

## Kemicond-käsittelyn puhdistamolietteen käyttö viherpeitteisen kaatopaikan katemateriaalina

Tapio Salo ja Petri Kapuinen

*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)*

### Tiivistelmä

Käsittämätöntä puhdistamolietettä ei saa enää uuden lannoitevalmistelain ja -asetuksen voimaan tultua käyttää edes viherrakentamisessa. Sitä voidaan laillisesti luovuttaa vain sijoitettavaksi ympäristölainsäädännön nojalla hyväksytylle kaatopaikalle tai poltettavaksi hyväksytyssä polttolaitoksessa. Jotta puhdistamolietettä voidaan käyttää maanparannusaineena tai kasvualustan raaka-aineena, se on käsiteltävä esimerkiksi Kemicond-menetelmällä. Siinä esikuivattu puhdistamoliete hygienisoidaan ennen lopullista kuivaamista lisäämällä siihen rikkihappoa ja vetyperoksidia.

Lannoitevalmisteasetus säätelee myös lannoitevalmistelain mukaan hyväksytyssä laitoksessa käsittelyn lannoitevalmisteen käyttömääriä viherrakentamisessa sekä maa- ja metsätaloudessa. Maataloudessa käytettäviä typpimääriä säätelee lisäksi ns. nitraattiasetus. Maatalouden käyttömääriä säätelee käytännössä kuitenkin maatalouden ympäristötukijärjestelmä, koska lähes kaikki maatilat kuuluvat järjestelmän piiriin ja sen asettamat rajoitukset ovat lainsäädännön rajoituksia tiukemmat. Kaatopaikkojen katemateriaalina ja maisemoinnissa sekä viherrakentamisessa lietteitä voi käyttää tätä enemmän. Maisemointiin sisältyy yleensä vaatimus kasvillisuuden perustamisesta kaatopaikalle. Vihreän kasvuston perustaminen olisi helppoa, jos liete katettaisiin riittävällä kerroksella varta vasten valmistettua kasvualustaa tai sellaista seostettaisiin riittävä määrä lietteeseen. Tällainen kasvualusta on kuitenkin kallista, ja kustannusten säästämiseksi sen käyttö haluttaisiin minimoida.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten varta vasten valmistetun kasvualustan käyttö voidaan minimoida lietteellä maisemoidun kaatopaikan katteessa, johon halutaan viherpeite.

Astiakokeessa tutkittiin raiheinän kasvualustana käsittelemättömiä ja Kemicond-käsiteltyjä lietteitä, niiden seoksia ruokamullan tai kasvuturpeen kanssa sekä ruokamullalla tai kasvuturpeella katettuja Kemicond-käsiteltyjä lietteitä. Verranteena ja lietteisiin sekoitettavina kasvualustoina käytettiin ruokamultaa (hieno hieta) ja lannoittamatonta kasvuturvetta. Kate- ja verrannekäytössä ne lannoitettiin Viherympäristöliiton suositusten mukaisesti. Koeastiat sijoitettiin kasvihuoneeseen ja kasteltiin 1,5 kk:n kasvatuksen kuluessa sopivasti. Kasvualustoista mitattiin happamuutta, johtokykyä kasvualustasta ja valumavedestä sekä ravinne- ja haitallisten metallien pitoisuuksia. Kasvustosta mitattiin sen korkeus ja sato.

Kaikki lietteet sellaisenaan olivat liian väkeviä kasvualustaksi. Kompostoidussa Kemicond-lietteessä oli havaittavissa pientä taimettumista ja kasvua, mutta kasvu oli selvästi heikompa kuin ruokamullassa. 20 til.-% ruokamultaa tai kasvuturvetta ei riittänyt laimentamaan lietettä niin, että raiheinä olisi siinä taimettunut ja kasvanut kompostoitua Kemicond-lietettä lukuun ottamatta. Viiden senttimetrin paksuinen ruokamulta tai turvekerros katteena lietteiden päällä edisti raiheinän kasvua, mutta vain kompostoitu Kemicond-liete katettuna ruokamullalla tuotti yhtä hyvän kasvun kuin ruokamulta. Jos kaatopaikan tai vastaavan maisemointiin käytetty Kemicond-liete halutaan viherpeitteiseksi, sitä on syytä ensin kompostoida noin vuosi, sitten kattaa ruokamullalla ja kylvää heinäkasvien siemenillä. Kokeissa käytetyn 1-vuotisen raiheinän sijasta käytännön toiminnassa on tarkoituksenmukaisinta käyttää jotain monivuotista heinäkasvia, jonka kasvustoa ei tarvitse perustaa joka vuosi uudelleen. Monivuotisilla nurmikasveilla kasvutulosten voidaan olettaa olevan samanlaiset kuin yksivuotisella raiheinälläkin.

