitystä seuraavana syksynä ja seuraavana keväänä otetuista maanäytteistä tehtyjen määritysten pe-

rusteella, kun taas apilanurmilla maan nitraattipitoisuus nousi vasta viimeisenä syksynä, kaksi tai kolme kasvukautta kompostien käytön jälkeen.

Jätekompostia saaneiden nurmien sadot olivat kompostien levitysvuonna yleisesti yhtä hyvät tai hieman paremmat kuin vertailukäsittelyillä. Vain vähiten tyypeä sisältänyttä Liete-kompostia saaneilla ruuduilla suojaviljasadot jäivät pienemmiksi. Myöhemminä satovuosina heinänurmen satotulos kasvoi annetun typpimäärän kasvaessa. Apilaheinänurmella kompostikokeessa ensimmäisenä varsinaisena satovuonna seoskasvuston sato oli sitä pienempi, mitä enemmän jätekomposteissa oli annettu kokonaistyypeä, mutta lantakompostin typen vaikutus ei näkynyt samalla tavalla. Toisena satovuonna 2002 eri koejäsenten puna-apilan sadot olivat samansuuruiset, mutta heinä kuiva-aine- ja typpisato jäivät jätekompostia saaneilla ruuduilla edelleen pienemmiksi kuin Lanta-kompostikäsittelyllä. Seoskompostikokeen apilaheinänurmella vuonna 2002 seoskasvuston kuiva-ainesato, typpisato ja fosforisato olivat jätekompostien vaikutuksesta Lanta-kompostia suuremmat. Komposteissa annettu suuri typpimäärä näytti haittaavan puna-apilaa etenkin alkukesällä, kun taas heinä yleensä menestyi seoksessa paremmin kun komposteissa annettu typpimäärä kasvoi.

Lanta-kompostin tyyppi oli ilmeisesti paremmin kasveille käyttökelpoista kuin jätekompostien tyyppi. Puna-apilan typensidonta heikkenee ja sen kilpailukyky seoskasvustossa huononee jos maassa on runsaasti tyypeä saatavilla. Puna-apilan typensidontaa ja sen kautta maahan tulleen typen määrää ei tässä tutkimuksessa mitattu. Palkokasvien typensidonnaksi 9 tonnin kuiva-ainesatotasolla ja 40 % palkokasvipitoisuudella on arvioitu noin 130 kg ha<sup>-1</sup> ja 80 % palkokasvipitoisuudella noin 260 kg ha<sup>-1</sup> (Granstedt 1996). Syksyllä ja keväällä tehtyjen maan typpianalyysien tulosten perusteella koekäsittelyjen välillä ei ollut selkeitä eroja. Satotulosten perusteella kuitenkin näyttää siltä että puna-apila kärsi jätekompostien käytöstä enemmän kuin lantakompostin käytöstä. Jätekompostien käytöllä voi olla niissä annetun typpimäärän lisäksi myös muita puna-apilan kasvua haittaavia vaikutuksia, jotka eivät tässä tulleet esille.

Typen tasetarkastelun perusteella heinänurmikokeilla annetusta kokonaistyypestä poistui sadon mukana sitä pienempi osuus mitä enemmän tyypeä annettiin. Kun tyypeä annettiin täydennyslannoituksessa perustamisvuoden jälkeen runsaasti, oli typen poistuma vain hieman täydennystypen määrää suurempi. Kun typpitäydennyksenä annettiin puolet säilörehuksi tuotettavan heinänurmen typpitarpeesta ensimmäisenä satovuonna, oli typpisadon määrä selvästi kemiallista typpilisäystä suurempi. Todennäköisesti pienempi typpilisäys oli lähempänä oikeaa kuin maksimimäärinä kompostikokeen heinänurmille annettu typpilisäys. Kompostien typpilannoitusvaikutuksen ja typen lisästarpeen arviointi on varsin vaikeaa, etenkin kompostien käyttövuoden jälkeisinä vuosina. Sikora (1998) täydensi yhdyskuntajätekompostien typpilannoitusta kemiallisilla typpilannoitteilla ja havaitsi että kohtuullisen



pienellä typpitäydennyksellä jätekompostien avulla oli mahdollista saavuttaa jopa hieman parempi ruokonadan (*Festuca arundinacea*, Schreb. (*F. elatior* L.)) sato kuin kemiallisella lannoituksella. Ruokonadan komposteista saama typpilannoitus ensimmäisen vuoden aikana vastasi vain noin 10 % kompostien orgaanisen typen määrästä.

Apilanurmikokeilla sadon mukana poistuneen typen määrä oli sitä pienempi mitä suurempi oli jätekomposteissa annettu typpimäärä. Syynä tähän oli apilan kilpailukyvyyn ja sadontuoton heikentyminen. Apilanurmi kärsi jätekompostien aiheuttamasta maan korkeasta typpipitoisuudesta etenkin alkukesällä. Mitä vähemmän typpeä tarjottiin kompostien mukana, sen paremmin puna-apila menestyi. Fosforin neljän vuoden varastolannoituksen perusteella määritetty jätekompostien levitystaso oli ilmeisesti liian suuri apilaheinänurmelle. Lantakompostissa annettu suurin typpimäärä ei kuitenkaan näyttänyt heikentävän apilanurmen kasvua. Yleisesti parhaiten puna-apilan ja heinän seoskasvusto menestyi niillä koeruuduilla, joille annettiin vähiten typpeä.

Hankkeessa ei rajoitettu kompostien käyttömääriä nitraattidirektiivin (VNA 9.11.2000/931) mukaan, vaan komposteissa annetut kokonaistyppimäärät ylittivät yleensä nitraattidirektiivin asettamat rajat. Ensimmäisen vuoden aikana kompostikäsitteilyille annettiin ainoastaan kompostien sisältämä typpi. Kun kompostikäsitteilyiltä ensimmäisen vuoden aikana sadon mukana poistuneesta typpimäärästä vähennetään täysin käsittelemättömältä kontrolliruudulta sadon mukana poistunut typpimäärä, saadaan arvio komposteista ensimmäisen vuoden aikana vapautuneella tyvellä tuotetusta typpisadosta. Tämän ensimmäisen vuoden aikana ns. kompostitypellä tuotetun typpisadon osuus komposteissa annetusta kokonaistypestä oli suurin biojätekompostilla ja silläkin maksimissaan vain 12 %. Alhaisinta jätekompostien typen hyödyntäminen oli biojätepuhdistamolietekompostilla, enimmillään noin 6 %. Tässä tarkastelussa myös naudantalakomposti oli yllättävän tehotonta levitysvuoden aikana, noin 5 % kokonaistypestä poistui suojaviljassa ensimmäisenä vuonna.

Fosforisadossa ei ollut eroja kun maan ja kasvuston typpitila oli turvattu. Ainostaan puhdistamolietekompostin tuottama fosforisato oli muita käsitteilyjä pienempi etenkin perustamisvuonna, mutta tämä johtunee siitä, että siinä annettu typpimäärä oli selvästi muita käsitteilyjä pienempi. Vaikka fosforia annettiin komposteissa suuriakin määriä, ei maan fosforin viljavuusluokka muuttunut nurmikokeilla apilanurmen kompostikoetta lukuunottamatta. Näyttäisikin siltä että kasvi saa maan fosforivarannosta otettua sen minkä tarvitsee, kunhan typen saanti on turvattu. Fosforin saanti ei siis ollut sadonmuodostuksen minimitekijä näillä koepaikoilla.

Jätekomposteilla ei havaittu maanparannusvaikutusta käytetyillä kompostimäärillä kahden tai kolmen vuoden kuluttua kompostien käytöstä. Jätekomposteilla ei myöskään ollut vaikutusta maan raskasmetallipitoisuuksiin. Kas-

visadon mukana raskasmetalleja poistui heinänurmillä likimain saman verran kuin vertailulannoituksella. Jätekomposteilla lannoitetulta apilaheinänurmelta poistui hieman vähemmän raskasmetalleja kuin lantakompostikäsitteilyltä. Metsäteollisuuslietteeseen seostetuilla jätekomposteilla lannoitetuilta nurmilla poistui puolestaan keskimäärin hieman lantakompostikäsitteilyä enemmän raskasmetalleja sadon mukana. Seostettujen kompostien mukana annetut raskasmetallien määrätkin olivat hieman suuremmat.

Jätekompostien seostaminen metsäteollisuuslietekompostiin oli tässä hankkeessa varsin hyödytöntä tai jopa haitallista. Jätekompostien seostamiseen käytetyllä metsäteollisuuden lietekompostilla oli yllättävän suuri typpipitoisuus ja myös sen kadmiumpitoisuus oli varsin korkea. Tässä hankkeessa käytetty metsäteollisuuslietekomposti ei ollut soveliaista jätekompostien seostukseen, vaikka fosforiperusteisia seoskompostien käyttömääriä saatiinkin nostettua.

### **4.3 Lisäselvitystarpeet**

Kompostien sisältämien ravinteiden vapautuminen maassa kompostien levitysvuoden ja sitä seuraavien vuosien aikana vaatii lisäselvityksiä. Typen ja fosforin liikkeiden seuraaminen suoraan maasta useammin kasvukauden aikana tehtävin analyysin antaisi tarkempaa tietoa kompostiravinteiden vapautumisesta maassa. Maan prosessit ovat monitahoinen ja hankala vuorovaikutusten verkko, mutta tiheämmät maanäytteenotot kasvukauden aikana tarkentaisivat selvästi tämän hankkeen antamaa tietoa jätekompostien ravinteiden käyttökelpoisuudesta.

Jätekompostien ravinteista vapautuu typpeä ja fosforia, mutta tarvittavan täydennyslannoituksen määrää tulisi selvittää tarkemmissa jatkotutkimuksissa. Tulevaisuudessa viljelijän mahdollinen halukkuus käyttää turvallisiksi todettuja orgaanisesta yhdyskuntajätteestä tuotettuja komposteja riippuu todennäköisesti ratkaisevasti kompostin käytöstä odotettavissa olevasta hyödyistä. Kyseisen kompostierän ravinteiden käyttökelpoisuudesta tulisi olla luotettavaa tietoa, jotta viljelijä voisi ottaa ravinteet huomioon viljelysuunnitelmassaan ja tarvittaessa täydentää jätekompostin ravinnevaikutusta muilla lannoitusaineilla.

Kompostien pitkäaikaisessa toistuvassa käytössä maahan tuodaan runsaasti orgaanista typpeä. Tähän liittyy kohonnut nitraatin huuhtoutumisriski sellaisissa olosuhteissa, jotka edistävät orgaanisen typen mineraloitumista. Kompostien käytön pitkäaikaisvaikutuksiin tulisikin jatkossa kiinnittää enemmän huomiota.

Suomessa Lounais-Suomen savimaat ovat pitkään jatkuneen yksipuolisen viljanviljelyn seurauksena erityisesti orgaanisen aineksen lisäyksen tarpeessa.

Monipuolinen viljelykierto parantaa maan kasvukuntoa, mutta myös jätekompostien käytöllä voisi lisätä maan orgaanista ainetta ja parantaa kasvuolosuhteita. Jätekompostien käyttömahdollisuudet erityisesti savimaan viljanviljelyalueella tulisi selvittää.

## 5 Johtopäätökset

Nitraattidirektiivi rajoittaa maanparannuskompostien käyttömäärää ja se rinnastaa maanparannuskompostit karjanlantaan, jolloin niiden vuotuinen kokonaistyyppien perustuva käyttömäärä jää pieneksi. Tässä tutkimuksessa kompostien levitysmääriä ei kuitenkaan rajoitettu nitraattidirektiivin mukaisesti. Kompostit annosteltiin kokeita perustettaessa fosforin varastolannoituksena ja annetut typpimäärät ylittivät monesti nitraattidirektiivin asettaman kokonaistyyppien käyttörajan. Kypsien kompostien ravinteet ovat niukkaliukoisia, ja ravinteiden vapautuminen on varsin hidasta. Tutkimuksessa havaittiin, että kompostien levitysvuoden aikana komposteista vapautuvan typen määrä oli pieni ja lannoitusvaikutus heikko. Nurmenviljelyssä jätekompostien tyyppi voi riittää perustettavalle nurmen suojaviljalle kompostien käyttövuoden aikana, mutta myöhempinä vuosina komposteista vapautuva tyyppi ei todennäköisesti riitä nurmen tarpeeseen. Apilapitoisen luomunurmen viljelyssä typen hidasta vapautuminen voi puolestaan olla hyödyllistä. Maanparannuskomposteja käytettäessä typpilannoitus on annosteltava viljelykasvin tarpeiden mukaan ja kompostin ravinteiden heikompi liukoisuus on otettava huomioon. Nitraattidirektiivin mukaisilla kompostien käyttömäärillä jätekompostien käytöstä odotettavissa olevat typpilannoitusvaikutukset ovat yleensä varsin pienet. Kokonaistyyppipitoisuus ei ole relevantti kompostien käyttömääriä säätelevä ominaisuus, koska typen vapautuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon on niin vähäistä. Tulevaisuudessa tulisi mahdollistaa typen kemiallinen täydennyslannoitus hitaasti vapautuvaa tyyppiä sisältäviä jätekomposteja käytettäessä.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella kypsät maanparannuskompostit voitaisiin annostella maatalouden ympäristötukiehtojen mukaisesti fosforin varastolannoituksena enintään neljäksi vuodeksi ilman haitallisia ympäristövaikutuksia. Komposteista saadaan viljelykasvien tarvitsema fosfori, mutta kilpailukykyisiin satoihin pääsemiseksi tarvitaan typpitäydennys. Etenkin puhdistamolietettä sisältäviä komposteja voi kuitenkin suositella käytettäväksi vain mailla, joilla on suhteellisen alhainen fosforin viljavuusluokka. Tämän tutkimuksen perusteella jätekompostien seostaminen runsaasti kokonaistyyppiä sisältävään metsäteollisuuslietteestä valmistettuun kompostiin ei osoittautunut hyödylliseksi, erityisesti koska kokonaistyyppimäärän asettama käyttöraja on ongelmana jo pelkkien jätekompostien käytön yhteydessä.

