

# Kohopenkin ja maalajin vaikutukset mansikan kasvuun ja kehitykseen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, puutarhatalous

syksy, 2018

Teemu Laine

Puutarhatalous

Lepaa

---

<b>Tekijä</b>	Teemu Laine	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Kohopenkin korkeuden ja maalajin vaikutukset mansikan kasvuun ja kehitykseen	
<b>Työn ohjaaja</b>	Sirikka Jaakkola	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin kohopenkin korkeuden ja kahden eri maalajin vaikutuksia mansikan kasvuun ja kehitykseen. Työn tilaaja on Luonnonvarakeskus. Aineisto on kerätty kesällä 2017 Piikkiöön perustetusta viljelykokeesta. Kyseessä on 3-vuotinen viljelykoe, jonka ensimmäisen kasvukauden jälkeen kerättyyn aineistoon tämän opinnäytetyön tulokset perustuvat.

Korkeammassa 20 cm:n kohopenkissä taimet kasvoivat keskimäärin suuremmiksi kuin matalammassa 10 cm:n kohopenkissä niin juurakon läpimitan, kasvin kuivapainon kuin lehtipinta-alan osalta, mikä saattaa viitata parempaan satotasoon tulevana vuosina. Tähän on todennäköisesti vaikuttanut korkeamman kohopenkin parempi vesitalous ja korkeammat keskilämpötilat.

Savimaalla kasvaneet taimet olivat suurempia ja painavampia kuin hieta- maalla kasvaneet taimet. Kohopenkin käyttö saattaa tehdä savimaasta otollisemman kasvualustan mansikalle. Parempaan kasvuun on myös todennäköisesti vaikuttanut savimaan parempi ravinnetilanne. Uusia ko- keita tulisi suorittaa, jotta tietopohja asiaan liittyen laajenisi.

**Avainsanat** puutarhakasvit, viljelytekniikka, mansikka, kohopenkki

**Sivut** 27 sivua

Häme University of Applied Sciences  
Lepaa

---

<b>Author</b>	Teemu Laine	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	The effects of raised bed height and soil type to growth and development of the strawberry plant	
<b>Supervisors</b>	Sirkka Jaakkola	

---

#### ABSTRACT

The objective of this thesis was to study the growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa*) in a 20 cm high cultivation bed compared to a 10 cm high cultivation bed and the effects of two different soil types, silt and clay, in these bed heights. The commissioner of the thesis is the Natural Resources Institute Finland (LUKE). The data used in this thesis was collected from a cultivation experiment established in Piikkiö, Finland in the summer of 2017. The data contains different commonly used measurements of strawberry growth. The first growing season did not produce yield data.

The results were similar to those gotten in the earlier experiment. In the 20 cm high bed the plants grew bigger measured in the width of the crown, dry weight and total leaf area which could be a indicator for higher yield in the coming years. Comparing with the earlier experiment the results suggest that using the 20 cm bed height could be more productive than using the more common 10 cm bed height.

The plants grown in clay soil grew bigger and heavier than the ones grown in silt soil. The results may suggest that the high bed cultivation system could make clay soil a favorable environment for strawberry. The results from the rest of the cultivation experiment will provide more information about the yield. More experiments should be conducted with different soil types and cultivation techniques.

**Keywords** strawberry cultivation, plasticulture, cultivation technique

**Pages** 27 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MANSIKKA KASVINA .....	2
2.1	Mansikan rakenne ja lajiketyypit .....	2
2.2	Mansikan maalajivaatimukset.....	3
3	MANSIKAN VIJELY SUOMESSA .....	4
3.1	Tilastoja .....	4
3.2	Viljely kohopenkissä .....	4
3.3	Mansikan juuripatogeenit ja niiden ehkäisy .....	5
3.3.1	Mansikan juurilaho .....	6
3.3.2	Mansikan tyvimätä .....	6
3.3.3	Mansikan punamätä.....	6
	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	7
3.4	Kokeen perustaminen .....	7
3.5	Lajikkeet .....	9
3.6	Hoitotoimenpiteet.....	9
3.7	Kasvuolosuhteiden seuranta ja mittaaminen .....	10
3.7.1	Maan kosteuden mittaaminen tensiometreillä .....	10
3.7.2	Maan lämpötilan seuranta patteriloggereilla .....	10
3.7.3	Maan kiinteyden mittaaminen .....	10
3.7.4	Lumen syvyyden mittaminen .....	11
3.8	Kasvullisten ominaisuuksien ja kukinnan mittaaminen .....	11
3.8.1	Rakenteellisten ominaisuuksien mittaaminen .....	11
3.8.2	Lehtivihreäpitoisuuksien mittaaminen SPAD-mittarilla .....	11
3.8.3	Kukittaminen ja kukintahavainnot .....	11
3.9	Tilastollinen analyysi .....	12
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO .....	12
4.1	Juurakon läpimitta ja kasvin kuivapaino .....	13
4.2	Lehtivihreäpitoisuudet .....	17
4.3	Lehtipinta-alat .....	18
4.4	Kukittettujen havainnot.....	20
4.5	Lumen syvyys .....	21
4.6	Maan kiinteys kohopenkeissä .....	21
4.7	Maan lämpötila .....	22
4.8	Maan kosteus .....	23
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	24
	LÄHTEET.....	25