**Asiasanat:** Kemicond-menetelmä, puhdistamoliete, viherpeite, kaatopaikka, maisemointi, katemateriaali, kasvualusta, johtokyky, ravinteet, haitalliset metallit

## Johdanto

Käsitlemätöntä puhdistamolietettä ei saa enää uuden lannoitevalmistelain (Eduskunta 2006) ja -asetuksen (MMM 2007) voimaan tultua käyttää edes viherrakentamisessa. Sitä voidaan laillisesti luovuttaa sijoitettavaksi vain ympäristölainsäädännön nojalla hyväksytyille kaatopaikalle tai poltettavaksi hyväksytyssä polttolaitoksessa. Tämä lainsäädäntö säätelee varsin tiukasti myös lannoitevalmistelain (Eduskunta 2006) mukaan hyväksytyssä laitoksessa käsitellyn lannoitevalmisteen käyttömääriä viherrakentamisessa sekä maa- ja metsätaloudessa. Maataloudessa käytettäviä typpimääriä säätelee lisäksi ns. nitraattiasetus (VN 2000). Maatalouden käyttömääriä säätelee käytännössä kuitenkin maatalouden ympäristötukijärjestelmä (VN 2007), koska lähes kaikki maatilat kuuluvat järjestelmän piiriin ja sen asettamat rajoitukset ovat lainsäädännön rajoituksia tiukemmat. Kaatopaikkojen katemateriaalina ja maisemoinnissa lietteitä voi käyttää tätä enemmän. Toivottavaa olisi kuitenkin, että näin maisemoidulla kaatopaikalla kasvaisi jotain vihreää. Vihreän kasvuston perustaminen olisi helppoa, jos liete katettaisiin riittävällä kerroksella varta vasten valmistettua kasvualustaa tai sellaista seostettaisiin riittävä määrä lietteeseen. Tällainen kasvualusta on kuitenkin kallista, ja kustannusten säästämiseksi sen käyttö haluttaisiin minimoida. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten valmistetun kasvualustan käyttö voidaan minimoida lietteellä maisemoidun kaatopaikan katteessa, johon halutaan viherpeite.

## Aineisto ja menetelmät

Astiakokeessa tutkittiin lietteiden ja ruokamullan tai kasvuturpeen seoksia raiheinän kasvualustana (Taulukko 1). Astiakoe perustettiin elokuun 2006 lopulla, ja raiheinän kasvua mitattiin lokakuuhun 2006 asti. Astiat sijoitettiin avoseinäiseen ja lasikattoiseen astiakoehalliin. Astioita kasteltiin päältä, ja astian läpi ala-astiaan valuvan veden määrä pyrittiin pitämään mahdollisimman pienenä. Verranteena ja lietteisiin sekoitettavina kasvualustoina käytettiin ruokamultaa (hieno hieta) ja lannoittamatonta kasvuturvetta. Astiakokeen perustamisen yhteydessä kasvualustojen raaka-aineista otettiin näytteet johtokyvyn, pH:n ja ravinnepitoisuuksien määrittystä varten.

Verrannekasvualustat eli pelkkää kasvuturvetta tai ruokamultaa sisältäneet kasvualustat ja verrannekasvualustamateriaaleista valmistetut 5 cm:n katekerrokset lannoitettiin Viherympäristöliiton nurmikon ravinnepitoisuussuosituksen (VYL 2004) mukaisesti. Tavoitteena oli saada kasvualustan liukoisten ravinteiden pitoisuuksiksi N 50, P 13 ja K 50 mg/l. Lisäksi edellä mainituille käsittelyille annettiin hivenlannoitus. Lannoitus annettiin liuoksena, joka sekoitettiin koko lannoitettuun kasvualustaan (2 l:n astiat) tai katekerrokseen (5 cm:n katekerrokset). Kuhunkin astiaan kylvettiin raiheinää 300 mg (noin 75 kpl/astia, 4000 kpl/m<sup>2</sup> ja 16 kg/ha). Astiat siirrettiin astiakoehalliin 24.8.2006.