Tässä tutkimuksessa käytetyillä kompostimäärillä ei havaittu mitattavia muutoksia maan orgaanisen aineksen pitoisuudessa, kationinvaihtokapasiteetissa tai vedenpidätyskyvyssä. Lyhytaikaisessa käytössä sekä kompostien hyödylliset maanparannusvaikutukset että haitalliset ympäristövaikutukset jäivät pieniksi. Jatkuvassa käytössä erityisesti kompostien kokonaistypestä vapautuva huuhtoutumiselle altis nitraatti ja raskasmetallikuormitus maahan saattavat muodostua riskitekijöiksi. Maanparannuskompostien jatkuvan, parin vuoden välein toistuvan käytön pitkäaikaisvaikutukset tulee selvittää.

Maatalouden alkutuotannon tuotantopanosteollisuudelta edellytetään lähitulevaisuudessa laatuajärjestelmää. Myös laitoskompostoinnin laatuajärjestelmä on vasta muotoutumassa, mutta se kehittyy nopeasti. Tuore Euroopan yhteisön eläinten sivutuoteasetus (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002/1774) säätää tiukat rajoitukset eläinperäisen jätteen kompostoinnille ja kompostoidun jätteen käyttökohteille. Asetuksella ehkäistään ihmis- ja eläintautien leviäminen. Asetuksen soveltamisalaan kuuluvia jätteitä ovat ruokajäte, jos toimivaltainen viranomaiskatsoo siihen liittyvän ihmis- tai eläintautien riskiä, ja entiset elintarvikkeet sekä lanta. Soveltamisalaan ei kuulu jätevedenpuhdistamojen liete. Asetuksen mukaan kompostointilaitoksessa tulee käyttää suljettua menetelmää tai toista menetelmää, jossa on määrätty lämpötila ja käsittelyaika. Kompostoinnin lopputuotteen on oltava puhdasta indikaattoribakteereista (*Salmonella*, enterobakteerit) varastoinnin aikana ja aineksen uudelleensaastuminen on estettävä.

Nykyisellään kompostointilaitosten toiminta ei yleisesti täytä eläinjäteasetuksen asettamia vaatimuksia. Eläinten sivutuoteasetuksen perusteella laadittavien kansallisten säädösten ohjaamana kompostointilaitosten toiminta tulee tehostumaan tulevaisuudessa tai vaihtoehtoisesti eläinperäistä jätettä sisältävien kompostien käyttökohteena tulee olemaan ainoastaan kaatopaikkojen maisemointi tai täyteaineena käyttö. Tässä hankkeessa kehitetty hapen ja hiilidioksidin pitoisuuksien ja lämpötilan mittaamiseen perustuva kompostin kypsymisen seurantamenetelmä soveltuu hyvin kompostointilaitosten laatuajärjestelmän osaksi kompostin kypsymisen laadunvalvontaan ja dokumentointiin.

Tässä tutkimuksessa käytetyt jätekompostit soveltuivat fosforilannoitteeksi viljan ja rehunurmen viljelyyn. Käytön haitalliset vaikutukset todettiin pieniksi, mutta jätekompostien käyttö kasvinviljelyssä edellyttää typpilannoituksen täydentämistä epäorgaanisilla lannoitteilla. Tämän hetkisessä tilanteessa eläinperäistä jätettä sisältävien kompostien käyttökohteiksi voi kuitenkin EU:n eläinten sivutuoteasetuksen mukaisesti suositella muille kuin tuotantoeläinten laiumina käytettäville pelloille. Eläinjäteasetuksen (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002/1774) 22 artiklan mukaan laiumena käytettäville pelloille ei eläinjätettä sisältäviä komposteja saa käyttää lainkaan. EU:ssa on annettu uusi ehdotus komission asetukseksi lannoitteista ja maanparannusaineista asetuksen 1774/2002 muuttamiseksi ja täytäntöön-

panemiseksi (EN SANCO/2380/2003) joka mahdollisesti täytäntöön pannaan aikaisintaan vuoden 2004 alkupuolella. Tämän ehdotuksen mukaan sallittaisiin orgaanisten lannoitteiden ja maanparannusaineiden käyttö laitumille ja rehunurmille edellyttäen aineiden syväsjoitusta tai maahanmuokkausta vähintään 3 viikkoa ennen nurmen käyttöä eläinten ruokintaan. Tämän asetusluonnoksen tullessa voimaan voitaisiin tulevaisuudessa käyttää tässäkin hankkeessa tutkittuja komposteja myös rehunurmien perustamisen yhteydessä, kunhan maahanmuokkaus ja kolmen viikon käyttörajoitus toteutetaan asetuksen mukaisesti.

## 6 Kirjallisuus

- Agricultural Research Centre 1986. Soil and Plant Analysis. Agricultural Research Centre. Department of Soil Science, Jokioinen, Finland. 45 s. ISBN 952-453-020-1.
- Awiplan GmbH 2001. Report on evaluation of three composting plants in Finland. Teoksessa: Ekholm & Lehto. Suomalaisten kompostointilaitosten toimivuus ja tehostaminen. Helsinki: Jätelaitosyhdistys ry. Osa C. Marraskuu 2001. Viitattu: 4.3.2003. Saatavissa internetistä: [http://www.jatelaitosyhdistys.fi/komplait\\_C.pdf](http://www.jatelaitosyhdistys.fi/komplait_C.pdf) .
- Bowman, R.A. 1988. A rapid method to determine total phosphorus in soils. Soil Science Society of America Journal 52, 1301-1304.
- Christensen, K., Carlsbæk, M., Norgaard, E., Warberg, K., Venelampi, O. & Brøgger, M. 2002. Supervision of the sanitary quality of composting in the Nordic countries. Evaluation of 16 full-scale facilities. TemaNord 567, Copenhagen: Nordic Council of Ministers. 73 s.
- Composting Council of Canada 1999. Setting the standard: A summary of compost standards in Canada. Viitattu: 3.3.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.compost.org/standard.html>.
- Ekholm, E. & Lehto, T. 2001. Suomalaisten kompostointilaitosten toimivuus ja tehostaminen. Helsinki: Jätelaitosyhdistys ry. Päivitetty: 21.12.2001. Viitattu: 4.3.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.jatelaitosyhdistys.fi/> .
- EN 12579. 1999. Soil improvers and growing media – Sampling. Brussels: CEN. 11 s.
- EN 12580. 1999. Soil improvers and growing media – Determination of a quantity. Brussels: CEN. 11 s.
- EN 13037. 1999. European standard Soil improvers and growing media – Determination of pH. Brussels: CEN. 9 s.
- EN 13038. 1999. Soil improvers and growing media – Determination of electrical conductivity. Brussels: CEN. 9 s.
- EN 13039. 1999. Soil improvers and growing media – Determination of organic matter content and ash. Brussels: CEN. 8 s.
- EN 13040. 1999. Soil improvers and growing media – Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density. Brussels: CEN. 14 s.

- EN 13650. 2001. Soil improvers and growing media – Extraction of aqua regia soluble elements. Brussels: CEN. 17 s.
- EN 13651. 2001. Soil improvers and growing media – Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients. Brussels: CEN. 16 s.
- EN 13652. 2001. Soil improvers and growing media – Extraction of water soluble nutrients and elements. Brussels: CEN. 15 s.
- EN 13654-2. 2001. Soil improvers and growing media – Determination of nitrogen – Part 2: Dumas method. Brussels: CEN. 8 s.
- Erviö R. 1995. Viljelymaan humuksen väheneminen kolmen vuosikymmenen aikana. Teoksessa: Viljelymaan humuspitoisuuden muuttuminen ja siihen vaikuttaminen. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 11/95. s. 5-12.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 3.10.2002/1774. Asetus muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveyssäännöistä. Luxemburg 3.10.2002. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 273, 10.10.2002, s. 1-95.
- FCQAO (Federal Compost Quality Assurance Organization; Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.) 1994. Methods Book for the Analysis of Compost. Kompost-Information nro 230. Stuttgart : Abfall Now e. V. Publishing House. 125 s. ISBN 3-928179-33-0.
- Granstedt, A. 1996. Nurmikasvit luomuviljelyn typpihuollossa. Omavarainen Maatalous 6: 29-31.
- Huang, C-Y. & Schulte, E. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectroscopy. Communications In Soil Science and Plant Analysis 10 (9): 949-958.
- ISO 11466. Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. First edition 1995-03-01. 5 s.
- Lakanen, E. & Erviö, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Suomen Maataloustieteellisen seuran julkaisuja 123: 223-232.
- Lystad, H. 1998. Literature study on compost maturity tests. Teoksessa: Itävaara, M., Venelampi, O., Samsøe-Petersen, L., Lystad, H., Bjarnadottir, H. & Öberg, L. 1998. Assessment of compost maturity and ecotoxicity. Nordtest Technical Report 404. Espoo: Nordtest. s. 17-35.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Kansallinen laatustrategia. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Päivitetty: 13.5.2002 Viitattu: 8.1.2003 Saatavissa internetistä:

[http://www.mmm.fi/maatalous\\_maaseudun\\_kehittaminen/alkupera\\_nimisu\\_oja\\_laatu/laatu/strategia/strategia1.htm](http://www.mmm.fi/maatalous_maaseudun_kehittaminen/alkupera_nimisu_oja_laatu/laatu/strategia/strategia1.htm)

- MMMp 21.1.1994/45. Maa- ja metsätalousministeriön päätös lannoitteista. Annettu Helsingissä 21.1.1994. Suomen Säädöskokoelma 45/1994: 117-163.
- MMMp 21.1.1994/46. Maa- ja metsätalousministeriön päätös eräistä lannoitevalmisteista. Annettu Helsingissä 21.1.1994. Suomen Säädöskokoelma 46/1994.
- Mulvaney, R.L. 1996. Extraction of exchangeable ammonium and nitrate. Teoksessa Sparks, D.L. (toim.). Methods of soil analysis: Part 3. Soil Science Society of America Book Series 5. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. s. 1129-1131.
- Mäkelä-Kurtto, R. & Sippola, J. 1995. Erilliskerätyn biojätekompostin lannoitusvaikutus. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 18. Helsinki: YTV. 46 s.
- Niemi, M., Kulmala, A., Vanhala, P., Kulokoski, U. & Esala, M. 1998. Organisten jäteaineiden vaikutukset maaperän mikrobistoon ja kasvien typensaantiin. Suomen ympäristö 194: 9.
- OECD 1984. 208 Terrestrial Plants, Growth Test. 4 April 1984. Teoksessa: OECD Guideline for Testing of Chemicals, Section 2, Part 208. OECD. 6 s. ISBN 9264140182.
- Palojärvi, A., Alakukku, L., Martikainen, E., Niemi, M., Vanhala, P., Jørgensen, K. & Esala, M. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vaikutukset maaperään. Maa- ja elintarviketalous 2. Jokioinen: MTT. 88 s.
- Puolanne, J. 2002. Miten kansallinen biojättestrategia muuttaa jätehuoltoa? Teoksessa: XVI Valtakunnalliset Jätehuoltopäivät, Messukeskus, Helsinki, 4-5.9.2002. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Päivitetty: 17.9.2002. Viitattu: 24.2.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.ymparisto.fi/ympsuo/jate/biostrat/jhy.pdf>.
- SFS 3008. 1990. Veden, lietteen ja sedimentin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määrittäminen. 2. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. 3 s.
- Sikora, L.J. 1998. Nitrogen availability from composts and blends of composts and fertilizers. Teoksessa: Szmidt, R.A.K. (toim.). International Symposium on Composting & Use of Composted Material in Horticulture. Acta Horticulturae 469: 343-351.
- VNA 9.11.2000/931. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Annettu Helsingissä 9.11.2000. Suomen Säädöskokoelma 931/2000: 2371-2376.



VNp 14.4.1994/282. Valtioneuvoston päätös puhdistamolietteen käytöstä maanviljelyksessä. Annettu Helsingissä 14.4.1994. Suomen Säädoskoelma 282/1994.

VNp 4.9.1994/861. Valtioneuvoston päätös kaatopaikoista. Annettu Helsingissä 4.9.1997. Suomen Säädoskokoelma 861/1997: 3204-3212.

VpA 22.12.1993/1390. Jäteasetus. Helsinki 22.12.1993. Suomen Säädoskoelma 1390/1993.

VpL 3.12.1993/1072. Jätelaki. Helsinki 3.12.1993. Suomen Säädoskokoelma 1072/1993.

Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeological Publications 63, 1-44.

Ympäristöministeriö 2002. Tarkistettu valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005. Helsinki: Ympäristöhallinto. Päivitetty: 16.8.2002. Viitattu: 8.1.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.vyh.fi/ympsuo/jate/valtak/kalindex.htm> .

Ympäristöministeriö 2003. Kansallista biojätestrategiaa valmistellaan. Helsinki: Ympäristöhallinto. Päivitetty: 25.4.2003 Viitattu: 3.6.2003. Saatavissa internetistä: <http://www.vyh.fi/ympsuo/jate/biostrat/biostra.htm>.

