
**KAUPALLISTEN MYKORRITSAVALMISTEIDEN
VAIKUTUS MANSIKAN KASVUUN KAHDELLA
KASVUALUSTALLA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2016

Joonatan Murtonen



LEPAA
Puutarhatalouden koulutusohjelma

Tekijä	Joonatan Murtonen	Vuosi 2016
Työn nimi	Kaupallisten mykorritsavalmisteiden vaikutus mansikan kasvuun kahdella kasvualustalla	

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli vertailla, miten kaupalliset mykorritsavalmisteet vaikuttavat mansikan kasvuun kasvihuoneolosuhteissa kahdella kasvualustalla. Opinnäytetyön tilaajana on Pälkäneellä toimiva Humuspehtoori Oy. Yli 30 vuotta toiminut yritys kehittää metsäteollisuuden puulietteistä maanparannusaineita. Kasvualustana oli kaupallisen valmistajan turvealusta ja Humuspehtoorin kehittämä kivennäismultapohjainen kasvualusta, jossa oli lannoitteena broilerinlantaa ja lisäksi puukuitua, jota sieni käyttää ravintona.

Mansikan taimet lisättiin Lepaan mikrolisäyslaboratoriossa. Mikrolisätyjen taimien etuna on niiden puhtaus lähtötilanteessa sekä geneettinen yhdenmukaisuus. Mansikkalajikkeeksi valikoitui 'Hiku', joka on suomalainen, melko taudinkestävä jaloste. Mansikan kasvu seurattiin 3 kuukauden ajan. Koe pystytettiin Lepaan kasvihuoneen koehuoneeseen 5, elokuussa 2014. Taimien istutuksen yhteydessä kasvualustoihin ympähtiin mykorritsavalmisteet ja turvealustoihin hallitusti liukeneva kemiallinen lannoite. Taimet istutettiin elokuun puolivälissä ruukkuihin, joissa ne juurtuivat harsojen alla kaksi viikkoa. Tämän jälkeen ruukut jaettiin neljälle pyödelälle etukäteen arvottuun järjestykseen. Koe sisälsi 6 käsittelyä. Käsittelyissä 1-3 oli käytössä tilaajan kasvualusta, käsittelyissä 4-6 käytettiin turvekasvualustaa. Kummassakin kasvualustassa kokeiltiin kahta kaupallista mykorritsavalmistetta. Molemmissa kasvualustoissa oli ns. kontrolli, johon ei mykorritsavalmistetta lisätty. Jokaisessa käsittelyssä oli 32 koeyksikköä ja yhteensä koeyksiköitä oli 192. Taimia kasteltiin, mutta lisälannoitusta ei ollut tarvetta tehdä.

Mykorritsan määrää kasvualustassa mitattiin laboratoriomenetelmin. Kaikista käsittelyistä löytyi mykorritsaa, jopa niistä, joihin mykorritsavalmistetta ei lisätty. Mykorritsan suotuisaa vaikutusta mansikan kasvuun ei kuitenkaan pystytty todistamaan. Kokeen lopussa kasvustoa arvioitiin silmämääräisesti. Turvealustalla mansikat voivat hyvin ja kasvoivat tasaisesti, kun taas tilaajan alustalla mansikat jäivät kituliaiksi. Syynä taimien hitaaseen kasvuun tilaajan alustalla olivat mahdollisesti liian korkeat ravinnetasot. Kasvualustojen toisistaan poikkeavat ravinnetasot estivät alustojen vertailun.

Toimiessaan mykorritsa voisi tulla osa ympäristöystävällisempää viljelytapaa. Mykorritsa parantaa kasvin ravinteiden ja veden ottoa maaperästä. Lisäksi se tehostaa kasvin biologista typensidontaa ja suojaa isäntäkasviaan maalevinteisiltä taudeilta. Mykorritsa ei ole toistaiseksi yleisessä käytössä. Mykorritsan käyttömahdollisuuksia tutkitaan.

Avainsanat mykorritsa, lannoitteet, permakulttuuri

Sivut 20 s. + liitteet 5 s.

LEPAA
Degree Programme in Horticulture

Author	Joonatan Murtonen	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	The Effect of Commercial Mycorrhizae Inoculation on the Growth of <i>Fragaria x ananassa</i> in Two Different kind of Substrates	

ABSTRACT

The commissioner of this Bachelor's thesis is Humuspehtoori Oy. The 30-year-old company located in Pälkäne develops forest industry waste matter into soil improvers. The purpose of this thesis was to compare how the commercial mycorrhizae products effect on the growth of the strawberry (*Fragaria x ananassa*) in two different kind of substrates in a greenhouse. One of the substrates was a commercial peat substrate, the other was a product by Humuspehtoori, the mineral soil-based substrate that was fertilized with chicken manure and included wood fibre.

The strawberries were propagated in Lepaa micropropagation laboratory. Micropropagation was chosen as the best propagation method because it was important to get clean and sterile plants. The cultivar was 'Hiku' which is Finnish and rather disease-resistant. The growth of Strawberry was observed for three months. The study was set up in Lepaa greenhouse room 5, in August 2014. The planting of the seedlings was done in mid-August in pots. In planting the mycorrhizae products were added and the peat substrate was also added with controlled release fertilizer. After two week rooting under the gauze the pots were laid on four greenhouse tables in random order. There were 6 treatments in the study. The commissioner's substrate was used in treatments 1-3, the peat substrate was used in treatments 4-6. The two commercial mycorrhizae products were tested in both substrates. The both substrates had a control where the mycorrhizae product was not added. Every treatment had 32 members and there were 192 members in the whole research. The seedlings were watered but there was no use for extra fertilizing.

The amount of mycelium was measured by laboratory methods. Mycorrhizae was found in all the treatments even in those where the mycorrhizae products were not added. However, the positive effect of mycorrhizae could not be proved. In the end of the research the growth was visually estimated. In the peat substrate the growth was good and even while in the commissioner's substrate the seedlings were scrubby. The cause of slow growth was the high nutrient levels in the commissioner's substrate. The difference between the nutrient levels of the two substrates prevented the comparison of the substrates.

The use of mycorrhizae in agriculture could become a part of greener cultivation. Mycorrhizae improves the nutrient and water intake of the plant from soil. Besides it accelerates the nitrogen fixation of the plant and protects the plant from soil-borne diseases. Mycorrhizae is not in public use in agriculture and there is not so strong knowledge of mushrooms. The possibilities of mycorrhizae and mushrooms are researched.

Keywords mycorrhizae, fertilizers, permaculture

Pages 20 p. + appendices 5 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MAATALOUS ENNEN, NYT JA TULEVAISUUDESSA.....	3
2.1	Maanviljely Suomessa ennen teollistumista	3
2.2	1900-luvun maatalous Suomessa	4
2.3	Permakulttuuri vaihtoehtona teolliselle maataloudelle	5
2.4	Sienten käyttömahdollisuudet	6
2.5	Mykorritsa eli sienijuuri	6
2.6	Puukuidun käyttö kasvualustassa	8
3	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	8
3.1	Kasvualustat ja niiden valmistus	8
3.2	Koejärjestelyt ja kokeen toteutus	9
3.3	Sienirihmastomääritykset	10
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	11
4.1	Kasvuston silmämääräinen arviointi	11
4.2	Sienirihmaston määrä kasvualustoissa	13
5	LOPPUPÄÄTELMÄT	18
	LÄHTEET	19

Liite 1	Viljavuusanalyysi
Liite 2	Kasvuston tarkkailu: silmämääräiset havainnot

1 JOHDANTO

Viljelytapojen muuttamiseksi ympäristön kannalta kestävämpään suuntaan tehdään paljon tutkimusta. Vuosi 2015 oli YK:n julistama kansainvälinen maaperän vuosi. Nykyiset vallalla olevat viljelykäytänteet heikentävät maan rakennetta, minkä vuoksi juuri maaperän hoitoon täytyy tulevaisuudessa kiinnittää huomiota. Yksi maaperää heikentävä tekijä on keinolannoitteiden käyttö.

Nykyinen keinolannoitteisiin ja kasvinsuojeluaineisiin turvautuva teollinen maatalous ei ole kestäväällä pohjalla. Kemialliset lannoitteet valmistetaan uusiutumattomista luonnonvaroista, jotka loppuvat aikanaan. Pääravinteista fosfori ja kalium louhitaan maaperästä. Ne ovat ehtyviä luonnonvaroja ja fosfori saattaa loppua jo ennen öljyä. (Kaihoavaara 2012, 48-49.) Mineraalilannoitteissa käytettävä typpi valmistetaan maakaasusta ja ilmakehän tyypestä Haber-Bosch-menetelmän avulla, joka kuluttaa runsaasti fossiilista energiaa (Alakukku 2012, 71). Maakaasun vedystä ja ilmankehän tyypestä muodostuu voimakkaassa paineessa ja korkeassa lämpötilassa ammoniakkia, typpilannoitteiden raaka-ainetta (Kaihoavaara 2012, 48).

Nykyään on tarvetta uudelle vihreälle vallankumokselle, joka tällä kertaa perustuu kestäviin viljelymenetelmiin. Tutkijat hakevat ratkaisuja uusista keksinnöistä ja luonnon omia keinoja pyritään ottamaan käyttöön. Esimerkiksi maaperä ja siihen liittyvä sienikunta on melko vähän tutkittua aluetta. Sienten tutkimuksessa odotetaan läpimurtoa monella osa-alueella. Sienten avulla voidaan esimerkiksi puhdistaa maaperästä myrkyllisiä aineita ja sienten entsyymien avulla voidaan tulevaisuudessa kehittää biomuovia. (Supersienet –dokumentti. 14.4. 2015.) Maaperän sienet ja bakteerit on kiinnostava kohde myös lääketieteellisessä tutkimuksessa. Uuden tiedon mukaan maaperästä voisi eristää suuren määrän uusia antibiootteja. Bostonin yliopiston tutkijat arvelevat, että yhdestä milligrammasta maata voi saada 25 uutta antibioottia. (Antibioottien kuolema –dokumentti. 23.11.2015.)

