



# Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisuja

Tämä on alkuperäisen julkaisun rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original publication. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Karvonen, I. & Käyhkö, V. 2022. Tomaatinsiementesti ja seurantanäytteet kompostoinnin kehittämisen työkaluina. Oamk Journal 214/2022.

<http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-234-7>



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

# Tomaatinsiementesti ja seuranta-äytteet kompostoinnin kehittämisen työkaluina

22.12.2022 - Karvonen Inka, Käyhkö Virpi

**Kompostoinnin kehittäminen on tärkeässä roolissa ravinteiden käytön tehostamisessa. Hyvälaatuinen komposti sopii maanparannusaineeksi ja raaka-aineeksi kasvualustatuotantoon vähentäen teollisten lannoitteiden tarvetta kasvintuotannossa ja viherrakentamisessa. Kompostointiprosessin vaiheiden seuranta ja mittaaminen mahdollistavat prosessin hyvän hallinnan ja laadukkaat lopputuotteet. Kompostoinnin tehoa vieraskasvilajien ja rikkakasvien siemenien hävittämiseen voidaan selvittää indikaattorilajiin perustuvalla testillä, esimerkiksi tomaatinsiementestillä.**



Tomaatinsiemeniä sisältävien pullojen asennusraot aumoihin tehtiin konetyönä (kuva: Virpi Käyhkö).

## Sisällys

### [1 Johdanto](#)

### [2 Kompostointiprosessi](#)

#### [2.1 Kompostoinnin vaiheet](#)

#### [2.2 Kompostin laatutekijät](#)

#### [2.3 Kompostointiprosessin hallinta](#)

#### [2.4 Haitalliset vieraskasvit](#)

#### [2.5 Lopputuotteen laatuvaatimukset](#)

### [3 Pilotin toteutus](#)

#### [3.1 Koeasetelma](#)

#### [3.2 Tomaatinsiementesti, aumojen seuranta ja näytteenotto](#)

### [4 Tulokset](#)

#### [4.1 Lämpötila- ja sääseuranta](#)

#### [4.2 Tomaatinsiementen itävyysskoe ja kompostinäytteet](#)

### [5 Yhteenveto ja johtopäätökset](#)

### [Lähteet](#)

## [1 Johdanto](#)

Kasvua ja liiketoimintaa kiertotaloudesta Pohjois-Pohjanmaalla eli KASVU-hankkeessa edistetään alueen siirtymistä kiertotalouteen. Hankkeessa jaetaan tietoa sivu- ja jättemateriaalivirtojen hyödyntämisestä sekä pilotoidaan niiden uusia käyttömahdollisuuksia.

Tehokas ravinteiden käyttö maataloudessa, viherrakentamisessa ja puutarhatuotannossa auttaa vähentämään päästöjä ja tuotantoketjuissa syntyviä ympäristövaikutuksia. Pilottikohteiden kartoittamiseksi hankkeessa tehtiin selvitys viherjätteiden uusista käyttömahdollisuuksista ja käsittelytekniikoista. Viherjätteillä tarkoitetaan viheralueiden hoidosta, puutarhoista ja viherrakentamisesta peräisin olevia kompostoituvia jätteitä. Viherjätteistä jalostetuilla maanparannusaineilla ja lannoitteilla voidaan korvata primaarisista luonnonvaroista valmistettuja tuotteita.

Viherjätteiden lajittelu ja laatu vaikuttavat siihen, miten niitä voidaan jatkossa hyödyntää. Esimerkiksi lehti- ja ruohonleikkuujätteillä on erilaisia käyttömahdollisuuksia kuin risuilla ja oksilla. Puutarhatuotannossa ja viheralueiden hoidossa syntyvän viherjätteen

kompostoinnista saadaan lopputuotteina tuore- ja maanparannuskompostia, jotka sopivat raaka-aineeksi multatuotteisiin ja kasvualustoihin. Risuja ja oksia voidaan hakettaa ja hyödyntää kompostin tukimateriaalina tai katemateriaalina viherrakentamisessa ja puutarhatuotannossa. Pyrolyysin kautta puumateriaalin hiili saadaan pitkäaikaiseen varastoon. Pyrolyysissä syntyvä biohiili voidaan laadusta riippuen käyttää esimerkiksi maanparannusaineena tai kasvualustana.

KASVU-hankkeessa tehty selvitys tuotti lisätietoa viherjätteiden käsittelytavoista ja niiden edellyttämistä logistiikka-, varastointi- ja lajitteluratkaisuista. Viherjätteiden käsittelyssä ja hyödyntämisessä noudatetaan jätehierarkiaa, eli ensisijaisesti materiaali tulee pyrkiä uudelleenhyödyntämään, sitten kierrättämään ja vasta viimeisenä ratkaisuna polttamaan energiaksi. Kaikissa käsittelyn vaiheissa on kiinnitettävä huomiota luonnon monimuotoisuuden kannalta haitallisten vieraskasvilajien hallintaan ja ehkäistävää niiden leviämistä. Hankkeen toteuttama selvitys osoitti, että edelleen tarvitaan lisää tietoa keinoista edistää vieraskasvilajien hallintaa viherjätteiden käsittelyssä ja jalostamisessa.

Selvityksessä esitellään neljä erilaista pilottiaihetta, joista toteutettavaksi valittiin aluksi viherjätteiden mädätys maatalouden sivuvirtoja käsittelevässä biokaasulaitoksessa. Pilotti olisi tukenut tavoitetta viherjätteiden alueellisesta käsittelystä. Tällä hetkellä viherjätteiden käsittelyn yhtenä keskeisenä haasteena ovat pitkät kuljetusmatkat ja niistä muodostuvat kustannukset, kun jätteitä kuljetetaan käsiteltäväksi isommille jätteenkäsittelylaitoksille.

Pilotin kannalta ongelmalliseksi muodostui kuitenkin se, että maatalojen biokaasulaitoksista mädätysjännös hyödynnetään pelloilla, jolloin riskinä olisi ollut viherjätteiden mahdollisesti sisältämien vieraskasvilajien leviäminen. Pieniä viherjäte-eriä ei siis olisi ollut mielekäästä tarkastella maatilakokoluokan laitoksissa ennen varmistumista siitä, että kasvien siemenet tuhoutuvat prosessissa. Pienempien koe-erien testaamiseen soveltuvia laitoksia ei ollut hyödynnettävissä, joten pilotin toteutustapaa päätettiin vaihtaa.

Vanha, mutta edelleen toimiva menetelmä viherjätteiden käsittelyyn on kompostointi. Selvityksessä tunnistettiin kompostointiprosessin tehostamismahdollisuuksia ja erityisesti vieraskasvien käsittelyyn liittyviä kehittämistarpeita. Esimerkiksi kotikompostori harvoin ylittää riittäviin lämpötiloihin, jossa viherjätteiden sisältämä siemenpankki tuhoutuisi kokonaan. Isommissa komposteissa lämpötila nousee korkeammaksi.

Keskitettyssä kompostoinnissa tavoitteena on usein kaupallinen multatuotteiden ja kasvualustojen valmistus, ja silloin kompostointiprosessin hyvä hallinta on erityisen

tärkeää. Prosessin seuranta ja mittaaminen sekä oikein ajoitetut toimenpiteet varmistavat lopputuotteen hyvän laadun.

Pilottiaiheeksi päätettiin valita viherjätteiden ja biokaasulaitoksen kiinteän mädätysjätteen kompostointiprosessin seuranta kompostinäytteiden ja lämpötilamittausten avulla.

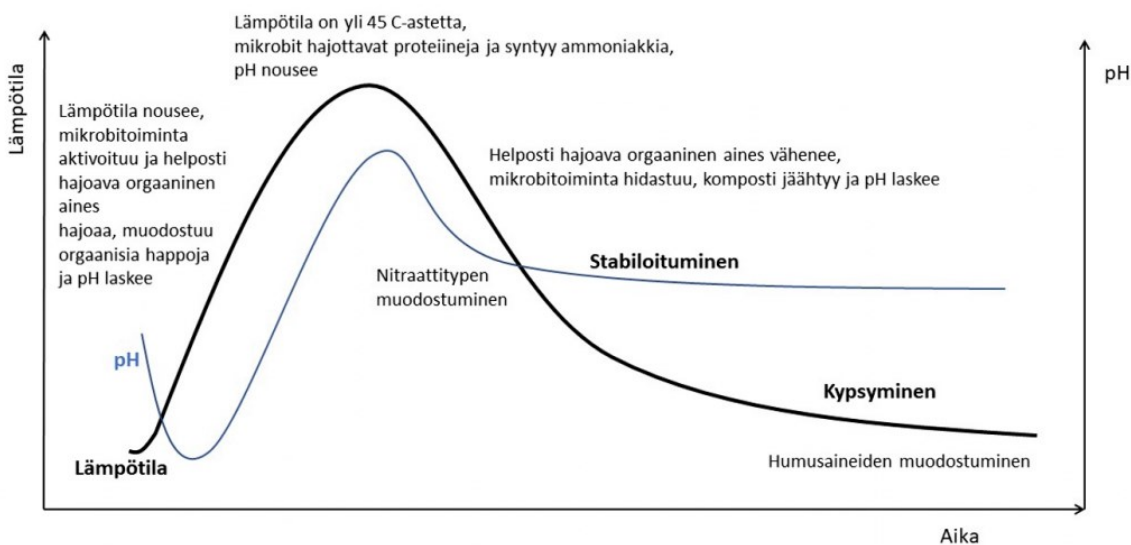
Näytteistä otettujen laboratoriokokeiden tuloksia voidaan hyödyntää koe-erien lopputuotteiden laadun arvioimisessa ja prosessin kehittämisessä. Pilotissa haluttiin myös selvittää kompostointiprosessin vaikutuksia rikkakasvien ja vieraskasvien siementen itämiskykyyn tomaatinsiementestillä.