## 7 Liitteet

### Liite 1.

Kompostinäytteet

Maanäytteet

Kasvinäytteet

### Liite 2.

Analyysimenetelmät

### Liite 3.

Kompostikokeen ohran (Ohra I) maan viljavuus

Seoskompostikokeen ohran (Ohra II) maan viljavuus

### Liite 4.

Kompostikokeen heinänurmen (Heinänurmi I) maan viljavuus

Seoskompostikokeen heinänurmen (Heinänurmi II) maan viljavuus

### Liite 5.

Kompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi I) maan viljavuus

Seoskompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi II) maan viljavuus

# Liite 1./Kompostinäytteet

KOMPOSTINÄYTEET JA KOMPOSTIANALYYSIT								
	KOMPOSTIKOE		SEOSKOMPOSTIKOE				KOMPOSTI-ANALYYSI	
	Vilja I		Vilja II					
	Bio-jäte	Puhd. liete	Bio-jäte	Puhd. liete	Puh-dis-tamo-liete	Metsä-teoll. liete		
Viljavuusravinteet (a)	x	x	x	x	x	x	4a	
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)	x	x	x	x	x	x	2	
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	9a	
Orgaaninen hiili	x	x	x	x	x	x	8	
Kokonaisfosfori ja -kalium	x	x	x	x	x	x	10a	
Raskasmetallit (b)	x	x	x	x	x	x	11a	
pH, johtoluku	x	x	x	x	x	x	5a ja 6a	
Hehkutuskevennys	x	x	x	x	x	x	7	
Tuorepaino	x	x	x	x	x	x	1	
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	3	
	Heinänurmi I		Heinänurmi II					
	Bio-jäte	Puhd. liete	Bio-jäte	Puhd. liete	Puh-dis-tamo-liete	Metsä-teoll. liete		
Viljavuusravinteet (a)	x	x	x	x	x	x	4a	
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)	x	x	x	x	x	x	2	
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	9a	
Orgaaninen hiili	x	x	x	x	x	x	8	
Kokonaisfosfori ja -kalium	x	x	x	x	x	x	10a	
Raskasmetallit (b)	x	x	x	x	x	x	11a	
pH, johtoluku	x	x	x	x	x	x	5a ja 6a	
Hehkutuskevennys	x	x	x	x	x	x	7	
Tuorepaino	x	x	x	x	x	x	1	
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	3	
	Apilanurmi I			Apilanurmi II				
	Lanta	Bio-jäte	Puhd. liete	Lanta	Bio-jäte	Puhd. liete	Metsä-teoll. liete	
Viljavuusravinteet (a)	x	x	x	x	x	x	x	4a
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)	x	x	x	x	x	x	x	2
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	x	9a
Orgaaninen hiili	x	x	x	x	x	x	x	8
Kokonaisfosfori ja -kalium	x	x	x	x	x	x	x	10a
Raskasmetallit (b)	x	x	x	x	x	x	x	11a
pH, johtoluku	x	x	x	x	x	x	x	5a ja 6a
Hehkutuskevennys	x	x	x	x	x	x	x	7
Tuorepaino	x	x	x	x	x	x	x	1
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	x	3

<sup>(a)</sup> P, K, Ca, Mg (liukoiset pitoisuudet)

<sup>(b)</sup> Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, Cu, Mn, Zn, As

# Liite 1./ Maanäytteet

MAANÄYTTEENOTOT JA MAA-ANALYSIT																
Analyysit	Näytteenottoajankohta	KOMPOSTIKOE						SEOSKOMPOSTIKOE						Maa-analyysi Kts. Liite 2		
		VILJA I						VILJA II								
		Kevät 2000	Syksy 2000	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001		Kevät 2002	Syksy 2002
pinta	pohja	pinta	pinta	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	
Viljavuusravinteet (a)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4
pH, johtoluku		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Kokonaistyyppi		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7
Orgaaninen hiili		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6
Kokonaisfosfori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Boori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11
Kokonaisraskasmetallit (b)		x	x	x												9
Liukoiset raskasmetallit (c)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
Kationinvaihtokapasiteetti		x														12
Vedenpidätyskyky		x														13
Tilavuuspaino		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1
Kuiva-aine%		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3
		HEINÄNURMI I						HEINÄNURMI II						Maa-analyysi Kts. Liite 2		
		Kevät 2000	Syksy 2000	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001		Kevät 2002	Syksy 2002
		pinta	pohja	pinta	pinta	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja		pinta	pohja
Viljavuusravinteet (a)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4
pH, johtoluku		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Kokonaistyyppi		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7
Orgaaninen hiili		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6
Kokonaisfosfori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Boori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11
Kokonaisraskasmetallit (b)		x	x	x												9
Liukoiset raskasmetallit (c)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
Kationinvaihtokapasiteetti		x														12
Vedenpidätyskyky		x														13
Tilavuuspaino		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1
Kuiva-aine%		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3
		APILANURMI I						APILANURMI II						Maa-analyysi Kts. Liite 2		
		Kevät 2000	Syksy 2000	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001	Kevät 2002	Syksy 2002	Kevät 2001	Syksy 2001		Kevät 2002	Syksy 2002
		pinta	pohja	pinta	pinta	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja	pinta	pohja		pinta	pohja
Viljavuusravinteet (a)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4
pH, johtoluku		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5
Liukoinen typpi (NH4-N ja NO3-N)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Kokonaistyyppi		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	7
Orgaaninen hiili		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6
Kokonaisfosfori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Boori		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11
Kokonaisraskasmetallit (b)		x	x	x												9
Liukoiset raskasmetallit (c)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
Kationinvaihtokapasiteetti		x														12
Vedenpidätyskyky		x														13
Tilavuuspaino		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1
Kuiva-aine%		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3

<sup>(a)</sup> P, K, Ca, Mg

<sup>(b)</sup> Cd, Cr, Pb, Ni, Cu, Mn, Zn

<sup>(c)</sup> Cd, Cr, Pb, Ni, Cu, Fe, Mn, Zn, Al

<sup>(d)</sup> kokonaispitoisuudet myös K, Ca, Mg

# Liite 1./ Kasvinäytteet

## KASVINÄYTTEENOTOT JA KASVIANALYYSIT

	KOMPOSTIKOE										SEOSKOMPOSTIKOE						KASVI- ANALYYSI				
	Vilja I (Jokioinen, 28 ruutua)										Vilja II (Jokioinen, 44 ruutua)										
	Ohra 2000			Ohra 2001			Ohra 2002				Ohra 2001			Ohra 2002							
	kasvusto- näyte		jyvä	olki	kasvusto- näyte		jyvä	olki	kasvusto- näyte		jyvä	olki	kasvusto- näyte		jyvä	olki					
Analyytit	kesäk.	heinäk.			kesäk.	heinäk.			kesäk.	heinäk.			kesäk.	heinäk.			Kts. Liite 2				
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2				
Märkäpoltto (a)			x	x			x	x					x	x			3				
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1				
	Heinänummi I (Mikkeli, 28 ruutua)										Heinänummi II (Mikkeli, 44 ruutua)										
	Suojavilja 2000			Heinänummi 2001			Heinänummi 2002				Suojavilja 2001			Heinänummi 2002							
	kasv.		Niitot		Niitot		Niitot		kasvusto- näyte		jyvä	olki	Niitot								
	näyte	1.	2.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	kesäk.	heinäk.		1.	2.	3.		Kts. Liite 2				
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2				
Märkäpoltto (a)		x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x		3				
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1				
	Apilanurmi I (Juva, 28 ruutua)										Apilanurmi II (Juva, 28 ruutua)										
	Suojavilja 2000			Apilanurmi 2001			Apilanurmi 2002				Suojavilja 2001			Apilanurmi 2002							
	kasvusto- näyte				1. niitto		2. niitto		1. niitto		2. niitto		kasvusto- näyte		jyvä	olki	1. niitto		2. niitto		
	kesäk.	heinäk.	jyvä	olki	apila	heinä	apila	heinä	apila	heinä	apila	heinä	apila	heinä	kesäk.	heinäk.	apila	heinä	apila	heinä	Kts. Liite 2
Kokonaistyyppi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2
Märkäpoltto (a)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	3
Kuiva-aine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1

<sup>(a)</sup> P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb, Cr, Ni

## **Liite 2. Analyysimenetelmät**

### **Kompostianalyysit**

Tuoreesta tai pakasteesta sulatetusta näytteestä määritettiin tuorepaino, liukoinen typpi ja kuiva-ainepitoisuus. Loppuosa näytteestä kuivattiin mahdollisimman nopeasti 37 asteisessa ilmastossa, jauhettiin, seulottiin 2 mm:n seulalla ja säilytettiin muita määrittämiä varten huoneenlämmössä kuivassa paikassa pahvirasioissa.

#### Kompostianalyysi 1: tuorepaino

- a) Tuoreista tai pakastamisen jälkeen sulatetuista näytteistä määritettiin tuorepaino (g/l) punnitsemalla kolme litran suuruista näytettä (FCQAO 1994).
- b) EN 12580.

#### Kompostianalyysi 2: liukoinen typpi

- a) Liukoinen typpi, nitraattityppi ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ja ammoniumtyppi ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), uutettiin tuoreesta tai pakasteesta sulatetusta näytteestä 2 M kaliumkloridilla tilavuussuhteessa 1:2,5 16 tuntia. Suodoksesta mitattiin  $\text{NH}_4\text{-N}$  ja  $\text{NO}_3\text{-N}$  spektrofotometrisesti Skalar-autoanalyysointilaitteella (Mulvaney 1996).
- b) EN 13652 (1:5 vesiututto).
- c) EN 13651 (1:5 CAT-ututto).

#### Kompostianalyysi 3: kuiva-ainepitoisuus

- a) Kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi pieni määrä (n. 2,5 g) ilmakeuhkua jauhettua näytettä punnittiin ja kuivattiin 105 asteessa neljä tuntia, jäädytettiin eksikaattorissa ja punnittiin. Tuoreen näytteen kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi näyte punnittiin ennen ja jälkeen ilmakeuhkua (Agricultural Research Centre 1986).
- b) EN 13040.

#### Kompostianalyysi 4: liukoiset ravinteet

- a) Viljavuusravinteet fosfori (liukP) ja kalium (liukK) uutettiin ilmakeuhkusta jauhettua näytettä tilavuussuhteessa 1:10 happamalla ammoniumasetaatilla (HAc-ututto, 1 M ammoniumasetaatti + 1 M etikkahappo, pH 4,65; ututtoaika yksi tunti). Uuttonesteestä mitattiin fosfori fotometrisesti molybdeenisini-menetelmällä ja kalium plasmaemissiospektrometrillä (ICP-AES) (Agricultural Research Centre 1986).
- b) EN 13652 (1:5 vesiututto).
- c) EN 13651 (1:5 CAT-ututto).

#### Kompostianalyysi 5: johtoluku ja johtokyky

- a) Johtoluku (Jl) mitattiin ilmakeuhkua jauhettua näytteen ja veden 1:2,5 suspensiosta, jonka oli annettu selkeytyä yön yli (Agricultural Research Centre 1986).
- b) Johtokyky mitattiin komposti-vesi 1:5 suspensiosta standardin EN 13038 mukaan.

#### Kompostianalyysi 6: pH

- a) Kompostianalyysissä 5a johtoluvun määrittämiseksi valmistetusta suspensiosta määritettiin pH( $\text{H}_2\text{O}$ ) sekoittamisen jälkeen (Agricultural Research Centre 1986).
- b) EN 13037.

#### Kompostianalyysi 7: hehkutuskevennys ja orgaanisen aineksen määrä

- a) Hehkutuskevennys määritettiin hehkuttamalla kompostianalyysin 3a kuivaa näytettä 550 asteessa neljä tuntia, jäädytettiin eksikaattorissa ja punnittiin (Agricultural Research Centre 1986).
- b) EN 13039.

### Kompostianalyysi 8: orgaaninen hiili

Orgaaninen hiili (C) määritettiin automatisoidulla kuivapolttomenetelmällä Leco CN-2000 –hiilityppianalyysaattorilla, jossa näyte poltetaan happi-ilmavirrassa ja vapautuva hiilidioksidi mitataan infrapuna-detektorilla (Leco Corporation 2000).

### Kompostianalyysi 9: kokonaistyyppi

a) Kokonaistyyppi (kokN) määritettiin Leco CN-2000 –hiilityppianalyysaattorilla automatisoidulla Dumas-menetelmällä, joka perustuu näytteen polttoon puhtaassa hapessa korkeassa lämpötilassa. Poltossa syntyvät typen oksidit pelkistetään katalyyttisesti typeksi ja analysoidaan, kun taas muut poltossa syntyvät kaasut poistetaan selektiivisen adsorption avulla. Detektointi  $N_2/He$ -kaasuseoksesta perustuu kaasujen erilaiseen lämmönjohtavuuteen, joka mitataan lämmönjohtavuuskennon avulla (Leco Corporation 2000).

b) EN 13654-2.

### Kompostianalyysi 10: kokonaisravinteet

a) Fosforin (P) ja kaliumin (K) kokonaispitoisuudet määritettiin märkäpolttamalla näytettä väkevässä typpihapossa yli yön  $60\text{ }^\circ\text{C}/120\text{ }^\circ\text{C}$ :ssa. Suodoksen alkuaineiden pitoisuudet määritettiin ICP-AES:llä (Agricultural Research Centre 1986).

b) EN 13650.

### Kompostianalyysi 11: kokonaisraskasmetallit

a) Kokonaisraskasmetallit (kokRM) uutettiin ilmakeivasta jauhetusta näytteestä kuningasvedellä ISO 11466 standardin mukaisesti. Suodoksesta mitattiin kadmium (Cd) ja lyijy (Pb) grafiittiuuni-atomiabsorptiospektrometrillä (GFAAS), nikkeli (Ni), kupari (Cu), kromi (Cr), sinkki (Zn) ja arseeni (As) ICP-AES:llä sekä elohopea (Hg) elohopea-analyysaattorilla (CETAC).

b) EN 13650.

## **Maa-analyysit**

Tuoreesta tai pakasteesta sulatetusta näytteestä määritettiin liukoinen tyyppi, tuoretilavuuspaino ja kuiva-ainepitoisuus. Loppuosa näytteestä kuivattiin mahdollisimman nopeasti 37 asteisessa ilmavirrassa, jauhettiin, seulottiin 2 mm:n seulalla ja säilytettiin muita määrittämiä varten huoneenlämmössä kuivassa paikassa pahvirasioissa (Agricultural Research Centre 1986).

### Maa-analyysi 1: tilavuuspaino

Tuoretilavuuspaino määritettiin punnitsemalla 40 ml tuoretta tai pakasteesta sulatettua maata. Maa tiivistettiin kevyesti mittaustastiaan. Ilmakeivän maan tilavuuspaino määritettiin punnitsemalla 25 ml ilmakeivää, jauhettua maata. Maa tiivistettiin kevyesti kopauttamalla (Agricultural Research Centre 1986).