Viljelypuolella yritetään valjastaa mykorritsasienet käyttöön. Luonnossa mykorritsaa esiintyy miltei jokaisella kasvilla, mutta viljelyssä mykorritsan käyttöä rajoittavat yksipuoliset viljelymenetelmät, jotka johtavat maan kunnan heikkenemiseen. Yksipuolisiin viljelymenetelmiin kuuluu keinolannoitteet, kasvinsuojeluaineet ja kasvinvuorotuksen puuttuminen. Mykorritsasta toivotaan apua luomutuotannossa, jossa maan rakenteeseen ja hyvinvointiin kiinnitetään huomiota jo muutenkin. On oletettavaa, että mykorritsa levittäytyy hyvään kasvualustaan itseksensä, mutta kaupallisia mykorritsavalmisteita voidaan myös lisätä maahan.

Suurta asennemuutosta tarvitaan viljelytapojen muuttamiseksi kestävämpään suuntaan. Jatkuva väkimäärän kasvu ja sen myötä kasvava ruoantuotanto on mahdoton yhdistelmä, ellei viljelytapoja vaihdeta kestävämpiin menetelmiin. Vallalla oleva tehotuotanto, joka perustuu

öljyn ja muiden ehtyvien luonnonvarojen riittävyteen, on loppujen lopuksi hyvin tehotonta viljelyä tuotantopanoksiinsa nähden. Jo tällä hetkellä on olemassa vaihtoehtoisia ratkaisuja sekä maanrakenteen ylläpitoon että lannoitukseen. Uutta tietoa ja uusia menetelmiä saadaan jatkuvan tutkimustyön tuloksena.

Kaiken ei kuitenkaan tarvitse perustua uusiin menetelmiin, vaan vanhoista viljelymenetelmistä voi myös ottaa mallia. Esimerkiksi tasapainoisen järjestelmän vaaliminen, jossa kotieläintaloutta ja kasvintuotantoa harjoitetaan samalla maatilalla, vähentäisi kemiallisten lannoitteiden tarvetta huomattavasti. Tällainen tasapainoisen järjestelmän kausi oli Suomessa 1920-1950 luvulla. Osa vanhoista hyvistä keinoista on käytössä nykyäänkin. Esimerkiksi luomuviljelyssä hyödynnetään typensitojakasveja. Kaikenlaisen kierrätyksen tärkeys tulee korostumaan tulevaisuudessa. Biolietteitä on alettu käyttää lannoitteena. Bioliete on jätevedenpuhdistamisessa syntyvää mikrobilietettä. Maanparannuksessa käytetään puukuitua, joka on paperiteollisuuden sivutuotetta. Puukuitu lisää eloperäisen aineksen määrää maassa, jolloin maan rakenne sekä ravinteiden- ja vedenpidätyskyky paranevat. Humuspehtoori Oy valmistaa maanparannustuotteita, joihin kuuluu olennaisena osana puukuitu. Puukuidun lisäämisestä maahan hyötyvät hajottajasienet, jotka ainoana eliöinä pystyvät hajottamaan puuta (Prisma: Maaperän tiede. 25.7.2015). Hajottajasienet luovat toiminnallaan suotuisat olosuhteet myös maan pieneliöille.

2 MAATALOUS ENNEN, NYT JA TULEVAISUUDESSA

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti maatalouden mennyttä aikaa. Mennyt auttaa ymmärtämään, miten tämän hetkiseen tilanteeseen on tultu. Menneisyydestä voi myös löytää hyödyllistä oppia tähän päivään. Nykypäivänä olemme tilanteessa, jossa maataloutta on kehitettävä kestävämpään suuntaan. Tämä tiedostetaan yleisesti, mutta tavoitteisiin on vaikea päästä.

Vuoden 1992 ympäristökokouksessa Rio de Janeirossa laadittiin globaali ympäristö- ja kehitysohjelma 21. vuosisadalle. Agenda 21 edellyttää fossiilisen energian käytön nopeaa vähentämistä ja raaka-aineiden kierrättämistä. Lisäksi maaperän tuhoaminen, avohakkuut ja myrkkujen levittäminen ympäristöön on lopetettava, jotta voitaisiin säilyttää biologinen monimuotoisuus. Tuotannon perustaa, viljelykelpoista maata tulee varjella ja hoitaa. Kierrätyksen ja luonnonvarojen käytön välille on luotava tasapaino. Energiankulutuksen tulee perustua pääasiallisesti auringon uusiutuvaan energiaan. Virtaava energia on otettava mahdollisimman tehokkaasti talteen kasvien yhteyttämisen avulla sekä täydentävillä teknologisilla ratkaisuilla, kuten aurinkokennoilla, tuuli-, aalto- ja vesivoimalla. (Granstedt 1999, 12-13.) Maailmalla tehdään luonnonmukaisempaan viljelyyn tähtäävää tutkimusta. Esimerkiksi sienten käyttömahdollisuuksia selvitetään.

2.1 Maanviljely Suomessa ennen teollistumista

Suomalainen maanviljely alkoi metsien kaskeamisella (Tiainen 2004, 29). Pohjoismaissa kaskiviljelyä on harjoitettu jo kivikaudella. Kaskiviljelyssä luonnonmaat raivataan pelloiksi ja niityiksi tulen avulla ja muokataan niistä viljelymaita kuokalla ja auralla. Maan muokkauksen vaikutuksesta maan laatu alkaa muuttua. Kun maan lämpötila ja kosteus ovat suotuisat ja maa on ilmavampi, lisääntyvät mikrobien hengitys ja eloperäisen aineksen hajoaminen. Näin vapautuu typpeä ja myös muut ravinteet ovat paremmin kasvien saatavilla. Kasvun voimistuminen saa aikaan enemmän eloperäistä ainesta, joka hajotessaan vahvistaa biologista kiertokulkua maan ja kasvien välillä. (Granstedt 1999, 22.)

Heti kaskenpolton jälkeisinä vuosina sadot olivat suuria. Tämä johtuu tuhkapitoisen maan ravinteikkuudesta ja siitä että ravinteet ovat helposti kasvien saatavilla. Koska ravinteita ei palautettu maahan lannan tai kasvijätteiden muodossa, maa köyhtyi nopeasti ja oli kaskettava taas uutta viljelymaata. (Tiainen 2004, 29; Granstedt 1999, 22)

Suurimman kaskiviljelyajanjakson aikaan kotieläintalous ja peltoviljely olivat vielä erillään toisistaan. Myöhemmin alettiin harjoittaa niittyviljelyä, joka yhdisti kotieläintalouden ja kasvinviljelyn. Viljelyjärjestelmän kestävyys perustui pellon ja niityn väliseen suhteeseen. Vanhan sanonnan mukaan ”niitty on pellon äiti”. Niittyalueet olivat tavallisesti monta kertaa peltoalueita suuremmat. Niittyjä saatiin vanhoista

kaskimaista, mutta myös raivaamalla ja tulvittamalla soita sekä laskemalla järviä (Tiainen 2004, 29). Niittyjen villit palkokasvit, kuten apilat ja virnat sitoivat ilmasta typpeä. Fosforia, kaliumia ja muita ravinteita saatiin maan rapautuessa, mitä edistivät etenkin lehtipuut laajoine juuristoineen. Maa tuli lannoitetuksi puiden pudotettua lehtensä. Niityiltä saatiin talvirehua, joka kotieläinten lannan muodossa annettiin kasvinravinteiksi pelloille. Vaikka ravinteita kuljetettiin jatkuvasti niityltä pelloille, viljelyjärjestelmä toimi ilmeisesti pitkään hyvin. Sen oli mahdollista toimia peltoalan ollessa pieni niittyalaan nähden. (Granstedt 1999, 23)

Ennen kuin opittiin valmistamaan väkilannoitetyypeä vuonna 1909, kasvintuotannon tyyppi saatiin lannasta tai palkokasveista (Stoddard 2012, 87). Puna-apila voi sitoa typpeä 150-250 kg hehtaarille, herne 50-150 kg (Rajala 2004, 61). Viljelty apilanurmi saattoi antaa 3-4 kertaa suuremmat sadot verrattuna vanhanajan niittyyn. Viljelykierto ja kasvanut nurmipalkokasvien käyttö johtivat peltomaa-alan kasvuun vanhojen niitymaiden kustannuksella. Karjan rehu oli mahdollista viljellä pellolla ja rehuksa-veilla, joita ei tarvinnut lannoittaa, saatiin huomattavasti parempia satoja verrattuna niittyihin. Palkokasvit hyödyttivät seuraavia viljelykierron kasveja typensidonnallaan ja syvällä juuristollaan. Lisäksi runsas rehusato mahdollisti yhä suuremman kotieläintalouden, jolloin saatiin yhä enemmän lantaa kasvavalle peltoalalle. (Granstedt 1999, 24)

2.2 1900-luvun maatalous Suomessa

Suomen itsenäistymisen jälkeen maatalouspolitiikka suuntautui elintarvikeomavaraisuuden tavoitteluun. Tasapainoisen järjestelmän kaudella, joka kesti 1920-luvulta 1950-luvulle, pyrittiin kotieläintaloutta ja ravintokasvien tuotantoa kehittämään rinta rinnan. Tuona aikakautena Suomen maataloustuotantoa kehitettiin myös vientiä varten. (Tiainen 2004, 32.)