Astioita kasteltiin turpeen mukaan, ja raiheinän orastumisesta tehtiin havainnot. Kasvuston pituus mitattiin viivoittimen avulla 13.9.2006 eli noin kahden viikon kuluttua perustamisesta. Orastumattomista kasvualustoista otettiin 21.9.2006 näytteet, joista määritettiin kuivatun kasvualustanäytteen (1:5 vesiuutto) sekä valumaveden pH ja johtokyky. Kasvusto korjattiin 4.10.2006 ja kasvustonäytteet punnittiin tuoreena ja kuivattiin 60 °C lämpötilassa 24 h, jonka jälkeen punnittiin näytteiden kuivapaino.

Kasvualustojen raaka-aineista määritettiin viljavuusanalyysin mukaisesti johtokyky, pH, fosfori, kalium ja kalsium (MTT 1986). Tuoreista näytteistä määritettiin epäorgaaninen typpi 2 M KCl-uutolla ja pH sekä johtokyky lannoitevalmistelain (Eduskunta 2006) mukaisella 1:5 uuttosuhteella (CEN 1999a ja CEN 1999b).

Koejäsenistä, joissa oli kasvua, testattiin ensiksi yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla kasvuston korkeudet, tuore- ja kuiva-ainesadot. Dunnettin testillä verrattiin muita käsittelyjä ruokamullan tuottamaan kasvuun. Sen jälkeen lieriöissä kasvatetut koejäsenet (15 – 22) analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä faktorikokeena, jossa faktoreina olivat 5 cm:n katekerroksen tyyppi (multa tai turve) ja käytetyt lietteet (käsitlemätön kuivattu jätevesiliete, Porin kuivattu Kemicond-käsitelty liete, Uudenkaupungin Kemicond-käsitelty liete ja 11 kk kompostoitunut Kemicond-käsitelty liete). Katekerroksen tai lietteiden välisiä eroja testattiin Tukey-Kramerin testillä.

## Taulukko 1. Astiakokeen käsittelyt

Verranteet kasvualustana

1. Pelkkä kasvuturve
2. Pelkkä ruokamulta

Puhdistamolietteet sellaisenaan kasvualustana

3. Käsittämätön kuivattu jätevesiliete (**Pori**)
4. Kuivattu Kemicond-liete, Pori (**PoriKC**)
5. Kuivattu Kemicond-liete, Uusikaupunki (**UgiKC**)
6. 11 kk kompostoitu Kemicond-liete (**KompKC**)

Lietteet kasvualustana seostettuna turpeen kanssa (kokonaistilavuudesta 20 % turvetta)

7. Käsittämätön kuivattu jätevesiliete
8. Kuivattu Kemicond-liete, Pori
9. Kuivattu Kemicond-liete, Ugi
10. 11 kk kompostoitu Kemicond liete

Lietteet kasvualustana seostettuna ruokamullan kanssa (kokonaistilavuudesta 20 % ruokamultaa)

11. Käsittämätön kuivattu jätevesiliete
12. Kuivattu Kemicond-liete, Pori
13. Kuivattu Kemicond-liete, Ugi
14. 11 kk kompostoitu Kemicond-liete

~30 cm:n liete kasvualustana katettuna 5 cm:n turvekerroksella

15. Käsittämätön kuivattu jätevesiliete
16. Kuivattu Kemicond-liete, Pori
17. Kuivattu Kemicond-liete, Ugi
18. 11 kk kompostoitu Kemicond-liete

