

---

**MANSIKAN PUNAMÄDÄN TORJUNTA  
MAANPARANNUKSELLA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

HAMK Lepaa, syksy 2016

Taru Hakuni



LEPAA  
Puutarhatalous  
Avomaatuotanto

---

<b>Tekijä</b>	Taru Hakuni	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	Mansikan punamädän torjunta maanparannuksella	

---

## TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli selvittää, pystytäänkö Humuspehtoori Oy:n maanparannusaineilla hidastamaan tai estämään mansikan punamädän (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) oireiden ilmenemistä ja taudin leviämistä mansikan taimissa. Mansikan punamätä on vasta viime vuosina levinnyt Suomeen. Se on ollut yleinen jo pitkään muualla Euroopassa. Pitkään säilyvien lepoasteiden takia sitä on hyvin vaikea torjua kasvinsuojelua-aineilla. Tästä syystä tutkijat ja viljelijät pohtivat muita keinoja sen torjuntaan. Maaperän monipuolinen mikrobitoiminta tarjoaa potentiaalia torjuntaan luonnollisemmalla tavalla; nostamalla peltomaan mikrobi- ja pieneliöiden biodiversiteettiä taudinaiheuttaja asetetaan kilpailuasetelmaan, joka heikentää sen mahdollisuuksia tartuttaa isäntäkasviaan. Opinnäytetyössä tehtiin kasvatuskaappikoe, jossa mansikan taimet istutettiin erilaisiin kasvatusalustaseoksiin. Kasvatusalustoja oli seitsemän erilaista ja ne koostettiin erilaisista yhdistelmistä punamädällä saastunutta maata, steriloitua maata sekä kahta erilaista maanparannusainetta. Koe oli osaruutukoe, jossa oli neljä toistoa. Taimia kasvatettiin hiukan yli 8 viikkoa n. 15°C:ssa ja 90 %:n kosteudessa, jotta punamädällä olisi mahdollisimman otolliset olo-  
Kokeen lopuksi taimien maanpäällisistä osista mitattiin tuore- ja kuivapaino. Aineisto kerättiin taulukkolaskentaohjelmaan, käsiteltiin tilasto-ohjelmalla ja analysoitiin. Kokeen tuloksista ei voitu päätellä, että maanparannusaineet olisivat vaikuttaneet mansikan taimien kasvuun positiivisesti. Tuloksista kävi ilmi, että mansikan taimet kasvoivat paremmin steriloiduissa kasvualustoissa mihin oli lisätty maanparannusainetta nro 1. Tosin tämä ero ei ilmennyt saastuneissa näytteissä. Maanparannusaineseos 1:ssä kasvaneiden taimien tuore- ja kuivapainot eivät eronneet kontrollina toimineesta kasvuturpeesta.

**Avainsanat** Mansikka, kasvitaudit, biodiversiteetti, maanparannusaineet, humus.

**Sivut** 17 s. + liitteet 1 s.



LEPAA  
Horticulture  
Field crop production

---

<b>Author</b>	Taru Hakuni	<b>Year</b> 2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Prevention of strawberry red stele with soil improvement products	

---

ABSTRACT

The goal of the thesis was to find out whether it is possible to slow down or prevent the symptoms and propagation of red stele (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) in strawberry seedlings with the soil improvement products of Humuspehtoori ltd. Strawberry red stele has spread to Finland in recent years although it has been common for a long time in rest of Europe. It is hard to prevent because its oospores can hibernate in the ground for long periods. Therefore scientists and farmers are considering various means of prevention. A diverse population of microbes in the soil offers potential means for prevention in a natural way. By raising the biodiversity of microorganisms in the fields, the red stele fungus is put in a competitive position which weakens its chances of infecting its host. An incubator experiment was conducted for this thesis in which the seedlings were potted in different substrates. There were seven different substrates which were assembled from soil which was infected with red stele, sterilized soil and two different soil improvement products. The experiment was a split-plot design with four repetitions. The seedlings were grown little over 8 weeks in temperature of 15°C and a relative humidity of 90 % so that the conditions would be favorable for red stele. At the end of the experiment fresh and dry weights were measured from the above ground parts of the plants. The measurements were applied to a spreadsheet and were processed with a statistics program and analyzed. The results were inconclusive as to whether or not the soil improvement products affected strawberry growth positively. It was clear that the seedlings grew better in the sterilized substrates that had soil improvement product #1 added. Though this distinction wasn't visible in the infected samples. The fresh and dry weights of the seedlings grown in the substrates containing soil improvement product #1 didn't differ from peat that was used as a control for the experiment.

**Keywords** Strawberry, plant diseases, biodiversity, soil improvement products, humus.

**Pages** 17 p. + appendices 1 p.



---

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	TEORIA.....	2
2.1	Mansikka .....	2
2.1.1	Mansikan viljely .....	3
2.2	Munasienet.....	4
2.2.1	Munasienten suvuton lisääntyminen.....	4
2.2.2	Munasienten suvullinen lisääntyminen.....	4
2.3	Mansikan punamätä.....	5
2.4	Humus.....	6
2.4.1	Humuksen merkitys peltoekosysteemissä .....	7
2.5	Biostimulantit .....	8
2.6	Kasvitautilien torjunta maanparannuksella.....	8
2.7	Työn tilaaja.....	10
2.8	Kokeen hypoteesi .....	10
3	KASVATUSKAAPPIKOE .....	10
3.1	Kasvualustavalinnat ja käsittelyt .....	11
3.2	Mittaukset.....	11
3.3	Aineiston tilastollinen käsittely .....	12
4	TULOKSET.....	12
4.1	Tilastoanalyysitulokset tuorepainosta.....	12
4.2	Tilastoanalyysitulokset kuivapainosta.....	13
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	14
5.1	Jatkotutkimus.....	15
6	LÄHTEET .....	16
	HAASTATTELUT .....	17

Liite 1 Avomaatuotannon jakautuminen Suomessa vuosina 1984-2015



## 1 JOHDANTO

Maan köyhtyminen eli eloperäisen aineen väheneminen ja sen myötä maan rakenteen ja kasvukunnon heikkeneminen rajoittavat kasvien sadontuotto-kykyä. Vaikka tuotantopanoksia käytetään enemmän ja niiden laatu kehittyy, viljelykasvien sato on laskenut ja sadonvaihtelut lisääntyneet viime vuosikymmeninä. (Vilander & Vuori 2015, 6-8)

Humuksen merkitys nykyisen kaltaisessa tehokkuuteen tähtäävässä pelto-tiljelyssä on saattanut päästä unohtumaan. Monet humuksen niukkuudesta johtuvat ongelmat voidaan korjata käyttämällä väkilannoitteita sekä torjunta- ja kasvinsuojeluaineita ja kyntämällä maata, jotta sen rakenne säilyisi ilmavana eikä painuisi kasaan. Humuksen määrää ja siten pieneliötoiminnan määrää lisäämällä maan kasvukuntoa voidaan kuitenkin parantaa käyttäen vähemmän panoksia maan ylläpitoon.

Orgaaninen aineksen ja hajonneen orgaanisen aineksen eli humuksen rooli maassa on ylläpitää hajotustoimintaa, veden- ja ravinteiden pidättymistä ja parantaa tautienhallintaa. Niiden runsas määrä ylläpitää myös maan mikrobitoimintaa. Saappaanjäljen kokoisen alueen alle multamaassa jää mm. miljardeja bakteereja ja sädesieniä sekä suunnaton määrä sieniä ja leviä. Näille eliöille haitallista toimintaa on mm. paljaana pidetty maanpinta, intensiiviset maanmuokkausmenetelmät, torjunta-aineet ja voimakas kivennäislan- noitus. (Vilander & Vuori 2015, 6-8)

Kuten muissakin ekosysteemeissä, myös peltoekosysteemeissä biodiversiteetti on tärkeässä osassa. Runsas mikrobi- ja pieneliölajisto aiheuttaa kilpailua ravinnosta ja elintilasta maassa ja sillä on siten kasvitautien selviytymistä ja ilmenemistä heikentävä vaikutus. Intensiivisessä tiljelyssä maan multavuus ja siten mikrobitoiminta vähenevät. Yhdistettynä huonosti toteutettuun tiljelykiertoon maassa menestyvät parhaiten siinä tiljeltävän kasvin taudinaiheuttajat.