1950-luvun Suomessa maatalouspolitiikan tehokkuustavoitteiden mukaan maatalouden tuli erikoistua, saavuttaakseen samanlaisia tehokkuus- ja mittakaavaetuja kuin muussakin tuotannossa. Seurasi rakennemuutos, jonka myötä maatalous jakautui kahdeksi päätuotantosuunnaksi. (Granstedt 1999, 30-31) Nämä tuotantosuunnat ovat kemikaaleista riippuvainen kasvintuotanto ja erikoistunut karjatalous. Nykyään kotieläintuotanto on keskittynyt yhä suurempiin yrityksiin, joita on yhä harvemmassa. Kun tilalla on karjaa enemmän kuin se itse pystyy tuottamaan rehua, on rehu ostettava ulkopuolelta. Yhtä lailla karjatilat ovat ongelmissa ylimääräisen karjanlannan kanssa. Tapahtumat ovat johtaneet siihen, että kasvinravinteiden ja eloperäisen aineksen kierto maatiloilla on vähentynyt. (Westerling 2011, 13-14; Granstedt 1999, 26)

Ravinteita on käytetty 1950-luvulta lähtien yli kasvien ottaman määrän, mutta viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana ravinteiden käyttö on lähentynyt kasvien ravinnetarvetta. Vuosina 1960-1980 käytettiin fosforilannoitteita 3-6 kertaa enemmän kuin sadon mukana poistui. Tällä

tavoin maahan kehittyi fosforivaranto, jolla on mahdollisesti edelleen vaikutusta pelloilta vesistöihin kulkeutuvan fosforin määrään. (Alakukku 2012, 71-72) Yhdessä typen kanssa fosfori vaikuttaa merkittävästi vesistöjen rehevöitymiseen (Kahiluoto 2000, 10).

2.3 Permakulttuuri vaihtoehtona teolliselle maataloudelle

Nykypäivänä maatalouden suurena haasteena on nopeasti kasvavan väestön ravitseminen. Tähän tarvitaan hedelmällistä maaperää, jonka jatkuva köyhtyminen on pysäytettävä. (Granstedt 1999, 6) Tavanomaiselle viljelylle on olemassa useita erilaisia vaihtoehtoja. Luomuviljelystä on tullut EU:n alueella yksi maatalouden tuotantomalli, jolla on omat direktiivinsä ja tuotanto-ohjelmansa. Permakulttuuri on yksi suuntaus, jossa on paljon yhtäläisyyksiä luomuviljelyn kanssa, mutta joka on paljon luomuviljelyä moniulotteisempi kokonaisuus.

Permakulttuurisuunnittelu on 1970-luvulla syntynyt vastaliike teolliselle maataloudelle (Kaihovaara 2012, 15). Permakulttuuri, englanniksi permanent culture, tarkoittaa kestävästä viljelyä (Alanko & Kahila, 2001, 123). Permakulttuurin ideana on luonnon toimintaa jäljittelevä puutarha, ravintoa tuottava ekosysteemi (Kaihovaara 2012, 5). Permakulttuurin periaatteet ja tekniikat tähtäävät luontoa kunnioittavaan ruoantuotantoon (Kaihovaara 2012, 15). Yksi permakulttuurin pääajatuksista on, että maalle on annettava saman verran kuin sieltä ottaa pois. Teollinen maatalous ottaa maasta enemmän kuin sille antaa.

Ongelmat puutarhanhoidossa syntyvät permakulttuuri-idean mukaan siitä, että toimitaan jollain tavalla luontoa vastaan. Maan kääntäminen ei esimerkiksi ole permaviljelyn aatteen mukaan luonnollista, koska se heikentää maan rakennetta. Permaviljelyn idea on sovellettavissa kaikkeen ihmistoimintaan, myös maanviljelyyn. (Alanko & Kahila, 2001, 123)

Paras mahdollisuus vähentää lannoitusmääriä, ravinteiden huuhtoutumista ja vesistöjen rehevöitymistä on maassa olevien ravinteiden, etenkin fosforin parempi hyödyntäminen sekä eloperäisen aineksen kierrätys. Tämä tehokkaampi ravinteiden hyödyntäminen tapahtuu maan biologisen toiminnan avulla, jota jokainen viljelijä voi hallita. (Kahiluoto 2000, 11-12.) Permaviljelyssä suositaan katteiden käyttöä. Katteet estävät rikkakasvien kasvua, pitävät maan pinnan kuohkeana ja maan hedelmällisenä ilman lannoitusta. (Alanko & Kahila 2001, 123.)

Luonnon omia keinoja on jälleen alettu hyödyntää viljelyssä. Näissä asioissa ollaan kuitenkin vielä alkutaipaleella. Merkittäviä ruokakasvien sadon lisäyksiä voitaisiin saada esimerkiksi ympäällä mykorritsa maaperään. (Kaihovaara 2012, 150)

2.4 Sienten käyttömahdollisuudet

Ihminen on arvattavasti poiminut sieniä ravinnokseen kautta aikojen. Vanhin kirjoitettu tieto sienten ruokakäytöstä on peräisin Kiinasta 6000-7000 vuoden takaa (Timonen & Valkonen 2013, 343). Sienillä on ollut ja on edelleen tärkeä rooli niin leipien ja juustojen kuin myös oluen ja viinin valmistuksessa. Ajan kuluessa sieniä on opittu hyödyntämään monella muullakin tavalla kuin ravintona.

Lääketeollisuudessa käytetään bakteerien kasvua ehkäiseviä antibiootteja, kuten homesienestä eristettyä penisilliiniä johdannaisineen. Niiden ansiosta vielä muutama vuosikymmen sitten ihmisiä tappaneet taudit ovat muuttuneet lääkekuureilla hoidettaviksi ”vaarattomiksi” taudeiksi. (Timonen & Valkonen 2013, 372; Väre 2004, viitattu 24.4.2016.) Lisäksi sienientsyymit ovat käytössä elintarvike- ja pesuaineteollisuudessa ja myös tekstiiliteollisuudessa käytetään paljon sieniperäisiä entsyymejä.

Kiinnostus sieniä ja sienten ominaisuuksia kohtaan on kasvanut. On huomattu, että sienillä on potentiaalia myös ympäristöongelmien ratkaisussa. Valkolahottajasienet ovat luonnon tehokampia ligniinin hajottajia ja niillä on tärkeä rooli puumaisten kasvosienien hiilen kierrättäjinä (Timonen & Valkonen 2013, 374). 1970-luvulta lähtien sienten on tiedetty hajottavan hiilidioksidiksi monia muitakin yhdisteitä kuin ligniiniä. Sienet voivat hajottaa dioksiinia, kloorifenoleita, kasvinsuojeluaineita, hyönteismyrkkyjä sekä PAH-yhdisteitä. On havaittu, että valkolahottajien lisäksi myös muut sienet ovat tehokkaita ympäristöä pilaavien yhdisteiden hajottajia. Parhaiten pilaantuneen maan käsittelyyn soveltuvia sieniä ovat kantasieniin kuuluvat karikkeenhajottajat, koska ne pystyvät lahottajasieniä paremmin kilpailemaan maan muiden mikrobien kanssa. Suomessa on kehitetty menetelmä pilaantuneen maa-aineksen käsittelyyn. Menetelmässä pilaantunut maa-aines kootaan ilmastetuksi aumaksi. Aumaan upotetaan verkkorakenteisia putkia, jotka sisältävät puun kaarnassa esikasvatettua sienirihmastoja. (Timonen & Valkonen 2013, 381.)

2.5 Mykorritsa eli sienijuuri

Lähes kaikki kasvit muodostavat symbioosin mykorritsan eli sienijuuren kanssa. Noin 95 % nykyajan tunnetuista kasveista arvellaan kuuluvan mykorritsasymbioosin muodostaviin kasvisukuihin. Mykorritsat ovat kasvin juuristossa esiintyviä sienien ja juurisolukon yhdessä muodostamia rakenteita. Mykorritsat voidaan jakaa karkeasti kolmeen päätyyppiin sienirihmaston sijainnin mukaan. Pintasienuurissa (ektomykorritsa) rihmastorakenteita on kasvien soluväleissä ja juurien pinnalla. Sisäsienuurien (endomykorritsa) rihmasto läpäisee soluseinän ja sieni muodostaa rakenteita kasvin soluseinän ja solukalvon väliin. Sekatyypisissä sienijuurissa (ektendomykorritsa) on sekä pinta- että sisäsienuurien rakenteita. (Timonen & Valkonen 2013, 191.)

Mykorritsasymbioosi perustuu kemiallisiin koodeihin, joilla kasvi ja sieni kommunikoivat. Kasvi levittää juurihormoneja, joilla se kutsuu tiettyä sienilajia. Sieni vastaa kemiallisin viestein, jolloin kasvin immuunipuolustus menee pois päältä. Tästä seuraa se, että mykorritsa pääsee tunkeutumaan kasviin ja näin muodostuu kasvin ja sienien välinen symbioosi. (Supersienet –dokumentti. 14.4. 2015.)