## 2 Kompostointiprosessi

### 2.1 Kompostoinnin vaiheet

Kompostoinnilla voidaan käsitellä orgaanisia jätteitä, kuten viherjätteitä, biojätteitä, puhdistamolietettä ja lantaa. Kompostoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa orgaaninen aines hajoaa kosteissa ja hapekkaissa oloissa mikrobitoiminnan seurauksena. Prosessin lopputuotteina muodostuu stabiloituvaa humusainesta sekä hiilidioksidia ja vettä.

Mikrobien toiminta nostaa kompostin lämpötilaa, mikä nopeuttaa siinä tapahtuvia biologisia ja kemiallisia prosesseja. Kompostissa tapahtuva orgaanisen aineksen hajoaminen on siten nopeampaa kuin luonnossa tapahtuva maatumisen. Prosessin aikana kompostin olosuhteet vaihtelevat, mikä vaikuttaa myös siinä elävään mikrobilajistoon. Seuraavassa kappaleessa ja kuviossa 1 on selitetty kompostointiprosessin vaiheet ja eteneminen. [1]



KUVIO 1. Kompostoinnin vaiheet (mukaillen [1]).

Alussa kompostin lämpötila on sama kuin ympäristön, ja mikrobit hajottavat helpoiten hajoavaa ainesta, kuten sokereita, rasvoja ja tärkkelystä. Mikrobitoiminnan kiihtyessä lämpötila alkaa kohota, pH laskee ja muodostuu orgaanisia happoja. Tätä seuraa termofiilinen vaihe, jossa kompostin lämpötila nousee yli 45 celsiusasteeseen. Mikrobit hajottavat proteiineja, minkä seurauksena syntyy ammoniakkia, joka nostaa kompostin pH:ta. Kun helposti hajoava orgaaninen aines loppuu, mikrobitoiminta hidastuu, komposti jäähtyy ja pH laskee lähelle neutraalia. Tätä kutsutaan stabiloitumiseksi. Sen jälkeen alkaa hitaan aktiivisuuden vaihe eli kompostin kypsyminen, joka voi kestää useita kuukausia. Kypsymisvaiheessa ligniinien ja muiden pitkäketjuisten hiilihydraattien sekä mikrobeista jäljelle jääneiden proteiinien välillä tapahtuu kemiallisia reaktioita, ja muodostuu humusaineita. Lopputuotteena syntyvä kypsä komposti sopii käytettäväksi maanparannusaineena ja kasvualustan raaka-aineena. [1]

## 2.2 Kompostin laatutekijät

Kypsyys ja stabiilisuus kuvaavat kompostin laatua kasvualustana ja maanparannustuotteena. Stabiilisuus tarkoittaa orgaanisten aineiden hajoamisen vakiintumista. Stabiilisuutta arvioidaan kompostin mikrobitoiminnan aktiivisuuden avulla. Esimerkiksi lämmöntuotto, hiilidioksidintuotto ja hapenotto kuvaavat mikrobitoiminnan aktiivisuutta ja siten kompostin hajoamisen astetta. Stabiilissa vaiheessa hajoaminen on hyvin hidasta, mutta ei kuitenkaan täysin pysähtynyttä. [1] [2]

Jotta komposti olisi sopivaa kasvien kasvualustaksi tai lannoitteeksi, siinä ei saa olla merkittäviä määriä kasveille haitallisia aineita, kuten orgaanisia happoja tai ammoniakkia. Kypsässä kompostissa fytotoksisten yhdisteiden määrä on alhainen, humusaineita on runsaasti ja kasvien kannalta tärkeät fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, kuten ioninvaihtokyky, vedenpidätyskyky ja rakenne ovat optimaalisia. Kypsä komposti näyttää ja tuoksuu mullalta. [1]

Kypsyyttä voidaan arvioida muun muassa kompostin sisältämän nitraatti- ja ammoniumtyypen suhteesta sekä hiilen ja tyypen suhteesta. Kypsymisvaiheessa ammoniumtyyppi hapettuu nitraattitypeksi ja kokonaistypen määrä kasvaa orgaanisen aineen hajoamisen seurauksena. Tällöin myös C/N-suhdeluku pienenee. Kompostin kypsyminen voidaankin päätellä vertaamalla alkuvaiheen ja loppuvaiheen C/N-suhdetta. [2]

Laadukas komposti sisältää kasveille sopivassa suhteessa ravinteita, sen rakenne on hyvä, eikä se sisällä haitallisia patogeeneja. Kun kompostin lämpötila nousee aktiivivaiheessa riittävän korkealle riittävän pitkäksi aikaa, on se tehokas tapa tuhota lähtömateriaaleissa mahdollisesti olevat patogeenit. Hygienisointimenetelmät riippuvat käytännössä siitä, mitä jakeita kompostissa käsitellään. [1]

Maanparannuskompostissa ei tulisi olla suuria määriä itämiskykyisiä kasvinsiemeniä. Lämpötilan ohella ainakin happamuus, kosteus, mikrobitoiminta ja hajotustoiminnan sivutuotteet vaikuttavat kompostissa mahdollisesti olevien rikkakasvien ja vieraskasvilajien siementen itämiskykyyn sekä juurakoiden ja muiden kasvullisten osien elinkykyyn. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) suosittelee varmistamaan kompostin puhtauden mahdollisista haittaeliöistä ylläpitämällä lämpötilaa vähintään 55 celsiusasteessa kahden viikon ajan tai 65 celsiusasteessa viikon ajan. Korkeammat lämpötilat ovat tehokkaampia, mutta liian korkeista lämpötiloista voi olla haittaa myös kompostin toiminnan kannalta tärkeille mikrobeille. [2]

### 2.3 Kompostointiprosessin hallinta

Kompostointi voidaan toteuttaa monella tavalla, joko hajautetusti niissä paikoissa missä jätettä syntyy, esimerkiksi kotitalouksien kompostoreissa ja kuntien viheralueille ja hautausmaille sijoitettavissa kompostoreissa, tai keskitetysti isommissa erissä aumakomposteissa tai teollisen mittakaavan kompostoreissa. Ulkona aumassa tapahtuva kompostointi tarkoittaa materiaalien kasaamista kartion mallisiin pitkiin kasoihin. Eri jättejakeita voidaan sekoittaa keskenään ja pyrkiä näin luomaan optimaaliset olosuhteet mikrobien toiminnalle. Samalla voidaan vaikuttaa halutun lopputuotteen laatuun ja ravinnepitoisuuksiin.

Mikrobien hajotustoiminnan kannalta merkityksellisiä ovat kompostimassassa olevat ravinteet, erityisesti typpi, ja hiili. Optimaalinen koostumus on 25–30 osaa hiiltä yhtä osaa typpeä kohden. Liika hiili hidastaa kompostoitumisprosessia, kun taas jos kompostissa on liikaa typpipitoista materiaalia, on riski, että typpi haihtuu tai huuhtoutuu, jolloin kompostin lannoitusarvo heikkenee. Hiilen ja typen määrä riippuu kompostoitavista materiaaleista ja siihen voidaan vaikuttaa sekoittamalla kompostiin erilaisia materiaaleja sopivassa suhteessa. Esimerkiksi ruohonleikkuujätteellä ja biojätteellä C/N-suhde on matala, lehtijätteellä korkea. [2]

Kompostointiprosessia sujuvoitetaan ilmastamalla tai kääntämällä massaa, jolloin mikrobien hapensaanti paranee ja materiaali hajoaa tasaisesti. Kääntämiselle on tarvetta erityisesti kompostoinnin alkuvaiheessa, kun mikrobitoiminta on aktiivisimmillaan. Riippuen kompostoitavista jätejakeista, voidaan tarvita tukimateriaalia, kuten puuhaketta tai biohiiltä, jolla parannetaan massan rakennetta suotuisaksi hajotustoiminnalle. Mitä tiiviimpää ja hienojakoisempaa kompostoitava materiaali on, sitä suurempi on tarve mekaaniselle ilmastukselle, kääntämiselle ja tukimateriaalin käytölle. Hapensaannin ohella massan kosteus vaikuttaa mikrobien toimintaan. Sopiva kosteuspitoisuus on noin 40–60 prosenttia. Massan kosteutta voidaan säädellä materiaalivalinnoilla, kääntämisellä, kastelulla ja ilmastuksella. [2]