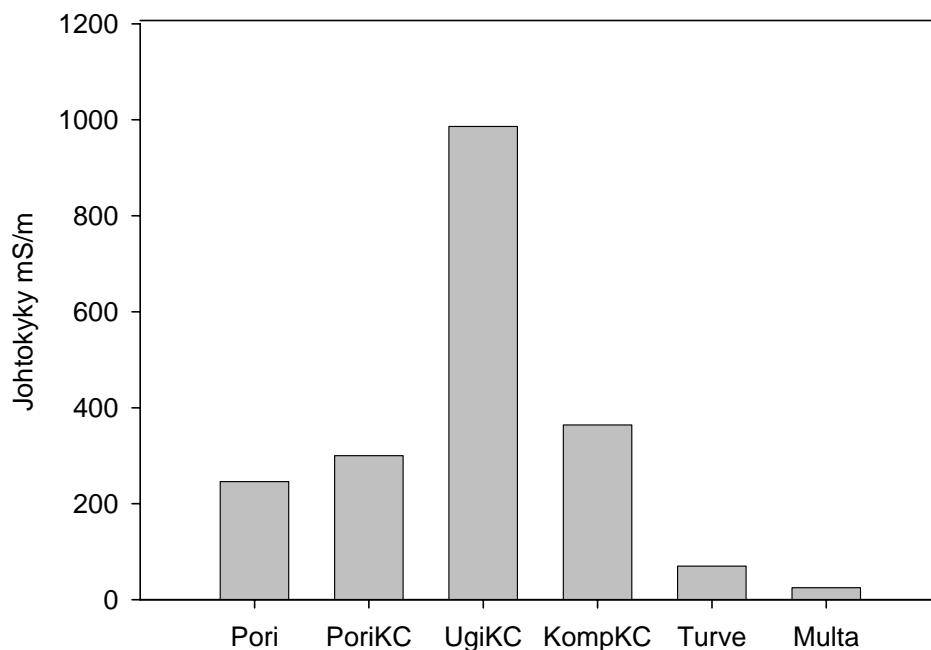
~30 cm:n liete kasvualustana katettuna 5 cm:n ruokamultakerroksella

19. Käsittämätön kuivattu jätevesiliete
20. Kuivattu Kemicond-liete, Pori
21. Kuivattu Kemicond-liete, Ugi
22. 11 kk kompostoitu Kemicond-liete

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

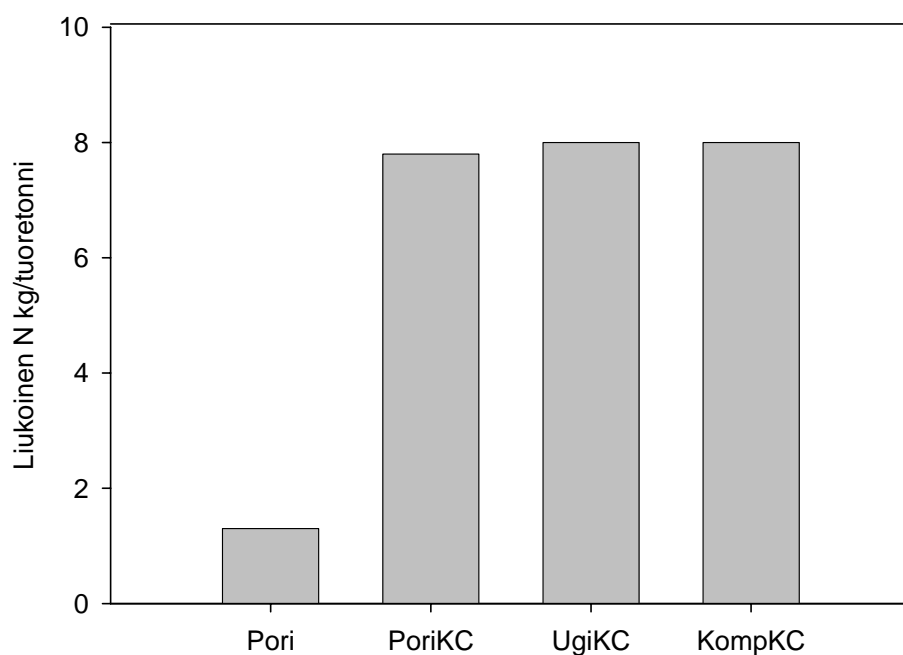
Keskeisin syy raiheinän orastumattomuuteen oli lietteiden selvästi liian suuri johtokyky. Lietteet olivat lähinnä lannoitteita eikä kasvualustoja, vaikka ne lannoitevalmisteasetuksessa (MMM 2007) orgaanisiksi maanparannusaineiksi luetaankin. Seostettujen kasvualustojen tilavuussuhteen 8:2 (Kemicond-liete: ruokamulta tai turve) olisi pitänyt olla pikemminkin päinvastainen, jotta raiheinän olisi voinut odottaa orastuvan.