Suurin osa sienistä kasvaa rihmastona maan alla. Tämä hankaloittaa sienten lajikohtaista tunnistamista, joka onkin tehtävä itiöemien avulla. Vasta uudella laboratoriotekniikalla on pystytty tutkimaan tarkemmin maaperän sieniyhteisöä. Uudet menetelmät ovat mahdollistaneet jopa aivan uuden mykorritsa muodostavan sieniryhmän löytämisen. Tällä vuosituhannella löydetty Archaeorhizomycetes -ryhmän sienet ovat yksinkertaisia kotelosieniä, jotka ovat toistaiseksi vain rihmastoina tunnettuja. Nämä ilmeisesti tuulenpesäsienille sukua olevat sienet ovat aivan yleisiä ja muodostavat sienijuuren muun muassa männyn, kuusen ja koivun kanssa. (Vuokko 2015, Maaseudun tulevaisuus.)

Keräsienijuuri (arbuskelimykorrhitsa) on sienijuurityypeistä yleisin, ja kaikista kasvien pääluokista löytyy keräsientä muodostavia kasvilajeja. Rakenteeltaan keräsieni kuuluu endomykorritsoihin. Nimi tulee kerämaisistä rakenteista, joita sieni muodostaa kasvien soluseinien sisäpuolelle. (Timonen & Valkonen 2013, 192.) Useimmat puutarha- ja peltokasvit muodostavat symbiooseja keräsienten kanssa. Erityisen tärkeä rooli sienillä on fosforin otossa. (Timonen & Valkonen 2013, 199.) Myös kasvin kuparin ja sinkin otto helpottuu sienijuuren avulla. Lisäksi sienijuuri voi kuljettaa kasviin typpeä, rikkiä, kalsiumia, magnesiumia ja rautaa. Usein sienijuuri myös tehostaa isäntäkasvinsa biologista typensidontaa. (Rajala 2004, 58-59.) Ravinteiden lisäksi sienijuurelliset taimet ottavat paremmin vettä ja siten ne kestävät paremmin kuivuutta ja siirtoistutuksia kuin sienijuurettomat. Lisäksi sienijuurelliset taimet suojaavat juuria maalevintäisiltä kasvitaudeilta ja sukkulamatoihin kuuluvilta ankerois-loisilta. (Timonen & Valkonen 2013, 199.) Sienijuurella on merkitystä myös biodiversiteettiin, sillä on osoitettu, että luonnon ekosysteemissä sienijuuren monimuotoisuus vaikuttaa myös kasvien monimuotoisuuteen (Westberg 2006, Pro Terra).

Voimakas lannoittaminen ja kasvinsuojeluaineiden käyttö on haitaksi sienille ja vähentää sienijuurisienten merkitystä kasvintuotannossa (Olsson 1999, 1882-1885). Myös rikkakasvien torjunta-aineet ja ilmansaasteet ovat haitallisia sienijuurelle (Alanko & Kahila 2001, 127; Timonen & Valkonen 2013, 199).

Sienijuurien määrän lisäämiseen on kaksi tapaa: voidaan muuttaa kasvatustapoja sienijuuria suosiviksi tai lisätä kasvualustaan mykorritsa -valmistetta (Timonen & Valkonen 2013, 199).

2.6 Puukuidun käyttö kasvualustassa

Puukuitu on paperiteollisuuden sivutuotetta. Sitä syntyy paperin, kartongin ja selluloosan valmistuksessa, mutta se ei sovellu lopulliseen tuotteeseen. Puukuidut ovat niukkaravinteisia, mutta ne sisältävät runsaasti eloperäistä ainesta. Kun puukuitua käytetään maanparannusaineena, siinä ei saa olla taudinaiheuttajia eikä epäpuhtauksia. Puukuidut ovat sallittuja luonnonmukaisessa viljelyssä.

Maanparannuskuidut lisäävät eloperäistä ainesta maassa ja siten ne parantavat maan rakennetta sekä vedenpidätyskykyä. Veden ohella kuidut sitovat itseensä myös ravinteita kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Tällä tavoin ne ehkäisevät myös ravinteiden huuhtoutumista. Eloperäisen aineksen lisääminen maahan kiihdyttää maan pieneliötoimintaa. Tästä seuraa, että ravinteista tulee kasveille käyttökelpoisempia. Lisäksi aktiivisella pieneliötoiminnalla on kasvitauteja ehkäisevä vaikutus. (Käytännön maamies 9/2011)

Puukuidut toimivat myös tärkeänä ravinnonlähteenä sienille. Puukuidun lisäämisestä maahan hyötyvät muun muassa hajottajasienet. Hajottajasienet ovat ainoita eliöitä, jotka pystyvät hajottamaan puuta (Prisma: Maaperän tiede. 25.7.2015). Ne laittavat alulle prosessin, josta hyötyvät maan pieneliöt.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Kasvualustat ja niiden valmistus

Opinnäytetyön tilaajan valmistama ja kokeeseen toimittama kasvualusta koostui seuraavista ainesosista: kivennäismaamulta, broilerinlanta ja puukuitu. Jotta kasvualustan kastelu helpottuisi, lisättiin siihen perliittiä 20 %. Perliitti on laavaperäisestä kivistä valmistettua inaktiivista eli ravinteita pidättämätöntä ainesta, joka on pH-arvoltaan neutraalia. Perliitin avulla saadaan helposti lisättyä kasvualustan ilmavuutta. (Koivunen 2003, 130.)

Toinen kokeessa käytetty kasvualusta oli kaupallisen valmistajan turvealusta. Tämä oli lannoittamatonta ja kalkitsematonta turvetta, joten siihen lisättiin kalkkia 6 kg/m^3 . Lannoitteena käytettiin kaupallisia hallitusti liukenevia lannoiterakeita. Koska mansikka ei paljoa ravinteita tarvitse ja mykorritsa ei voimakasta lannoitusta siedä, lannoitettiin turvetta hyvin kevyesti, 1 kg/m^3 . Myös tähän alustaan lisättiin 20 % perliittiä.

Turvekasvualusta valmistettiin siten, että ensin turve kasteltiin ja siihen sekoitettiin kalkkia ja perliittiä. Sekoitukset tehtiin suurissa tynnyreissä. Lannoiterakeet ja mykorritsavalmiste lisättiin ruukkukohtaisesti. Ruukun kasvualusta kaadettiin sekoitusastiaan, jossa sekoitettiin mykorritsa -valmiste ja turvealustaan lisättiin myös lannoite. Tällä toimenpiteellä

varmistettiin, että saadaan sama määrä lannoitetta ja mykorritsaa ruukkuun. Mykorritsa -valmistetta käytettiin pakkauksen ohjeiden mukaisesti 2 g/l eli käytännössä 2 g/ruukku. Ruukun tilavuus oli 1,25 litraa.

3.2 Koejärjestelyt ja kokeen toteutus

Opinnäytetyö perustettiin loppukesällä 2014 Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön opetus- ja tutkimuskasvihuoneen koeosastoon 5. Kokeen kannalta oli tärkeää, että taimet ovat puhtaat ja steriilit, jolloin niiden mukana ei ainakaan tulisi esimerkiksi sientä. Tämän pohjalta mikrolisäys tuntui perustellulta lisäysmenetelmältä. Lisäksi mikrolisätyt taimet ovat geneettisesti yhdenmukaisia, joten niillä on tasainen lähtötilanne. Kokeessa käytettiin Lepaan mikrolisäyslaboratoriossa lisättyä mansikkaa, joka oli lajikkeeltaan 'Hiku'. 'Hiku' on Suomessa jalostettu melko myöhäinen lajike, joka kestää melko hyvin härmää, mutta harmaahome saattaa vaivata kosteassa. 'Hiku' -lajikkeen marjat ovat suurehkoja, maukkaita ja pehmeämaltoisia. Lajike menestyy vyöhykkeillä I-IV. (Kuha 2013, Puutarhanet.)

Koeyksiköiden istutus tapahtui 12.8.2014 ja suojakasvien istutus seuraavana päivänä viikolla 33. Istutuksen jälkeen taimia juurrutettiin parin viikon ajan harsojen alla. Sumutusta tehtiin joka päivä useaan otteeseen. Sitten harsot otettiin pois ja levitettiin ruukut neljälle pöydälle siten, että joka pöydälle tuli 8 kappaletta kutakin käsittelyä. Jokaisessa käsittelyssä oli siis yhteensä 32 koeyksikköä. Koe oli lohkoittain satunnaistettu. Jako neljälle pöydälle tapahtui 31.8 ennalta arvottuun järjestykseen. Pöydät olivat tavanomaisia kasvihuonepöytiä kokoa 330 * 120 cm. Koeyksiköiden ympärille laitettiin suojakasvit reunavaikutusta ehkäisemään. Suojakasveina käytettiin niin ikään mansikkaa, 'Ruby' -lajiketta. Myös suojakasvien taimet lisättiin Lepaan mikrolisäyslaboratoriossa.

Rönsyjen määriä laskettiin 20.10.2014. Koe purettiin viikolla 45. Kokeen purkamisen yhteydessä tehtiin kasvustosta silmämääräiset arvioinnit, joista kerrotaan tuloksissa sivuilla 11-13. Kuvia koeyksiköistä otettiin 6.-7.11.2014. Sienirihmastomääritykset tehtiin 14.-30.11.2014.

Kokeen käsittelyt:

1. Humuspehtoorin tuote
2. Humuspehtoorin tuote + Mykorritsa -valmiste 1 (luomu)
3. Humuspehtoorin tuote + Mykorritsa -valmiste 2
4. Turve + lannoite + kalkki
5. Turve + lannoite + kalkki + Mykorritsa -valmiste 1 (luomu)
6. Turve + lannoite + kalkki + Mykorritsa -valmiste 2

Mykorritsa -valmisteen käyttö: 2g/ruukku

3.3 Sienirihmastomääritykset

Sienirihmastomääritykset on tehty Kimmo Kuusisen monisteiden pohjalta.