### Maa-analyysi 2: liukoinen tyyppi

Liukoinen tyyppi, nitraattityppi ( $NO_3-N$ ) ja ammoniumtyppi ( $NH_4-N$ ), uutettiin tuoreesta tai pakasteesta sulatetusta näytteestä 2 M kaliumkloridilla tilavuussuhteessa 1:2,5 16 tuntia. Suodoksesta mitattiin  $NH_4-N$  ja  $NO_3-N$  spektrofotometrisesti Skalar-autoanalyysaattorilla (Mulvaney 1996).

### Maa-analyysi 3: kuiva-ainepitoisuus

Kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi pieni määrä (n. 2,5 g) ilmakeivää jauhettua maata punnittiin ja kuivattiin 105 asteessa neljä tuntia, jäähdytettiin eksikaattorissa ja

punnittiin. Tuoreen näytteen kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi näyte punnittiin ennen ja jälkeen ilmakeivauksen (SFS 3008).

#### Maa-analyysi 4: viljavuusravinteet

Viljavuusravinteet fosfori (liukP), kalium (liukK), kalsium (liukCa) ja magnesium (liukMg) uutettiin ilmakeivasta jauhetusta maasta tilavuussuhteessa 1:10 happamalla ammoniumasetaatilla (HAAc-uuutto, 1 M ammoniumasetaatti + 1 M etikkahappo, pH 4,65; uuttoaika yksi tunti). Uuttonesteestä mitattiin fosfori fotometrisesti molybdeenisini-menetelmällä ja kalium, kalsium ja magnesium plasmaemissiospektrometrillä (ICP-AES) (Vuorinen & Mäkitie 1955).

#### Maa-analyysi 5: johtoluku ja pH

Johtoluku (Jl) mitattiin ilmakeivän jauhetun maan ja veden 1:2,5 suspensiosta, jonka oli annettu selkeytyä yön yli. Samasta suspensiosta määritettiin pH(H<sub>2</sub>O) sekoittamisen jälkeen (Agricultural Research Centre 1986).

#### Maa-analyysi 6: orgaaninen hiili

Orgaaninen hiili (C) määritettiin automatisoidulla kuivapolttomenetelmällä Leco CN-2000 –hiilityypianalyysaattorilla, jossa näyte poltetaan happi-ilmavirrassa ja vapautuva hiilidioksidi mitataan infrapuna-detektorilla.

#### Maa-analyysi 7: kokonaistyppi

Kokonaistyppi (kokN) määritettiin Leco CN-2000 –hiilityypianalyysaattorilla automatisoidulla Dumas-menetelmällä, joka perustuu näytteen polttoon puhtaassa hapessa korkeassa lämpötilassa. Poltossa syntyvät typen oksidit pelkistetään katalyyttisesti typeksi ja analysoidaan, kun taas muut poltossa syntyvät kaasut poistetaan selektiivisen adsorption avulla. Detektointi N<sub>2</sub>/He-kaasuseoksesta perustuu kaasujen erilaiseen lämmönjohtavuuteen, joka mitataan lämmönjohtavuuskennon avulla.

#### Maa-analyysi 8: kokonaisfosfori

Kokonaisfosforin (kokP) määrittämiseksi ilmakeiva jauhettu maa käsiteltiin rikkihapolla, vetyperoksidilla ja fluorivetyhapolla. Hajotuskäsittelystä saadusta liuoksesta määritettiin fosfori ICP:llä (Bowman 1988).

#### Maa-analyysi 9: AR-uuutto

Kokonaisraskasmetallit (kokRM) uutettiin ilmakeivasta jauhetusta maasta kuningasvedellä ISO 11466 standardin mukaisesti. Suodoksesta mitattiin kadmium (Cd) ja lyijy (Pb) grafiittiuuni-atomiabsorptiospektrometrillä (GFAAS), nikkeli (Ni), kupari (Cu), kromi (Cr), sinkki (Zn) ja arseeni (As) ICP-AES:llä sekä elohopea (Hg) elohopeaanalyysaattorilla (CETAC).

#### Maa-analyysi 10: HAAc-EDTA-uuutto

Hivenravinteet ja liukoiset raskasmetallit (liukRM) uutettiin ilmakeivasta jauhetusta maasta tilavuussuhteessa 1:10 happamalla ammoniumasetaatilla (1 M ammoniumasetaatti + 1 M etikkahappo, pH 4,65; uuttoaika yksi tunti), joka oli 0,02 M EDTA:n suhteen. Uutteesta määritettiin kupari (Cu), rauta (Fe), mangaani (Mn), sinkki (Zn), kadmium (Cd), kromi (Cr), nikkeli (Ni), lyijy (Pb) ja alumiini (Al) ICP-AES:llä (Lakanen & Erviö 1971.).

#### Maa-analyysi 11: liukoinen boori

Liukoinen boori (B) uutettiin ilmakeivasta jauhetusta maasta kiehuvalle vedelle tilavuussuhteessa 1:2 ja uutteesta mitattiin boori ICP-AES:llä (Agricultural Research Centre 1986).

#### Maa-analyysi 12: kationinvaihtokapasiteetti



Kationinvaihtokapasiteetti määritettiin ilmakeivasta jauhetusta maasta 1 M ammoniumasettiutolla pH 7:ssä. Kalsiumin, magnesiumin, kaliumin ja natriumin pitoisuudet määritettiin uuttoliuksesta plasmaemissiospektrometrillä (ICP-AES) ja niistä laskettiin kationinvaihtokapasiteetti kuiva-ainetta kohti (Agricultural Research Centre 1986).

#### Maa-analyysi 13: vedenpidätyskyky

Vedenpidätyskyky (WHC, water holding capacity) määritettiin kostuttamalla kostutetun suodatinpaperin päällä 20 g ilmakeivaa jauhetta maata 50 g:lla vettä kaksi tuntia, minkä jälkeen ylimääräinen vesi suodatettiin talteen ja punnittiin. Lopuksi laskettiin maahan pidättynyt vesi kuiva-ainetta kohti (Niemi ym. 1998).

### **Kasvianalyysit**

Ilmakeivat kasvinäytteet jauhettiin ja säilytettiin kuivassa paikassa paperipusseissa.

#### Kasvianalyysi 1: kuiva-ainepitoisuus

Pieni määrä (n. 5 g) ilmakeivaa jauhetta näytettä kuivattiin 105 asteessa 4 tuntia, jäädytettiin eksikaattorissa ja punnittiin (Agricultural Research Centre 1986).

#### Kasvianalyysi 2: typen pitoisuus

Typipitoisuus määritettiin Leco CN-2000 –hiilityppianalyysaattorilla automatisoidulla Dumas-menetelmällä, joka perustuu näytteen polttoon puhtaassa hapessa korkeassa lämpötilassa. Poltossa syntyvät typen oksidit pelkistetään katalyyttisesti typeksi ja analysoidaan, kun taas muut poltossa syntyvät kaasut poistetaan selektiivisen adsorption avulla. Detektointi N<sub>2</sub>/He-kaasuseoksesta perustuu kaasujen erilaiseen lämmönjohtavuuteen, joka mitataan lämmönjohtavuuskennon avulla.

#### Kasvianalyysi 3: märkäpoltto

Fosforin (P), kaliumin (K), kalsiumin (Ca), magnesiumin (Mg), kuparin (Cu), mangaanin (Mn), kadmiumin (Cd), kromin (Cr), nikkelin (Ni), lyijyn (Pb) ja sinkin (Zn) kokonaispitoisuudet määritettiin märkäpolttamalla näytettä väkevässä typpihapossa yli yön 60 °C/120 °C:ssa. Suodoksen alkuaineiden pitoisuudet määritettiin ICP-AES:llä (Huang & Schulte 1985).

### Liite 3./ Kompostikokeen ohran (Ohra I) maan viljavuus

	PINTA							POHJA																
	Fosfori (mg/l maata, HAAc-uuutto)							Kalium (mg/l maata, HAAc-uuutto)							Fosfori (mg/l)		Kalium (mg/l)							
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02							
	SD	SD	SD	SD	SD	SD		SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD							
Kontrolli	9,4	1,7	9,9	1,6	9,3	1,6	11,7	1,6	11,8	1,6	10,3	1,6			4,3	0,6	1,7	0,7	283	86	207	51		
NPK 2v.	8,8	1,2	9,0	1,1	8,5	0,5	10,7	1,4	10,7	0,8	9,2	1,0			3,8	1,9	0,9	0,4	258	51	196	44		
Biojättek. 2v.	8,6	2,2	9,6	1,9	8,6	1,0	10,7	2,3	11,2	2,4	9,5	2,5			3,5	2,0	0,7	0,3	268	68	188	27		
BiojLietek. 2v.	8,4	2,1	8,9	2,4	8,4	2,0	10,2	1,9	10,5	2,1	9,0	1,7			3,2	1,6	1,4	1,3	235	44	215	47		
NPK 4v.	8,6	0,7	9,5	1,1	9,0	1,4	11,2	1,0	11,8	0,8	9,7	1,0			3,5	1,1	1,6	0,9	263	82	226	31		
Biojättek. 4v.	8,9	1,1	10,2	1,7	9,2	1,1	11,0	1,4	11,9	1,5	9,9	1,6			4,3	2,0	1,7	1,1	288	102	239	87		
BiojLietek. 4v.	8,3	1,2	8,9	1,1	9,1	0,7	10,9	1,4	11,3	1,0	9,6	1,1			4,0	1,3	1,2	1,0	285	83	208	61		
	Kalsium (mg/l maata, HAAc-uuutto)							Magnesium (mg/l maata, HAAc-uuutto)							Kalsium (mg/l)		Magnesium (mg/l)							
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02							
	SD	SD	SD	SD	SD	SD		SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD							
Kontrolli	3194	254	3097	256	3024	246	3075	247	3130	269	3306	336	2988	501	2835	538	918	261	1095	287				
NPK 2v.	3047	341	2946	311	2860	318	2935	302	3029	374	3160	327	2873	441	2738	532	883	281	1155	349				
Biojättek. 2v.	3068	313	2969	309	2844	329	2928	288	3022	348	3098	365	2879	357	2717	391	921	197	1183	223				
BiojLietek. 2v.	3089	393	3012	367	2893	406	2960	387	3070	400	3214	367	2812	511	2840	454	929	147	1204	281				
NPK 4v.	3068	244	2939	182	2856	219	2953	239	2970	160	3096	194	2782	439	2844	400	942	211	1226	126				
Biojättek. 4v.	3120	327	3020	288	2911	272	3034	330	3045	253	3210	351	2851	444	2797	511	874	114	1106	199				
BiojLietek. 4v.	3064	179	2956	198	2850	70	2974	143	3045	179	3149	177	2879	378	2673	389	888	168	1050	274				
	Kupari (mg/l maata, HAAc-EDTA-uuutto)							Sinkki (mg/l maata, HAAc-EDTA-uuutto)							Kupari (mg/l)		Sinkki (mg/l)							
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02							
	SD	SD	SD	SD	SD	SD		SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD							
Kontrolli	9,30	1,43	8,41	1,26	9,16	1,59	9,21	1,31	8,37	1,12	9,37	1,48	1,87	0,16	1,93	0,23	2,17	0,23	2,14	0,20	2,07	0,34	2,02	0,27
NPK 2v.	9,02	1,10	8,32	1,47	9,18	1,71	8,97	1,43	8,77	1,45	9,17	1,65	1,86	0,27	1,90	0,18	2,16	0,17	2,41	0,30	2,15	0,26	2,04	0,19
Biojättek. 2v.	9,07	1,02	8,26	1,15	10,55	4,44	8,99	1,23	8,40	1,00	9,07	1,15	1,76	0,29	2,28	0,44	2,21	0,33	2,49	0,37	2,20	0,30	2,22	0,46
BiojLietek. 2v.	9,18	0,81	8,48	1,15	8,91	1,33	9,16	1,25	8,53	1,03	9,31	0,92	1,65	0,26	2,17	0,29	2,05	0,38	2,30	0,50	2,04	0,35	2,08	0,23
NPK 4v.	9,15	0,81	8,48	0,86	9,19	1,38	9,33	1,40	8,38	1,03	9,18	0,99	1,78	0,22	1,85	0,21	2,04	0,36	2,38	0,32	1,95	0,29	1,99	0,30
Biojättek. 4v.	8,97	1,08	8,16	1,14	8,79	1,23	9,00	1,27	8,07	1,16	8,95	1,26	1,80	0,29	2,40	0,37	2,24	0,39	2,41	0,53	2,22	0,37	2,28	0,36
BiojLietek. 4v.	9,39	1,03	8,36	0,83	8,85	0,90	9,00	1,12	8,32	0,74	9,20	1,08	1,70	0,33	2,26	0,27	2,33	0,25	2,48	0,37	2,25	0,25	2,36	0,33
	Mangaani (mg/l maata, HAAc-EDTA-uuutto)							Boori (mg/l maata, kuumavesiuutto)							Mangaani (mg/l)		Boori (mg/l)							
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02							
	SD	SD	SD	SD	SD	SD		SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD							
Kontrolli	49,9	8,4	39,1	5,1	51,5	3,4	49,1	4,7	39,8	5,5	43,6	4,0	0,86	0,00			0,71	0,07	0,88	0,05	0,83	0,08	0,82	0,05
NPK 2v.	48,7	8,1	40,1	5,9	53,0	5,7	48,0	9,5	42,2	5,6	44,6	9,9	0,86	0,00			0,71	0,08	0,88	0,07	0,80	0,05	0,80	0,07
Biojättek. 2v.	47,9	8,8	38,2	6,7	46,7	6,5	46,2	8,7	42,0	10,6	41,7	9,3	0,86	0,00			0,71	0,06	0,87	0,08	0,81	0,06	0,86	0,12
BiojLietek. 2v.	46,0	10,3	38,1	9,5	51,6	12,7	45,6	12,6	40,6	14,1	42,3	11,1	0,86	0,00			0,68	0,06	0,84	0,09	0,80	0,10	0,76	0,07
NPK 4v.	46,3	6,3	37,3	6,2	49,4	6,5	43,9	4,8	37,0	4,0	40,0	5,4	0,86	0,00			0,70	0,08	0,88	0,07	0,79	0,03	0,81	0,09
Biojättek. 4v.	44,3	9,1	36,7	7,1	44,2	5,8	44,5	6,1	39,8	3,7	39,0	7,2	0,86	0,00			0,72	0,05	0,85	0,03	0,84	0,07	0,84	0,07
BiojLietek. 4v.	44,6	7,2	36,5	8,4	47,9	8,9	44,2	9,2	33,5	4,5	37,4	6,5	0,86	0,00			0,69	0,10	0,87	0,04	0,80	0,07	0,84	0,08
	Happamuus (pH)							Johtoluku (10 <sup>-3</sup> S/cm)							Happamuus (pH)		Johtoluku							
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02							
	SD	SD	SD	SD	SD	SD		SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD							
Kontrolli	6,1	0,1	6,1	0,0	6,2	0,1	6,2	0,1	6,1	0,2	6,3	0,1	0,53	0,06			0,33	0,02	0,32	0,02	0,41	0,03	0,52	0,01
NPK 2v.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,2	0,2	6,2	0,1	6,2	0,1	6,2	0,1	0,50	0,03			0,48	0,34	0,36	0,06	0,44	0,08	0,55	0,05
Biojättek. 2v.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,2	0,1	6,2	0,1	6,2	0,1	6,2	0,1	0,52	0,14			0,36	0,03	0,35	0,04	0,41	0,02	0,60	0,08
BiojLietek. 2v.	6,1	0,1	6,2	0,1	6,3	0,2	6,2	0,2	6,2	0,2	6,2	0,1	0,51	0,08			0,35	0,04	0,34	0,03	0,40	0,02	0,56	0,03
NPK 4v.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,2	0,1	6,2	0,1	6,1	0,1	6,2	0,1	0,51	0,04			0,34	0,01	0,34	0,03	0,45	0,11	0,58	0,09
Biojättek. 4v.	6,1	0,1	6,0	0,2	6,2	0,1	6,2	0,1	6,1	0,2	6,2	0,1	0,50	0,04			0,36	0,02	0,33	0,02	0,47	0,03	0,62	0,05
BiojLietek. 4v.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,2	0,2	6,2	0,1	6,1	0,2	6,2	0,1	0,50	0,04			0,34	0,02	0,36	0,03	0,45	0,03	0,66	0,02