## 2.4 Haitalliset vieraskasvit

Haitallisilla vieraslajeilla tarkoitetaan alun perin ihmisen avustamana luontaisen esiintymisalueensa ulkopuolelle levinneitä lajeja, joista on tullut uhka luonnon monimuotoisuudelle. Osa haitallisista vieraslajeista on levinnyt jo laajasti ja niitä pyritään torjumaan koko EU:n alueella. EU:n vieraslajiluettelon lisäksi Suomella on oma kansallinen vieraslajiluettelo niistä haitallisista vieraslajeista, jotka aiheuttavat monimuotoisuuden vähenemistä erityisesti Suomen luonnossa. Vieraslajeja koskevat lainsäädännölliset velvoitteet. Toimijan on lain mukaan huolehdittava siitä, ettei hänen tuottamassaan, varastoisassaan, markkinoille saattamassaan, kuljettamassaan, välittämässään, myymässään tai muuten luovuttamassaan tuotteessa tai aineistossa ole unionin luetteloon tai kansalliseen luetteloon kuuluvaa haitallista vieraslajia, joka tuotteen mukana voi levitä toiminta-alueen ulkopuolelle [3] [4]

Monet haitallisiksi luokitellut vieraskasvilajit ovat entisiä puutarhakasveja, joiden on huomattu leviävän voimakkaasti ja vievän tilaa alkuperäiseltä kasvilajistolta. Vaikutukset ekosysteemeissä ovat usein moniulotteisia. Kasvillisuuden muutoksien seurauksena myös muu alueen alkuperäinen luonto muuttuu. Vieraskasvi voi myös esimerkiksi aiheuttaa eroosiota siinä missä alkuperäinen kasvillisuus pystyi sitomaan maa-ainesta paikalleen. Eroosio johtaa ravinteiden ja maa-aineksen huuhtoutumiseen ja sitä kautta vaikutukset yltävät myös vesistöihin. Esimerkiksi jättipalsamilla on tunnistettu tällainen vaikutus. Lisäksi jättipalsami tukahduttaa alleen puuntaimia, mikä voi aiheuttaa rasitteita metsänhoidolle. [5]



Haitallisten luontovaikutusten ohella vieraskasvit voivat estää alueiden käyttöä. Esimerkiksi voimakaskasvuinen ja piikikäs kurturuusu heikentää rantojen virkistysarvoa. Koska kasvi leviää helposti ja kasvaa sinnikkäästi pienistäkin juuren palasista, on laajojen esiintymien torjunta haastavaa. [6] Torjuntaa helpompaa ja taloudellisempaa onkin pyrkiä tehokkaasti ennaltaehkäisemään vieraskasvien leviäminen.

Luonnonvarakeskuksen (2021) tekemässä [raportissa](#) tarkastellaan erilaisia vaihtoehtoja vieraskasvilajeja sisältävän kasvijätteen ja maamassojen käsittelyyn sekä hankalasti käsiteltävien viherjätteiden määrän vähentämiseen. Esimerkiksi Ruotsin Naturvårdsverket suosittelee vieraskasveja sisältävän jätteen käsittelemistä polttamalla. Kompostointia se ei suosittelen, mutta jos vieraskasveja päätetään kompostoida, on ne lämpökäsiteltävä vähintään 60 celsiusasteessa vähintään kolmen viikon ajan. Suomessa Luonnonvarakeskuksen toimintamalliehdotuksessa vieraskasvimateriaalin käsittelyn ensisijainen tavoite on kasvibiomassan sisältämien ravinteiden ja orgaanisen aineksen hyödyntäminen. Ruohovartisen versot voidaan käsitellä kompostoimalla teollisen mittakaavan kompostissa, joka tuhoaa myös siementen itämiskyvyn. Puuvartiset versojen ja kuivattujen juurten käsittelymenetelmäksi ehdotetaan hakettamista. Biokaasutukseen kelpaavat kotitalouksien pienet määrät vieraskasvijätettä, joka ei kuitenkaan sisällä lisääntymiskykyisiä kasvinosia. Samoin suuremmat määrät ruohovartisia versoja sopivat biokaasulaitoksen syötteenä, kunhan seassa ei ole mukana siemeniä. [7]

Kompostointiprosessin hyvä hallinta on olennaista rikkakasvien ja haitallisten vieraskasvien torjunnassa. Jyväskylän yliopistossa tehdyn tutkimuksen mukaan siementen (kokeessa lupiininsiemenet) elinkykyyn vaikuttavat käsittelyaika, lämpötila, kosteus ja staattinen paine. Tutkimuksessa kompostiolosuhteille altistetut siemenet olivat todennäköisemmin elinkykyisiä, kun käsittelyaika oli lyhyempi ja lämpötila mesofiilinen. Kokeen perusteella kompostiauman pinta- ja keskikerroksessa olevat siemenet menettävät itämiskykynsä todennäköisemmin kuin auman pohjalla olevat siemenet, mikä voi johtua korkeammasta lämpötilasta. Matalammissa lämpötiloissa myös paineella on vähäinen vaikutus siementen elinkyvyn tuhoutumiseen. Kovakuoristen siementen, kuten lupiininsiementen osalta haasteellista on se, että äärimmäiset olosuhteet vievät siemenen lepotilaan, jossa se voi olla jopa vuosia menettämättä itämiskykyään. Lepotilan voi purkaa paineella, kosteudella tai rikkomalla siemenen kuorta. Turvallisimmaksi käsittelymenetelmäksi vieraskasvien siemeniä sisältävän jätteen osalta esitetään anaerobisen mädätyksen ja kompostoinnin yhdistelmää. [8]

Kompostin lopputuotteen laatu on helpompi varmistaa, kun lähtömateriaalien laatu ja niiden kompostointiprosessi tunnetaan hyvin. Eensisijaisesti lisääntymiskykyisiä vieraskasvilajien osia, kuten siemeniä ja juurakoita ei tulisi käsitellä pelkästään kompostoimalla, vaan niiden hävittämiseen tulee käyttää varmoja menetelmiä, joissa riskiä leviämiseen ei ole. Kun kompostoidaan kotitalouksista ja viheralueiden hoidosta peräisin olevia viherjätejakeita, on mahdollista, että sekaan päätyy myös haitallisten vieraskasvien siemeniä ja kasvullisia osia. Tätä voidaan ennaltaehkäistä neuvonnalla ja lajitteluohjeilla. Viime kädessä lannoitevalmisteen tuottajan tulee varmistua siitä, että tuote ei sisällä haitallisia vieraslajeja, esimerkiksi tomaatinsiementestin avulla tai kompostin idätyskokeilla. [9] Luonnonvarakeskuksen raportissa huomautetaan, että vaikka tarve kompostimullalle on kasvussa, on laitospittakaavan kompostointi Suomessa vähentymässä. [7] Jotta kierrätyslannoitteiden käyttöä voidaan kestävästi lisätä, on vieraskasvien hallinnan ja torjunnan menetelmiä tärkeää edelleen kehittää.

## 2.5 Lopputuotteen laatuvaatimukset

Lannoitelaki on hiljattain uudistunut ja uuden lain soveltaminen on aloitettu 16.7.2022. Lannoitelaki 711/22 ohjaa lannoitevalmisteiden ja niiden ainesosien valmistusta, markkinoille saattamista, tuontia ja vientiä. Lannoitevalmisteiksi luetaan lannoitteet, maanparannusaineet, kalkitustuotteet, biostimulantit ja kasvualustat. [10]

Lakiuudistuksen tavoitteena on ollut helpottaa uudentyyppisten tuotteiden valmistusta ja markkinointia. Kumotun lain mukainen tyyppinimirakenne poistuu ja jatkossa Ruokavirasto hyväksyy ainesosat, joita voidaan käyttää lannoitevalmisteiden valmistuksessa. Parhaillaan valmistellaan maa- ja metsätalousministeriön asetuksia, joilla muun muassa säädetään tarkemmat laatuun liittyvät kriteerit. [11]

Uudessa laissa painotetaan enemmän toimijoiden omaa vastuuta ja toiminnalta edellytetään laatu järjestelmää, jolla toimija itse varmistaa, että lannoitevalmiste ja sen käsittely täyttävät lainsäädännön vaatimukset. Orgaanisia lannoitevalmisteita koskeva velvoite laitoshyväksynnästä poistuu, jolloin toimijan on itse varmistettava tuotannon laadukkuus ja vaatimusten täytyminen. [12]

Lannoitevalmisteita on 16.7.2022 alkaen saanut tuottaa ja saattaa markkinoille myös uuden EU-lannoitevalmisteasetuksen mukaisesti. Se sisältää omat tuoteluokittain asetetut vaatimukset tuotteiden käyttötarkoitukselle ja ominaisuuksille, sekä raja-arvot haitallisten metallien ja tautia aiheuttavien mikrobien enimmäismäärille. Lisäksi asetuksessa on

määritelty, mistä ainesosaluokista eri tuoteluokkiin kuuluvat lannoitevalmisteet voivat koostua. Asetuksen vaatimukset täyttävät, CE-merkityt tuotteet saavat vapaasti liikkua EU:n alueella. CE-merkki on edellytys sille, että tuotteita saa myydä EU:n jäsenmaissa. CE-merkittyjen valmisteiden vaatimusten mukaisuuden arvioinnin tekee ilmoitettu laitos, joilla on arviointityöhön viranomaisen (Suomessa Ruokaviraston) hyväksyntä. [13]