## 1 JOHDANTO

Kotimaisesta mansikasta on muodostunut suomalaisille merkittävä kesän symboli. Mansikan kysyntä on hyvää etelästä pohjoiseen ja kuluttajat odottavat ensimmäisiä mansikoita yhä aikaisemmin. Horti-Futura -hankkeen kuluttajakyselyyn vastanneista enemmistö kertoi kiinnostävänsä enemmän huomiota marjan laatuun kuin sen hintaan ja 96 % vastasi suosivansa kotimaista tuoremarjaa. Tulevaisuudessa viljelijät, jotka pystyvät tuottamaan eniten huippulaatuista ja mahdollisimman aikaista mansikkaa, tulevat pärjäämään markkinoilla parhaiten. Suomalaisille marjanviljelijöille ennustetaan aukeavan myös vientimarkkinoita Eurooppaan, jos ilmastonmuutos odotetunlaisesti vaikeuttaa viljelyolosuhteita Etelä- ja Keski-Euroopassa. Suomessa ilmastonmuutoksen odotetaan pidentävän kasvukautta jopa 1,5 kuukaudella seuraavan 70 – 100 vuoden aikana. Viljelijät ovat siirtymässä käyttämään satovarmempia tekniikoita. Suuren osan mansikanviljelystä uskotaan siirtyvän nopeasti tunneleihin ja kasvihuoneisiin. (Kovanen, 2012; Ruosteenoja, Räisänen & Pirinen, 2011)

Vuonna 2017 Suomessa oli 1131 mansikanviljelyyn keskittyvää yritystä. Vuodesta 2005 lähtien mansikkaa viljelevien yritysten määrä on tippunut lähes tuhannella. Yritysten määrän muutosvauhti vaikuttaa tasaantuneen vuodesta 2014 eteenpäin. Kehitys on samansuuntaista muun puutarhantuotannon ja maatalouden kanssa eli tilojen määrä on vähentynyt ja tilakoot ovat suurentuneet. (Luonnonvarakeskus, 2018)

Mansikka viljellään Suomessa pääosin avomaalla matalissa noin 10 cm korkeissa penkeissä. Matalan penkin haasteena ovat viljelymaat, jotka ovat tiivistyneet yksipuolisen viljelyn vuoksi sekä alavilla mailla veden keräytyminen lammikoiksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää 20 cm korkean kohopenkin sekä maalajin vaikutuksia mansikan kasvuun ja kehitykseen verrattuna 10 cm korkeaan penkkiin. Opinnäytetyö on osa SataVarMa -hanketta, joka tähtää marjanviljelyn kehittämiseen Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa.

Korkeammilla kohopenkeillä toivotaan saavutettavan parempia satotasoja ja parempaa kestävyyttä mansikan juuristotauteja vastaan. Juuristotaudit viihtyvät usein märässä maassa, joten helpommin vettä läpäisevä korkea kohopenkki saattaa olla tehokas keino estää tautien kehittymistä.

Työn tilaaja on Luonnonvarakeskuksen Piikkiön toimipiste. Lämpimät kiitokset Luonnonvarakeskuksen tutkimusprofessori Saila Karhulle, joka mahdollisti opinnäytteen teon Luonnonvarakeskukselle sekä tuki opinnäytetyöprosessiani antamalla rakentavaa palautetta ja tarjoamalla apua useassa eri työvaiheessa.

## 2 MANSIKKA KASVINA

Puutarhamansikka (*Fragaria x ananassa*) on osa mansikkakasvien sukua, joka kuuluu ruusukasvien heimoon (*Rosaceae*). Mansikalle läheisimpiä kasvisukuja ovat hanhikit (*Potentilla*) ja valemansikat (*Duchesnea*). (Matala, 2006) Suomessa luontaisina esiintyviä mansikkalajeja ovat ahomansikka (*Fragaria vesca*), karvamansikka (*Fragaria viridis*) ja ukkomansikka (*Fragaria moschata*). (Matala, 2006, 9.)

Puutarhamansikka on chilenmansikan (*Fragaria chiloensis*) ja virginianmansikan (*Fragaria virginiana*) risteymänä syntynyt hybridilaji, joka on tunnistettu ensimmäisen kerran vuonna 1766 Ranskan Versaillesissa Antone Nicolas Duchesnen toimesta. Nämä Ranskassa syntyneet hybridit ovat nykyisten puutarhamansikan viljelylajikkeiden 'esivanhempia'. (Husaini & Neri, 2016, 1.)

### 2.1 Mansikan rakenne ja lajiketyypit

Mansikan morfologinen rakenne jaetaan yleensä juurakkoon, juuriin, kukintoihin, rönsyihin ja rönsytaiimiin. Kasvin rakennetta voidaan kuvailla eri kriteerein; kasvutapa, haarautumismalli sekä lisääntymiselinten sijainti. Näiden ominaisuuksia voidaan mitata seuraamalla versojen ja muiden kasvinosien kehittymistä. Näin saadaan tietoa kasvin kasvutavasta ja kukkimisesta. (Husaini & Neri, 2016.) Esimerkiksi tässä kokeessa havaintoja on tehty muun muassa juurakon ja yksittäisten haarojen läpimitoista. Juurakon läpimitan mittaaminen on yleinen käytäntö puutarhamansikkaa tutkiessa. Halkaisijan vaikutuksista satoon on tehty kokeita, jotka viittavat siihen että suurempi juurakko tuottaa suuremman sadon. Juurakon läpimitan vaikutus saattaa kuitenkin vaihdella lajikkeittain. Esimerkiksi frigitaimet jaotellaan usein juurakon halkaisijan osalta joko A ja A Extra-taiimiin tai A+ ja A++ -taiimiin. Näillä kokoluokilla on juurakon halkaisijassaan yleensä noin 4 – 5 millimetrin ero, jonka katsotaan vaikuttavan satopotentiaaliin. (Karhu, 2018a; Savini, Neri, Zucconi & Sugiyama, 2006; Torres-Quezada, Zotarelli, Whitaker, Santos & Hernandez-Ochoa, 2015.)