# Liite 3./ Seoskompostikokeen ohran (Ohra II) maan viljavuus

	PINTA				KALIU				POHJA															
	Fosfori (mg/1 maata, HAAC-uuutto)		Kalsium (mg/1 maata, HAAC-uuutto)		Kalium (mg/1 maata, HAAC-uuutto)		Magnesium (mg/1 maata, HAAC-uuutto)		Fosfori (mg/1)		Kalsium (mg/1)													
	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02	Kevät 01	Syksy 02	Kevät 01	Syksy 02												
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD												
Kontrolli	6,4	2,5	8,6	2,8	8,9	1,9	7,1	1,9	297	80	298	69	291	67	305	71	2,4	2,2	0,5	0,4	225	53	196	20
NPK 2v.	6,5	1,3	9,2	0,4	9,3	0,6	7,3	0,7	322	38	314	36	297	34	306	42	1,2	0,6	0,4	0,3	197	12	181	7
BioMetsäk. 2v.	6,7	0,9	8,7	0,7	9,2	0,5	7,1	0,9	312	34	293	48	302	41	307	48	2,1	0,7	0,2	0,1	221	10	186	15
BioLieteMetsäk. 2v.	6,1	0,9	8,0	0,8	8,3	1,4	6,4	0,8	292	47	286	39	287	49	288	50	3,0	2,7	0,5	0,4	233	48	189	13
Lietek. 2v.	6,0	1,1	8,1	0,9	8,2	1,4	6,1	0,7	301	59	306	59	294	66	289	63	0,9	0,3	0,4	0,4	196	16	184	14
LieteMetsäk. 2v.	6,8	1,0	9,0	0,8	9,2	1,3	7,2	0,5	317	47	310	44	308	54	304	56	3,4	2,6	0,6	0,3	243	50	184	19
NPK 4v.	6,4	1,9	9,9	2,8	9,0	2,2	7,5	2,2	328	101	325	81	303	85	307	87	3,3	3,1	0,9	0,6	236	69	204	35
BioMetsäk. 4v.	6,2	2,3	9,7	2,4	8,4	1,9	6,9	1,9	335	135	338	111	316	129	331	137	2,3	1,5	0,3	0,4	251	78	224	87
BioLieteMetsäk. 4v.	7,2	3,0	9,6	2,8	8,7	2,1	7,4	2,4	353	125	335	100	324	105	325	103	2,2	2,2	0,4	0,1	254	63	216	61
Lietek. 4v.	7,5	2,4	10,3	2,8	9,2	2,7	7,7	2,3	323	81	332	80	314	91	325	87	4,4	1,9	0,9	1,3	270	70	239	118
LieteMetsäk. 4v.	7,3	2,5	10,6	2,7	9,7	2,5	8,2	2,6	355	131	348	109	340	119	342	118	2,0	1,2	0,6	0,4	257	102	250	124
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	2904	218	3069	277	3055	270	3234	263	733	40	729	40	746	60	790	31	2999	165	2996	200	1265	238	1469	170
NPK 2v.	2843	138	3014	190	2990	123	3179	213	701	52	680	50	688	48	741	71	2819	82	2907	175	1300	168	1411	137
BioMetsäk. 2v.	2900	252	3104	295	3091	211	3260	345	680	41	689	38	712	44	774	78	2837	80	2929	137	1255	146	1514	82
BioLieteMetsäk. 2v.	2831	175	3101	193	3000	205	3222	265	686	35	703	31	711	39	783	71	2920	146	2924	138	1181	288	1487	140
Lietek. 2v.	2823	183	3078	238	3001	188	3150	218	715	65	724	71	748	42	790	66	2807	74	2907	136	1364	68	1507	122
LieteMetsäk. 2v.	2921	207	3122	222	3071	206	3216	196	686	33	695	45	723	41	755	41	2940	77	2831	162	1150	288	1441	146
NPK 4v.	2857	265	3098	309	3005	228	3205	247	715	40	728	26	747	37	785	27	2966	157	3008	34	1113	158	1342	155
BioMetsäk. 4v.	2802	139	3051	162	2965	121	3137	163	746	30	714	15	777	16	805	35	2920	172	2994	125	1259	217	1559	92
BioLieteMetsäk. 4v.	2910	260	3136	316	3096	256	3269	272	738	66	719	26	781	54	807	69	2948	153	2969	61	1296	219	1495	113
Lietek. 4v.	2893	147	3122	241	3016	230	3234	216	672	2	679	18	725	19	756	24	3055	116	3215	382	1009	76	1537	60
LieteMetsäk. 4v.	2921	186	3203	199	3078	171	3309	261	718	40	693	31	739	48	792	45	3031	300	3128	322	1275	216	1514	169
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	8,50	1,75	8,52	1,72	8,93	2,07	9,54	1,72	2,00	0,57	1,94	0,51	1,95	0,40	2,05	0,47	7,44	4,18	7,67	3,76	1,18	0,35	0,97	0,23
NPK 2v.	8,24	0,74	8,71	0,18	8,59	0,71	9,20	0,48	1,93	0,16	2,34	0,24	2,06	0,17	2,16	0,11	5,76	1,84	6,24	1,80	0,77	0,13	0,86	0,20
BioMetsäk. 2v.	8,39	0,83	8,45	0,51	8,81	0,67	9,15	0,51	1,97	0,12	2,19	0,16	2,15	0,18	2,03	0,14	6,89	1,53	6,44	1,88	0,97	0,13	0,81	0,10
BioLieteMetsäk. 2v.	8,38	0,74	8,30	0,70	8,40	0,83	9,07	0,71	1,86	0,14	1,93	0,22	1,82	0,25	1,86	0,06	6,59	2,28	5,88	1,37	1,07	0,27	0,89	0,17
Lietek. 2v.	8,56	0,86	8,61	0,85	8,78	1,17	9,38	1,15	1,91	0,10	2,00	0,13	1,88	0,19	1,94	0,14	6,09	1,59	6,82	2,15	0,74	0,14	0,89	0,14
LieteMetsäk. 2v.	8,51	0,72	8,47	0,68	8,72	1,12	9,31	0,95	1,97	0,12	2,09	0,15	1,99	0,22	2,10	0,18	6,89	2,71	6,20	1,84	1,15	0,29	0,90	0,23
NPK 4v.	8,88	1,53	8,96	1,84	8,93	1,94	9,66	1,66	2,22	0,57	2,41	0,32	2,18	0,58	2,28	0,54	8,28	3,01	8,06	3,27	1,34	0,35	1,13	0,31
BioMetsäk. 4v.	9,03	1,56	9,00	1,70	9,27	2,19	9,64	1,96	2,04	0,49	2,68	0,52	2,06	0,49	2,36	0,56	8,23	3,40	8,04	4,21	1,16	0,28	0,95	0,16
BioLieteMetsäk. 4v.	8,87	1,46	9,08	1,61	9,34	1,87	9,83	1,99	2,10	0,51	2,42	0,58	2,01	0,42	2,24	0,54	8,66	4,06	8,71	4,61	1,11	0,31	0,95	0,14
Lietek. 4v.	9,12	1,48	9,44	1,59	9,12	1,84	9,85	1,67	2,26	0,49	2,78	0,64	2,15	0,62	2,32	0,57	8,68	2,88	8,99	5,36	1,63	0,43	1,12	0,42
LieteMetsäk. 4v.	9,38	1,81	9,19	1,50	9,46	2,07	9,91	1,64	2,21	0,52	2,61	0,61	2,18	0,49	2,34	0,57	8,87	3,96	9,64	4,88	1,15	0,28	1,12	0,21
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	62	19	49	11	49	5	54	8	0,70	0,06	0,83	0,1	0,80	0,08	0,81	0,13	218	205	228	165	0,39	0,20	0,26	0,04
NPK 2v.	44	6	37	3	39	3	38	4	0,77	0,06	0,918	0,1	0,86	0,11	0,85	0,03	145	70	182	111	0,33	0,11	0,29	0,06
BioMetsäk. 2v.	38	6	37	3	41	4	41	3	0,74	0,06	0,923	0,1	0,89	0,07	0,85	0,07	133	51	169	49	0,38	0,07	0,25	0,03
BioLieteMetsäk. 2v.	43	6	38	6	41	7	42	8	0,73	0,06	0,943	0,1	0,85	0,08	0,84	0,04	140	78	219	186	0,46	0,19	0,28	0,06
Lietek. 2v.	48	5	38	3	43	4	40	5	0,73	0,04	0,865	0,1	0,84	0,11	0,86	0,11	143	6	213	73	0,27	0,05	0,24	0,01
LieteMetsäk. 2v.	43	4	37	4	44	6	40	5	0,75	0,04	0,953	0,1	0,86	0,09	0,90	0,11	126	85	179	88	0,50	0,24	0,27	0,06
NPK 4v.	51	14	46	16	47	9	51	18	0,74	0,08	0,913	0,1	0,85	0,11	0,82	0,10	150	102	166	97	0,54	0,15	0,37	0,12
BioMetsäk. 4v.	61	15	56	18	60	24	57	16	0,71	0,11	1,073	0,1	0,86	0,09	0,93	0,12	173	103	187	75	0,40	0,16	0,27	0,04
BioLieteMetsäk. 4v.	69	45	47	12	50	16	54	24	0,76	0,11	1,075	0,2	0,90	0,12	0,92	0,18	136	43	189	56	0,39	0,16	0,27	0,04
Lietek. 4v.	41	4	38	3	49	4	42	2	0,79	0,06	0,925	0,1	0,83	0,13	0,89	0,15	128	111	177	77	0,60	0,15	0,32	0,18
LieteMetsäk. 4v.	55	16	44	6	51	15	53	20	0,76	0,07	1,073	0,1	0,89	0,12	0,94	0,14	125	34	143	56	0,37	0,11	0,28	0,06
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	6,2	0,2	6,1	0,1	6,2	0,1	6,2	0,2	0,31	0,05	0,33	0,02	0,35	0,03	0,45	0,04	6,6	0,3	6,6	0,5	0,34	0,07	0,38	0,03
NPK 2v.	6,1	0,1	6,1	0,1	6,1	0,1	6,2	0,1	0,30	0,02	0,35	0,05	0,38	0,03	0,53	0,04	6,5	0,5	6,7	0,3	0,34	0,06	0,40	0,02
BioMetsäk. 2v.																								