Markkinoille saatettavien kierrätyslannoitteiden laatu ja ominaisuudet varmistetaan lopputuotteista otettavilla näytteillä. Niistä analysoidaan mahdolliset taudinaiheuttajat sekä raskasmetallien pitoisuudet, joille on lakisääteiset raja-arvot. Lisäksi selvitetään ravinnearvot sekä kasvien kannalta tärkeät fysikaaliskemialliset ominaisuudet, kuten johtokyky ja pH. Haittakasvien siementen ja kasvullisten osien häviäminen voidaan osoittaa kompostin kasvatuskokeilla tai hyödyntämällä indikaattorilajia. Kasvatuskokeen ja indikaattorilajiin perustuvan testin etuna on, että ne huomioivat kompostointiprosessin olosuhteet ja kompostin ominaisuudet laajemmin, kuin pelkästään lämpötilaan perustuva seuranta. [14]

Kasvatuskokeessa kompostinäyte sijoitetaan kasveille sopiviin kasvuolosuhteisiin, esimerkiksi kasvukaappiin, vähintään kolmeksi viikoksi. Jos komposti ei tuota kasvustoa, on prosessi ollut riittävän tehokas tuhoamaan lähtömateriaaleissa olleiden kasvinosien elinkyvyn. Kontrollikokeen avulla selvitetään, onko komposti ylipäätään sopivaa kasveille. Näytteeseen kylvetään ohransiemeniä, joiden itävyydestä voidaan päätellä kompostin laatua ja sopivuutta kasvualustaksi. Hyvälaatuisessa kompostissa ohransiemenet itävät hyvin, huono itävyys puolestaan kertoo, ettei komposti sellaisenaan ole sopivaa kasvualustaksi. Komposti voi esimerkiksi olla raakaa ja siinä voi olla kasveille haitallisia yhdisteitä. [15]

Indikaattorilajiin perustuvassa testissä voidaan käyttää muun muassa tomaatinsiemeniä, möhöjuurta ja tupakan mosaiikkivirusta, riippuen siitä minkä lajiryhmän esiintymistä kompostissa halutaan selvittää. Testissä indikaattorilaji altistetaan kompostin olosuhteille, jonka jälkeen sen elinkyky selvitetään. Jos indikaattorilaji säilyy prosessista elinkelpoisena, on hygienisointi ollut riittämätön kyseisen lajiryhmän osalta. Vieraskasvien ja rikkakasvien kohdalla hyvä indikaattorilaji on tomaatti, sillä sen siemenet kestävät kohtuullisen korkeita lämpötiloja eivätkä hajoa helposti. Siemenet laitetaan kompostiauman sisälle hajoamattomaan, mutta kompostin olosuhteille altistavaan materiaalin pakattuna (esimerkiksi maisemointikangas ja rei'itetty muoviputkilo), ja testijakson jälkeen niiden

itävyys määritetään. Tulos osoittaa, ovatko kompostiolosuhteet riittäneet tuhoamaan siementen itämiskyvyn. [16] [2]

## 3 Pilotin toteutus

### 3.1 Koeasetelma

Pilotti toteutettiin osana Kiertokaari Oy:n kompostointi- ja kasvualustatuotannon koetoimintaa. Koetoiminnan ensimmäisessä vaiheessa perustettiin neljä noin 100 tonnin suuruista kompostiaumaa sekä lisäksi kaksi 50 tonnin aumaa, joihin sekoitettiin eri suhteissa biokaasulaitoksen kiinteää mädätysjäännöstä sekä tuoretta ja vanhennettua haravointijätettä. Tavoitteena oli selvittää, minkälainen seos toimii kompostointiprosessissa parhaiten, jotta raaka-aineista voidaan tuottaa laadukasta kompostia kasvualustatuotantoon. Kokeilu käynnistettiin 26.7.2022 ja kompostoinnin kestoksi arvioitiin tuolloin 4–14 kuukautta, riippuen siitä kuinka nopeasti aumat kypsyvät. Raportin julkaisuvaiheessa kompostointi jatkui vielä.

Kokeilussa käytetty mädätysjäännös on hygienisoitua ja maanparannusaineeksi tuotteistettua Gasum Humusvoimaa. Sen raaka-aineena käytetään erilliskerättyä biojätettä, kaupan biojätettä, teollisuuden biohajoavia 3. luokan sivutuotteita sekä puhdistamolietettä. Gasum Humusvoiman ominaisuudet ja pääravinteiden määrät on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Tuoteseloste koskee 1.7.2022–30.9.2022 toimitettuja kuormia. [17]

TAULUKKO 1. Kokeilussa käytetyn mädätysjäännöksen, Gasum Humusvoiman ominaisuudet [16].

<b>Tilavuuspaino</b>	564 kg/m <sup>3</sup>
<b>Kosteus</b>	72,4 %
<b>pH</b>	8,6
<b>E.coli</b>	< 10 pmy/g
<b>Johtokyky</b>	170 mS/s

**Orgaaninen aines**

61,5 % kuiva-aineesta

<b>Karkeusaste</b>	< 12 mm
<b>Salmonella</b>	ei todettu

TAULUKKO 2. Gasum Humusvoiman pääravinteet [16].

	<b>g/kg kuiva-ainetta</b>	<b>kg/m<sup>3</sup> tuorepainossa</b>
<b>Kokonaistyyppi</b>	28,5	4,4
<b>Vesiliukoinen typpi</b>	8,4	1,3
<b>Kokonaisfosfori</b>	32	5,1
<b>Vesiliukoinen fosfori</b>	0,26	0,041
<b>Kokonaiskalium</b>	4,4	0,69

Haravointijäte (kuva 1) otettiin Kiertokaaren omalta puutarhajätteen vastaanottoalueelta. Vaikka asiakkaita pyydetään lajittelemaan risut ja oksat erilleen, niitä oli päätynyt haravointijätteeseen jonkin verran. Lisäksi seassa oli melko suuri määrä heinää. Ennen aumojen kokoamista haravointijätteestä eroteltiin isoimmat toimintaa haittaavat kappaleet, kuten pölkyt ja kannot pois.



KUVA 1. Kiertokaaren vastaanottamaa haravointijätettä (kuva: Virpi Käyhkö).

Kokeilusta kolme 100 tonnin aumaa valittiin tarkempaan seurantaan (taulukko 3). Aumat valittiin siten, että tuloksia saataisiin erityyppisistä aumoista. Näistä aumoista otettiin kompostoinnin seurantanäytteet ja niille tehtiin tomaatinsiementestit. Kuvassa 2 näkyvät aumat kompostointikentällä. Ulkoisesti aumojen välillä ei ollut havaittavissa suuria eroja.

TAULUKKO 3. Tomaatinsiementestiin ja näytteiden ottoon valittujen koeaumojen koostumukset.

	Auma 1	Auma 2	Auma 3
<b>Tuore, seulomaton haravointijäte</b>	100 %	50 %	90 %
<b>Biokaasulaitoksen mädätysjäännös</b>	0 %	50 %	10 %





KUVA 2. Näytteidenottoon ja tomaatinsiementestiin valitut aumat kompostointikentällä (kuva: Virpi Käyhkö).

### 3.2 Tomaatinsiementesti, aumojen seuranta ja näytteenotto

Kokeilun aikana aumojen lämpötilaa seurattiin aumoihin asennetuilla automaattisilla jatkuvatoimisilla lämpötilamittareilla sekä käsikäyttöisillä lämpötilamittareilla.

Automaattianturit sijoitettiin aumojen keskelle, yksi anturi jokaiseen aumaan ja käsikäyttöisillä lämpömittareilla mitattiin lämpötilaa neljästä kohti aumaa. Myös kompostointialueen sadantaa ja ilman lämpötilaa mitattiin jatkuvatoimisesti. Aumoja käännettiin säännöllisesti VRJ Pohjois-Suomi Oy:n toimesta. Alkuvaiheessa kääntöjä tehtiin tiheämmin, kahden viikon välein, jotta happea olisi riittävästi kiihtyvälle mikrobitoiminnalle. Kääntämiseen käytettiin koneellista kääntäjää (kuva 3). Koneella ajetaan auman yli, pituussuunnassa päästä päähän, ja koneen keskellä oleva roottori sekoittaa massan. Ensimmäiset käännöt tehtiin 16.8. ja 31.8.



KUVA 3. Auman päälle ajettava kompostin kääntäjä (kuva: Virpi Käyhkö).

Aumoille 1, 2 ja 3 tehtiin tomaatinsiementestit. Testissä käytettiin Moneymaker-tomaattilajiketta. Itävyysprosentissa oli hieman vaihtelua eri pakkauksien välillä. Keskimääräiseksi itävyysprosentiksi laskettiin 95. Testiä varten hankittiin noin 1 600 tomaatinsiementä, jotka jaettiin neljään erään: kolme erää aumoihin ja yksi kontrollierä. Aumoihin laitettavat siemenet jaettiin vielä uudelleen, niin että jokaista aumaa kohti saatiin kolme erää. Aumoihin laitettavat siemenet pakattiin maisemointikankaasta tehtyihin pusseihin, jotka laitettiin rei'itettyjen muovipullojen sisään (kuva 4). Kompostiaumojen automaattisen lämpötilamittauksen lisäksi auman lämpötilaa mitattiin EcoScan Temp JKT -merkkisellä sauva-anturilla muutaman päivän välein niistä kohdista, joissa tomaatinsiemenet sijaitsivat.