Maassa olevan sienirihmaston määrää voidaan arvioida tietynlaisella menetelmällä. Menetelmä perustuu sienirihmojen ja toisessa mikroskoopin okulaarissa olevan ristikkolevyn ristikkoviivojen leikkauspisteiden lukumäärän laskemiseen. Rihmaston pituus (m/g) voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$y * l * \pi/4 * \pi r^2$$

$$n * w * A * (l + l/k)$$

- y = suodattimelta laskettujen leikkauspisteiden kokonaismäärä
l = yhden mittaokulaarin pienen neliön sivun pituus (m) suodattimella
r = suodattimen aktiivisen alueen säde (m)
n = suodattimelta laskettujen näkökenttien lukumäärä
w = suodattimella olevan näytteen kuivapaino
A = yhdestä näkökentästä laskettu ala ($k * l^2$)
k = pienten neliöiden lukumäärä ison neliön sivulla

Sienirihmastomääritysten kasvualustat kerättiin siten, että jokaisen pöydän kustakin käsittelystä otettiin yksi koottu näyte. Yhdessä pöydässä oli 8 kappaletta kutakin käsittelyä eli yksi näyte koostui kahdeksan ruukun kasvualustasta, joka sekoitettiin ennen varsinaista näytteen valmistamista. Pöytiä oli neljä, joten yhteensä koottuja näytteitä oli 24 kappaletta.

Näytteiden valmistaminen aloitettiin punnitsemalla 10 g tuoretta näytettä ja sekoittamalla se 200 ml vesijohtovettä. Sitten seosta homogenisoitiin tehosekoittimessa 2 * 30 sekuntia puolella nopeudella. 1 ml homogenisoitua näytettä laimennettiin 50 ml:ksi vesijohtovedellä ja tämän jälkeen pipetoitiin 1 ml laimennosta kalvosuodatinlaitteessa olevalle 25 mm polykarbonaattisuodattimelle (reikäkoko 1,0 mikrometriä). Maanäytelaimennoksen päälle pipetoitiin 0,1 ml metyleenisinisen 0,2 % vesiliuosta sienirihmojen värjäämiseksi. Rihmaston annettiin värjäytyä 30 sekuntia, väriuos imettiin pois ja suodattimen reunat huuhdeltiin pienellä määrällä vettä. Sitten suodatin siirrettiin objektilasille, suodattimen päälle tiputettiin pisara immersioöljyä ja asetettiin peitinlasi. Rihmastoa tarkasteltiin laboratoriomikroskoopilla 400 -kertaisella suurennoksella.

Sienirihmastomääritykset tehtiin valitsemalla suodattimelta satunnaisesti näkökenttiä eli 10 * 10 ruudukkoita ja laskemalla kunkin näkökentän ison neliön sisään osuvalta alalta kaikkien rihmojen ja ristikkoviivojen leikkauspisteet. Tässä tutkimuksessa laskettiin yhteensä 30 näkökenttää yhdeltä suodatinkalvolta. Kustakin näytteestä tehtiin 3 rinnakkaista määrittystä eli laskettiin yhteensä 90 näkökenttää/näyte.

Tekijöiden l ja A arvot saatiin laskettua mittaokulaarin ja objektimikrometrin avulla. Yhden sienirihman pituus on rihman ja ristikon

leikkauspisteiden lukumäärä kerrottuna luvulla $\pi * 1$. Jos rihma on ristikkoviivojen kohdalla, lasketaan se kahdeksi leikkauspisteeksi.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Kasvuston silmämääräinen arviointi

Silmämääräiset arviot kasvuston kunnosta tehtiin viikolla 45, kymmenen viikkoa kokeen aloituksen jälkeen. Turvealustasta arvioitiin kasvien kokoa (0-5 asteikolla), juurten sijoittumista paakussa (ylä/keski/ala) prosentteina, juurten kuntoa (1-3 asteikolla), juurten määrää (1-5 asteikolla). Tilaajan alustasta arvioitiin samat asiat poislukien juurten sijoittuminen paakussa, koska juuria oli hyvin vähän ja paakut olivat murenevia. Silmämääräiset arviot on koottu opinnäytetyön liite -osioon.



Kuva 1. Havainnekuva: kasvien koko asteikolla 1-5. Vasemmanpuoleinen kasvi on saanut arvion yksi ja oikeanpuolimmainen sai arvion viisi.

Silmämääräisesti ei ollut havaittavissa suurta eroa turvealustalla eri käsittelyjen välillä (käsittelyt 4-6). Tilaajan kasvualustalla eri käsittelyjen välillä ei myöskään ollut mainittavia eroja (käsittelyt 1-3). Tilaajan kasvualustan ja turvekasvualustan välillä oli sen sijaan hyvin huomattavat erot, johtuen eri lannoitustasosta.



Kuva 2. Pöytä 2, kuvattu 7.11.2014. Ulommaisina ovat suojakasvit. Kuvassa näkyy ero kasvualustojen välillä: turvealustalla kasvit ovat selvästi suurempia.

Turvealustalla kasvu oli silmämääräisesti hyvin tasaista. Suurin osa kasveista arvioitiin kooltaan suurimpaan luokkaan (5), vain 2/96 sai muunlaisen arvion. Tilaajan alustalla kasvu pysyi voimakkaan lannoituksen vuoksi heikkona läpi kokeen.

Juuret sijoittuivat turvealustassa melko tasaisesti koko paakun alueelle. Oli myös muutamia poikkeustapauksia, joissa paakun yläosassa ei näkynyt juuria. Tavallisesti juuristo painottui keski- ja alaosaan paakkua.

Juurten kunto turvealustalla vaihteli hyvin vähän. Lähes kaikki saivat parhaan arvion (3), juuriston kunnosta. Vain 3/96 yksilöä sai arvosanaksi 2 juuriston kunnosta. Tilaajan alustalla juuriston kunnossa oli suurempaa vaihtelua.

Turvealustalla juurten määrä oli joka käsittelyssä keskimäärin arvosanan 3 paikkeilla. Parhaan arvion (5) saaneita oli eniten 4. käsittelyssä, 5/32.



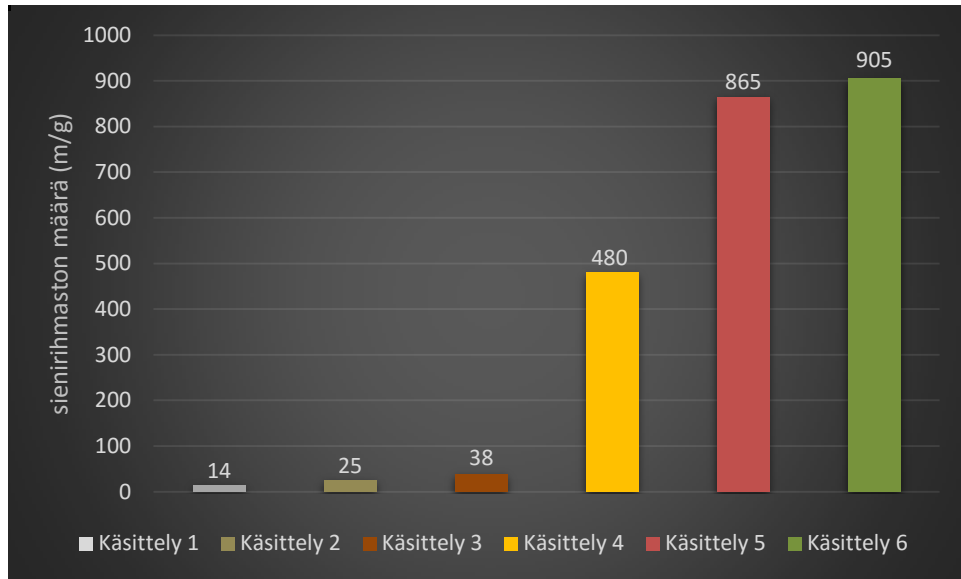
Kuva 3. Juurten määrä asteikolla 1-5. Parhaat juuret (5).



Kuva 4. Esimerkki tilaajan alustan juurtenkasvusta.

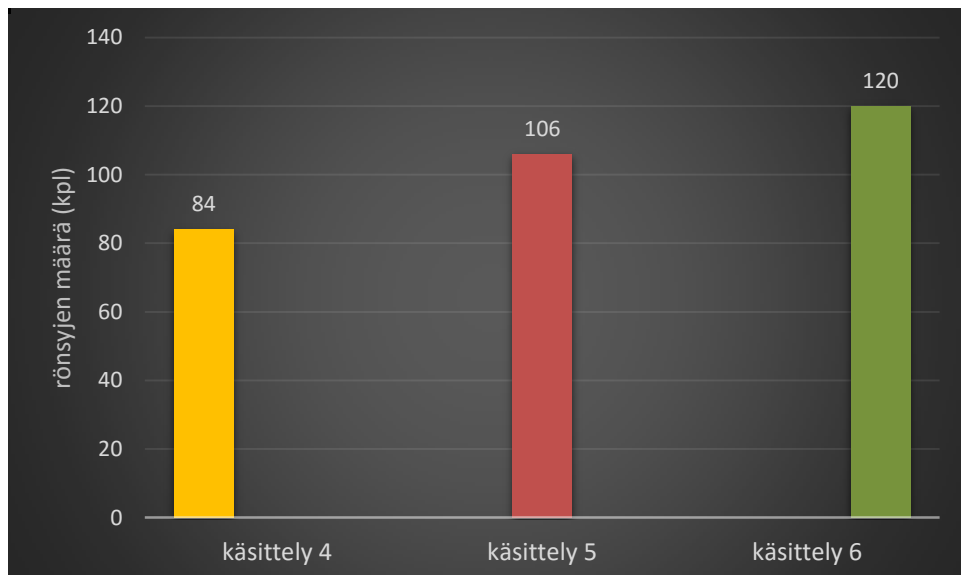
4.2 Sienirihmaston määrä kasvualustoissa

Sienirihmaston määrän arvioimiseen käytettiin kaavaa, joka esitellään luvussa 3: aineisto ja menetelmät. Sienirihmaston määrityksissä oli havaittavissa selkeät erot kasvualustojen välillä (kuvio 1). Turvealustassa sienirihmastoja oli noin 900 metriä grammassa, jopa käsittelystä 4, jossa ei mykorritsaympäystä ollut, löytyi sienirihmastoja 480 m/g. Tilaajan alustassa oli sienirihmastoja todella vähän, 14-38 m/g. Kasvihuone olosuhteisiin nähden turvealustan sienirihmastomäärät ovat kohtalaiset. Metsämaissa sienirihmastoja voi olla jopa muutama kilometri grammassa (Kuusinen, sähköpostiviesti 24.2.2015).