## Liite 4./ Kompostikokeen heinänurmen (Heinänurmi I) maan viljavuus

PINTA													POHJA																								
Fosfori (mg/l maata, HAAC-uitto)													Kalium (mg/l maata, HAAC-uitto)													Fosfori (mg/l)						Kalium (mg/l)					
Kevät 00			Syksy 00			Kevät 01			Syksy 01			Kevät 02			Syksy 02			Kevät 00		Syksy 02		Kevät 00		Syksy 02													
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD												
Kontrolli	7,8	1,9	7,4	1,9	7,0	1,2	8,7	1,5	6,5	2,0	6,4	1,7	81	28	67	9	83	14	57	13	86	24	60	14	6,6	2,8	3,1	1,2	98	26	89	34					
NPK 2v.	8,8	2,1	8,5	1,5	7,4	2,4	9,0	1,9	6,8	1,4	6,6	1,5	100	38	78	22	88	28	53	16	79	19	59	15	5,8	1,0	3,2	0,8	115	44	103	47					
Biojäte. 2v.	8,2	1,3	7,8	1,5	7,0	1,8	8,3	1,5	6,3	1,8	6,3	1,3	91	31	77	25	96	21	60	20	78	20	65	19	5,7	1,1	3,4	1,5	116	47	109	60					
Bioj.Lietek. 2v.	8,3	1,3	7,6	1,4	6,6	2,3	8,5	1,1	6,3	2,0	6,1	1,2	105	57	77	18	92	22	50	15	75	21	57	12	5,5	1,2	2,2	0,7	112	49	108	53					
NPK 4v.	8,2	1,5	8,4	1,5	7,6	1,0	9,2	1,2	7,3	1,8	6,5	1,1	84	23	76	26	83	30	49	12	80	19	57	20	5,8	1,4	2,5	0,5	127	62	138	84					
Biojäte. 4v.	8,6	1,1	8,2	1,5	6,5	2,5	8,6	0,8	7,1	1,9	6,4	1,0	87	26	85	35	93	31	52	20	79	31	63	22	5,9	0,8	2,6	0,4	132	73	119	67					
Bioj.Lietek. 4v.	8,7	1,3	7,9	1,1	7,8	1,9	8,6	2,1	7,0	2,5	6,4	2,0	98	35	84	26	95	29	51	12	82	25	58	18	5,5	0,6	3,3	0,7	125	66	118	82					
Kalsium (mg/l maata, HAAC-uitto)													Magnesium (mg/l maata, HAAC-uitto)													Kalsium (mg/l)						Magnesium (mg/l)					
Kevät 00			Syksy 00			Kevät 01			Syksy 01			Kevät 02			Syksy 02			Kevät 00		Syksy 02		Kevät 00		Syksy 02													
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD				
Kontrolli	1333	90	1326	109	1277	91	1288	135	1277	92	1393	75	153	13	146	11	147	6	140	15	138	9	146	10	1064	253	983	242	129	24	121	31					
NPK 2v.	1314	133	1420	73	1240	134	1345	120	1301	115	1460	125	147	26	152	20	136	24	139	23	132	23	147	30	1095	143	968	175	130	25	116	30					
Biojäte. 2v.	1409	161	1419	202	1317	177	1358	179	1348	170	1479	139	160	21	160	33	152	30	151	34	149	33	158	30	1263	256	1104	339	149	31	134	42					
Bioj.Lietek. 2v.	1365	204	1405	172	1348	180	1391	189	1304	164	1479	163	154	22	154	23	153	23	151	28	136	22	150	26	1135	231	941	320	133	32	116	42					
NPK 4v.	1404	231	1466	298	1311	224	1417	234	1333	266	1507	255	156	41	159	47	141	33	150	38	133	44	149	44	1100	192	904	281	136	25	114	36					
Biojäte. 4v.	1433	177	1451	247	1336	192	1420	205	1367	210	1504	162	160	29	162	36	151	26	159	29	150	35	159	26	1167	238	981	229	151	45	129	39					
Bioj.Lietek. 4v.	1345	267	1377	254	1306	254	1383	209	1344	297	1450	256	148	41	153	39	148	41	153	38	145	44	152	43	1062	66	1087	238	137	14	137	38					
Kupari (mg/l maata, HAAC-EDTA-uitto)													Sinkki (mg/l maata, HAAC-EDTA-uitto)													Kupari (mg/l)						Sinkki (mg/l)					
Kevät 00			Syksy 00			Kevät 01			Syksy 01			Kevät 02			Syksy 02			Kevät 00		Syksy 02		Kevät 00		Syksy 02													
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD				
Kontrolli	3,68	0,42	4,17	0,32	3,70	0,32	3,97	0,48	3,62	0,52	3,90	0,53	0,81	0,29	0,88	0,38	0,87	0,40	0,84	0,33	1,06	0,27	1,34	0,28	2,45	0,70	2,38	0,05	0,57	0,11	0,41	0,04					
NPK 2v.	3,95	0,79	4,30	0,80	3,67	0,78	3,99	0,92	3,91	0,50	3,79	0,82	1,07	0,38	1,04	0,43	1,07	0,43	0,99	0,36	1,32	0,23	1,37	0,35	2,92	0,49	3,13	1,48	0,70	0,23	0,54	0,07					
Biojäte. 2v.	3,65	0,97	4,07	0,52	4,50	1,44	3,65	0,77	3,47	0,69	3,84	0,71	0,89	0,16	1,07	0,30	0,97	0,19	1,03	0,29	1,17	0,42	1,31	0,20	2,80	0,82	2,88	1,17	0,60	0,15	0,55	0,35					
Bioj.Lietek. 2v.	3,47	0,71	3,84	0,63	3,73	0,60	3,88	0,51	3,60	0,56	3,82	0,61	0,88	0,12	1,20	0,21	1,02	0,25	1,15	0,09	1,29	0,29	1,47	0,37	3,26	0,90	2,64	0,41	0,51	0,14	0,43	0,10					
NPK 4v.	3,45	0,79	3,69	0,68	3,64	0,66	3,69	0,58	3,39	0,76	3,64	0,82	0,92	0,15	0,97	0,14	0,91	0,20	0,93	0,15	1,00	0,20	1,20	0,15	2,75	0,86	2,43	0,36	0,51	0,20	0,34	0,03					
Biojäte. 4v.	3,85	0,32	3,93	0,38	3,78	0,23	3,86	0,29	3,71	0,20	4,35	1,01	0,91	0,11	1,20	0,34	1,13	0,35	1,16	0,29	1,26	0,35	1,48	0,25	2,72	0,65	2,66	0,42	0,48	0,11	0,46	0,04					
Bioj.Lietek. 4v.	3,86	0,62	4,04	0,68	3,90	0,71	4,01	0,60	3,82	0,62	3,91	0,65	0,94	0,13	1,29	0,42	1,35	0,27	1,31	0,29	1,72	0,27	1,54	0,24	2,41	0,51	2,72	0,54	0,48	0,15	0,43	0,16					
Mangaani (mg/l maata, HAAC-EDTA-uitto)													Boori (mg/l maata, kuumavesiuutto)													Mangaani (mg/l)						Boori (mg/l)					
Kevät 00			Syksy 00			Kevät 01			Syksy 01			Kevät 02			Syksy 02			Kevät 00		Syksy 02		Kevät 00		Syksy 02													
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD				
Kontrolli	18,5	8,6	22,3	11,4	15,7	6,7	24,7	12,0	13,9	5,7	18,6	8,7	0,39	0,03	0,42	0,04	0,4	0,04	0,39	0,04	0,36	0,03	0,35	0,04	67,8	112	46,4	72,3	0,29	0,07	0,22	0,02					
NPK 2v.	25,3	16,1	25,6	14,9	22,8	16,8	25,7	12,5	14,4	6,8	16,2	8,2	0,44	0,03	0,46	0,04	0,4	0,06	0,42	0,05	0,41	0,06	0,43	0,06	15,9	6,8	19,0	21,3	0,37	0,01	0,27	0,03					
Biojäte. 2v.	33,5	22,2	32,2	23,3	25,3	14,7	33,1	24,4	18,1	10,1	20,0	13,4	0,44	0,04	0,48	0,05	0,4	0,03	0,44	0,05	0,41	0,05	0,42	0,06	60,2	82,8	28,1	23,3	0,37	0,02	0,31	0,06					
Bioj.Lietek. 2v.	28,8	18,8	31,2	23,6	22,6	15,5	30,2	21,4	17,9	13,1	20,4	16,0	0,43	0,03	0,45	0,06	0,4	0,06	0,41	0,05	0,39	0,07	0,41	0,06	71,2	116	124,8	236	0,33	0,05	0,22	0,06					
NPK 4v.	16,8	7,4	18,7	9,0	15,2	6,9	20,7	8,6	12,1	5,9	13,4	5,7	0,42	0,04	0,43	0,09	0,4	0,07	0,41	0,08	0,38	0,08	0,41	0,10	13,8	9,9	7,3	3,6	0,30	0,07	0,20	0,02					
Biojäte. 4v.	24,3	17,9	24,5	16,3	18,3	10,7	23,8	12,7	16,7	12,6	16,1	10,9	0,44	0,05	0,47	0,10	0,4	0,07	0,44	0,07	0,42	0,09	0,42	0,08	97,8	177	53,5	94	0,30	0,10	0,22	0,07					
Bioj.Lietek. 4v.	16,7	4,7	19,7	8,2	14,1	5,8	19,2	7,1	10,7	3,2	11,7	4,4	0,41	0,07	0,48	0,09	0,4	0,07	0,42	0,07	0,41	0,10	0,42	0,09	9,1	3,0	8,2	5,3	0,28	0,06	0,27	0,10					
Happamuus (pH)													Johtoluku (10 <sup>-4</sup> S/cm)													Happamuus (pH)						Johtoluku					
Kevät 00			Syksy 00			Kevät 01			Syksy 01			Kevät 02			Syksy 02			Kevät 00		Syksy 02		Kevät 00		Syksy 02													
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD				
Kontrolli	6,2	0,1	6,0	0,1	6,2	0,0	6,1	0,2	6,1	0,1	6,2	0,1	0,44	0,07	0,43	0,06	0,30	0,03	0,32	0,02	0,25	0,02	0,29	0,01	6,1	0,1			0,38	0,03							
NPK 2v.	6,1	0,1	5,9	0,1	6,2	0,1	6,1	0,1	6,0	0,2	6,2	0,1	0,57	0,08	0,79	0,08	0,31	0,03	0,35	0,02	0,31	0,04	0,37	0,06	6,1	0,1			0,42	0,06							
Biojäte. 2v.	6,2	0,2	6,2	0,2	6,3	0,2	6,2	0,2	6,2	0,3	6,3	0,2	0,52	0,05	0,48	0,04	0,29	0,02	0,37	0,07	0,29	0,01	0,37	0,06	6,2	0,1			0,45	0,05							
Bioj.Lietek. 2v.	6,1	0,2	6,1	0,2	6,3	0,1	6,2	0,2	6,1	0,2	6,2	0,2	0,46	0,13	0,48	0,03	0,32	0,04	0,33	0,04	0,30	0,03	0,36	0,05	6,2	0,3			0,41	0,06							
NPK 4v.	6,1	0,1	5,9	0,2	6,2	0,1	6,1	0,2	6,1	0,1	6,2	0,1	0,51	0,07	0,99	0,10	0,33	0,07	0,36	0,03	0,31	0,04	0,32	0,04	6,1	0,1			0,39	0,06							
Biojäte. 4v.	6,2	0,2	6,1	0,2	6,3	0,1	6,2	0,1	6,1	0,2	6,2	0,1	0,50	0,06	0,51	0,04	0,31	0,02	0,36	0,05	0,33	0,05	0,34	0,05	6,2	0,2			0,43	0,09							
Bioj.Lietek. 4v.	6,1	0,1	6,0	0,1	6,2	0,1	6,1	0,1	6,1	0,2	6,2	0,1	0,52	0,13	0,51	0,04	0,32	0,05	0,33	0,05	0,31	0,05	0,33	0,09	6,1	0,1			0,39	0,07							