KUVA 4. Aumoihin laitettavat tomaatinsiemenet pakattiin maisemointikankaaseen ja rei'itettyihin muovipulloihin (kuva: Virpi Käyhkö).

Tomaatinsiementesti aloitettiin 27.7. Siemeniä sisältävät pullot laitettiin aumojen pätyihin ja keskivaiheille noin metrin syvyyteen. Pulloihin sidottiin narut, joiden toiseen päähän kiinnitettiin isot tyhjät muovipullot. Isot muovipullot jätettiin aumojen pintaan merkiksi tomaatinsiemenien sijainnista. Paikat merkittiin lisäksi kylteillä. Aumoja avattiin hieman, pullot asetettiin paikalleen ja raot peitettiin (kuvat 5 ja 6).



KUVA 5. Tomaatinsiemeniä sisältävät pullot asetettiin aumoihin noin metrin syvyyteen (kuva: Tuomas Heikkinen).



KUVA 6. Tomaatinsiemeniä varten tehdyt raot peitettiin ja paikat merkittiin kylteillä (kuva: Virpi Käyhkö).



Aumojen ensimmäisen käynnön yhteydessä tomaatinsiemenet otettiin väliaikaisesti pois aumoista, ja asetettiin takaisin käynnön jälkeen. Testi päätettiin 31.8. toisen käynnön yhteydessä, jolloin siemenet olivat olleet aumoissa 34 vuorokautta. Tomaatinsiemenet otettiin pois aumoista, pakattiin ja lähetettiin laboratorioon itävyyskokeita varten. Samalla lähetettiin kontrollierä, jota oli säilytetty huoneenlämmössä pimeässä tilassa testin ajan.

Tomaatinsiementen itävyyskokeet tehtiin Eurofinsin laboratoriossa. Itävyyskokeet toteutettiin ISTA-standardin mukaan. Kokeessa siemenet asetetaan 0,2 prosentin kaliumnitraattiliuoksella kostutetulle paperille. Vuorokauden aikana lämpötila pidetään 16 tunnin ajan 20 celsiusasteessa ja nostetaan kahdeksaksi tunniksi 30 celsiusasteeseen. Itäneiden siementen osuus tarkistetaan viidentenä ja neljäntenätoista päivänä kokeen aloittamisesta. Lopuksi arvioidaan kuolleiden siementen osuus, normaalien taimien osuus ja epänormaalien taimien osuus. Epänormaalina voidaan pitää esimerkiksi taimea, joka kapseloituu siemenen sisälle eikä lähde kunnolla kasvamaan tai jonka pääjuuri lopettaa kasvamisen.

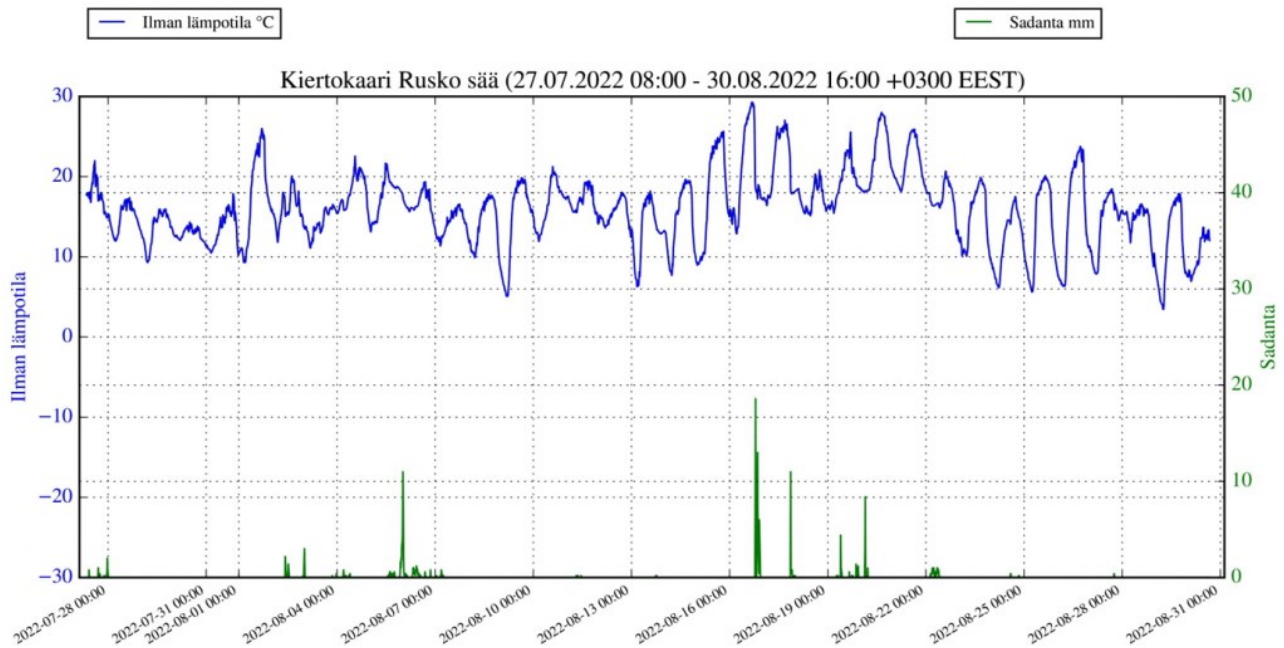
Kompostiaumoista otettiin näytteet analysointia varten 16.8. ja 31.8. Kompostimassaa otettiin kokoomanäytteeseen kolmesta kohdasta jokaista aumaa. Näytteidenotto ajoitettiin aumojen kääntöjen yhteyteen, jolloin näytteet saatiin otettua metrin syvyydestä, samoista kohdista, joissa tomaatinsiemenet olivat. Joka kohdasta massaa kerättiin noin kolme litraa, jolloin aumaa kohti näytettä kertyi noin yhdeksän litraa. Nämä kokoomanäytteet sekoitettiin hyvin, jonka jälkeen niistä otettiin kolmen litran näytteet lähetettäväksi laboratorioon. Isoimmat puunkappaleet ja muut mahdolliset roskat seulottiin pois keräilyvaiheessa. Näytteet pakattiin ilmatiiviisiin pusseihin ja postitettiin samana päivänä MertopoliLabiin, jonne näytteet saapuivat analysoitavaksi noin vuorokauden kuluessa.

## 4 Tulokset

### 4.1 Lämpötila- ja sääseuranta

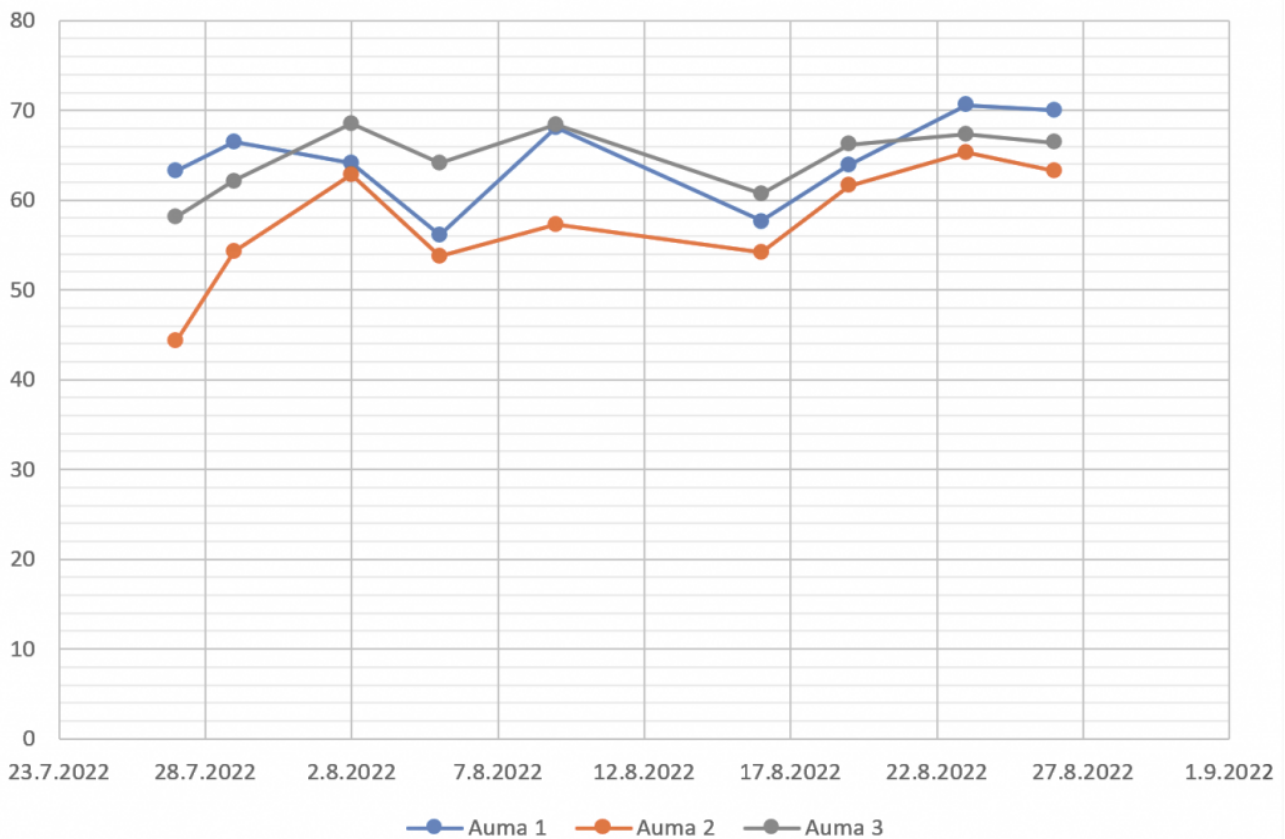
Kokeilun aikana ilman keskilämpötila oli noin 16 celsiusastetta. Yön ja päivän välinen lämpötilavaihtelu lisääntyi elokuun aikana. Elokuun sademääräksi mitattiin 216 millimetriä, mikä on huomattavasti enemmän kuin tavallinen elokuun sademäärä Oulussa, 62 millimetriä [18]. Sekä korkein lämpötila että korkein sademäärä mitattiin 16.8., jolloin