Punamädän merkitys mansikan tiljelyssä on merkittävä. Se on yleinen muualla Euroopassa, mutta se on levinnyt Suomeen vasta lähivuosina. Punamätä on erityisen ongelmallinen siksi, että sille ei tiedetä vielä torjunta-keinoja. Tehokkaimmat torjuntakeinot ovat pääasiassa ennaltaehkäiseviä toimia ja maan kasvukunnon parantamiseen tähtäviä tiljelytoimenpiteitä.

Vuonna 2015 Suomessa toimi 1 133 mansikanviljelyä harjoittavaa yritystä. Se on lähes 70 % kaikista marjanviljelyä harjoittavista yrityksistä. 85 % eli yli 14 milj. kiloa marjantuotannon sadosta saatiin mansikasta vuonna 2015 (Puutarhatilastot, LUKE). Mansikka on tärkeimpiä tiljeltyjä marjakasveja (Liite 1) ja mansikalla on merkittävä osa suomalaisten mielissä. Mitä olisikaan Suomen kesä ilman mansikkaa?

Opinnäytetyön toimeksiantaja on pälkäneläinen Humuspehtoori Oy, joka kehittää maanparannusaineita metsäteollisuuden puulietteistä. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, voidaanko Humuspehtoori Oy:n maanparan-

nustuotteilla parantaa mansikan kasvukuntoa niin, että punamädän aiheuttamat oireet katoavat tai ovat vähäiset. Hypoteesi opinnäytetyössä on se, että maanparannusaineet parantavat kasvualustan mikrobitoimintaa niin paljon, että punamätä ei pysty lisääntymään ja leviämään kasvualustassa. Punamädän leviäminen siis estyisi niin sen verran, että sen oireet eivät joko näkyisi mansikassa tai olisivat lievät eivätkä vaikuttaisi sadonmuodostukseen. Punamädän ja kasvualustaseoksien vaikutuksia tutkitaan mittaamalla taimista tuore- ja kuivapainot. Tutkimuskysymys on: ”Hidastavatko Humuspehtoori Oy:n maanparannustuotteet punamädän oireiden ilmenemistä mansikan taimissa?”.

## 2 TEORIA

Suomen maantieteellinen sijainti mahdollistaa mansikan kaupallisen viljelyn jopa napapiirin tuntumassa asti. Atlantilta lämpimien merivirtojen mukana tulevat ilmassat sekä talven lumipeite tekevät ilmastosta suotuisan ja suojaavat mansikan monivuotista kasvustoa talvella. Vuodenaikojen vaihtelu vähentää tuholais- ja tautipainetta Suomessa kasvatettavissa mansikoissa. (Matala 2006)

Suomessa mansikan viljelyn ongelmia ovat pääasiassa lämpötilan vaihteluista johtuvat kukkien ja hedelmien kehitykseen vaikuttavat kasvuhäiriöt. Kriittisimmät vaiheet mansikan kehityksessä ovat kukka-aiheiden kehittyminen syksyllä, kylmän sään vaikutukset keväällä kasvun alettua lämpimän kauden johdosta sekä erityyppiset hallat kesällä. Mansikan kasvun edellytyksenä on runsas lumipeite talvisin. Lumi suojaa kasvustoja pakkasvaurioilta ja suurimmat vauriot tulevatkin vähälumisilla alueilla viljeltäviin mansikoihin. (Matala 2006)

### 2.1 Mansikka

Mansikan (*Fragaria*) suku kuuluu ruusukasvien (*Rosaceae*) heimoon, mihin kuuluu monia koriste- ja hedelmäkasveina käytettyjä kasvisukuja. *Fragaria*-sukuun kuuluvia kasveja kasvaa laajalti pohjoisella pallonpuoliskolla. Mansikan peruskromosomiluku on seitsemän ( $n=7$ ), jonka kertautumisen perusteella eri mansikkalajit voidaan jakaa ryhmiin: diploidit ( $2n=14$ ), tetraploidit ( $2n=28$ ), heksaploidit ( $2n=42$ ) ja oktoploidit ( $2n=56$ ) lajit. Kokeessa käytetty mansikka on kuukausimansikka (*Fragaria vesca* L. var. *semperflorens* Duch.) 'Aleksandria', jonka kromosomiluku on diploidi ( $2n=14$ ). 'Aleksandria' ei muodosta rönsyjä. (Matala 2006)

Juurakon yläosan kärkisilmusta kehittyy kukkavana. Nuorilla taimilla ruusukkeessa on yleensä vain yksi pääranka, josta kukkavana kehittyy. Vanhemmilla yksilöillä niitä voi olla useampia. Mansikan kasvu jatkuu kärkisilmun kuihduttua kärkisilmun alapuolella olevista ylimmistä hankasilmuista. Muista hankasilmuista kasvaa kukkavanoja, juurakon haaroja tai rönsyjä. Osa hankasilmuista voi pysyä lepotilassa. (Matala 2006)

Nuoressa mansikantaimessa on usein vain yksi kukkavana, kun täysi-ikäiseen yksilöön niitä voi muodostua jopa useita kymmeniä. Keskimäärin yhdessä kukkavanassa on noin 6–7 kukkaa. Yhdessä kukkavanassa olevia kukkia kutsutaan yhteisnimityksellä kukinto. Kuukausimansikka on päivä-neutraali eli se muodostaa kukka-aiheita päivän pituudesta riippumatta. Tästä johtuen kuukausimansikka tuottaa satoa pitkään muiden kasvuolosuh-teiden sen mahdollistaessa. (Matala 2006)

Mansikan syötävä osa ei ole kasvitieteellisesti määriteltynä marja eikä he-delmä vaan pohjushedelmä. Se muodostuu kukkapohjuksen paisuessa me-hukkaaksi. Varsinaiset hedelmät ovat pohjushedelmän päällä olevat pienet kansankielessä siemeniksi kutsutut pähkylät. Varsinaiset siemenet ovat yk-sittäin kunkin pähkylän sisällä. Ne ovat noin millimetrin pituisia. (Matala 2006)

### 2.1.1 Mansikan viljely

Kasvupaikan valinta on mansikan viljelyssä yksi ratkaisevista menestyste-kijöistä. Ongelmia aiheutuu esimerkiksi, jos kasvupaikka on hallanarka, vesi jää seisomaan kasvupaikalle tai jos viljeltävä peltoaukea on liian pieni. Monia kasvupaikkaan liittyviä ongelmia voidaan korjata esimerkiksi ojitta-malla ja tasoittamalla peltoa sekä viljelyn aikana kastelulla ja talvisuojauk-sella. Mansikka viihtyy tasaisesti vettä pidättävillä ilmavilla kasvualus-toilla, joiden ei tarvitse olla kovin ravinnerikkaita. Tällaisia maita ovat yleensä moreeni-, hieta- ja multamaat. Tasainen viettävyys on mansikan viihtyvyyden kannalta hyvä asia, koska liika kosteus poistuu juuriston ta-salta. (Matala 2006)

Mansikka on ravinteiden suhteen melko vaatimaton ja mansikan kasvua ra-joittava tekijä ei yleensä ole ravinteiden saatavuus. Maan kasvukunnolla on merkittävä vaikutus sadontuotantoon. Eräänä ongelmana ovat pitkään sa-malla paikalla sijainneet mansikkakasvustot joiden viljelykierrossa ei ole muita kasveja riittävän pitkää aikaa. Huonosti suunnitellussa viljelykier-rossa maahan pesiytyvät erilaiset mansikan taudit ja tuholaiset, kuten juuri-laho, ankeroiset ja korvakärsäkkäät. (Matala 2006) Eräänä keinona maan kasvukunnon ylläpitämiseen on viljelymaan humuspitoisuuden ja biologis-en aktiivisuuden ylläpitäminen (Wolf & Snyder 2003).