# Liite 4./ Seoskompostikokeen heinänurmen (Heinäurmi II) maan viljavuus

PINTA					POHJA																										
Fosfori (mg/l maata, HAAC-uitto)					Kallium (mg/l maata, HAAC-uitto)					Fosfori (mg/l)					Kallium (mg/l)																
Kevät 2001		Syksy 2001		Kevät 2002		Syksy 2002		Kevät 2001		Syksy 2001		Kevät 2002		Syksy 2002		Kevät 2001		Syksy 2001		Kevät 2002		Syksy 2002									
sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd								
Kontrolli																															
7,2		1,3		8,8		0,8		7,4		1,1		7,1		1,3		85		21		63		12		84		20		54		21	
7,4		1,4		9,8		2,0		8,7		1,3		7,6		1,3		88		28		76		4		106		12		63		28	
7,4		1,5		9,5		1,6		8,6		2,0		7,2		1,3		88		12		72		6		92		11		55		14	
7,7		1,8		9,3		1,6		8,5		2,3		7,4		1,1		76		16		60		4		88		28		53		15	
7,9		1,4		9,4		2,2		8,4		1,9		7,1		1,6		90		23		60		6		88		10		50		8	
7,9		1,5		9,7		1,0		8,3		1,3		8,0		1,4		88		23		65		12		81		10		52		14	
6,8		0,8		9,0		1,2		8,1		1,3		7,1		0,8		83		10		72		14		91		6		53		11	
7,2		2,4		9,0		1,5		10,2		5,3		6,8		1,2		86		17		79		7		125		23		68		12	
6,7		0,6		8,4		0,7		7,6		1,0		6,8		0,9		78		30		55		11		85		14		60		30	
7,6		1,0		8,6		0,7		7,9		0,8		7,3		0,4		85		24		74		13		93		29		54		20	
6,8		0,5		8,8		0,1		7,3		0,3		7,0		0,9		97		17		62		11		83		20		57		14	
Kalsium (mg/l maata, HAAC-uitto)																															
1049		166		1043		199		1016		186		1013		190		101		6		95		8		92		8		92		11	
1107		208		1188		239		1135		235		1174		217		100		10		102		12		97		13		97		9	
1129		191		1215		211		1190		202		1146		186		106		11		112		5		103		11		100		7	
1124		194		1194		236		1164		182		1180		200		100		10		102		17		97		10		97		9	
1154		142		1209		191		1159		173		1153		132		104		7		105		10		102		7		101		4	
1062		143		1148		188		1107		154		1103		111		100		8		104		12		97		7		96		5	
1128		93		1212		137		1165		153		1125		146		102		8		106		7		98		3		92		2	
1158		217		1258		238		1293		181		1248		172		103		3		109		11		111		8		107		6	
1075		143		1167		236		1208		217		1165		195		99		5		103		7		102		9		99		8	
1112		181		1163		225		1153		211		1126		194		97		7		102		13		98		10		94		7	
1118		189		1243		207		1208		211		1227		201		105		13		108		18		102		11		103		12	
Magnesium (mg/l maata, HAAC-uitto)																															
101		6		95		8		92		8		92		11		995		190		499		38		96		6		54		3	
100		10		102		12		97		13		97		9		1157		238		751		75		107		13		83		9	
106		11		112		5		103		11		100		7		1129		184		728		201		107		11		77		20	
100		10		102		17		97		10		97		9		1112		186		750		184		104		12		79		11	
104		7		105		10		102		7		101		4		1150		146		807		226		107		6		84		19	
100		8		104		12		97		7		96		5		1047		162		564		82		100		9		62		13	
102		8		106		7		98		3		92		2		1108		92		548		177		103		4		58		13	
103		3		109		11		111		8		107		6		1121		156		532		121		105		3		57		7	
99		5		103		7		102		9		99		8		1077		183		554		173		102		4		59		14	
97		7		102		13		98		10		94		7		1129		216		630		184		108		27		67		17	
105		13		108		18		102		11		103		12		1112		208		602		196		103		11		63		15	
Sinkki (mg/l maata, HAAC-EDTA-uitto)																															
1,16		0,75		0,70		0,19		1,12		0,30		1,34		0,23		3,80		1,68		1,64		0,49		1,24		0,46		0,29		0,10	
0,77		0,43		0,53		0,11		0,96		0,31		1,10		0,17		4,38		1,70		1,24		0,25		0,93		0,76		0,24		0,03	
0,83		0,48		0,63		0,08		1,05		0,16		1,30		0,08		2,84		0,64		1,52		0,64		0,82		0,56		0,25		0,04	
0,81		0,43		0,61		0,15		1,13		0,18		1,29		0,23		3,96		1,09		1,42		0,57		1,03		0,95		0,28		0,10	
0,81		0,29		0,84		0,28		1,33		0,12		1,28		0,08		4,21		2,12		2,13		0,41		0,96		0,74		0,26		0,03	
0,87		0,38		0,71		0,19		1,50		0,10		1,41		0,32		3,53		0,51		1,43		0,26		1,22		0,50		0,27		0,05	
0,73		0,14		0,59		0,10		0,95		0,15		1,33		0,24		3,44		0,83		1,50		0,49		0,78		0,38		0,51		0,56	
0,78		0,26		0,98		0,21		1,68		0,48		1,51		0,19		4,81		3,30		1,81		0,76		1,11		0,48		0,33		0,17	
0,76		0,21		0,68		0,11		1,29		0,16		1,33		0,19		3,30		0,56		1,71		0,22		1,14		0,51		0,32		0,10	
0,78		0,27		1,08		0,26		2,14		0,53		1,74		0,31		4,15		1,08		1,84		0,55		0,95		0,76		0,28		0,06	
0,79		0,26		0,94		0,37		1,29		0,15		1,51		0,19		3,61		1,32		1,50		1,16		0,92		0,41		0,38		0,15	
Boori (mg/l maata, kuumavesiuutto)																															
0,48		0,11		0,52		0,13		0,42		0,08		0,45		0,08		11,2		2,7		3,91		1,2		0,47		0,11		0,28		0,11	
0,42		0,11		0,46		0,10		0,41		0,09		0,44		0,09		14,2		1,8		5,23		1,8		0,44		0,11		0,27		0,07	
0,42		0,10		0,57		0,11		0,50		0,10		0,51		0,08		15,5		4,7		7,02		2,7		0,42		0,09		0,26		0,06	
0,43		0,08		0,53		0,10		0,48		0,07		0,49		0,07		14,0		3,9		9,34		2,9		0,45		0,09		0,27		0,10	
0,42		0,09		0,49		0,10		0,41		0,08		0,43		0,10		17,1		4,7		8,10		7,1		0,43		0,09		0,26		0,04	
0,44		0,07		0,55		0,11		0,47		0,06		0,49		0,07		13,5		3,4		4,71		1,1		0,43		0,06		0,28		0,07	
0,45		0,06		0,51		0,10		0,43		0,04		0,46		0,05		12,8		3,1		4,93		3,1		0,47		0,04		0,27		0,04	
0,45		0,06		0,69		0,10		0,60		0,06		0,65		0,03		13,5		3,0		3,24		1,0		0,45		0,03		0,32		0,05	
0,45		0,05		0,67		0,07		0,59		0,06		0,60		0,07		12,7		3,5		4,55		2,1		0,47		0,07		0,34		0,05	
0,44		0,05		0,51		0,08		0,43		0,06		0,46		0,06		12,7		3,2		3,96		1,1		0,44		0,07		0,27		0,07	
0,46		0,06		0,70		0,14		0,60		0,07		0,62		0,10		12,1		3,8		5,22		2,4		0,45		0,08		0,35		0,08	
Happamuus (pH)																															
6,0		0,1		puutt.		puutt.		5,9		0,1		6,1		0,1		6,0		0,1		6,0		0,1		0,45		0,08		0,25		0,02	
6,2		0,2		puutt.		puutt.		6,2		0,1		6,2		0,2		6,3		0,2		6,1		0,1		0,41		0,04		0,28		0,03	
6,2		0,2		puutt.		puutt.		6,2		0,2		6,3		0,1		6,2		0,2		6,1		0,2		0,43		0,09		0,27		0,10	
6,2		0,1		puutt.		puutt.		6,1		0,2		6,2		0,2		6,2		0,2		6,2		0,2		0,42		0,08		0,24		0,05	
6,3		0,1		puutt.		puutt.		6,1		0,1		6,2		0,0		6,2		0,1		6,2		0,2		0,43		0,14		0,25		0,03	
6,1		0,1		puutt.		puutt.		6,2		0,2		6,1		0,1		6,1		0,1		5,9		0,2		0,45		0,09		0,29		0,04	
6,2		0,1		puutt.		puutt.		6,1		0,1		6,1		0,1		6,1		0,1		6,0		0,2		0,44		0,09		0,27		0,03	
6,1		0,2		puutt.		puutt.																									

### Liite 5./ Kompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi I) maan viljavuus

	PINTA							KALIO							POHJA		KALIO															
	Fosfori (mg/l maata, HAAC-uutto)							Kalium (mg/l maata, HAAC-uutto)							Fosfori (mg/l)		Kalium (mg/l)															
	Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02														
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD														
Kontrolli	21,8	10,8	18,3	6,1	25,2	12,3	24,4	11,5	21,2	7,8	19,6	9,1	110	17	109	14	112	11	75	3	103	13	56	7	19,9	9,5	19,9	10,9	119	42	53	3
Lantak. 2v.	19,5	7,4	22,3	4,1	27,7	13,8	23,7	9,2	23,0	8,1	21,9	9,3	112	9	242	15	213	64	134	43	147	24	87	24	17,2	6,8	19,5	8,4	115	17	80	18
Biojättek. 2v.	20,0	10,1	19,8	7,2	26,9	12,1	25,4	12,9	21,3	5,8	20,5	9,6	107	5	138	18	146	8	93	16	115	10	67	8	20,0	11,8	19,3	10,5	119	21	62	4
Bioj.Lietek. 2v.	24,5	10,9	21,8	6,7	28,8	12,5	26,5	9,7	24,7	10,1	21,3	7,6	117	32	119	24	124	29	87	23	108	19	59	13	20,9	6,9	19,1	6,0	109	23	59	12
Lantak. 4v.	29,5	16,8	28,2	8,4	39,8	15,4	32,2	12,5	31,6	14,4	29,8	17,0	124	23	327	70	290	63	170	19	219	26	113	29	22,2	10,6	23,3	8,6	128	26	113	25
Biojättek. 4v.	27,7	15,6	28,0	12,9	38,9	20,4	31,8	14,0	33,8	19,2	30,5	19,1	121	19	183	9	193	28	124	15	157	16	93	28	21,2	9,1	25,6	14,4	126	12	87	28
Bioj.Lietek. 4v.	28,3	12,9	25,4	9,4	32,6	15,1	30,7	13,3	30,5	14,6	27,5	13,4	121	23	130	16	147	18	102	22	131	18	84	19	24,5	11,8	23,8	9,5	119	8	72	13
	Kalsium (mg/l maata, HAAC-uutto)							Magnesium (mg/l maata, HAAC-uutto)							Kalsium (mg/l)		Magnesium (mg/l)															
Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02															
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD															
Kontrolli	1605	469	1549	517	1586	497	1524	449	1543	491	1639	552	108	17	112	18	113	17	109	14	116	17	114	22	1478	516	1597	622	97	18	112	25
Lantak. 2v.	1555	547	1640	539	1628	557	1492	506	1558	533	1643	560	108	28	142	13	137	37	119	26	121	21	134	17	1398	527	1539	515	91	22	120	20
Biojättek. 2v.	1494	518	1641	439	1600	480	1566	507	1600	379	1687	466	99	15	131	14	124	15	122	25	132	14	130	16	1402	551	1541	499	94	24	113	13
Bioj.Lietek. 2v.	1830	981	1818	839	1784	712	1867	1016	1659	706	1707	734	117	36	119	28	119	27	115	34	114	30	110	29	1596	835	1608	588	99	27	107	28
Lantak. 4v.	2371	1932	2122	1103	2264	1374	2164	1404	2229	1344	2334	1601	120	39	163	10	164	10	151	20	152	17	147	38	1921	1379	2031	1165	103	38	135	27
Biojättek. 4v.	2300	1394	2371	1369	2427	1491	2316	1374	2515	1708	2648	2014	121	28	152	24	157	35	152	28	157	17	158	34	1777	984	2345	1660	101	31	141	26
Bioj.Lietek. 4v.	2091	1156	1963	902	1987	880	2129	1053	2104	1201	2172	1105	121	35	123	30	128	28	130	30	126	29	135	26	1878	1064	1992	1035	106	34	127	24
	Kupari (mg/l maata, HAAC-EDTA-uutto)							Sinkki (mg/l maata, HAAC-EDTA-uutto)							Kupari (mg/l)		Sinkki (mg/l)															
Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02															
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD															
Kontrolli	9,35	4,44	9,60	4,47	8,79	3,88	8,66	2,89	8,21	3,71	9,54	3,99	16,3	6,7	17,0	8,0	15,8	6,8	15,3	5,8	15,2	6,6	17,0	7,4	9,14	4,28	9,59	4,58	15,6	6,9	16,5	8,5
Lantak. 2v.	8,79	3,74	9,44	3,73	8,40	3,31	8,66	2,75	7,76	3,04	8,87	3,55	16,2	6,6	18,2	7,9	15,9	6,9	15,2	4,7	15,4	6,9	15,8	6,1	8,53	3,64	8,55	3,44	14,3	5,8	14,7	5,4
Biojättek. 2v.	9,12	3,75	9,75	3,83	8,86	3,44	9,07	3,27	8,07	3,08	9,01	3,85	15,3	5,8	18,0	6,1	16,4	5,8	16,5	6,1	15,4	5,6	17,0	6,5	9,22	4,36	9,01	3,91	15,3	7,0	15,5	5,9
Bioj.Lietek. 2v.	9,02	2,71	9,30	2,68	8,56	2,64	8,92	2,96	7,91	2,64	8,92	2,84	21,5	16,4	21,8	12,8	18,3	8,9	21,7	15,8	17,6	9,3	18,5	9,5	8,38	2,84	8,83	2,49	18,4	13,5	16,0	6,0
Lantak. 4v.	8,99	2,37	8,75	2,34	8,18	2,87	7,99	1,84	7,74	2,39	8,49	2,23	30,1	31,4	26,2	20,1	26,7	22,6	25,2	22,0	26,7	22,7	27,6	24,7	8,30	2,91	8,43	2,21	25,4	23,6	21,9	15,5
Biojättek. 4v.	8,49	2,65	8,92	2,34	8,10	2,14	8,12	1,77	7,62	2,17	8,30	2,22	26,9	23,7	29,4	24,5	28,8	22,5	27,2	22,3	30,2	27,2	33,2	33,4	8,27	2,69	8,18	2,41	21,9	16,6	27,0	24,4
Bioj.Lietek. 4v.	8,61	2,50	9,18	2,54	8,50	2,12	9,41	1,72	8,22	2,28	8,88	2,23	22,2	14,8	23,7	15,4	20,6	11,6	23,8	13,2	23,7	18,9	23,9	16,6	8,71	2,89	8,49	1,75	21,0	13,3	20,1	11,9
	Mangaani (mg/l maata, HAAC-EDTA-uutto)							Boori (mg/l maata, kuumavesiuutto)							Mangaani (mg/l)		Boori (mg/l)															
Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02															
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD															
Kontrolli	124	56	142	71	104	39	109	50	124	44	117	86	0,67	0,24	0,66	0,23	0,61	0,19	0,61	0,21	0,59	0,17	0,61	0,21	124	54	123	58	0,68	0,23	0,61	0,22
Lantak. 2v.	124	58	143	59	102	39	117	30	111	26	102	35	0,65	0,23	0,69	0,22	0,61	0,19	0,65	0,23	0,63	0,21	0,65	0,23	116	54	98	29	0,64	0,23	0,63	0,23
Biojättek. 2v.	116	48	135	38	97	37	118	39	110	44	101	45	0,64	0,21	0,68	0,22	0,61	0,19	0,63	0,23	0,62	0,19	0,66	0,23	122	54	103	43	0,68	0,21	0,61	0,17
Bioj.Lietek. 2v.	143	71	155	60	113	45	142	60	125	42	113	49	0,68	0,27	0,67	0,22	0,61	0,19	0,68	0,28	0,61	0,18	0,61	0,22	132	72	100	36	0,72	0,30	0,64	0,24
Lantak. 4v.	168	127	153	80	145	92	145	78	136	77	148	83	0,74	0,36	0,72	0,21	0,61	0,19	0,73	0,26	0,69	0,24	0,65	0,24	151	107	128	61	0,78	0,37	0,71	0,30
Biojättek. 4v.	156	93	167	93	148	85	152	92	150	72	158	108	0,75	0,36	0,74	0,31	0,61	0,19	0,74	0,29	0,70	0,31	0,67	0,24	147	84	136	85	0,74	0,33	0,71	0,32
Bioj.Lietek. 4v.	148	79	151	71	128	61	156	63	135	71	133	64	0,71	0,29	0,71	0,25	0,61	0,19	0,71	0,26	0,63	0,22	0,66	0,22	135	68	115	50	0,75	0,27	0,69	0,26
	Happamuus (pH)							Johtoluku (10 <sup>-3</sup> S/cm)							Happamuus (pH)		Johtoluku															
Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 00	Kevät 01	Syksy 01	Kevät 02	Syksy 02		Kevät 00	Syksy 02	Kevät 00	Syksy 02															
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD															
Kontrolli	6,4	0,1	6,5	0,2	6,6	0,1	6,5	0,1	6,5	0,3	6,5	0,2	0,58	0,13	0,55	0,05	0,47	0,09	0,41	0,05	0,43	0,14	0,43	0,08	6,33	0,20	6,52	0,13	0,58	0,08	0,42	0,10
Lantak. 2v.	6,4	0,3	6,6	0,3	6,6	0,2	6,5	0,2	6,6	0,3	6,5	0,2	0,59	0,09	0,88	0,12	0,65	0,26	0,41	0,04	0,47	0,13	0,50	0,17	6,33	0,24	6,48	0,25	0,58	0,09	0,47	0,15
Biojättek. 2v.	6,3	0,3	6,5	0,2	6,5	0,2	6,5	0,2	6,5	0,2	6,4	0,2	0,61	0,11	0,77	0,15	0,54	0,15	0,43	0,06	0,45	0,11	0,51	0,15	6,24	0,30	6,43	0,22	0,59	0,07	0,51	0,10
Bioj.Lietek. 2v.	6,5	0,4	6,6	0,4	6,6	0,2	6,5	0,4	6,6	0,3	6,5	0,4	0,74	0,32	0,70	0,28	0,61	0,23	0,52	0,27	0,41	0,12	0,51	0,30	6,35	0,40	6,48	0,32	0,71	0,23	0,47	0,17
Lantak. 4v.	6,6	0,6	6,9	0,4	6,9	0,4	6,8	0,4	6,9	0,5	6,8	0,6	0,83	0,46	1,17	0,34	0,94	0,35	0,71	0,45	0,75	0,34	0,73	0,55	6,48	0,57	6,73	0,49	0,80	0,56	0,68	0,48
Biojättek. 4v.	6,7	0,5	6,9	0,5	6,9	0,4	6,8	0,3	6,9	0,5	6,8	0,6	0,73	0,35	1,05	0,33	1,01	0,87	0,68	0,29	0,60	0,24	0,80	0,66	6,51	0,43	6,76	0,46	0,72	0,34	0,76	0,67
Bioj.Lietek. 4v.	6,6	0,4	6,7	0,4	6,8	0,3	6,7	0,3	6,8	0,4	6,7	0,4	0,71	0,33	0,76	0,27	0,73	0,26	0,56	0,23	0,50	0,15	0,68	0,44	6,54	0,45	6,67	0,46	0,63	0,31	0,65	0,43