Ouluun iski voimakas ukkosmyrsky ja rankkasade. Vettä satoi reilusti myös seuraavana päivänä. (Kuvio 2.)



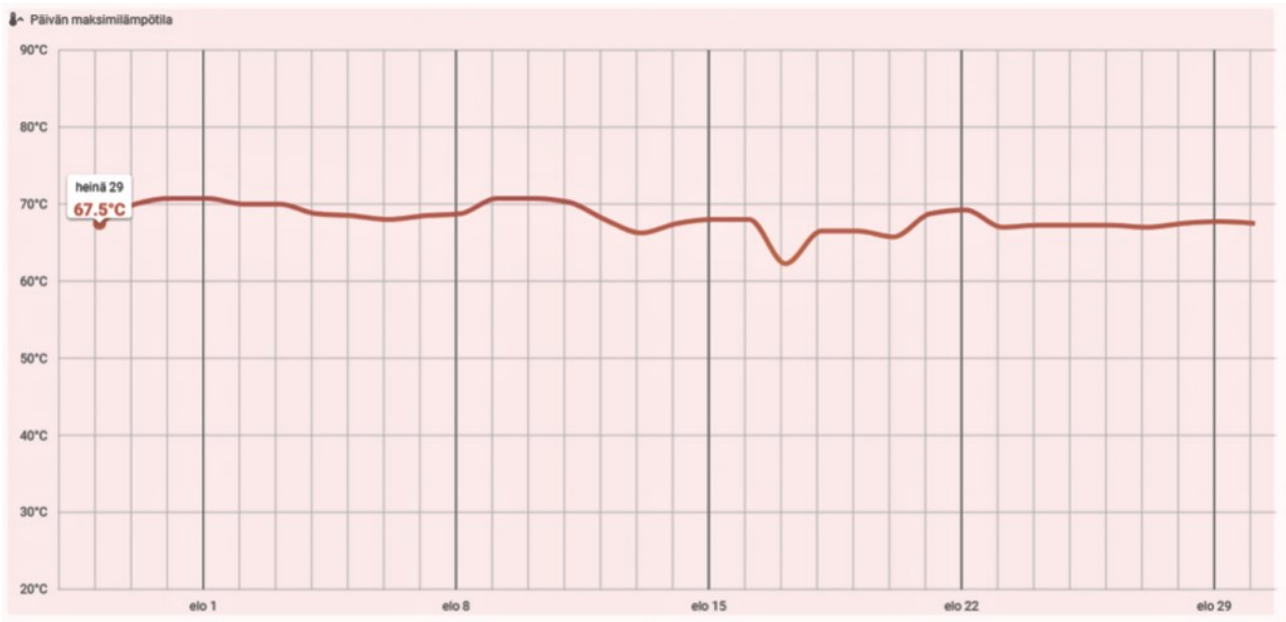
KUVIO 2. Lämpötila ja sadanta kokeilun ajalta (kuvio avautuu isommaksi klikkaamalla).

Aumoista tomaatinsiementen kohdalta noin metrin syvyydestä mitatut lämpötilat näkyvät kuviossa 3. Tomaatinsiemenkokeen aikana auman 1 keskilämpötila tomaatinsiementen kohdalta mitattuna oli 64,5 celsiusastetta, auman 2 57,5 celsiusastetta ja auman 3 64,7 celsiusastetta. Lämpötiloissa tapahtui pienet notkahdukset 5.8. ja 16.8. Molemmat päivät olivat sadepäiviä ja lisäksi 16.8. tehtiin ensimmäinen auman kääntö, joilla on ollut hetkellisesti vaikutusta lämpötilaan. Seurannan aikana aumojen lämpötilat tomaatinsiementen kohdalla vaihtelivat pääsääntöisesti noin 54 ja 70 celsiusasteen välillä.



KUVIO 3. Aumojen lämpötilakehitys tomaatinsiementen kohdalta mitattuna.

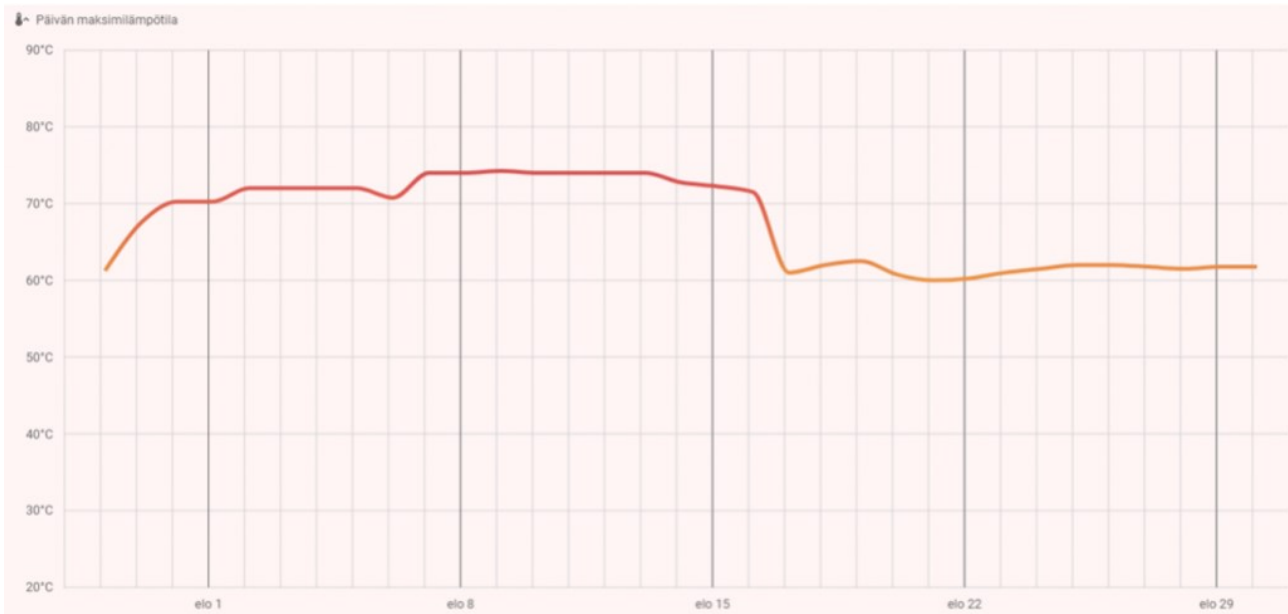
Maksimilämpötiloissa oli vaihtelua aumojen välillä (kuviot 4–6). Koostumukseltaan 100 prosenttista tuoretta haravointijätettä olleen auman 1 lämpötila kohosi heti kokeilun alussa noin 70 celsiusasteeseen, ja päivittäiset maksimilämpötilat olivat korkeita koko koejakson ajan. Kääntö ja sadepäivä hillitsivät lämpötilan nousua hieman, mutta notkahduksen jälkeenkin päivittäiset maksimilämpötilat olivat yli 65 celsiusastetta. Auma 2, jossa oli 50 prosenttia haravointijätettä ja 50 prosenttia mädätysjäännöstä, lämpeni hitaammin kuin aumat 1 ja 3. Käynnistymisen jälkeen aumasta mitattiin yli 75 celsiusasteen lämpötiloja. Sateen ja käännön jälkeen lämpötilat laskivat lähelle 60 celsiusastetta. Aumassa 3, jossa oli 90 prosenttia haravointijätettä ja 10 prosenttia mädätysjäännöstä, päivittäiset maksimilämpötilat nousivat ensimmäisen parin viikon ajan yli 70 celsiusasteeseen. Myös tässä aumassa lämpötilat laskivat sateen ja käännön jälkeen.



KUVIO 4. Auma 1.



KUVIO 5. Auma 2.



KUVIO 6. Auma 3.