Maan kasvukunnon ylläpitäjinä toimivat myös lierot. Ne hienontavat kari-ketta ja jätteinettä syödessään sitä ja sekoittavat sitä maahan ulostaessaan. Lierojen ulosteet vilkastuttavat maan mikrobitoimintaa ja toimivat liima-aineina, jotka vahvistavat lierojen käytäviä. Lierojen toiminnalla on merkit-tävä vaikutus maan mururakenteen syntymiselle. Mikäli lieroja on maassa paljon, ne voivat muodostaa tehokkaan salaojaverkoston ja tien kasvien juu-rille muokkauskerroksen alapuolelle. (Matala 2006, Wolf & Snyder 2003)

### 2.2 Munasienet

Munasienten (*Oomycetes*) luokkaan kuuluvaan *Phytophthora*-sukuun kuuluu monia maakasvien loisia (Tirri ym. 2003), kuten perunarutto (*P. infestans*), versopolte (*P. ramorum*), mansikan punamätä (*P. fragariae* var. *fragariae*) ja mansikan tyvimätä (*P. cactorum*). Nykytiedon valossa uskotaan, että munasienet ovat läheisempää sukua leville ja kasveille kuin muille sienille (Fry & Grünwald 2010).

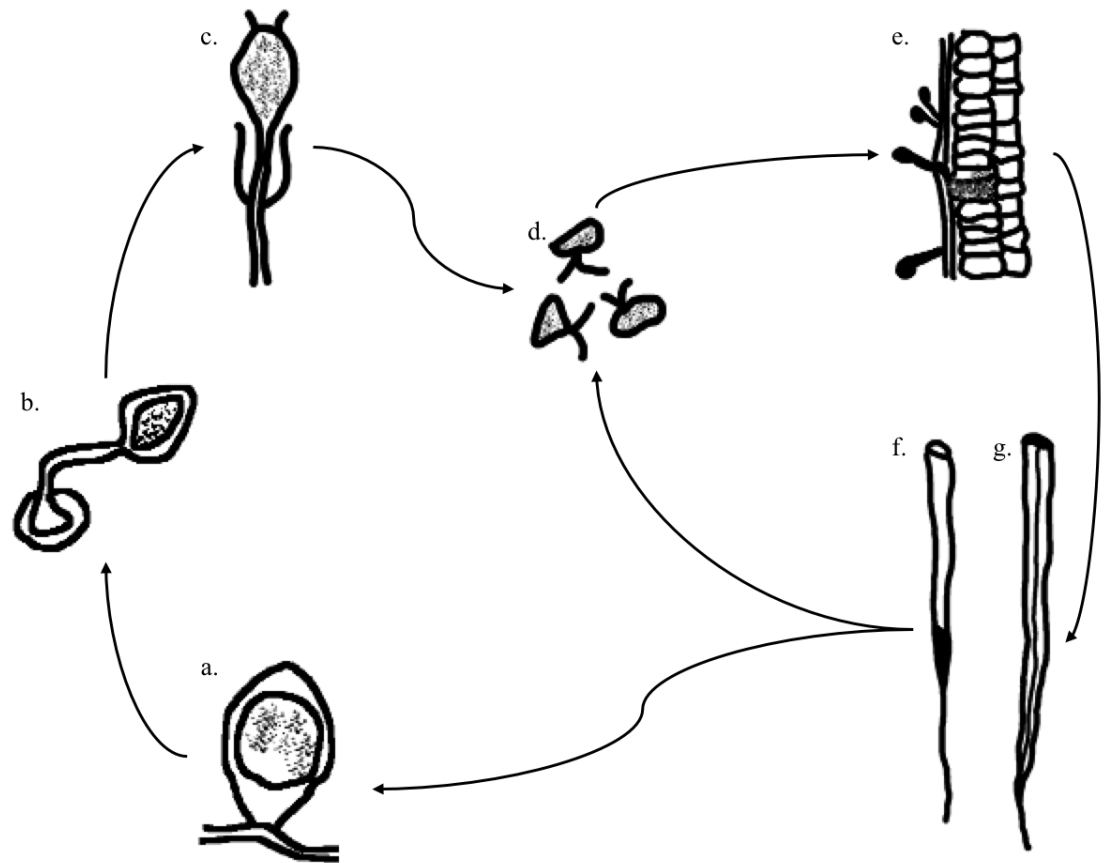
#### 2.2.1 Munasienten suvuton lisääntyminen

Munasienten suvuton lisääntyminen tapahtuu parveiluitiöitä tuottamalla. Parveiluitiöt muodostuvat itiöpesäkkeisiin, mistä ne kulkeutuvat vesikalvojen välityksellä. Parveiluitiöt ovat munasienten tärkein leviämiskeino ja tau-teja-aiheuttavissa lajeissa tärkein keino isäntäkasvin infektoimiseen. Parveiluitiöt ovat ovoidin muotoisia ja niillä on kaksi siimaa, joiden avulla ne liikkuvat. Kohdattuaan mahdollisen isäntäkasvin, parveiluitiö muodostaa rakkulan kasvin pinnalle. Rakkulasta kasvaa pian ituputki kasvin sisään. (Lamour & Kamoun 2009)

#### 2.2.2 Munasienten suvullinen lisääntyminen

Suvullinen lisääntyminen alkaa sukupuolisolupesäkkeiden kehittymisestä. Munasieniltä on erotettavissa naaras- ja urospuoliseksi määriteltävä solupesäke. Yksittäinen haploidi tuma siirtyy urospuolisesta pesäkkeestä naaraspuoliseen ja muodostaa zygotin munaitiön eli oosporin. Oospori muodostuu yleensä isäntäkasvin sisällä. Kypsyttyään oospori vetäytyy irti solupesäkkeen paksuuntuneista ulkoseinistä ja sen aineenvaihdunta hidastuu merkittävästi. Tämä lepoaste voi säilyä maassa epäedullisissa oissa monia vuosia. Lepovaiheen loputtua oospori kasvattaa itiöpesäkkeen josta vapautuu parveiluitiöitä. Kaikki oosporit eivät vapaudu lepovaiheesta samaan aikaan ja voivat jäädä isäntäkasvin kasvupaikalle sen solukoiden maaduttua. Suvullisen lisääntymisen piirteiden takia munasienet on erotettu sienistä. (Lamour & Kamoun 2009)





Kuva 1. Munasienten elinkierto. a. Munaitiö (oospore). b. Munaitiö kypsyy ja sen päähän muodostuu itiöpesäke (sporangia). c. Itiöpesäke kypsyy ja vapauttaa parveiluitiöt. d. Parveiluitiöitä (zoospore). e. Parveiluitiöt tartuttavat isäntäkasvin juuren. f. Mansikan juuri, jonka kärki on kuollut. g. Poikkileikkaus juuresta jonka ydin on tummunut. (Maas, J. L., Mukailtu teoksesta Compendium of Strawberry Diseases. Saint Paul, MI: American Phytopathological Society, 84.)

### 2.3 Mansikan punamätä

Mansikan punamätä (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*) tartuttaa mansikan maan välityksellä. Ihanteelliset olot tartunnalle ovat noin 10–17 °C:n lämpötilassa maan ollessa kostea tai märkä, jolloin parveiluitiöt pääsevät liikkumaan helposti (Evira 2015). Punamädän munaitiöt säilyvät maassa tartutuskykyisinä ilman isäntäkasvia jopa 15 vuotta (Evira 2015). Muna- ja parveiluitiöt leviävät helposti veden, maa-aineksen, työvälineiden ja -koneiden sekä taimien välityksellä (Matala 2006, Evira 2015, EPPO 2002). Suomen ilmasto on suotuisa punamädän kasvulle, koska osan vuodesta kasvien juuret voivat olla hyvinkin kosteita ja sää on sopivan viileää (Tanska n.d., Matala 2006). Ongelmia esiintyy erityisesti silloin kun viileät ja kosteat kaudet ovat yhtä aikaa (Tanska n.d.).