## Liite 5./ Seoskompostikokeen apilaheinänurmen (Apilanurmi II) maan viljavuus

	PINTA								POHJA							
	Fosfori (mg/l maata, HAAC-uuhto)				Kalium (mg/l maata, HAAC-uuhto)				Fosfori (mg/l)				Kalium (mg/l)			
	Kevät 2001	Syysy 2001	Kevät 2002	Syysy 2002	Kevät 2001	Syysy 2001	Kevät 2002	Syysy 2002	Kevät 2001	Syysy 2002	Kevät 2001	Syysy 2002	Kevät 2001	Syysy 2002		
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
Kontrolli	9,8	0,6	10,5	0,8	11,1	0,8	9,3	0,9	8,5	1,5	9,3	0,9	7,6	1,7	4,6	7
Karjanlanta 2v.	9,5	1,1	11,1	1,5	11,4	1,6	9,8	1,3	7,8	7	14,8	2,8	14,9	3,7	8,8	3,4
BioJiMetä 2v.	9,6	1,1	12,3	2,7	13,3	3,8	9,3	1,8	10,5	3	12,7	4,7	13,0	5	6,7	5
BioJiLietoMetsä 2v.	9,8	1,0	11,3	1,3	11,2	1,1	9,2	0,8	9,1	1,3	8,3	5	9,5	7	4,9	7
Karjanlanta 4v.	8,4	1,6	11,5	3,0	11,6	2,8	9,2	1,8	8,2	1,5	2,64	4,0	2,94	5,5	1,60	4,7
BioJiMetä 4v.	8,5	1,0	10,6	1,5	11,4	2,0	8,8	0,9	7,9	1,6	14,6	2,8	15,4	4,2	6,5	1,3
BioJiLietoMetsä 4v.	8,5	1,9	9,7	2,2	10,4	2,1	8,6	1,8	9,2	1,6	8,7	1,6	10,5	1,1	5,5	1,1
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	949	319	865	242	784	231	845	283	73	26	65	18	61	18	61	21
Karjanlanta 2v.	1000	149	897	80	908	61	914	157	77	11	74	8	81	16	7,6	17
BioJiMetä 2v.	936	71	988	143	894	106	943	78	77	8	79	14	72	6	7,3	6
BioJiLietoMetsä 2v.	905	115	937	101	838	112	897	62	75	13	73	9	66	11	6,4	8
Karjanlanta 4v.	1118	207	1306	411	1351	483	1109	170	84	11	128	29	124	31	9,9	11
BioJiMetä 4v.	1081	159	1180	151	1235	161	1090	206	83	9	92	10	88	11	7,9	13
BioJiLietoMetsä 4v.	1060	175	1111	146	1099	216	1047	131	84	10	84	11	80	11	7,6	7
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	829	335	726	222	63	29	55	16	829	335	726	222	63	29	55	16
Karjanlanta 2v.	810	172	826	187	65	17	70	17	810	172	826	187	65	17	70	17
BioJiMetä 2v.	797	75	806	99	65	9	67	8	797	75	806	99	65	9	67	8
BioJiLietoMetsä 2v.	817	175	737	163	65	17	55	12	817	175	737	163	65	17	55	12
Karjanlanta 4v.	953	262	997	244	72	16	86	15	953	262	997	244	72	16	86	15
BioJiMetä 4v.	918	128	986	233	73	7	74	14	918	128	986	233	73	7	74	14
BioJiLietoMetsä 4v.	937	214	915	212	74	16	69	14	937	214	915	212	74	16	69	14
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	6,07	1,05	6,93	1,47	5,90	0,96	10,62	7,47	6,93	2,58	7,13	2,22	6,62	2,20	8,13	2,74
Karjanlanta 2v.	6,08	1,45	6,32	1,82	5,22	1,10	6,54	1,48	6,69	0,89	6,75	1,11	6,50	0,56	7,14	1,08
BioJiMetä 2v.	6,29	1,90	6,50	1,47	5,70	1,26	6,79	1,58	6,09	0,92	6,63	0,84	6,36	0,91	6,82	0,89
BioJiLietoMetsä 2v.	6,12	1,89	6,93	1,37	5,62	1,55	6,90	1,92	6,00	0,77	7,02	1,07	5,83	0,84	6,55	0,42
Karjanlanta 4v.	5,36	1,17	5,72	1,13	4,59	1,09	5,93	1,35	7,45	2,11	8,52	2,46	7,27	2,05	8,51	2,66
BioJiMetä 4v.	5,46	1,25	5,69	1,17	4,65	1,10	5,99	1,10	7,40	1,98	8,28	1,74	7,56	1,84	8,41	2,34
BioJiLietoMetsä 4v.	5,13	1,22	5,58	1,20	4,83	1,55	5,79	1,32	7,16	1,77	7,58	1,46	7,32	2,01	7,97	2,01
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	6,57	0,99	6,93	1,67	5,71	1,86	6,52	2,50	6,57	0,99	6,93	1,67	5,71	1,86	6,52	2,50
Karjanlanta 2v.	6,46	1,80	6,86	1,65	4,89	1,19	5,49	1,04	6,46	1,80	6,86	1,65	4,89	1,19	5,49	1,04
BioJiMetä 2v.	6,42	1,64	6,67	2,02	5,36	1,07	5,68	1,19	6,42	1,64	6,67	2,02	5,36	1,07	5,68	1,19
BioJiLietoMetsä 2v.	6,56	1,88	6,26	1,58	5,28	1,15	5,24	1,00	6,56	1,88	6,26	1,58	5,28	1,15	5,24	1,00
Karjanlanta 4v.	5,04	0,99	5,39	1,25	5,48	1,84	7,30	2,05	5,04	0,99	5,39	1,25	5,48	1,84	7,30	2,05
BioJiMetä 4v.	5,14	1,25	5,97	2,05	5,18	1,48	6,91	2,44	5,14	1,25	5,97	2,05	5,18	1,48	6,91	2,44
BioJiLietoMetsä 4v.	5,30	1,58	4,91	1,28	5,95	2,04	5,76	1,29	5,30	1,58	4,91	1,28	5,95	2,04	5,76	1,29
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	75	16,5	64	5,7	0,51	0,10	0,43	0,12	75	16,5	64	5,7	0,51	0,10	0,43	0,12
Karjanlanta 2v.	62	13,1	48	8,2	0,50	0,05	0,44	0,06	62	13,1	48	8,2	0,50	0,05	0,44	0,06
BioJiMetä 2v.	73	13,7	52	11,2	0,50	0,03	0,51	0,07	73	13,7	52	11,2	0,50	0,03	0,51	0,07
BioJiLietoMetsä 2v.	77	23,4	55	8,8	0,50	0,04	0,49	0,06	77	23,4	55	8,8	0,50	0,04	0,49	0,06
Karjanlanta 4v.	63	18,4	53	13,1	0,58	0,07	0,56	0,03	63	18,4	53	13,1	0,58	0,07	0,56	0,03
BioJiMetä 4v.	60	12,5	58	13,4	0,58	0,08	0,61	0,08	60	12,5	58	13,4	0,58	0,08	0,61	0,08
BioJiLietoMetsä 4v.	66	15,3	46	10,4	0,58	0,12	0,60	0,10	66	15,3	46	10,4	0,58	0,12	0,60	0,10
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	5,9	0,2	5,9	0,2	0,40	0,05	0,29	0,05	5,9	0,2	5,9	0,2	0,40	0,05	0,29	0,05
Karjanlanta 2v.	5,9	0,1	6,0	0,1	0,36	0,04	0,32	0,03	5,9	0,1	6,0	0,1	0,36	0,04	0,32	0,03
BioJiMetä 2v.	5,9	0,1	6,0	0,1	0,37	0,02	0,35	0,04	5,9	0,1	6,0	0,1	0,37	0,02	0,35	0,04
BioJiLietoMetsä 2v.	5,9	0,1	5,9	0,1	0,37	0,03	0,31	0,02	5,9	0,1	5,9	0,1	0,37	0,03	0,31	0,02
Karjanlanta 4v.	6,0	0,3	6,1	0,3	0,36	0,03	0,42	0,03	6,0	0,3	6,1	0,3	0,36	0,03	0,42	0,03
BioJiMetä 4v.	6,0	0,1	6,0	0,2	0,38	0,02	0,39	0,03	6,0	0,1	6,0	0,2	0,38	0,02	0,39	0,03
BioJiLietoMetsä 4v.	6,0	0,2	6,0	0,2	0,40	0,02	0,37	0,05	6,0	0,2	6,0	0,2	0,40	0,02	0,37	0,05
	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Kontrolli	0,39	0,04	0,32	0,02	0,33	0,02	0,33	0,03	0,39	0,04	0,32	0,02	0,33	0,02	0,33	0,03
Karjanlanta 2v.	0,38	0,02	0,44	0,06	0,42	0,14	0,37	0,03	0,38	0,02	0,44	0,06	0,42	0,14	0,37	0,03
BioJiMetä 2v.	0,40	0,03	0,43	0,09	0,39	0,07	0,41	0,05	0,40	0,03	0,43	0,09	0,39	0,07	0,41	0,05
BioJiLietoMetsä 2v.	0,41	0,05	0,35	0,02	0,34	0,08	0,36	0,04	0,41	0,05	0,35	0,02	0,34	0,08	0,36	0,04
Karjanlanta 4v.	0,43	0,06	0,84	0,09	0,61	0,04	0,47	0,02	0,43	0,06	0,84	0,09	0,61	0,04	0,47	0,02
BioJiMetä 4v.	0,43	0,03	0,66	0,14	0,47	0,09	0,46	0,05	0,43	0,03	0,66	0,14	0,47	0,09	0,46	0,05
BioJiLietoMetsä 4v.	0,43	0,04	0,43	0,07	0,43	0,06	0,42	0,09	0,43	0,04	0,43	0,07	0,43	0,06	0,42	0,09

## Maa- ja elintarviketalous -sarjassa ilmestyneitä julkaisuja

### Ympäristö

- 28 Biojäte- ja lietekompostien käyttömahdollisuudet kasvintuotannossa. *Lehtonen ym.* 120 s. Hinta 25 euroa.
- 25 Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen . *Uusi-Kämppä ym.* 131 s. Hinta 25 euroa.
- 15 Lietelannan käyttö nurmikierrossa. *Pasi Mattila (toim.)*. 80 s. Hinta 20 euroa.

### Kasvintuotanto

- 26 Luomumansikan viljelytekniikka ja kasvinsuojelu. Kirjallisuusselvitys. *Prok-kola ym.* 160 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/met/pdf/met26.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met26.pdf) ).
- 17 Uhanalaisten lääkekasvien markkinat ja viljely. Kirjallisuusselvitys. *Galambosi & Jokela*. 88 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: [www.mtt.fi/met/pdf/met17.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met17.pdf) ).

### Talous

- 23 Lähiruoan markkinointi vähittäiskauppoihin, suurkeittiöihin ja maaseutumatkailuyrityksiin. *Paananen & Forsman*. 62 s. Hinta 20 euroa.
- 24 Trädgårdssektorns struktur och ekonomi - en analys av olika statiker. *Österman*. 105 sid. Pris 25 euroa.

### Teknologia

- 21 Luomusikala Suomen olosuhteissa. *Kivinen*. 79 s. Hinta 20 euroa.
- 18 Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II. *Suutarinen ym.* 69 s. Hinta 20 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta  
[www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html](http://www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html).