## 4.2 Tomaatinsiementen itävyyksikoe ja kompostinäytteet

Kaikki aumoissa olleet tomaatinsiemenet menettivät itämiskykynsä, eli yksikään niistä ei itänyt enää aumassa oloajan jälkeen. Kontrollierän siemenistä 83 prosenttia tuotti normaaleja ituja, 7 prosenttia epänormaaleja ja 10 prosenttia oli kuolleita. Kaikissa komposteissa oli kokeen perusteella sellaiset olosuhteet, että ne riittivät tuhoamaan haittakasvien siemenet.

Kompostinäytteistä otetut analyysitulokset esitetään aumakohtaisesti taulukoissa 4, 5 ja 6. Mittausepävarmuuden ylittävät muutokset on merkitty tähdellä ja muutoksen suunta kuvattu nuolella.

TAULUKKO 4. Auman 1 (100 prosenttia tuoretta haravointijätettä) analyysitulokset. \*Muutos ylittää analyysiin liittyvän epävarmuuden.

Auma 1	Näyte 1 16.8.2022	Näyte 2 31.8.2022	Epävarmuus- % (+/-)	Muutos
Ammoniumtyppi (mg/l)	5,3	16	20	10,7 ↑*
Nitraatti- ja nitriittitypen summa, (NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> ) N (mg/l)	<0,5	<0,5	20	

(NO <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub> ) N/NH <sub>4</sub> -N - suhde	<0,5	<0,5	20	
pH	7,1	7,0	5	0,1 ↓
Kosteusprosentti	38,5	56,6	10	18,1 ↑*
Sähkönjohtavuus (mS/m)	28	23	10	5 ↓*
Tilavuuspaino (g/l)	359	401	10	42 ↑*
Orgaaninen aines (% ka)	25,6	49,8	10	24,2 ↑*
Hiilidioksidin tuotto (mg CO <sub>2</sub> -C/g VS/vrk)	6,7	6,3	30	0,4 ↓
Kokonaishiili (% ka)	22,0	25,2	20	3,2 ↑
Kokonaistyyppi (mg/kg ka)	9630	11400	30	1170 ↑
Kokonaistyyppi, laskennallinen (mg/l)	2130	1990	30	140 ↓
C/N-suhde, laskennallinen	22,9	22,1		0,8 ↓

TAULUKKO 5. Auman 2 (50 prosenttia tuoretta haravointijätettä, 50 prosenttia biokaasulaitoksen mädätysjäännöstä) analyysitulokset. \*Muutos ylittää analyysiin liittyvän epävarmuuden.

Auma 2	Näyte 1 16.8.2022	Näyte 2 31.8.2022	Epävarmuus-% (+/-)	Muutos
Ammoniumtyppi (mg/l)	170	240	20	70 ↑*
Nitraatti- ja nitriittitypen summa, (NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> ) N (mg/l)	1,2	0,7	20	0,5 ↓*
(NO <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub> ) N/NH <sub>4</sub> -N - suhde	<0,5	<0,5	20	



pH	7,5	8,2	5	0,7 ↑*
Kosteusprosentti	59,6	58,2	10	1,4 ↓
Sähkönjohtavuus (mS/m)	59	59	10	
Tilavuuspaino (g/l)	412	528	10	116 ↑*
Orgaaninen aines (% ka)	52,9	37,7	10	15,2 ↓*
Hiilidioksidin tuotto (mg CO <sub>2</sub> -C/g VS/vrk)	6,2	5,4	30	0,8 ↓
Kokonaishiili (% ka)	22,7	18,5	20	4,2 ↓
Kokonaistyyppi (mg/kg ka)	12600	13100	30	500 ↑
Kokonaistyyppi, laskennallinen (mg/l)	2100	2880	30	780 ↑
C/N-suhde, laskennallinen	18	14,2		3,8 ↓

TAULUKKO 6. Auman 3 (90 prosenttia tuoretta haravointijätettä, 10 prosenttia biokaasulaitoksen mädätysjäännöstä) analyysitulokset. \*Muutos ylittää analyysiin liittyvän epävarmuuden.

Auma 3	Näyte 1 16.8.2022	Näyte 2 31.8.2022	Epävarmuus-% (+/-)	Muutos
Ammoniumtyppi (mg/l)	92	110	20	18 ↑
Nitraatti- ja nitriittitypen summa, (NO <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> )N (mg/l)	1,7	3,5	20	1,8 ↑*
(NO <sub>3</sub> -NO <sub>2</sub> )N/NH <sub>4</sub> -N - suhde	<0,5	<0,5	20	
pH	7,5	7,8	5	0,3 ↑
Kosteusprosentti	50,7	51,4	10	0,7 ↑

<b>Sähkönjohtavuus (mS/m)</b>	49	51	10	2 ↑
<b>Tilavuuspaino (g/l)</b>	437	447	10	10 ↑
<b>Orgaaninen aines (% ka)</b>	43,8	37,3	10	6,5 ↓*
<b>Hiilidioksidin tuotto (mg CO<sub>2</sub>-C/g VS/vrk)</b>	5,3	4,5	30	0,8 ↓
<b>Kokonaishiili (% ka)</b>	18,3	17,9	20	0,4 ↓
<b>Kokonaistyyppi (mg/kg ka)</b>	12700	12200	30	500 ↓
<b>Kokonaistyyppi, laskennallinen (mg/l)</b>	2740	2650	30	90 ↓
<b>C/N-suhde, laskennallinen</b>	14,4	14,7		0,4 ↑

Ammoniumtyypen määrissä oli eroa aumojen välillä. Mittausten välillä määrä kasvoi kaikissa aumoissa, eniten kuitenkin aumassa 2. Nitraatti- ja nitriittityppeä oli eniten aumassa 3 ja vähiten aumassa 1. Nitraatti- ja nitriittityypen määrä laski aumassa 2, mutta kasvoi aumassa 3. Muutokset olivat kuitenkin pieniä. Aumassa 1 tilanne ei ehtinyt kahden viikon aikana muuttua. Nitriitti- ja nitraattityypen osuus suhteessa ammoniumtyypen määrään oli kaikissa näytteissä alle 0,5.

Aumassa 2 aktiivisesta vaiheesta kertoi myös pH:n nousu 7,5:stä 8,2:een. Myös aumassa 3 pH nousi, mutta muutos ei ihan ylittänyt mittausepävarmuutta. Auman 1 kosteusprosentti nousi selvästi, muissa aumoissa merkittävää muutosta ei tapahtunut. Samalla auman tilavuuspaino nousi noin 40 grammaa litralta. Aumassa 1 sähkönjohtavuus oli matalampi kuin kahdessa muussa aumassa, ja myös se laski hieman mittausten välillä. Auman 2 tilavuuspaino nousi yli 100 grammaan litra, muissa aumoissa merkittäviä muutoksia ei tapahtunut.

Orgaanisen aineksen määrä nousi selvästi aumassa 1, 25,6 prosentista 49,8 prosenttiin kuiva-aineesta. Kahdessa muussa aumassa sen määrä taas laski. Hiilidioksidin tuotossa arvot vaihtelivat 4,5–6,7 mg CO<sub>2</sub>-C/g VS/vrk välillä. Missään aumassa selkeää muutosta

ei ollut havaittavissa näytteiden välillä. Kokonaishiilen ja kokonaistypen määrien muutokset eivät ylittäneet mittaasepävarmuutta. Vastaavasti hiilen ja typen suhteessa ei tapahtunut aumoissa merkittävää muutosta.

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tomaatinsiemenkokeen perusteella voidaan päätellä, että kompostointiprosessi kaikissa aumoissa oli riittävän tehokas tuhoamaan haittakasvien siemenet. Kompostin koostumuksella ei ollut tuloksiin vaikutusta, sillä kaikki tomaatinsiemenet menettivät itämiskyvyn. EPPO:n suosituksen mukaan kaksi viikkoa 55 celsiusasteessa riittää tuhoamaan haittaeliöt kompostista. Kokeessa siemenet olivat aumoissa 34 vuorokautta, ja tomaatinsiementen kohdalta otettujen mittausten perusteella aumojen keskilämpötilat pysyivät tuona aikana yli 55 celsiusasteessa.

Lämpötilamittausten ja näytteiden analyysituloksien perusteella mikään aumoista ei ollut vielä elokuussa kypsyvaiheessa. Kypsässä kompostissa nitraatti- ja nitriittityypen osuus on suurempi kuin ammoniumtypen. Suhteen ollessa 0,5–1, komposti on kypsyvaiheessa eli tuorekompostia, ja arvon ylittäessä 1, komposti on kypsää [19]. Aumoissa nitraatti- ja nitriittityypen määrä ei ollut vielä alkanut nousta. Myös hiilidioksidin tuotto ylitti kaikissa aumoissa kypsän kompostin raja-arvon, 2,0 mg CO<sub>2</sub>-C/g VS/vrk [19], eikä merkittävää laskua tapahtunut näytteidenoton välillä.

Aumassa 2 kompostoinnin aktiivinen vaihe on selkeimmin tunnistettavissa. Sitä kuvaavat ammoniumtypen määrän kasvu ja pH:n nousu, sekä orgaanisen aineksen määrän lasku. Koska kosteusprosentti ei noussut, vaikka tilavuuspaino kasvoi, on näytteidenoton välillä tapahtunut auman tiivistymistä.