Kasvukauden aikana tapahtuva kehitys voidaan jaotella vegetatiiviseen, neutraaliin ja generatiiviseen vaiheeseen. Vegetatiivisessa vaiheessa kasvu on voimakasta lehdissä ja juurissa heti kasvukauden alussa. Rönsyt alkavat kasvaa Suomen ilmasto-oloissa yleensä kesäkuun alussa, jolloin myös lehtien kasvu hidastuu. Neutraalissa vaiheessa, joka ajoittuu Pohjoismaissa elokuun loppupuolelle ja syyskuulle, kehittyvät juurakon pää- ja sivuhaarat, joka mahdollistaa seuraavan vuoden kukka-aiheiden kehittymisen. Yleensä syyskuussa alkavassa generatiivisessa vaiheessa kehittyvät kukka-aiheet seuraavan vuoden marjanmuodostusta varten. (Matala, 2006, 29.)

Mansikan kukkiminen on yhteydessä lämpö- ja valojaksoihin eri tavoin riippuen kasvin genotyypistä. Mansikka vaatii kasvukauden jälkeen 1 – 2 kuukauden kylmäjakson kukkiakseen. Mansikkalajikkeet jaotellaan yleensä kolmeen ryhmään; kertasatoiset, jatkuvasatoiset ja päiväneutraalit lajikkeet. (Matala, 2006, 33.)

Kertasatoiset lajikkeet tarjoavat vain yhden sadon kasvukaudessa johtuen edellisestä syksynä tapahtuneesta kukka-aiheiden muodostuksesta. Kukka-aiheiden muodostumisen vaatimukset täyttyvät päivän ollessa riittävän lyhyt (alle 11-16 tuntia) tai lämpötilojen tippuessa riittävän matalalle (9-21 celsiusastetta). (Massetani & Neri, 2016, 100.; Matala, 2006, 33.)

Jatkuvasatoiset lajikkeet muodostavat kukka-aiheita pitkän päivän oloissa. Ne tuottavat satoa koko kasvukauden ajan tai kahdessa jaksossa. Suomen lyhyessä kasvukaudessa myöhempi sato ei avomaalla usein ehdi kypsyä. Tunneleissa ja kasvihuoneissa on kuitenkin tulevaisuudessa mahdollista saada kaksi tai jopa kolme satoa. (Matala, 2006, 35.)

Päiväneutraalit lajikkeet muodostavat kukka-aiheita riippumatta päivän pituudesta. Ne myös tuottavat satoa läpi kasvukauden. Päiväneutraalit lajikkeet ovat suosiossa erityisesti leutojen talvien alueilla. (Matala, 2006, 35.)

Huomioon on myös otettava, että suurin osa lajikkeista (riippumatta siitä pidetäänkö niitä jatkuva- vai kertasatoisina) käyttäytyvät matalissa lämpötiloissa päiväneutraalisti (Massetani & Neri, 2016, 100). Tämän voi Suomessa huomata kylminä kesinä, jolloin kertasatoisena pidetyt lajikkeet saattavat kukkia useaan kertaan kasvukauden aikana.