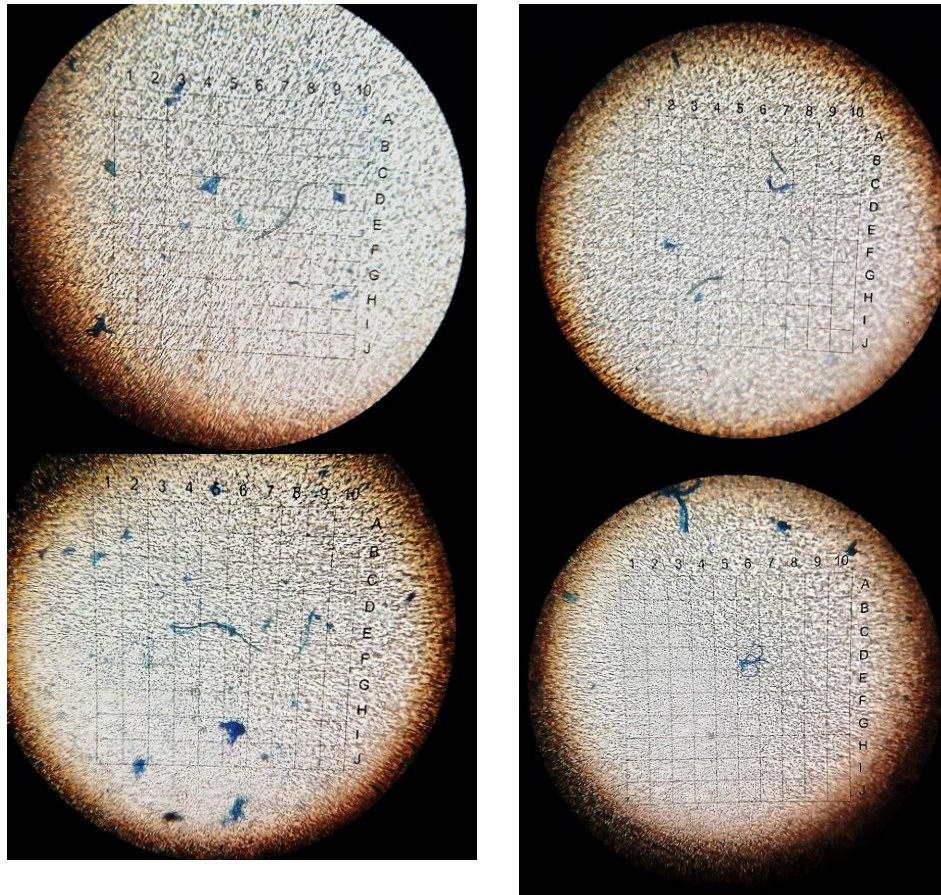


Kuvio 1. Kuvaajassa esitetään sienirihmaston määrää (m/g) kussakin käsittelyssä. Käsittelyissä 1-3 on käytetty turvekasvualustaa ja käsittelyissä 4-6 on käytetty tilaajan kasvualustaseosta. Mykorritsaa on lisätty käsittelyihin 6, 5, 3 ja 2. Tuloksista käy ilmi, että käsittelyissä, joihin on lisätty mykorritsavalmistetta, on enemmän sienirihmastoa.

Kokeen edetessä huomattiin, että turvekasvualustalla mansikan kasvattivat rönsyjä. Rönsyt poistettiin, jotta ne eivät kasvaisi toisiin ruukkuihin ja vääristäisi tuloksia. Rönsyjen lukumäärä laskettiin käsittelykohtaisesti (kuvio 2).



Kuvio 1. Kuvaajassa näkyy mansikan rönsyjen lukumäärä turvekasvualustoilla. Tilaajan kasvualustalla kasvaneet mansikat eivät tehneet rönsyjä. Vertaamalla tätä kuvaajaa edelliseen huomaa, että sienirihmaston määrä ja rönsyjen määrä kulkevat käsi kädessä: mitä enemmän sienirihmastoa, sitä enemmän rönsyjä. Sienirihmaston määrällä ja rönsyjen määrällä on tilastollisesti merkitsevä yhteys.



Kuva 5. Mykorritsat mikroskoopin läpi nähtynä. Kuvissa on näkökenttiä, joiden perusteella sienirihmaston määrää laskettiin. Näkökenttä on 10 * 10 ruudukko. Mykorritsat on värjätty siniseksi. Sienirihmastomäärittysten ohjeet ja laskukaava ovat sivuilla 10-11.

Tilaajan kasvualustalle ilmaantui kokeen aikana kahdenlaisia itiöemiä (kuvat 6 ja 7). Turvealustassa ei itiöemiä havaittu lainkaan. Kuvan 6 itiöemät kasvoivat kokeen alkuvaiheessa taimien ollessa harsojen alla. Varsin lyhytikäisiä itiöemiä havaittiin aamuin ja illoin, päivisin ne kuivuivat ja kuolivat. Itiöemät näyttävät hyvin paljon *Glomus* –suvun sieniltä. Mykorritsa valmisteissa käytetään *Glomus* –suvun sienilajeja, joten on hyvin mahdollista, että itiöemät ovat kyseistä sukua.

Toiset itiöemät ilmaantuivat kokeen edetessä. Ne olivat mustesieniä (*Coprinus* sp.) ja niitä esiintyi lähinnä 3. käsittelyssä. Mustesienen itiöemät ovat paljon kookkaampia *Glomus*-itiöemiin nähden ja ne myös säilyvät paljon pidempään hengissä.

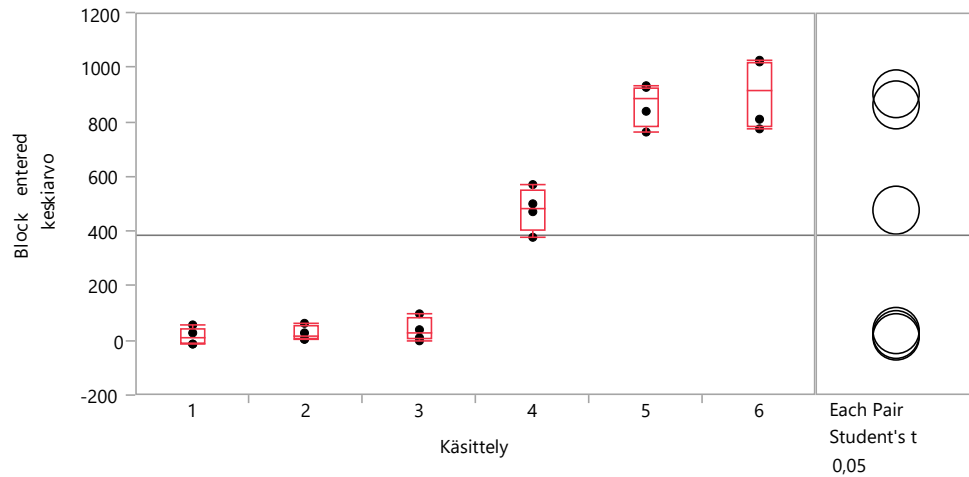


Kuva 6. Oletettavasti *Glomus*-suvun itiöemiä, kuvattu 18.8.2014.



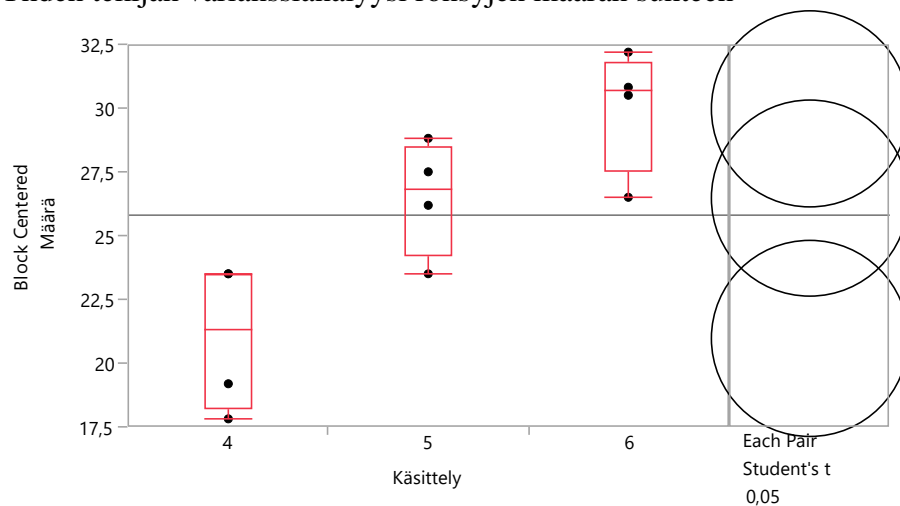
Kuva 7. Mustesieniä (*Coprinus* sp.) tilaajan kasvualustalla, kuvattu 6.9. ja 16.9.2014.