Tauti ilmenee pellolla kasvuston laikukkaana kitukasvuisuutena ja lakastumisena sekä heikkona sadontuottona alkaen pellon kosteimmista osista (Matala 2006, Evira 2015). Lakastumisen ilmetessä on syytä tutkia kasvien juuret. Punamädän saastuttamien kasvien juuret ovat harvat ja heikot ja niiden sivujuurten kärkiosat ovat tummuneet ja juurten ydin on punaruskea

(Matala 2006, Tanska n.d.). Myöhemmin juuret alkavat mädäntyä alkaen sivujuurten kärjistä (EPPO 2002). Kasvien lakastuessa punamätä on ollut juuristossa läsnä jo jonkin aikaa. Lakastuminen seuraa pääasiassa siitä, että mansikan juuristo on kehittynyt taudista johtuen huonosti. (EPPO 2002) Mansikan lakastumista voi esiintyä myös muista syistä, kuten märän kasvu-alustan ja talvivaurioiden takia (Matala 2006). Tämän takia on tärkeää tutkia lakastumisen syyt edellä mainittujen oireiden ilmetessä etenkin, jos taimet on hankittu ulkomailta (Matala 2006). Ensimmäiset havainnot punamädästä Suomessa ovat vuodelta 2012 (Evira 2015). Muualle Eurooppaan se on levinnyt jo laajalti (Matala 2006, Evira 2015).

Punamädän torjunta alkaa terveestä taimimateriaalista. Taimimateriaalin terveyteen on syytä kiinnittää erityistä huomiota, jos sitä hankitaan ulkomailta (Evira 2015). Punamätä on luokiteltu vaaralliseksi kasvintuhoojaksi ja sitä ei saa esiintyä maahantuotavissa taimissa lainkaan (Matala 2006, Evira 2015, Tanska n.d.) Punamätä on myös Euroopan ja Välimeren alueen kasvinsuojelujärjestön EPPO:n (European and Mediterranean Plant Protection Organization) A2 karanteenituhooja eli sitä tavataan paikallisesti EPPO-alueella. Erityisesti se uhkaa alueilla missä maa pysyy viileänä ja kosteana osan vuodesta. (EPPO 2002)

Jos punamätä on todettu viljelmällä, tulee noudattaa tarkkaa viljelyhygieniää leviämisen estämiseksi muihin viljelmän osiin (Evira 2015). Viljelytoimenpiteet on hyvä tehdä ensin kasvuston terveissä osissa ja siirtyä vasta sitten saastuneisiin lohkoihin. Työvälineet, -koneet ja esimerkiksi kengät tulee pestä ja desinfioida huolellisesti saastuneilta lohkoilta tullessa. Saastunut lohko kannattaa ottaa pois mansikan viljelystä ja pitää kasvipeitteisenä, jotta maa-ainesta ei siirry lohkolta muualle. (Evira 2015) Jos punamädän epäillään esiintyvän taimiaineistossa, tulee heti ottaa yhteyttä kasvinsuojeluviranomaisiin, koska mansikan taimiaineistoa koskee ilmoittamisvelvollisuus punamädän kohdalla (Matala 2006, Evira 2015). Taudin ehkäisyä voidaan myös yrittää parantamalla salaojitusta ja vähentämällä veden seisomista kasvustossa. Kohotetuilla penkeillä viljeltäessä vesi ei jää seisomaan juuristoon ja vaikeuttaa mm. parveilutiöiden liikkumista. (EPPO 2002)

Mansikan viljelyä saastuneella lohkolta voidaan jatkaa, mutta lohkoilta ei saa ottaa lisäysmateriaalia eikä kasvijätteitä saa siirtää saastuneelta lohkolta muualle. Uusia mansikan taimia ei myöskään saa istuttaa noin sadan metrin etäisyydelle saastuneesta lohkoista. Pahimmin oireilevissa kohdissa ei saa liikkua kuin välttämättömien viljelytoimenpiteiden aikana. Viljelytoimenpiteet pitäisi tehdä ensin puhtailla lohkoilla ja siirtyä vasta sitten saastuneelle lohkolle. (Tanska n.d.)

### 2.4 Humus

Humuksella tarkoitetaan maatonutta orgaanista ainesta josta ei voida enää erottaa eliöiden rakenteita, kuten solurakennetta. Sen tarkan kemiallisen koostumuksen määrittäminen on hankalaa sen vaihtelevan koostumuksen takia (Wolf & Snyder 2003). Hajoamisvauhti riippuu mm. aineksen tyypipitoisuudesta ja raakoosta. Nuoremmat kasvin osat maatuvat nopeammin

kuin vanhat ja puutuneet. Viimeisenä maatuu yleensä puun ligniini. Maan pH, lämpötila, kosteus, ravinnetila ja ilmavuus vaikuttavat myös maatumisen nopeuteen. (Wolf & Snyder 2003)

Sustainable Soils –kirjan (Wolf & Snyder 2003) mukaan maatumisen nopeutta voidaan arvioida aineksen hiili-typpi-suhteella (C:N). Nuorten kasvinosien C:N-suhde on noin 10:1 joka mahdollistaa nopean hajoamisen ilman typpilisää. Mitä enemmän hiilyhdisteitä, kuten ligniiniä aines sisältää sitä hitaammin se hajoaa. Nopeasti hajoavan aineksen C:N-suhde on yleensä alle 20:1. Paljon puutunutta materiaalia sisältävän aineksen (75-100:1) maatumisnopeutta arvioidessa kannattaa käyttää ligniini-typpi –suhdetta, koska ligniini ei hajoa helposti mikrobitoiminnan vaikutuksesta.

### 2.4.1 Humuksen merkitys peltoekosysteemeissä

Puutarha&kauppa –lehden artikkelissa Mietintähetki maalle (Vilander & Vuori 2015, 6-8) käydään läpi humuksen merkitystä maaperän ja peltoekosysteemin ongelmiin. Jo pelkästään aktiivinen mikrobitoiminta ja siitä seuraava pieneliöiden ravintoketju lannoittaa peltoa merkittävästi. Humuksen määrä maassa on suorassa suhteessa sitä ravinnokseen käyttävien pieneliöiden hyvinvoinnin kanssa. Artikkelissa todetaan myös, että humuksen ja muun orgaanisen aineksen vähennyttyä nykyisten viljelymenetelmien seurauksena, on ilmakehään vapautunut paljon hiilidioksidia. Paljon orgaanista ainesta sisältävä hyväkuntoinen peltomaa toimii siis hiilivarastona vähentäen ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Maaperän hyvinvoinnilla on siis merkitystä myös globaalissa mittakaavassa.

Kasvien juurten eritteet pitävät yllä sienikasvustoja juurten läheisyydessä ja vastavuoroisesti sienet tarjoavat kasveille ravinteita ja suojaa muita sieniä vastaan. Kasvin juurten läheisyydessä elävät sienet ja maan bakteerit ovat ravintoa alkueläimille ja sukkulamadoille. Näitä ravintonaan käyttävät mm. punkit, lierot ja muut korkeammat eläimet. Mikrobien ja muiden pienten eläinten toiminta pitää yllä maan rakennetta ja auttaa hapen kiertoa maaperässä. Kivennäislannoitteet ovat orgaanisista lähteistä peräisin oleviin lannoitteisiin verrattuna haitallisempia maaperäeliöstölle, koska ne ovat käytännössä suoloja. (Vilander & Vuori 2012, 4-6)

Sustainable Soils –kirjassa (Wolf & Snyder 2003) paljon orgaanista ainesta sisältävän peltomaan hyötyihin ja orgaanisen aineksen edesauttamiin prosesseihin luetaan orgaanisen aineksen hajotus, alkuaineiden vapautus liukoiseen muotoon, typensitojien ja mykorritsan kasvun edistäminen sekä maan rakennetta parantavien mikrobien kasvun edistäminen.