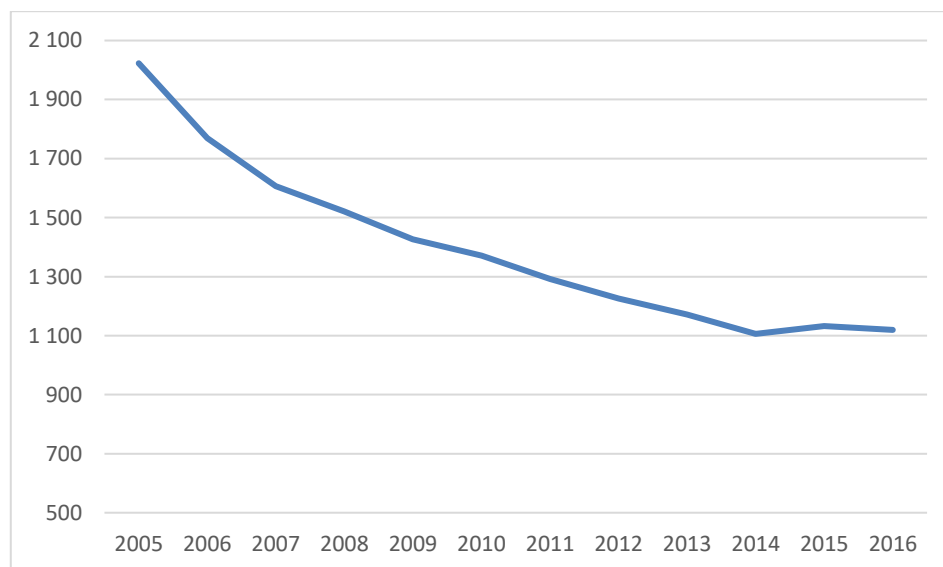
## 2.2 Mansikan maalajivaatimukset

Mansikalle otollisiksi maalajeiksi lasketaan yleensä moreeni-, hieta ja multamaat. Mansikka ei ole erityisen vaatelias kasvi viljelymaan sisältämien ravinteiden suhteen. Sen sijaan tasaiset maan kosteusolot ja ilmavuus ovat mansikan kasvulle erittäin olennaisia tekijöitä. Hiekka-, savi- ja turvemaita pidetään lähtökohtaisesti heikkoina alustoina mansikanviljelyyn. Tietyillä viljelytekniisillä menetelmillä näidenkin maiden ominaisuuksia voidaan parantaa mansikanviljelyyn paremmin soveltuviksi. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön aiheena olevat korkeat kohopenkit yhdistettynä tihkukasteluun saattavat parantaa savimaiden ilmavuutta ja kosteusoloja. Tämä mahdollistaisi enemmän peltopinta-alaa mansikan tehokkaaseen viljelyyn erityisesti Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla, jossa noin 50 % peltopinta-alasta on savimaita. (Matala, 2006, 149. )

### 3 MANSIKAN VIJELY SUOMESSA

#### 3.1 Tilastoja

Vuonna 2016 Suomessa oli 1120 mansikanviljelyyn keskittyvää yritystä. Yritysten määrä on pitkään ollut laskussa. Vuodesta 2005 lähtien mansikkaa viljelevien yritysten määrä on laskenut lähes tuhannella (kuva 1). Yritysten määrän muutos vaikuttaa tasaantuneen vuodesta 2014 eteenpäin. Mansikan kokonaisviljelypinta-alassa ei ole kuitenkaan tapahtunut merkittäviä muutoksia samalla aikajaksolla. Mansikkatilojen keskimääräinen koko on siis kasvanut. Kokonaisviljelypinta-ala on vaihdellut välillä 3300–3600 hehtaaria. Mansikka on viljelypinta-alaltaan viljellyin marjakasvi Suomessa. (Luonnonvarakeskus, 2018.)



Kuva 1 Mansikkaa viljelevien yritysten määrä Suomessa vuosina 2005 – 2016.

Keskimääräiset satotasot näyttävät olleen pitkällä aikavälillä nousussa, vaikka vuonna 2016 koettiin pieni romahdus. Vuosina 2012–2015 satotasot ovat olleet neljän tonnin hehtaarisadon kummankin puolen. Satotasot vaihtelevat viljelmien välillä merkittävästi. Osa viljelmistä saa satoa yli 10 t/ha. Keskisatojen kehityssuunta on oikea, mutta verratessa esimerkiksi Ruotsiin keskisato on vielä vaatimattomalla tasolla. Ruotsissa aikavälillä 2010–2014 mansikan keskisato oli 6,5t/ha. (Jordbruksverket, 2015; Luonnonvarakeskus, 2018.)

#### 3.2 Viljely kohopenkissä

Kohopenkillä tarkoitetaan viljelymenetelmää, jossa viljelyrivit kohotetaan muokkaamalla yleensä 10 – 30 cm korkeiksi penkeiksi. Penkit katetaan

muovikalvolla ja kastelu toteutetaan yleensä tihkukasteluna. Etuna suoraan avomaalla viljelyyn verrattuna on kasvukauden aikaistuminen, kun musta muovi lämmittää maata sekä kitkemistyön väheneminen. Kohopenkkiviljelmältä saa tuottavia satovuosia tyypillisesti vähemmän kuin esimerkiksi mattoriviljelyssä, sillä kohopenkkiviljelmällä kasvusto ei pääse uusiutumaan, koska kaikki rönsyt poistetaan. (Matala, 2006, 151.)

Muun muassa Belgiassa korkeaa kohopenkkiä käytetään lähes poikkeuksetta avomaalla viljeltäessä. Siellä kohopenkkiviljely tapahtuu yleensä tunnelissa. Keski- ja Etelä-Yhdysvalloissa muovikatteinen kohopenkkiviljely on syrjäyttänyt aiemmin yleisesti käytössä olleen mattoriviljelytekniikan. (Karhu, 2018b; Poling, 2003.)

Suomessa muovikateviljelyssä käytetään tavallisesti ns. matalapenkkiä eli noin 10 cm korkeaa viljelypenkkiä. Tässä opinnäytetyössä tutkittavien 20 cm:n kohopenkkien käyttö ei ole yleistä Suomessa. Niiden käyttöä puoltaa korkeampi satotaso ja parempi tautipaineen hallinta verrattuna 10 cm:n penkissä viljelyyn. Mahdollisesti ongelmiksi muodostuvat kuitenkin pahemmat talvivauriot, suurempi kastelutarve ja viljelmän korkeammat perustamiskustannukset.

Luonnonvarakeskuksen vuosina 2014 - 2015 toteutetussa 10 cm:n, 20 cm:n ja 30 cm:n kohopenkkikokeessa todettiin 20 cm:n kohopenkillä tuotettavan parhaiten myyntikuntoista satoa. Vähiten myyntikuntoista satoa tuotti 30 cm:n kohopenkki. Tuolloin 20 cm:n kohopenkeissä ei syntynyt talvivaurioita, vaikka lumipeite oli ohut ja pakkaset ajoittain kovia. (Karhu & Parikka, 2017.)