Yhden tekijän varianssianalyysi sienirihmaston määrän suhteen



Kuvio 2. Käsittelyjen välisillä keskiarvoilla on erittäin merkitsevä tilastollinen ero.

Yhden tekijän varianssianalyysi rönkyjen määrän suhteen



Kuvio 3. Käsittelyjen 4, 5 ja 6 välillä on tilastollisesti lähes merkitsevät erot. Eli jokin käsittely poikkesi muista käsittelyistä. Vertailtaessa käsittelyjen välisiä eroja, käsittely 6 eroaa merkitsevästi käsittelystä 4 (p-arvo 0,0067) ja käsittely 5 eroaa lähes merkitsevästi käsittelystä 4 (p-arvo 0,0482). Sen sijaan käsittelyjen 6 ja 5 välillä ei ole eroa (p-arvo 0,1665).

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Turvealustassa sienirihmasto oli huomattavasti enemmän kuin tilaajan kasvualustassa. Käsittelystä 6 (turve + lannoite + kalkki + mykorritsa -valmiste 2), sitä löytyi eniten, noin 900 m/g. Kaikki turvealustassa kasvaneet taimet kasvoivat suhteellisen hyvin. On kuitenkin vaikea sanoa tämän kokeen perusteella, onko mykorritsasta ollut hyötyä mansikan kasvuille. Sienirihmasto löytyi myös käsittelystä 4, johon ei ympätty mykorritsaa. Tämä voi selittyä sillä, että turpeessa on ollut jo ennestään sientä. Yksi mahdollisuus on, että sieni-itiöitä on lentänyt käsittelyyn 4 kokeen aloitusvaiheessa, kun itiöemiä esiintyi.

Mielenkiintoista tuloksissa on rönsyjen ja mykorritsan välinen tilastollisesti merkitsevä yhteys. Rönsyjä tekivät turvealustassa kasvaneet taimet. Tuloksissa havaittiin, että mitä enemmän kasvualustassa on sienirihmasto, sitä enemmän kyseisen käsittelyn taimet ovat tehneet rönsyjä. Tämän perusteella ei voida kuitenkaan tehdä päätelmää, että runsas sienirihmastonmäärä lisää mansikan rönsyjen lukumäärää. Tarvitaan useampia mitattavia kohteita, jotta voidaan tehdä tarkempia päätelmiä rönsyjen ja sienirihmaston määrän yhteydestä.

Kokeessa selvisi, että tilaajan kasvualusta ei sellaisenaan sovellu mansikanviljelyyn. Mikäli kasvualustaa halutaan käyttää mansikalla, on kasvualustan lannoitetasoa vähennettävä. Lannoitetasoa voidaan laskea joko vähentämällä broilerinlannan määrää tai lisäämällä kasvualustaan ainesta, joka ei sisällä ravinteita. Kokeessa tehtiin pieni laimennos, kun lisättiin kasvualustaan perliittiä 20 %. Tämä tehtiin kuitenkin pääasiallisesti kasvualustan ilmavoittamiseksi ja kastelun helpottamiseksi.

Aiheesta riittää vielä paljon tutkittavaa. Tutkimuksessa ei saatu kasvualustojen todellisia eroja esille, koska kasvualustat olivat eritavalla lannoitettuja. On mahdollista, että liian runsas lannoitustaso aiheutti tilaajan kasvualustassa melkein kaiken ympätyn mykorritsan tuhoutumisen.

LÄHTEET

- Alanko, P. & Kahila, P. 2001. Luonnonmukainen puutarha. Tammi, Otavan kirjapaino, Helsinki.
- Granstedt, A. 1999. Ekologinen maatalous ja kierrätys. Tammer-Paino Oy, Tampere.
- Kahiluoto, H. 2000. A Systems Approach to the Management of Arbuscular Mycorrhiza. Helsingin yliopisto.
- Kaihovaara, R. 2012. Riippumaton puutarha. Hämeen kirjapaino Oy, Tampere.
- Koivunen, T. (toim.) 2003. Tehokkaasti kasvihuoneesta. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Kuha, R. 2013. Puutarhamansikka on keskikesän herkku. Viitattu 12.1.2015.
<http://puutarha.net/artikkelit/129/mansikka.htm>
- Kuusinen, K. Sienirihmastomääritys –monisteet.
- Olsson, P.A. 1999. Estimation of the biomass of arbuscular mycorrhizal fungi in a linseed field.
- Rajala, J. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Teroprint Oy, Mikkeli.
- Seppänen, M. (toim.) Alakukku, L.,... 2012. Maailma muuttuu: muuttuuko maatalous?, Unigrafia, Nurmijärvi.
- Tiainen, J. 2004. Elämää pellossa. Edita Prima Oy, Helsinki.
- Timonen, S. & Valkonen, J. 2013. Sienten biologia. Gaudeamus, Helsinki.
- Vuokko, S. 2015. Metsän puut elävät sienten varassa. Maaseudun tulevaisuus 18.11.2015.
- Väre, T. 2004. Penisilliini – Hyvä renki, huono isäntä? Akuutin arkisto. Viitattu 24.4.2016
http://yle.fi/vintti/yle.fi/akuutti/arkisto2004/021104_c.htm
- Westerling, K. 2011. Mykorritsa fosforin kierrättäjänä. Maisterin tutkielma. Helsingin yliopisto.

Nettilähteet ja dokumentit:

Antibioottien kuolema –dokumentti. 23.11.2015

Kansainvälinen maaperän vuosi 2015/International Year of Soils
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maaperan_vuosi_2015%2833336%29

Käytännön maamies 9/2011 Paperiteollisuuden sivutuotteilla maan rakenne paremmaksi
http://tyynelanmaanparannus.fi/wp-content/uploads/2012/08/Maanparannuskuidut-KM-9_2011.pdf#page=1&zoom=auto,-263,800

Maaperäseminaarit
<https://www.maaseutu.fi/fi/koulutukset-ja-tapahtumat/Sivut/maaperasta-kuuluu!--seminaari.aspx>

Prisma-dokumentti: Maaperän tiede. 25.7.2015

Supersienet –dokumentti. 14.4. 2015.

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta:

Dix, N.J. & Webster, J. 1995. Fungal Ecology, Chapman & Hall, Lontoo.

Smith, S.E. & Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, Elsevier, Lontoo.

Stamets, P. 2000. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press, Toronto.

Stamets, P. 2005. Mycelium Running: How Mushrooms Can Help Save the World. Ten Speed Press, Hong Kong.



VILJAVUUSTUTKIMUS

Pvm 9.10.2014
Työ nro 106836
As.nro 31357

Murtonen Joonatan

Packalentiintie 10 A 2
14610 LEPAA

Tulospalvelu

Käyttäjätunnus: 31357
Salasana: Murtonen Joonatan

Tilausnro	Näyte Maanäyte, 1 kpl	Näytteen ottaja Omistaja
Näyte saapui 26.08.2014	Tutk. aloitettu 06.10.2014	Tutkimusperuste Tutkimuspyyntö
Merkki		

Viljavuustietojen yhteenveto													Kalkitustarve eri pH:n tavoiteviljavuusluokilla, t/ ha				
Merkkien selitys ● Huono ● Huononlainen ○ Välttävä □ Tyydyttävä ▲ Hyvä ■ Korkea ▲ Arvoluttavan korkea													Tavoiteviljavuusluokka määrittyy viljeltävän kasvin mukaan. Suurin suositeltava kortaloitusmäärä: peruna 6 t/ha, muut kasvit 9 t/ha.				
Näyte	Lohko	Maalaji Multavuus	Happamuus, pH	Kalsium, Ca	Fosfori, P	Kalium, K	Magnesium, Mg	Rikki, S	Kupari, Cu	Mangaani, Mn	Sinkki, Zn	Boori, B	Natrium, Na	Tavoite: tyydyttävä	Tavoite: hyvä	Tavoite: korkea	Suosittelava kalkitusaine
001	Kivenn_maa/br.]	hkKHt, m	▲	▲	▲	▲	▲	■						<1	<1	<1	KKJ – Kalkkivijauhe DM– Dolomiittikalkki MK – Masuunikuona MKT – Mikä tahansa

Kaupallisten mykorritsa -valmisteiden vaikutus mansikan kasvuun kahdella kasvualustalla

VILJAVUUSTUTKIMUS As.nro 31357 Työ nro 106836 Pvm 9.10.2014 Suomen Ympäristöpalvelu

Näyte 001 Näyte otettu
 Maalaji hkkHt Multavuus m Johtoluku (10³mS/cm) 4,5 Korkea
 Lohko Kivenn.maa/br.lanta/puukuitu

Happamuus (pH)	*	7,0							
Kalsium (Ca)	*	4560 mg/l							
Fosfori (P)	*	610 mg/l							
Kalium (K)	*	660 mg/l							
Magnesium (Mg)	*	370 mg/l							
Rikki (S)	*	67 mg/l							
Ca / Mg		12,32							



Merkkien selitys

Huono
 Huononlaininen
 Välttävä
 Tyydyttävä
 Hyvä
 Korkea
 Arvolutavan korkea

Kaupallisten mykorrhitsa -valmisteiden vaikutus mansikan kasvuun kahdella kasvualustalla