Maan rakenteen parantuessa mikrobitoiminnan seurauksena maan vedenläpäisykyky paranee ja eroosion vaikutukset vähenevät, ilma kulkee maan huokosrakenteessa paremmin, maan mikrobien elinolot paranevat ja maa soveltuu yleisesti paremmin viljelyyn. Muita kirjassa listattuja orgaanisen aineksen lisäämisen hyötyjä ovat kationinvaihtokapasiteetin lisääntyminen ja fosforin pysyminen liukoisena alhaisessa ja korkeassa pH:ssa. Orgaaninen aines tehostaa maan puskurikapasiteettia, vähentää maan kuorettumista sekä hidastaa maan lämpötilavaihteluita. (Wolf & Snyder 2003)

## 2.5 Biostimulantit

Kasvitautilien torjuntaa kasvualustaan vaikuttamalla on tutkittu paljon ja monia kaupallisia mikrobivalmisteita on saatavilla. Näitä valmisteita, jotka sisältävät usein mikrobeita tai humushappoja kutsutaan biostimulanteiksi. Rajanveto sen välillä kutsutaanko biostimulanttivalmisteita lannoitteiksi vai kasvinsuojeluaineiksi on vaikeaa. Muun muassa Eviran listoilta kyseisille tuotteille löytyy seuraavia nimityksiä: humusuute, mykorritsa- ja typpibakteerivalmiste tai kasvien kasvua edistävä mikrobivalmiste. Tämänkaltaiset valmisteet ovat olleet käytössä golfkentillä jo pitkään, missä niitä on käytetty esimerkiksi ravinteiden oton tehostamiseen, veden imeyttämiseen ja kasvien kylmänsietokyvyn parantamiseen. Biostimulanteilla haetaan usein säästöjä lannoituksessa ja kasvinsuojelussa. Niillä voidaan hallita kasvien kasvurytmiä uusien keinoin viljelyn lannoitteita käyttäessä ollessa jo lähellä optimaalista. (Vilander & Vuori 2012, 4-6)

Mykorritsa on sieni, joka muodostaa usein symbioottisen eli kumpaakin osapuolta hyödyttävän suhteen isäntäkasvin kanssa. Sieni tunkeutuu kasvin juuren sisään ja ottaa kasvilta sokereita omaksi ravinnokseen. Kasvi puolestaan saa suojaa joiltakin maan välityksellä leviäviltä kasvitaudeilta ja ankeroisilta. Mykorritsojen hyödyt jäävät usein vähäisiksi tiettyjen lannoite- ja torjunta-ainekäytäntöjen takia. Usein erittäin matalat ja korkeat ravinnepitoisuudet heikentävät mykorritsojen vaikutuksia isäntäkasviin. Mykorritsojen vaikutukset ovat tehokkaimmillaan vähäravinteisessa maassa missä on reilusti orgaanista ainesta. (Wolf & Snyder 2003)

## 2.6 Kasvitautilien torjunta maanparannuksella

Kompostoituminen on prosessi, missä toisiaan seuraavat mikro-organismit hajottavat orgaanista ainesta biologisesti vakaiksi humusaineiksi (humic substance). Lisäämällä kompostia kasvualustaan voidaan saada aikaan kasvitauteja torjuva mikro-organismipopulaatio maahan ja parantaa maan kasvukuntoa. Mehtan (Mehta ym. 2013) mukaan kasvitauteja torjuvia mikrobeja uskotaan olevan ainakin *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens*, *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas putida* ja *Xanthomonas maltophilia*. Aktiivisen mikrobitoiminnan uskotaan olevan syynä kasvitautilien torjuntaan orgaanisen aineksen lisäyksen yhteydessä. Yllä mainitut mikrobit lisääntyvät nopeasti orgaanisessa aineksessa ja kilpailevat taudinaiheuttajien kanssa tilasta ja ravinteista. Mikrobit tukahduttavat kilpailijoitaan myös erittämillään antibioottisilla aineilla, jotka ovat myrkyllisiä kilpailijoille. *Trichoderma virile* tuottaa antibiootteja ja *T. lignorum* tuottaa aineita jotka ovat haitallisia *Rhizoctonia solanille* (Wolf & Snyder 2003). Mikrobit voivat myös suoraan hyökätä taudinaiheuttajan kimppuun sen eri osista, kuten vegetatiivisista osista tai munaitiöistä. Kompostia sisältävä kasvualusta voi myös saada taudinaiheuttajan itämään ennen kuin se on todella kohdannut sen isäntäkasvin. Tämä saattaa johtua siitä, että kompostiaines voi jäljitellä itiön itämiseen tarvittavia signaaleja. (Mehta ym. 2013)

Orgaanisen aineksen lisäys tai maassa jo oleva orgaaninen aines estää maan välityksellä leviäviä tauteja ja tuholaisia muun muassa luomalla maahan tasapainoisen ekosysteemin tarjoamalla erilaisille mikrobeille ja pieneliöille

mahdollisuuden menestyä. Biodiversiteetti maassa luo monimuotoisia kilpailuasetelmia, jolloin toiset eliöt joutuvat toisten syömiksi. Tämä mahdollistaa myös taudinaiheuttajien joutumisen jonkun saaliiksi. Eliöiden välillä on myös antagonistisia vaikutteita esimerkiksi eritteiden, antibioottien ja bakteriofaagien välityksellä. Jotkut eliöt ovat myös toisten parasitteja. Orgaaninen aines toimii perustana tälle kaikelle antaen ravinteita ja energiaa maan ekosysteemiin. (Wolf & Snyder 2003)

Orgaanisen aineksen lisäämisellä saattaa tosin olla odottamattomia vaikutuksia, koska kaikkia maassa vaikuttavia mekanismeja ei vielä tunneta. Bonanomi (Bonanomi ym. 2009) tutkijaryhmineen kokosi yli 2000 tutkimuksen aineistoista tietoja tiettyjen orgaanisten ainesten taudintorjuntakyvystä, orgaanisen aineksen maatumisen vaikutuksista kasvitauteihin sekä orgaanisen aineksen fyysisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien ennustettavista vaikutuksista kasvitauteihin. Koska komposti tai kompostoituva aines on hyvin heterogeenistä, sen mahdollisia kasvitauteja torjuvia vaikutuksia on vaikea ennustaa. Tutkimuksessa huomattiin, että *Phytophthora* spp.:tä oli vaikea torjua orgaanisen aineksen lisäyksellä. C:N-suhde ei myöskään kertonut *P. spp.*:n kohdalla orgaanisen aineksen tai kompostin taudintorjuntakyvystä. Kasvitautilien torjunnassa pitäisi kiinnittää huomiota siihen mitkä mekanismit maassa vaikuttavat kunkin taudin kohdalla. Tutkijat eivät löytäneet mitään yksittäistä keinoa tai orgaanisen aineksen ominaisuutta millä torjua kasvitauteja. (Bonanomi ym. 2009)

Samankaltaisia tuloksia saivat tutkimuksen mikrolisätyn mansikan ympäryksestä mikro-organismeilla tehneet tutkijat (Vestberg ym. 2004). Tutkijat ympärsivät viittä eri mikro-organismia joko yksinään tai kahden mikro-organismin yhdistelmissä rahkasammalkasvualustaan. Niiden vaikutuksia tutkittiin *Phytophthora cactorum*in tai *P. fragariae*en ollessa läsnä sekä puhtaissa kasvualustoissa. Tutkimuksessa mikään mikro-organisminyhdistelmä ei tuottanut *Phytophthora fragariae*ta torjuvaa vaikutusta ja vain yksi yhdistelmä paransi juurten kuntoa. Jotkut yhdistelmät jopa haittasivat mansikan kasvua kontrollikokeeseen verrattuna. (Vestberg ym. 2004).