Lietteiden johtokyky oli niille tyypillisen korkea 200 - 1000 mS/m (uuttosuhte 1:5) (Kuva 1). Kasvualustan johtokyvyksi suositellaan 30–60 mS/m (VYL 2004), ja yli 100 mS/m lukemat ovat kasvien kasvulle usein selvästi liian korkeat. Orastumattomista koeastioista 21.9. määritetyt johtokyvyt (kuivattu näyte, 1:5 uutto) olivat 500–2000 mS/m, koska uuttosuhte oli perustamisvaiheen näytteitä pienempi kuiva-aineen määrään suhteutettuna. Orastumattomien astioiden läpi valuneen veden johtokyky oli myös korkea, 300–1800 mS/m. Kaikkien orastumattomien kasvualustojen pH oli kasvien kasvun kannalta sopivalla alueella (pH 5,7–6,3).

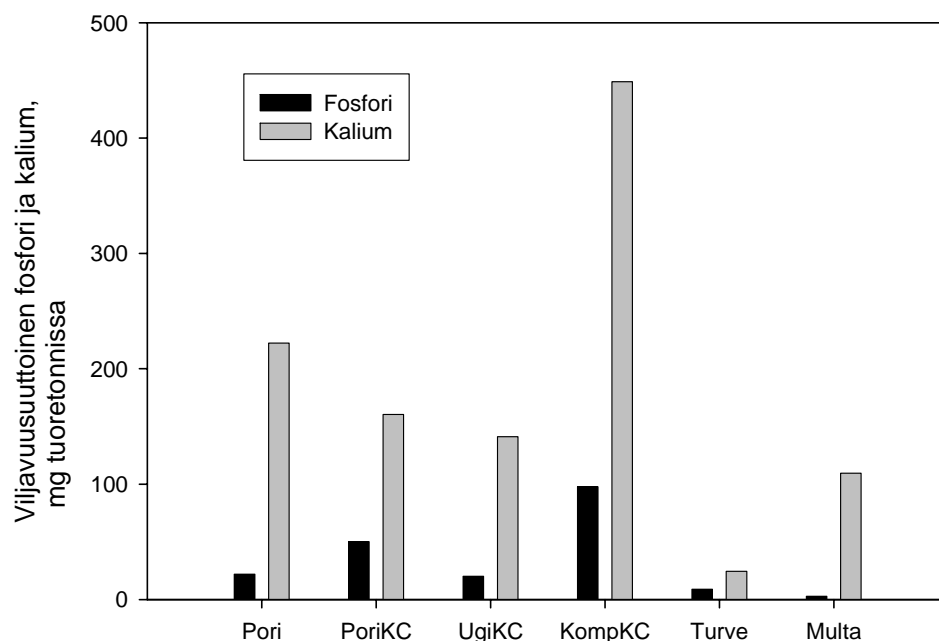


**Kuva 1.** Kasvialustojen raaka-aineiden (Taulukko 1) johtokyky kokeen alussa 1:5 vesi-uutossa.

Astiakokeen perustamishetkellä lietteiden ammoniumtyyppien pitoisuudet olivat korkeita (Kuva 2). Nitraattityyppä lietteissä ei ollut. Kasveille käyttökelpoista fosforia ja kaliumia kuvaavan viljavuusuuton mukaan kasvialustojen fosfori- ja kaliumpitoisuudet (Kuva 3) olivat riittäviä kasvien kasvulle (Viljavuuspalvelu 2000).



**Kuva 2.** Kasvialustan raaka-aineina käytettyjen lietteiden (Taulukko 1) ammoniumtyyppien määrät 2 M kaliumkloridi-uutolla määritettynä.



**Kuva 3.** Kasvualustan raaka-aineina käytettyjen lietteiden (Taulukko 1) fosfori- ja kaliumpitoisuudet viljavuuanalyysin (hapan ammoniumasetaattiuutto) mukaan.