### 3.3 Mansikan juuripatogeenit ja niiden ehkäisy

Mansikan juuristossa esiintyy useita patogeenejä (mm. *Fusarium sp.*, *Cylindrocarpon sp.*, *Phytophthora fragariae var. fragariae*), jotka aiheuttavat juuristotauteja kuten punamätää, juurilahoa ja tyvimätää. Tautien ilmenemiseen ja taimien taudinkestävyyteen vaikuttavat maalaji, viljelytekniikat, lajikevalinnat ja viljelykierto. (Matala, 2006, 273.; Parikka & Kukkonen, 2002.)

Mansikan taudit leviävät usein ulkolaisten taimien mukana. Suomeen tuodaan taimia muun muassa Hollannista ja Puolasta ja kaiken kaikkiaan niitä istutetaan 15 – 20 miljoonaa kappaletta vuodessa. Ulkomailta tuoduissa taimissa tautisuus ja aikainen kuolleisuus on yleistä. Ulkolaisten taimien etuna on edullinen hinta ja uusien lajikkeiden helppo saatavuus. (Mustonen, 2018.)

Viljelykierrolla on merkittävä rooli mansikan maalevintäisten tautien ehkäisyssä. Hyviä satovuosia mansikkakasvustolla on riippuen viljelytavasta 3 – 5 vuotta, jonka jälkeen kasvusto tulisi poistaa. Mansikalla viljely-

tauoksi suositellaan 3 – 6 vuotta riippuen tautien ja tuholaiten esiintymisestä sekä edeltävän mansikkakasvuston viljelyajasta. Tauon aikana suositellaan viljeltävän maan viljavuutta parantavia kasveja tai viljavuutta vain hieman kuluttavia kasveja. Tämä ylläpitää maan humuspitoisuutta ja ehkäisee maan tiivistymistä. Mansikalle suositellaan esikasveiksi erityisesti sinappia ja muita kaalikasveja, yksivuotista nurmea ja kauraa. Riittävän pitkän viljelykierron toteuttaminen on hankalaa erityisesti pienille marjatilaille, joilla ei ole riittävästi peltopinta-alaa käytettävissään. Muita tapoja tautien ehkäisyyn ovat terveiden taimien käyttö ja hyvän viljelyhygienian noudattaminen. (Matala, 2006, 189., 273.)

### 3.3.1 Mansikan juurilaho

Mansikan juurilahoa aiheuttavat useat eri sienilajit (*Fusarium spp*, *Cylindrocarpon destructans*, *Coniothyrium fuckelii*, *Coniella fragariae*, *Rhizoctonia solani*, *R. fragariae*, *Armillaria mellea*) yhdessä fyysikaalisten tekijöiden kanssa. Tartunta tapahtuu juurakon ja juurien vioitusten kautta. Kuumalla säällä juurilahoiset taimet menettävät helposti nestejännityksensä, sillä ne eivät kykene ottamaan maasta riittävästi vettä. Osittain juurilahossa kyse on normaalista mansikan juuriston vanhenemisesta. Juurilahoa esiintyy erityisesti märillä ja tiiviillä mailla, jotka routivat. (Matala, 2006, 283; Parikka, 2018.)

### 3.3.2 Mansikan tyvimätä

*Phytophthora cactorum* aiheuttaa mansikan tyvimätää. Sienitaudin seurauksena lehtien tyviosat ja juurakon kärki tummuvat. Tauti kuihduttaa koko kasvin tai osan siitä hyvin nopeasti. Nuoret taimet ovat erityisen alttiita tyvimädälle. (Matala, 2006, 281.)

### 3.3.3 Mansikan punamätä

Mansikan punamätä (*Phytophthora fragariae var. fragariae*) on mansikan juuristoon iskevä tauti. Tautia aiheuttava eliö kuuluu munasienten luokkaan. Punamätä tarttuu nuoriin juuriin. Mansikan punamätä viihtyy erityisesti viileissä ja kosteissa oloissa viljelymaassa. Optimilämpötila taudin leviämiseksi on 10-17 celsiusasteen välillä. Tauti leviää märässä maassa parveiluitiöiden avulla. Punamädän munaitiöt säilyvät maassa jopa 15 vuoden ajan. (Evira, 2018; Parikka, 2018; Matala, 2006, 281.)

Vuonna 2012 tehtiin ensimmäiset havainnot mansikan punamädästä Suomessa. Tuolloin Evira löysi saastuntoja ainakin 41 mansikkatilalta. Tauti on todennäköisesti tullut Suomeen useita vuosia aiemmin. Sittemmin punamätää on löydetty yli 200 mansikkatilalta. Punamädän esiinty-

misestä mansikkaviljelmillä ei tarvitse enää erikseen ilmoittaa Eviralle. Punamätätartuntaa epäiltäessä taimituotannossa tai ostotaimissa tulee epäilystä kuitenkin ilmoittaa viipymättä Eviran kasvintarkastajalle, sillä punamätää pidetään vaarallisena kasvintuhoajana. (Puutarha-Sanomat; Evira, 2018.)

## AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.4 Kokeen perustaminen

Koe perustettiin Piikkiön Yltöisissä sijaitsevalle Luonnonvarakeskuksen puutarhatutkimuksen peltolohkolle. Kyseinen alue (kuva 2) valittiin, koska siinä maalaji vaihtuu hietamaasta savimaaksi, jolloin kokeeseen saatiin vertailuun kaksi maalajia. Koeasetelmana oli osaruutukoe, jossa lajike oli pääruuduissa ja kohopenkin korkeus osaruuduissa.