Edellä mainituissa tutkimuksissa (Bonanomi ym. 2009, Mehta ym. 2013, Vestberg ym. 2004) käy ilmi, että kasvien, maan ja siinä elävien mikrobien synergiavaikutuksista tiedetään vielä kovin vähän. Tutkimuksissa mainitaan, että sopivista mikrobi- ja kasviyhdistelmistä ei ole vielä varmuutta ja että kasvualustassa voi olla vielä tuntemattomia vaikutuksia mitkä edistävät tai vähentävät kasvitautilien ja kasvien kasvua.

Sustainable Soils –kirjassa pohdittiin, että kompostin lisäämisellä saattaa olla vaikutuksia maan happitasoon. Orgaanista ainesta lisättäessä happi kulutetaan kiivaassa hajotusprosessissa vähiin ja hiilidioksidin määrä lisääntyy. Jos maahan lisätään paljon märkää materiaalia, jolloin ilmankierto estyy, vähäinen hapen määrä maassa saattaa aiheuttaa kasville tauteja edesauttavat olot. (Wolf & Snyder 2003)

## 2.7 Työn tilaaja

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Humuspehtoori Oy:n kanssa. Humuspehtoori Oy on noin 30 vuotta Pälkäneellä toiminut perheyrittäjä, joka valmistaa maanparannus- ja lannoitustuotteita maa- ja metsätalouden käyttöön. Monet yrityksen tuotteet sopivat luomuviljelyyn. Tuotteet valmistetaan Pälkäneellä sijaitsevalla asfalttikentällä, jonka yhteydessä on vedenpuhdistus- ja kiintoaineksen saostusjärjestelmä sekä vettä suodattava kosteikko.

Humuspehtoorin toiminta perustuu orgaanisen aineksen lisäämiseen maahan metsäteollisuuden puukuituja ja kompostoituja hevosen- ja broilerin lantaa käyttämällä (humuspehtoori.fi). Lanta antaa tarvittavaa typpeä puukuitujen hajottamiseen. Maahan muodostuu pitkäaikaista humusta puun ligniinistä, joka säilyy jopa vuosikymmenien ajan (Vilander 2012, 10-11). Puutarha&kauppa -lehden artikkelissa (Vilander 2012, 10-11) mainitaan myös, että Humuspehtoorin tuotteiden ansiosta mm. kastelun tarve pellolla on vähentynyt, liettyminen on vähentynyt rankkasateiden aikana, juurten hapensaanti on parantunut, maan muokkaus on helpottunut ja maan väsyminen on vähentynyt merkittävästi.

## 2.8 Kokeen hypoteesi

Kokeessa haluttiin selvittää kasvavatko mansikan taimet paremmin toisessa tai kummassakin steriloidussa maanäytteessä, jotka sisältävät Humuspehtoorin seosta (AK1 tai AK2). Seuraavaksi parhaiten mansikan taimien oletetaan kasvavan turpeessa (T) ja sitten saastuneissa Humuspehtoorin seosta sisältävissä käsittelyissä (S1 ja S2). Mansikan taimien menestyessä saastuneissa seoksissa, voidaan päätellä, että Humuspehtoorin seokset ovat vaikuttaneet positiivisesti mansikan taimien kasvuun. Kokeessa oletetaan, että huonoiten mansikan taimet kasvavat käsittelyissä AK ja S. Kokeessa pyritään hylkäämään nollahypoteesi.

$H_0$  = Humuspehtoorin maanparannusaineilla ei ole vaikutusta mansikan kasvuun.

$H_1$  = Humuspehtoorin maanparannusaineilla on vaikutusta mansikan kasvuun.

## 3 KASVATUSKAAPPIKOE

Opinnäytetyössä tehtiin kasvatuskaappikoe keväällä 2015 Hämeen ammattikorkeakoulussa Lepaan yksikössä, jossa mansikan taimet istutettiin seitsemään erilaiseen kasvualustaan. Kokeessa käytetty mansikkalajike oli 'Alexandria', jonka uskottiin olevan herkkä punamädälle (Parikka, puhelinhaastattelu 7.1.2015). Se saatiin myös vuodenajan huomioon ottaen helposti kasvatettua siemenestä eikä valmiita taimia tarvinnut ostaa erikseen. Mansikat kylvettiin 23.1., taimet istutettiin käsittelyihin 17.3. ja koe lopetettiin 14.5. Taimet kasvatettiin siemenistä, jotka oli ostettu kaupallisesta siemeniä myyvistä yrityksistä (www.siemenkauppa.com). Mansikan idätysohjeet otettiin alan kirjallisuudesta (Ball 1997). Kasvatuskaapin malli oli Sanyo MLR-351HT.

### 3.1 Kasvualustavalinnat ja käsittelyt

- tavallinen turvekasvualusta (T)
- autoklavoitu saastunut maa (AK)
- autoklavoitu maa + seos 1 (AK1)
- autoklavoitu maa + seos 2 (AK2)
- saastunut maa (S)
- saastunut maa + seos 1 (S1)
- saastunut maa + seos 2 (S2)

Seos 1 ja 2 ovat Humuspehtoori Oy:stä saatuja maanparannustuotteita, joiden tarkka koostumus ei ole opinnäytetyön tekijän tiedossa. Seos 2 sisältää puukuituja. Autoklaavi steriloi maanäytteet kovassa paineessa ja kuumuudessa höyryllä. Käsittelyssä lämpötila nousee noin 120 °C: een puolen tunnin ajaksi. Näytteet steriloiitiin autoklaavilla puhdistetuissa peltipurkeissa. Autoklavoimalla oli tarkoitus päästä eroon vain punamädästä. Muun muassa Humuspehtoorin seoksista maanäytteisiin tulee paljon mikrobitoimintaa. Autoklavointi tehtiin oppilaitoksen ohjeiden mukaan.

Maanäyte kerättiin mansikkatilalta, missä on havaittu punamätää. Punamätä todettiin maanäytteestä LUKE:n testillä (Parikka, sähköpostiviesti 20.2.2015). Maanäyte jaettiin puoliksi ja toinen osa autoklavoitiin, jotta voitiin olla varmoja maan fysikaalisten ja kemiallisten olojen samankaltaisuudesta saastuneiden käsittelyiden kanssa.

Maanäytteet ja kasvuseokset seulottiin järjestyksessä 8 :n ja 4 :n millimetrin seulalla. Kun saastuneista maanäytteistä oli autoklavoitu puolet, kasvuseokset sekoitettiin ryhmittelyjen mukaan. Kaikki seokset sekoitettiin yhtä aikaa, jotta maanparannusaineet eivät ehtineet vaikuttaa maanäytteisiin eri aikoja. Kompostin ja maan suhde oli 1:4 eli kompostia oli seoksessa 20 tilavuusprosenttia. Suhde on ohjearvo Humuspehtoori Oy:stä.

Kokeessa taimet kasvatettiin punamädän kehitykselle suotuisissa oloissa eli noin 15 °C: ssa sekä hyvin kosteissa oloissa (RH 90%). Osan koeajasta maa oli jopa kyllästetty vedellä. Mansikoita oli tarkoitus seurata kuuden viikon ajan, koska eroja käsittelyiden välillä oletettiin muodostuvan siinä ajassa. Lopulta koe kesti hiukan yli 8 viikkoa. Taimia kasteltiin viikoittain.