Toisin kuin kaksi muuta aumaa, 100 prosenttia tuoretta haravointijätettä ollut auma 1 pidatti sadevettä itseensä ja sen kosteusprosentti kasvoi näytteidenoton välillä.

Rankkasateen myötä kosteusprosentti nousi mikrobeille sopivammalle tasolle. Ilman epätavallisen voimakasta sadetta aumasta olisi voinut tulla liian kuiva, jolloin lisäkastelulle olisi ollut tarvetta. Näytteiden perusteella auman 1 orgaanisen aineksen osuus olisi kasvanut. Näytteiden välinen ero on kuitenkin todennäköisesti seurausta kompostin heterogeenisestä koostumuksesta, koska kompostiin ei lisätty uutta biomassaa. Korkea lämpötila, ammoniumtypen määrän kasvu ja korkea hiilidioksidintuotto osoittavat, että hajoamista oli alkanut tapahtua. Hiilen ja typen suhde oli aumassa 1 mikrobitoiminnan

kannalta lähellä optimaalista tasoa, kun taas aumoissa 2 ja 3 hiilen osuus olisi saanut olla korkeampi.

Aumassa 3 hiilidioksidia syntyi vähemmän kuin muissa aumoissa. Orgaaninen aines oli kuitenkin alkanut hajota, mikä kertoo aktiivisesta mikrobitoiminnasta. Aumasta otetuissa näytteissä sähkönjohtavuus oli lähellä auman 2 arvoja. Verrattuna koostumukseltaan 100 prosenttia viherjätettä olleeseen kompostiaumaan, näiden aumojen johtokykyarvot olivat noin tuplasti korkeammat. Pienikin osuus mädätysjäännöstä kompostiseoksessa näyttäisi siis nostavan vesiliukoisten ravinteiden ja suolojen määrää. Vähäisempi ammoniumtyypen muodostuminen ja hitaampi pH:n nousu osoittavat, että kompostoituminen oli hitaampaa kuin aumassa 2, jossa mädätysjäännöstä oli enemmän.

Yhteenvetona voidaan todeta, että suurimmat erot aumojen välillä liittyivät ammoniumtyypen määrään, kosteuteen ja sähkönjohtavuuteen. Mädätysjäännöksellä oli kompostin vedenpidätyskykyyn negatiivinen vaikutus, mutta koska sillä oli jo lähtökohtaisesti korkea (72,4) kosteusprosentti, siitä ei ollut haittaa ainakaan kompostoinnin ensimmäisen kuukauden aikana. Korkeampi mädätysjäännöksen osuus aiheutti auman tiivistymistä, mikä on hyvä huomioida prosessin kehittämisessä.

Mikrobitoiminnan kannalta paras hiili-typpe-suhde oli 100 % haravointijätettä olevassa aumassa. Suhde kuitenkin tavallisesti pienenee kompostoinnin edetessä ja orgaanisen aineksen hajotessa, ja kompostin kypsyyttä voidaankin myöhemmin arvioida vertaamalla loppuvaiheessa otettua C/N-suhdelukua alkuvaiheen arvoihin.

### **Inka Karvonen**

projektisuunnittelija

Kasvua ja liiketoimintaa kiertotaloudesta Pohjois-Pohjanmaalla -hanke

Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

### **Virpi Käyhkö**

projektipäällikkö

Kasvua ja liiketoimintaa kiertotaloudesta Pohjois-Pohjanmaalla -hanke

Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

## Lähteet

- [1] Halinen, A. & Tontti, T. 2004. Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla. MTT:n selvityksiä 70. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, 11–13. Hakupäivä 1.12.2022. <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts70.pdf>
- [2] Pulkkinen, I. 2018. Puutarhajätteen tuotteistaminen aumakompostoimalla. Jyväskylän yliopisto. Opinnäytetyö, 3–8, 18–22. Hakupäivä 1.12.2022. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-201808013658>
- [3] Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta 1709/2015. Hakupäivä 26.8.2022. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151709#Pidm45949345175536>
- [4] Vieraslajit.fi. 2022. Mikä on vieraslaji? Hakupäivä 17.8.2022. <https://vieraslajit.fi/info/i-933>
- [5] Vieraslajit.fi. 2022. Jättipalsami. Hakupäivä 17.8.2022. <https://vieraslajit.fi/lajit/MX.39158>
- [6] Vieraslajit.fi. 2022. Haitallinen kurturuusu. Hakupäivä 17.8.2022. <https://vieraslajit.fi/info/i-5977>
- [7] Huusela, E., Aukia, L., Jauni, M., Rastas, M. & Tuhkanen, M. 2021. Toimintamalliehdotus vieraslajijätteen hallintaan. Selvitys, kuinka vähentää, vastaanottaa ja käsitellä vieraskasvijätettä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 3/2021, 11, 24–27. Hakupäivä 1.12.2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-145-5>
- [8] Hassani, M., Vallius, E., Rasi, S. & Sormunen, K. 2021. Risk of Invasive Lupinus polyphyllus Seed Survival in Biomass Treatment Processes. Diversity 13 (6), 264. Hakupäivä 1.12.2022. <https://doi.org/10.3390/d13060264>
- [9] Alainen, T. 2022. Ylitarkastaja. Kasvien tuonti- ja lannoitejaosto. Ruokavirasto. Puhelinkeskustelu 19.8.2022.
- [10] Lannoitelaki 711/2022. Hakupäivä 19.8.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220711>

- [11] Maa- ja metsätalousministeriö. 2022. Uusi lannoitelaki voimaan 16.7.2022. Tiedote 12.7. Hakupäivä 19.8.2022 <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/uusi-lannoitelaki-voimaan-16.7.2022>
- [12] Ruokavirasto. 2022. Lannoitelain keskeiset uudet asiat. Hakupäivä 19.8.2022. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu-ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/uusi-lannoitelaki/>
- [13] Ruokavirasto. 2022. EU:n uusi lannoitevalmisteasetus (2019/1009). Hakupäivä 18.8.2022. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu-ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/eun-uusi-lannoiteasetus/>
- [14] Ruokavirasto. 2019. Lannoitteet ja lannoitevalmisteet. Hakupäivä 18.8.2022. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu-ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/>
- [15] Lehtonen, M. 2022. Tutkija, kasvitaudit. Kasvintuhojalaboratorio. Ruokavirasto. Puhelinkeskustelu 19.8.2022.
- [16] European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2006. Guidelines for the management of plant health risks of biowaste of plant origin. EPPO Bulletin 36, 353–358. Hakupäivä 1.12.2022. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2006.01022.x>
- [17] Gasum Oy. 2022. Gasum Humusvoima Oulu, tuoteseloste. Hakupäivä 29.9.2022. <https://www.gasum.com/globalassets/pdf-files/lannoitteiden-tuoteselosteet/2022/gasum-humusvoima-oulu-tuote-era-2022-003.pdf>
- [18] Ilmatieteenlaitos. 2022. Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Hakupäivä 6.10.2022. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>
- [19] Itävaara, M., Vikman, M., Kapanen, A., Venelampi, O. & Vuorinen, A. 2006. Kompostin kypsyystestit – menetelmäohjeet. VTT Tiedotteita 2351, 24, 11. Hakupäivä 1.12.2022. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf>

## **METATIEDOT**

**Tyyppi:** Raportti

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu

**Julkaisunumero:** 214/2022

**Julkaisuvuosi:** 2022

**ISBN:** 978-951-597-234-7

**Tekijätiedot:** Karvonen Inka, Käyhkö Virpi

**Oikeudet:** [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (pl. kuvat)

**Kieli:** suomi

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-234-7>

**Tiivistelmä:** KASVU-hankkeessa selvitettiin viherjätteiden käsittelyn kehittämismahdollisuuksia. Pilottiaiheeksi valittiin aumakompostointi biokaasulaitoksen mädätysjäännöksen ja haravointijätteen erilaisilla seossuhteilla. Kompostien lämpötiloja seurattiin ja niistä otettiin näytteet tarkempaa analysointia varten. Lisäksi tehtiin tomaatinsiementesti, jolla selvitettiin kompostoinnin tehoa rikkakasvien ja haitallisten vieraskasvilajien torjunnassa. Kokeilun tulokset osoittavat, että riittävän korkeissa lämpötiloissa siementen itämiskyky häviää, riippumatta siitä missä suhteessa mädätysjäännöstä ja haravointijätettä kompostissa on. Kompostin koostumuksella on kuitenkin merkitystä mikrobitoiminnan kannalta, esimerkiksi ilmanvaihdon, kosteuden ja ravinteiden määrien kautta. Mikrobitoiminnan kannalta paras hiili-tyyppi-suhde oli 100 prosenttia haravointijätettä olevassa aumassa. Pelkkää haravointijätettä sisältänyt auma oli kuivempi kuin muut aumat, mutta sade paransi kosteusolosuhteita. Johtokyky ja ammoniumtyypen määrä oli suurempi, kun kompostissa oli seassa mädätysjäännöstä. Korkeampi mädätysjäännöksen osuus aiheutti auman tiivistymistä, mikä on hyvä huomioida prosessin kehittämisessä.