		Hieta		Savi		Pill10&11		nettoleveys 10,4 m		
		10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	suoja
6	suoja	L-L	L-L	Lukun Lumotar 4 tainta joka koerivin päähän				L-L	suoja	
	P	A	A	B	B	C	C	86L	96L	P
	P	26H	36H	46L	56L	66P	76P			
5	P	C	C	A	A	B	B	85H	95H	P
	P	25P	35P	45H	55H	65L	75L			
4	P	B	B	C	C	A	A	84P	94P	P
	P	24L	34L	44P	54P	64H	74H			
		L-L	L-L	Lukun Lumotar 4 tainta joka koerivin päähän				L-L		
9,18 m										
		Suoja		Savi		Pill10&11				
		10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm	20 cm	suoja
3	suoja	L-L	L-L	Lukun Lumotar 4 tainta joka koerivin päähän				L-L	suoja	
	P	A	A	B	B	C	C	83L	93L	P
	P	23H	33H	43L	53L	63P	73P			
2	P	C	C	A	A	B	B	82H	92H	P
	P	22P	32P	42H	52H	62L	72L			
1	P	B	B	C	C	A	A	81P	91P	P
	P	21L	31L	41P	51P	61H	71H			
		L-L	L-L	Lukun Lumotar 4 tainta joka koerivin päähän				L-L		
9,18 m										
		1	2	3	4	5	6	7	8	

Kuva 2 Kartta koalueesta

Sekä savi- että hietapohjaisen koealan leveys oli 10,4 metriä ja pituus oli 9,18 metriä.

Lohko lannoitettiin 13.10.2016 viljavuusanalyysin perusteella. Puutarhan PK –lannosta (3-5-2) levitettiin 500 kg/ha, kaksoissuperfosfaattia (P 20 %) 75 kg/ha, sinkkilannosta (S 3 %) 120 kg/ha sekä mangaaniravinnetta (Mn 5 %) 80 kg/ha.

Koealan peruslannoitus on tehty vuonna 2016 otetun viljavuusanalyysin perusteella. Tuolloin kummankin maalajin näytteet käsiteltiin yhdessä eli ne edustivat maalajalojen yhteistä keskiarvoa.

Maanäytteet savi- ja hietamaa-aloilta erikseen on otettu syksyllä 2017 (taulukko 1). Kummaltakin maalajialalta on otettu kymmenen näytettä. Savimaa oli monilta osin ravinnerikkaampaa. Erilliset viljavuusanalyysit hietä- ja savimaalta ovat saatu vasta kasvukauden jälkeen, joten niitä ei ole voitu hyödyntää lannoituskasteluita antaessa. Hiedalla viljavuus oli keskimäärin tyydyttävällä ja savimaalla hyvällä tasolla (Suomen Ympäristöpalvelu Oy, 2016).

**Taulukko 1 Viljavuusanalyysitulokset eri maalajeille**

maalaji	Kuiva- aine %	NH <sub>4</sub> -N mg/kg ka	NO <sub>3</sub> -N mg/kg ka	Fosfori mg/l maata	Ca mg/l maata	Kalium mg/l maata	Magnesium mg/l maata	Rikki mg/l maata	Johtoluku 10 <sup>-4</sup> (S/cm)	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5
hieta	81,63	2,45	0,34	19,73	1289,00	131,30	106,46	5,08	0,61	6,82
savi	76,74	2,32	0,55	8,45	1757,00	221,76	419,00	11,79	0,70	6,29

Koealue jyrssiin 14.10.2016 Patu-merkkisellä vaakajyrsimellä lannoittamisen jälkeen, jotta sitä olisi helpompi muokata kohopenkeiksi. Seuraavana päivänä maata kasattiin erikseen tätä varten rakennetulla traktori-vetoisella laitteella kohopenkeiksi. Ajoa tehtiin niin monta kertaa, että kohopenkin korkeudesta tuli haluttu. 10 senttimetrin korkuisia ja 20 senttimetrin korkuisia kohopenkkejä tehtiin vuorotellen. Kohopenkkien korkeutta mitattiin mittanauhalla. Kohopenkkien laen leveydeksi tuli noin 90 cm. Lopuksi kohopenkit tasoitettiin päältä lapiolla. Riviväliksi tuli 1,3 metriä. Tämän jälkeen kohopenkkiin vedettiin tihkulettoa, jonka suutinväli oli 30 senttimetriä. Tihkulettojen asentamisen jälkeen kohopenkkeihin vedettiin katemuovot päälle. Katemuovoina käytettiin 1,20 metriä leveää mustaa polyeteenikalvoa, jonka paksuus oli 0,06 mm.

16.6.2017 istutettiin 48 koeruutua ja korjattiin sivuun laitettun tihkuletton paikka. Kokeessa käytettiin kotimaisia rönsytaimia. Jokaiseen koeruutuun istutettiin 15 taimia. Taimet istutettiin paririveihin 17 senttimetrin taimivälillä. Koealueen keskelle jätettiin noin 12 metrin istuttamaton alue, jotta ero maalajissa tulisi mahdollisimman selväksi. Taimet istutettiin paririveihin yhdenmukaisesti samaan syvyyteen. Istutussyvytydessä huomioitiin, että kasvupiste ei jää maanpinnan alapuolelle. Kasvupiste ei saanut myöskään jäädä merkittävästi maanpinnan yläpuolelle, jotta kasvupiste ei

pääsisi kuivumaan. Heinä-elokuun vaihteessa koealueen ympärille ja kohopenkkien väliin kylvettiin nurmikkoseosta.