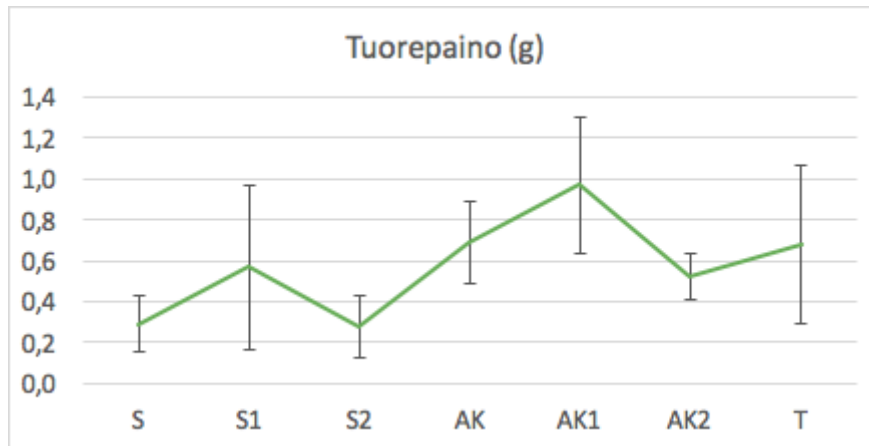
### 3.2 Mittaukset

Kokeen lopussa taimista mitattiin tuore- ja kuivapaino. Painot mitattiin analyysivaa'alla (Mettler PC 220). Näytteet kuivattiin uunissa paperipusseissa ja mitattiin heti uunista tullessaan, jotta ilmankosteus ei ehtinyt vaikuttaa painoon. Paperipussin paino vähennettiin kuivapainoista laskemalla 10 :n kuivan paperipussin keskiarvo ja vähentämällä se saadusta kuivapainosta. Tuorepaino mitattiin ilman paperipussia.

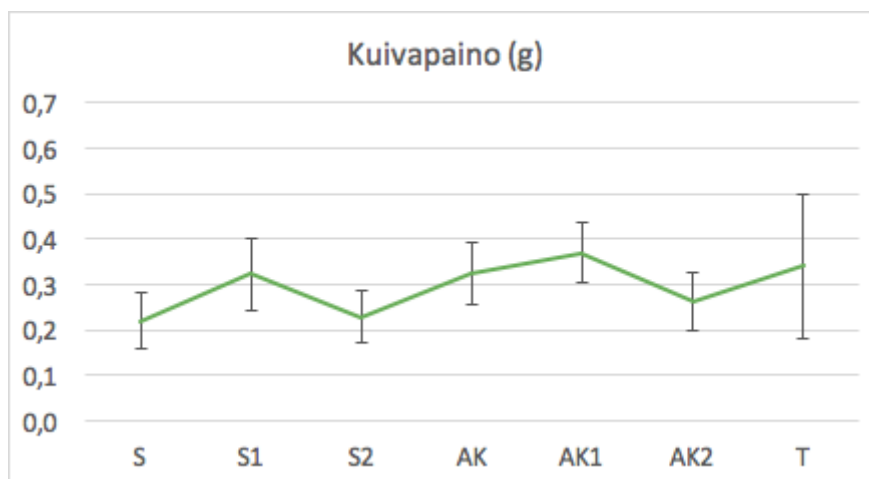
### 3.3 Aineiston tilastollinen käsittely

Kokeesta saatu aineisto kerättiin taulukkolaskentaohjelmaan, käsiteltiin tilasto-ohjelmalla (JMP Pro) ja analysoitiin. Kokeen tyyppi oli osaruutukoe.

## 4 TULOKSET



Kuvio 1. Kasvualustakäsittelyiden tuorepainon keskiarvot ja keskihajonta



Kuvio 2. Kasvualustakäsittelyiden kuivapainon keskiarvot ja keskihajonta

Tuorepainojen keskiarvoissa oli jonkin verran hajontaa. Käsittelyssä T hajonta näkyy myös kuivapainossa.

### 4.1 Tilastoanalyysitulokset tuorepainosta

Tilasto-ohjelma JMP Pro muodostaa aineistosta taulukon, jossa samalla kirjaimella yhdistetyt käsittelyt eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Toisinsanoen jos käsittelyitä ei yhdistä yksikään kirjain, ne ovat merkitsevästi erilaisia. Käsittelyiden järjestys alla olevassa taulukossa ei ole paremmuusjärjestys vaan tilasto-ohjelma lajittelee tuloksiltaan toisiaan vastaavien ryhmien perusteella järjestykseen.



Taulukko 1. Kasvualustakäsittelyiden tuorepainojen tilastollinen merkitsevyys. JMP Pro-ohjelman muodostamat yhtenäiset ryhmät 95%:n varmuusrajalalla. Merkitsevyystaso  $\alpha=0,05$ .

Käsittely			
AK1	A		
AK	A	B	
T	A	B	
S1		B	C
AK2		B	C
S			C
S2			C

Taulukon tiedot voidaan esittää myös toisella tavalla.

Taulukko 2. Kasvualustakäsittelyiden tuorepainojen tilastollinen merkitsevyys. X tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää eroa tuorepainoissa. Värjätty solu merkitsee mielenkiintoista tulosta.

Käsittely	AK1	AK	T	S1	AK2	S	S2
AK1	-			X	X	X	X
AK		-				X	X
T			-			X	X
S1	X			-			
AK2	X				-		
S	X	X	X			-	
S2	X	X	X				-

Käsittelyt AK1 ja AK2 erosivat toisistaan, mutta AK1 ei eronnut käsittelyistä AK ja T. Käsittelyn AK2 tuorepaino ei eronnut merkitsevästi mistään saastuneesta käsittelystä. Käsittelyt AK ja T eivät eronneet merkitsevästi käsittelystä S1. Tilastollisesti merkitseviä eroja saastuneiden käsittelyiden tuorepainoissa ei ollut.

#### 4.2 Tilastoanalyysitulokset kuivapainosta

Taulukko 3. Kasvualustakäsittelyiden kuivapainojen tilastollinen merkitsevyys. JMP Pro-ohjelman muodostamat yhtenäiset ryhmät 95%:n varmuusrajalalla. Merkitsevyystaso  $\alpha=0,05$ .

Käsittely				
AK1	A			
T	A	B		
AK	A	B	C	
S1	A	B	C	
AK2		B	C	D
S2			C	D
S				D

Taulukko 4. Kasvualustakäsittelyiden kuivapainojen tilastollinen merkitsevyys. X tarkoittaa tilastollisesti merkitsevää eroa kuivapainoissa. Solun väri merkitsee mielenkiintoista tulosta.

Käsittely	AK1	T	AK	S1	AK2	S2	S
AK1	-				X	X	X
T		-				X	X
AK			-				X
S1				-			X
AK2	X				-		
S2	X	X				-	
S	X	X	X	X			-

Kuivapainoista saatujen tulokset olivat keskihajonnaltaan pienempiä kuin tuorepainoista saadut tulokset. Käsittelyt AK1 ja AK2 olivat edelleen merkitsevästi erilaisia. Käsittelyiden AK1 ja S1 välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Myös T ja AK eivät eronneet käsittelystä S1 merkitsevästi. AK ei eronnut merkitsevästi myöskään käsittelystä S2. Tilastollisesti merkitsevä ero S1:n ja S:n välillä löytyi vain kuivapainon perusteella.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tilastollisen analyysin jälkeen kokeesta saatiin aiemmin mainittujen oletusten kannalta samankaltaisia tuloksia. Selkein tulos on se, että seos AK1 on mansikan taimien kasvun kannalta niiden tuore- ja kuivapainon keskiarvojen perusteella parempi seos kuin AK2. Toisaalta AK1 ei eroa käsittelyistä T ja AK sekä kuivapainon perusteella käsittelystä S1, joten käsittelyä AK1 ei voida suositella erityisesti mansikan kasvatukseen. Esimerkiksi käsittely AK on kuitenkin autoklavoitu maanäyte ilman maanparannusaineita. Toisaalta on mielenkiintoista, että mansikat kasvoivat kuivapainon perusteella paremmin sekä autoklavoiduissa että saastuneissa käsittelyissä mihin oli lisätty maanparannusaineseos 1:stä. Merkittävää on myös se, että käsittely AK2 ei eroa tilastollisesti merkitsevästi kuin käsittelystä AK1.