VILJAVUUSTUTKIMUS As.nro 31357 Työ nro 106836 Pvm 9.10.2014 Suomen Ympäristöpalvelu

TUTKIMUSMENETELMÄT

Mittaussuure	Menetelmä	Määrittärajana	Yksikkö	Mittausepävarmuus, U
Johtoluku *	Mittaus maa-vesisuspensiosta	0.2	10 ⁶ mS/cm	±25%(0,25-20)
Happamuus (pH) *	Mittaus maa-vesisuspensiosta			±0,1 pH yks
Kalsium (Ca) *	SYP206: HAAc-uitto, ICP-OES	50	mg/l	±20%(<200)±15%(200-1000)±13%(>1000)
Fosfori (P) *	SYP205:HAAc-uitto, FIA	1.5	mg/l	±22% (<3), ±17% (3-10), ±14% (>10)
Kalium (K) *	SYP206: HAAc-uitto, ICP-OES	15	mg/l	±20% (<100), ±15% (>100)
Magnesium (Mg) *	SYP206: HAAc-uitto, ICP-OES	15	mg/l	±18% (<200), ±14% (>200)
Rikki (S) *	SYP206: HAAc-uitto, ICP-OES	3	mg/l	±22% (<10), ±18% (10-100), ±14% (>100)
Ca / Mg				

Huom ! Mittausepävarm. = Laajennettu mittausepävarmuus (U=2u). Epävarmuusarvioissa pitoisuusalueet ovat sulkeissa määrittärajasarakkeessa ilmoitetussa pitoisuusyksikössä. Tarkemmat menetelmäkuvaukset saa pyydettäessä laboratorioilta.

Selite

Suomen Ympäristöpalvelu on FINAS -akkreditoitu testauslaboratorio T131. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvät testit on varustettu * tai ** merkinnöillä. * = akkreditointi kattaa näytteen esikäsittelyn, valmistuksen ja määrittämisen. ** = akkreditointi kattaa määrittämisen, mutta ei näytteen esikäsittelyä ja valmistusta.

Tulokset pätevät ainoastaan tässä selosteessa mainituille näytteille. Tämän selosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa on pyydettävä lupa Suomen Ympäristöpalvelulta.

Kaupallisten mykorrhitsa –valmisteiden vaikutus mansikan kasvuun kahdella kasvualustalla

Kasvuston tarkkailu: silmämääräiset havainnot

Liite 2

Pöytä 1 (A)					Pöytä 2 (B)				
4. käsittely	koko (0-5)	juurten sijoittuminen			4. käsittely	koko (0-5)	juurten sijoittuminen		
		ylä/keski/alä (%)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)			ylä/keski/alä (%)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)
A1	5	0/50/50	2	2	B1	5	30/30/40	3	3
A2	3	0/40/60	3	1	B2	5	10/40/50	3	3
A3	5	10/30/60	3	5	B3	5	30/30/40	3	4
A4	5	0/50/50	3	2	B4	5	30/40/30	3	3
A5	5	30/40/30	3	4	B5	5	40/20/40	3	4
A6	5	10/40/50	3	3	B6	5	0/30/70	3	3
A7	5	0/50/50	3	5	B7	5	30/30/40	3	4
A8	5	30/40/30	3	2	B8	0	0/50/50	3	1
5. käsittely					5. käsittely				
A1	5	0/30/70	3	4	B1	5	40/20/40	3	5
A2	5	0/70/30	3	4	B2	5	10/40/50	3	2
A3	5	10/30/60	3	4	B3	5	0/60/40	3	1
A4	5	30/30/40	3	5	B4	5	10/50/40	3	3
A5	5	30/30/40	3	4	B5	5	0/30/70	3	2
A6	5	10/50/40	3	3	B6	5	0/30/70	3	3
A7	5	30/40/30	3	4	B7	5	20/40/40	3	4
A8	5	20/40/40	3	3	B8	5	0/50/50	3	4
6. käsittely					6. käsittely				
A1	5	0/30/70	3	2	B1	5	20/30/50	3	3
A2	5	30/40/30	2	2	B2	5	0/50/50	3	3
A3	5	0/30/70	2	2	B3	5	10/40/50	3	3
A4	5	0/40/60	3	2	B4	5	30/30/40	3	4
A5	5	0/50/50	3	3	B5	5	10/50/40	3	3
A6	5	0/40/60	3	2	B6	5	30/30/40	3	4
A7	5	20/40/40	3	1	B7	5	30/30/40	3	2
A8	5	0/30/70	3	2	B8	5	0/40/60	3	3
Pöytä 3 (C)					Pöytä 4 (D)				
4. käsittely	koko (0-5)	juurten sijoittuminen			4. käsittely	koko (0-5)	juurten sijoittuminen		
		ylä/keski/alä (%)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)			ylä/keski/alä (%)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)
C1	5	30/30/40	3	5	D1	5	10/40/50	3	4
C2	5	20/40/40	3	3	D2	5	30/30/40	3	3
C3	5	30/30/40	3	3	D3	5	30/30/40	3	4
C4	5	20/40/40	3	3	D4	5	30/30/40	3	4
C5	5	20/40/40	3	3	D5	5	20/40/40	3	5
C6	5	30/30/40	3	4	D6	5	20/30/50	3	4
C7	5	30/30/40	3	4	D7	5	20/40/40	3	5
C8	5	10/40/50	3	4	D8	5	10/40/50	3	3
5. käsittely					5. käsittely				
C1	5	30/30/40	3	3	D1	5	30/20/50	3	4
C2	5	0/50/50	3	3	D2	5	10/40/50	3	4
C3	5	40/20/40	3	3	D3	5	20/40/40	3	5
C4	5	10/40/50	3	3	D4	5	30/30/40	3	4
C5	5	30/20/50	3	4	D5	5	20/40/40	3	4
C6	5	30/40/30	3	3	D6	5	30/40/30	3	3
C7	5	30/20/50	3	3	D7	5	20/40/40	3	3
C8	5	10/40/50	3	3	D8	5	10/40/50	3	4
6. käsittely					6. käsittely				
C1	5	10/30/60	3	3	D1	5	30/30/40	3	4
C2	5	10/40/50	3	3	D2	5	30/40/30	3	4
C3	5	30/30/40	3	4	D3	5	20/50/30	3	3
C4	5	20/30/50	3	4	D4	5	20/30/50	3	4
C5	5	20/40/40	3	3	D5	5	30/40/30	3	4
C6	5	20/30/50	3	3	D6	5	30/30/40	3	3
C7	5	30/30/40	3	3	D7	5	0/20/80	3	3
C8	5	20/30/50	3	3	D8	5	20/40/40	3	3

Kaupallisten mykorrhitsa –valmisteiden vaikutus mansikan kasvuun kahdella kasvualustalla

Pöytä 1(A)				Pöytä 2(B)					
1. käsittely	koko (0-5)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)	1. käsittely	koko (0-5)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)		
A1	3	1	1	B1	3	2	1		
A2	3	2	2	B2	2	2	1		
A3	3	2	2	B3	3	2	2		
A4	3	1	1	B4	2	2	1		
A5	4	2	3	B5	2	2	1		
A6	3	2	1	B6	4	3	2		
A7	3	1	1	B7	3	1	1		
A8	3	2	2	B8	3	2	2		
2. käsittely	A1	3	2	1	2. käsittely	B1	3	2	1
A2	3	1	1	B2	3	1	1		
A3	4	2	1	B3	3	2	2		
A4	3	2	1	B4	2	2	1		
A5	4	2	2	B5	3	2	2		
A6	3	2	2	B6	3	2	1		
A7	3	2	1	B7	3	2	1		
A8	3	2	1	B8	3	1	1		
3. käsittely	A1	2	1	1	3. käsittely	B1	2	1	1
A2	2	1	1	B2	3	3	1		
A3	3	2	2	B3	3	2	2		
A4	2	2	1	B4	2	2	1		
A5	3	2	2	B5	1	1	1		
A6	1	1	1	B6	1	1	1		
A7	3	2	1	B7	1	1	1		
A8	3	2	2	B8	4	3	3		
Pöytä 3(C)				Pöytä 4(D)					
1. käsittely	koko (0-5)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)	1. käsittely	koko (0-5)	juurten kunto (1-3)	juurten määrä (1-5)		
C1	2	1	1	D1	3	2	1		
C2	3	2	2	D2	3	2	2		
C3	3	2	2	D3	3	2	2		
C4	3	1	1	D4	3	2	2		
C5	3	2	1	D5	3	3	2		
C6	3	1	1	D6	2	2	2		
C7	3	2	2	D7	3	2	2		
C8	4	3	2	D8	2	2	2		
2. käsittely	C1	3	2	1	2. käsittely	D1	3	2	1
C2	3	2	2	D2	2,5	2	1		
C3	3	2	2	D3	2,5	2	1		
C4	4	3	2	D4	3	2	2		
C5	3	2	1	D5	3	2	1		
C6	3	2	1	D6	1	1	1		
C7	3	2	2	D7	3	2	2		
C8	3	2	1	D8	3	2	1		
3. käsittely	C1	4	3	2	3. käsittely	D1	3	3	1
C2	2	2	1	D2	3	2	2		
C3	2	2	1	D3	3	2	2		
C4	2	2	2	D4	3	2	2		
C5	2	2	1	D5	2	2	2		
C6	3	2	3	D6	3	2	2		
C7	3	2	2	D7	2	2	1		
C8	2	2	1	D8	2	2	1		