### 3.5 Lajikkeet

Honeoye -lajike on yksi pohjoismaiden suosituimpia lajikkeita. Se on alkuperältään amerikkalainen lajike, jonka talvenkestävyyttä pidetään melko heikkona. Honeoye kasvattaa tyypillisesti huomattavan suuren juurakon. (Karhu, 2018c; Matala, 2006, 235.)

Polka -lajike on hollantilaista alkuperää ja se on Suomen viljellyin mansikkalajike. Polka on satoisa lajike ja sen talvenkestävyyttä pidetään hyvänä. Se kestää myös härmää ja harmaahometta melko hyvin. (Matala, 2006, 237.)

Lumotar -lajike on MTT:n (huom. nykyisin Luonnonvarakeskus) kehittämä kotimainen lajike, jolla on hyvä taudin- ja talvenkestävyys. Lumotar on satoisa lajike, joka tuottaa vain vähän rönsyjä. (Karhu, 2018c.)

### 3.6 Hoitotoimenpiteet

Koealue kasteltiin 16.6. - 10.7. sadettimilla yhteensä neljä kertaa. Vettä annettiin annettiin yleensä noin 2 tunnin ajan. Kastelu aloitettiin, kun tensiometrilukemat näyttivät hiedalla -10 cbar tai alle.

Heinäkuun alusta alkaen penkit kasteltiin tihkukasteluletkuilla 1 - 2 kertaa viikossa. Aluksi katemuovin alle asennettiin tihkuletku, jossa suuttimet olivat 30 senttimetrin välein. 15.8. letku vaihdettiin Rivulis T-Tape 510-20-500 letkuun, jossa suutinväli oli 20 cm. Letkun vaihdon yhteydessä myös hietta- ja savimaakoealueet jaettiin omiksi kasteluryhmikseen.

Ravinteita annettiin kasvukauden aikana seuraavasti: typpeä 11,1 kg/ha, fosforia 2,4 kg/ha ja kaliumia 15,0 kg/ha. Typpilannoitus ajoittui kasvukauden alkupuolelle. Kummatkin maalajialat saivat saman verran kastelulannoitusta.

Kasvinsuojeluruiskutuksia tehtiin kasvukauden aikana neljästi. Ruiskutuksen ajankohdat, torjunnan kohteet ja kasvinsuojeluaineet ovat kirjattu alla olevaan taulukkoon (taulukko 2).

**Taulukko 2 Kasvinsuojelutoimenpiteet**

Päivämäärä	Torjunnan kohde	Käsittely
9.6.2017	Saunakukka ja korte harjujen välissä	Clinic 480SC -ruiskutus; 2,5 % -liuos
27.7.2017	Rikkakasvit harjujen välissä	RoundUp -ruiskutus suppilolla; 2,5 % -liuos
16.8.2017	Vihannespunkki ja uurrekorvakärsäkäs	Agrimec -ruiskutus; 0,075 % -liuos
24.8.2017	Hyönteistuholaiset, erityisesti uurrekorvakärsäkäs	Movento -ruiskutus; 0,08 % -liuos

Rönsyjä kokeesta poistettiin kahdesti; heinäkuun loppupuolella ja elokuun puolivälissä. Taimissa ilmenneet kukat poistettiin myös kahteen otteeseen.

### 3.7 Kasvuolosuhteiden seuranta ja mittaaminen

#### 3.7.1 Maan kosteuden mittaaminen tensiometreillä

Tensiometri on laite, joka mittaa maan kosteutta alipainetta mittaavan anturin avulla. Kokeessa käytettiin TN-1000-merkkisiä tensiometrejä.

Kohopenkkeihin asennettiin 27.6.2017 10 cm:n syvyyteen yhteensä neljä automaattitensiometriä, jotka mittasivat ja lähettivät datan itsenäisesti. Automaattitensiot sijaitsivat ruuduissa 55H, 52H, 65L ja 62L. Tensiometrien asennussyvyys vaihdettiin 15 senttimetriin 18.7.2017.

Ruudun 52H automaattitensiometrissä oli mittausongelmia pitkin kasvukautta, joita yritettiin korjata vaihtamalla osia. Kaikki tensiometrit saatiin lopulta toimimaan elokuun loppupuolella.

Automaattitensiometriä lisäksi koalueelle asennettiin heinäkuun puolivälissä mekaanisia tensiometrejä, joiden lukemat mitattiin TM-93 -mallisella tensiometrillä. Mekaaniset tensiometrit sijaitsivat koeruduissa 65L, 62L, 82H ja 92H.

#### 3.7.2 Maan lämpötilan seuranta patteriloggereilla

Maan lämpötilasta tietoa kerättiin Elcolog-patteriloggereilla. Loggerit sijoitettiin riveihin 3 ja 4 sekä savi- että hietamaakoealoilla. Kumpaankin riviin sijoitettiin viisi patteriloggeria. Patteriloggereita asennettiin sekä 10 cm:n syvyyteen että maan pinnalle. Loggerit asetettiin tallentamaan lämpötilatietoja kolme kertaa päivässä. Ensimmäinen mittausväli oli 14.11.2016-15.5.2017. Toinen mittausväli oli 17.5.2017 - 21.11.2017.

Kaksi patteriloggeria löydettiin keväällä 2017 katemuovin päältä. Syyksi epäiltiin lintuja, jotka olivat käyneet repimässä ne pintaan. Tämä on otettu huomioon dataa käsiteltäessä.