Käsittelyt S1 ja S2 eivät eronneet toisistaan merkitsevästi tuore- ja kuivapainon perusteella. Kuivapainoja mitattaessa käsittely S1 eroaa tilastollisesti merkitsevästi käsittelystä S, mutta S2 ei eroa käsittelystä S. Näiden tulosten perusteella jää epäselväksi autoiko maanparannusaineen 1 lisäksi mansikoiden kasvua saastuneissa kasvualustoissa.

Koska Humuspehtoorin seosten tarkka koostumus ei ole opinnäytetyön tekijän tiedossa, seoksissa voi olla joku muukin tekijä joka vaikutti positiivisesti tai heikentävästi mansikan taimien kasvuun. Näitä voi olla muun muassa mansikan kasvulle sopivat ravinteet verrattuna pelkkään maanäytteen tai se että seos 2 sisältää puukuituja.

Rakennuksessa, jossa kasvatusta tapahtui sähkökatkos 9.-16.4.2015 välillä. Koska sähkökatkos vaikutti kaikkiin taimiin samalla tavalla, voidaan olettaa, että se ei vaikuttanut merkittäväällä tavalla kokeen tuloksiin.

Tulosten ollessa käsittelyiden välillä samankaltaisia, on mahdollista, että kokeessa esiintyi häiriötekijöitä, jotka liittyvät muun muassa taimien yhdenmukaisuuteen ja istutussyvyyden vaihteluihin, autoklavointiin ja taimien kastelun epätasaisuuteen. Häiriötekijöitä vähentämällä kokeen tuloksista voidaan saada tarkempia. Taudin oireet saattavat myös ilmetä mansikan taimissa vasta vuoden kuluttua tartunnasta (Parikka, sähköpostiviesti 5.1.2015).

### 5.1 Jatkotutkimus

Mahdollista jatkotutkimusta varten olisi hyvä harkita toistojen määrän lisäämistä, vain yhden maanparannusaineen vaikutusten tutkimista sekä tarkemman tiedon hankkimista kasvualustoista, jotta voidaan arvioida paremmin kasvualustan vaikutuksia taimiin. Vuoden vanhojen saastuneessa maassa kasvaneiden taimien käyttöä voisi myös harkita (Parikka, sähköpostiviesti 5.1.2015). Munaitiöiden lukumäärän voisi tutkia saastuneen maan näytteestä ennen ja jälkeen koetta. Kokeen suoritusta voisi helpottaa sen suorittaminen Luonnonvarakeskuksessa (LUKE). LUKE:n kanssa voisi mahdollisesti myös toteuttaa peltokokeen. Mansikan taimien kasvua ja kehitystä voisi mitata muillakin mittareilla kuin tuore- ja kuivapainolla. Yllä mainittuja häiriötekijöitä pitäisi myös pyrkiä vähentämään, jotta saataisiin tarkempia tuloksia.

## 6 LÄHTEET

- Ball, V. 1997. Ball RedBook, 16. painos. Batavia: Ball Publishing.
- Bonanomi, G., Antignani, V., Capodilupo, M. & Scala, F. 2009. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry* 42 (2), s. 136-144. Viitattu 13.2.2016. Saatavissa ScienceDirect-tietokannassa:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.10.012>
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2015. Mansikan punamätä. Viitattu 17.1.2016.  
<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/kasvitaudit+ja+tuholaiset/vaaralliset+kasvitaudit+ja+tuholaiset/mansikan+punamata/>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization EPPO 2002. Data Sheets on Quarantine Pests: *Phytophthora fragariae*. Viitattu 29.3.2016.  
[https://www.eppo.int/QUARANTINE/data\\_sheets/fungi/PHYTFR\\_ds.pdf](https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/fungi/PHYTFR_ds.pdf)
- Fry, W. E. & Grünwald, N. J. 2010. Introduction to Oomycetes. The American Phytopathological Society. Viitattu 7.5.2016.  
<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/IntroOomycetes.aspx>
- Humuspehtoori Oy. (n.d.). Yritys. Humuspehtoori Oy. Viitattu 29.1.2016  
<http://www.humuspehtoori.fi/yritys/>
- Lamour, K. & Kamoun, S. 2009. Oomycete Genetics and Genomics: Diversity, Interactions and Research Tools. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. Viitattu 5.11.2016. Saatavissa Ebrary-tietokannassa.
- Luonnonvarakeskus LUKE. 2016. Puutarhatilastot. Viitattu 20.5.2016.  
[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous04%20Tuotanto\\_20%20Puutarhatilastot/02\\_Avomaatuotannon\\_jakautuminen.px/?rxid=77a369df-2103-43fc-a47a-243b427e7ada](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous04%20Tuotanto_20%20Puutarhatilastot/02_Avomaatuotannon_jakautuminen.px/?rxid=77a369df-2103-43fc-a47a-243b427e7ada)
- Maas, J. L. 1987. Disease cycle of red stele root rot, caused by *Phytophthora fragariae*. Teoksessa Maas, J. Compendium of Strawberry Diseases. 2. painos. Saint Paul, MI: American Phytopathological Society. 84.
- Matala V. 2006. Mansikan viljely. Puutarhaliiton julkaisuja nro 340. 3. Painos. Helsinki.
- Mehta, C. M., Palni, U., Franke-Whittle, I. H. & Sharma, A. K. 2013. Compost: Its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. *Waste Management* 34, s. 607-622. Viitattu 8.11.2016. Saatavissa ScienceDirect-tietokannassa:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.11.012>

Parikka, P. 5.1.2015. Opinnäytetyö ja vierailu. Taru Hakuni. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 15.1.2016.

Parikka, P. 20.2.2015. punamätä-testistä. Taru Hakuni. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 10.11.2015.

Tanska, T. (n.d.). Punamätäinfo – Tietopaketti viljelijöille. Puutarhaliitto. Viitattu 9.4.2016.

[http://www.puutarhaliitto.fi/index.php?action=download\\_resource&id=456&module=resourcesmodule](http://www.puutarhaliitto.fi/index.php?action=download_resource&id=456&module=resourcesmodule)

Tirri, R., Lehtonen, J., Lemmetyinen, R., Pihakaski, S. & Portin, P. 2003. Biologian sanakirja. Uud. laitoksen 2. p. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Vestberg, M., Kukkonen, S., Saari, K., Parikka, P., Huttunen, J., Tainio, L., Devos, N., Weekers, F., Kevers, C., Thonart, P., Lemoine, M.-C., Cordier, C., Alabouvette, C. & Gianinazzi, S. 2004. Microbial inoculation for improving the growth and health of micropropagated strawberry. *Applied Soil Ecology* 27, s. 243-258. Saatavissa ScienceDirect-tietokannassa:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.05.006>

Vilander, AM. 2012. Humuspehtoori kunnostaa pellot. *Puutarha & Kauppa* 8, 10-11.

Vilander, AM & Vuori, E. 2015. Mietintähetki maalle. *Puutarha&Kauppa* 3, 6-8.

Vuori, E. & Vilander, AM. 2012. Biostimulanteistako apua maalle? *Puutarha&Kauppa* 8, 4-6.

Wolf, B. & Snyder, G. H. 2003. *Sustainable Soils: The Place of Organic Matter in Sustaining Soils and Their Productivity*. Binghamton, NY: Haworth Press Inc.

## HAASTATTELUT

Parikka, P. 2015. Senior Research Scientist. LUKE. Puhelinhaastattelu. 7.1.2015.

AVOMAATUOTANNON JAKAUTUMINEN SUOMESSA VUOSINA 1984-2015