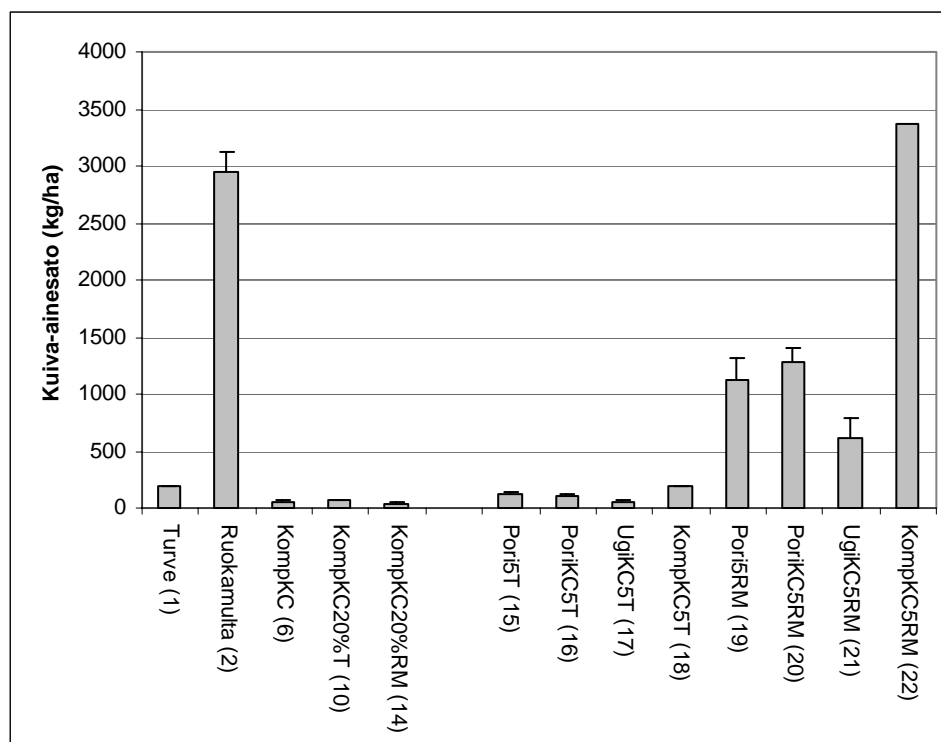
Ensimmäisten kasvualustojen orastumiset havaittiin 30.8. eli kuuden päivän kuluttua kokeen perustamisesta. Nopeimmin raiheinä orastui verranteina olleissa ruokamullassa ja kasvuturpeessa sekä kaikissa 40 cm:n lieriöissä, joissa liete oli katettu 5 cm:n ruokamulta- tai kasvuturvekerroksella. Jonkin verran orastumista oli havaittavissa myös kompostoidussa Kemicond-lietteessä. Kompostoitu Kemicond-liete oli ainoa liete, jossa taimettumista tapahtui sellaisenaan tai 20 % turve- tai ruokamultalisäyksen kanssa.

Kasvusto oli korkein ruokamullan ollessa kasvualustana tai katekerroksena. Pelkässä kompostoitamattomassa Kemicond-lietteessä raiheinä ei orastunut lainkaan. Kasvuston korkeus oli pienin, kun ruokamullalla katettu liete oli Uudenkaupungin Kemicond-käsiteltyä lietettä, koska sen johtokyky oli lietteiden johtokyvyistä suurin. Se, että turvekatteelliset kasvualustat orastuivat huonosti, aiheutui siitä, että turpeen pH oli liian matala, vaikka alla olevan lietteen pH olikin sopivalla alueella. Turvekatteellisten kasvualustojen raiheinäkasvustojen korkeus oli yhtä suuri kuin pelkän turvekasvualustankin.

Kasvun kontrollikasvualustana voidaan pitää ruokamultaa, jonka tuoresato oli 43 g/astia. Tämä vastaa hyvää 20,4 t/ha tuoresatoa. Vastaava kuiva-ainesato oli 2,94 t/ha (Kuva 4). Tämän lisäksi raiheinä kasvoi hyvin vain kompostoidussa Kemicond-lietteessä, joka oli katettu ruokamullalla. Tuoresato oli 49 g/astia. Ottaen huomioon pienempi astian poikkileikkaus, se vastasi 27,7 t/ha tuoresatoa. Vastaava kuiva-ainesato oli 3,36 t/ha. Ruokamullalla katetun kompostoidun Kemicond-lietteen tuoresato oli 36 % parempi, mutta kuiva-ainesato vain 13 % parempi kuin pelkän ruokamullan ollessa kasvualustana. Ruokamullalla katetun kompostoidun Kemicond-lietteen tuoresato oli erittäin merkitsevästi ( $p < 0,001$ ) korkeampi kuin ruokamullassa, mutta kuiva-ainesadot eivät enää eronneet toisistaan merkitsevästi. Kasvuston korkeudella mitattuna myös eräät muut käsittely kasvoivat hyvin raiheinää, mutta ne olivat ilmeisen kuihtuneita, koska sato jäi pieneksi (Kuva 4) ja niiden kuiva-ainepitoisuudet olivat suuremmat. Turvetta katteena sisältäneiden kasvualustojen kasvu kärsi turpeen matalasta pH:sta, ja pelkkää turvetta sisältäneen kasvualustan kasvu oli vain 2 tuoregrammaa.

Kokeen lopussa raiheinän kasvu heikentyi jonkin verran kompostoitamattomien lietteiden 40 cm lieriöissä, mikä todennäköisesti aiheutui siitä, että raiheinän juuristo ulottui tällöin 5 cm:n pintakerroksen alapuolella olevaan jätevesilietteeseen. Kasvu oli selvästi paras, kun 11 kk:ta kompostoidun Kemicond-

lietteen päällä oli 5 cm:n ruokamultakerros. Tämä käsittely voitiin tehdä vain yhteen astiaan kyseisen lietteen liian pienen käytettävissä olevan erän takia, mutta on ilmeistä, että kompostoidulla Kemicond-lietteelle ei ollut ruokamultakerroksen alapuolella ainakaan negatiivista vaikutusta raiheinän kasvuun. Kun kasvualustassa oli ruokamultakerroksen alla jotain muuta jät-vesilietettä, tuottivat ne vain 6–14 g:n (600–1300 kg/ha) kuiva-ainesadon astiaa kohti. Paksumpi ruokamultakerros lietteen päällä saattaisi tuottaa paremman sadon näillä lietteillä täytetyissä lieriöissä.



**Kuva 4.** Raiheinän kuiva-ainesato 4.10.2006. Virhepalkit ovat keskihajonnat kolmesta astiasta. Kompostoidusta Kemicond-lietteestä 40 cm:n lieriöissä oli vain yksi toisto, joten sen kuiva-ainesadon keskihajontaa ei voitu laskea.

### Johtopäätökset

Kaikki lietteet olivat sellaisenaan liian väkeviä kasvualustaksi. Kompostoidussa Kemicond-lietteessä oli havaittavissa pientä taimettumista ja kasvua, mutta kasvu oli selvästi heikompaa kuin ruokamullassa. Kahdenkymmenen tilavuusprosentin tilavuusosuus ruokamultaa tai kasvuturvetta ei riittänyt laimentamaan lietettä kompostoitua Kemicond-lietettä lukuun ottamatta niin, että raiheinä olisi siinä taimettunut ja kasvanut. Viiden senttimetrin paksuinen ruokamulta tai turvekerros katteena lietteiden päällä edisti raiheinän kasvua, mutta vain kompostoitu Kemicond-liete katettuna ruokamullalla tuotti hyvän kasvun.

Jos kaatopaikan tai vastaavan maisemointiin käytetyn Kemicond-lietteen halutaan kasvavan vihreänä ruohoa, sitä on syytä ensin kompostoida noin vuosi, minkä jälkeen se voidaan kattaa ruokamullalla ja siihen voidaan kylvää jotain heinäkasia. Kokeissa käytettiin yksivuotista raiheinää, mutta käytännön toiminnassa on tarkoituksenmukaisinta käyttää jotain monivuotista heinäkasia, jotka kasvustoa ei tarvitse perustaa joka vuosi uudelleen. Monivuotisilla nurmikasveilla kasvatulosten voidaan olettaa olevan samanlaiset kuin yksivuotisella raiheinälläkin.

### Kirjallisuus

- CEN.** 1999a. SFS-EN13037. Soil improvers and growing media - Determination of pH.  
**CEN.** 1999b. SFS-EN13038. Soil improvers and growing media - Determination of electrical conductivity  
**Eduskunta.** 2006. Lannoitevalmistelaki 539. Annettu Naantalissa 29. kesäkuuta 2006.  
**MMM.** 2007. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 12. Annettu 13. helmikuuta 2007.  
**MTT.** 1986. Methods of soil and plant analysis. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 45 s. ISBN 951-729-285-6.

**VN.** 2000. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931. Annettu Helsingissä 9. marraskuuta 2000.

**VN.** 2007. Valtioneuvoston asetus luonnonhaittakorvauksista ja maatalouden ympäristötuista vuosina 2007—2013 366. Annettu Helsingissä 4. huhtikuuta 2007.

**Viljavuuspalvelu.** 2000. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Mikkeli: Viljavuuspalvelu Oy. 31 s.

**VYL.** 2004. Viherympäristöliiton suositukset kasvualustan ohjearvoiksi. 1 s. (<http://www.vyl.fi>)