#### 3.7.3 Maan kiinteyden mittaaminen

Maan kiinteyttä mitattiin 15.6.2017. Mittaus tehtiin Dickey-John -merkkisellä penetrometrillä. Mittauksia tehtiin jokaisesta koeruduista kohopenkin päältä 10 cm:n, 20 cm:n ja 30 cm:n syvyydeltä. Kohopenkin kiinteyden antaa tietoa juuriston kasvuolosuhteista.

### 3.7.4 Lumen syvyyden mittaminen

Lumensyvyyttä mitattiin 6.3.2018. Mittaukset tehtiin mittatikulla jokaisesta koeruudusta kohopenkin päältä sekä pohjois- että eteläpuolelta. Lumensyvyyttä mitattiin, koska ohuempi lumikerros eristää heikommin kasvin juuria ja saattaa täten johtaa pahempiin talvivaurioihin.

## 3.8 Kasvullisten ominaisuuksien ja kukinnan mittaaminen

### 3.8.1 Rakenteellisten ominaisuuksien mittaaminen

Jokaisesta koeruudusta nostettiin marraskuussa 2017 kolme taimea rakennemittauksiin. Ennen rakennemittauksia taimet pestiin, jotta niihin ei jäisi maa-ainesta (savea, hiekkaa, jne.) kiinni. Taimet laitettiin pusseihin ja niihin merkittiin, mistä ruudusta kukin taimi oli nostettu. Pusseissa taimet siirrettiin +5-celsiusasteiseen varastoon odottamaan mittausten tekemistä.

Taimista mitattiin vetomitalla juurakon läpimitta juurakon kaulakohdasta. Juurakosta laskettiin yksittäiset haarat ja niistä merkittiin erikseen isot ja pienet haarat sekä haarojen alut. Rönsyjonojen määrä laskettiin. LI-3100 merkkisellä planimetrillä mitattiin taimien lehtialat. lehtien, juurien, juurakoiden ja rönsyjonojen tuoerpainot punnittiin.

Pystyjuurakko, juuret, lehdet ja rönsyjonot asetettiin erillisiin pusseihin. Kasvinosia kuivattiin 70-asteisessa kuivauskaapissa noin viikon ajan. Kuivaamisen jälkeen kaikista kasvinosista punnittiin kuivapainot.

### 3.8.2 Lehtivihreäpitoisuuksien mittaaminen SPAD-mittarilla

Taimien lehtivihreäpitoisuuksia mitattiin Minolta SPAD-502 –merkkisellä klorofyllimittarilla. Klorofyllilukemia kerättiin neljän taimen keskiarvona. Arvot mitattiin erikseen kohopenkkien etelä- ja pohjoispuolilta.

### 3.8.3 Kukittaminen ja kukintahavainnot

Hyötöä varten jokaisesta ruudusta nostettiin marraskuussa 2017 kaksi taimea. Taimista poistettiin suuret lehdet ja maapaakut, jonka jälkeen ne punnittiin, pussitettiin väljästi muovipusseihin ja siirrettiin noin -1,5-celsiusasteiseen varastoon.

Helmikuun 2017 alussa taimet otettiin ulos kylmävarastosta. Taimet saivat olla 1,5 vuorokauden ajan sulamassa, jonka jälkeen ne ruukutettiin.

Kukitettavat taimet ruukutettiin helmikuun alussa halkaisijaltaan 17 cm ja vetoisuudeltaan 2 litran ruukkuihin. Jokaiseen ruukkuun merkittiin lapulla kasviyksilö. Osa taimista oli päässyt kuivahtamaan varastossa, jonka vuoksi kyseisiä taimia liotettiin vedessä parin tunnin ajan. Liotetut taimet kirjattiin ylös.

Taimet kukitettiin kasvihuoneessa. Valotusta annettiin 18 tuntia vuorokaudessa, yölämpötila oli +18 °C ja päivälämpötila oli +22 °C. Suhteellista kosteutta pidettiin välillä 60 – 70 % .Taimien paikkaa kasvihuonepöydällä sekoitettiin kerran viikossa, jotta kasvuoloja eri pöydän osissa saatiin tasattua. Kastelu annettiin pöydälle altakasteluna ja tarvittaessa todella kivia ruukkuja kasteltiin käsin.

Kun lähes kaikkien taimien katsottiin kukkivan, aloitettiin havaintojen teko. Taimista laskettiin kukkavanojen, kukkien, juurakon haarojen ja rön-syjen määrä. Myös kukkavanojen kehitysastetta arvioitiin. Kasvinosat punnittiin sekä tuoreena että kuivana.

### 3.9 Tilastollinen analyysi

Tulokset ovat analysoitu SAS-ohjelmistossa käyttäen MIXED -proseduuria. Tilastollisesti merkitseväenä erona tässä opinnäytetyössä mainitaan tulokset, joiden luottamusväli on 95% ( $P < 0.05$ ). Suuntaa antaviksi tuloksiksi mainitaan tulokset joiden luottamusväli on 90-95% ( $P = 0.1 - 0.05$ ). Analyysissä etsittiin myös maalajin, kohopenkin korkeuden ja lajikkeen välisiä yhdysvaikutuksia. Tilastollista analyysiä ei suoritettu lumen syvyyteen, maan kiinteyteen, sademääriin, lämpötiloihin taikka kosteuteen liittyviin tietoihin.

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Kesä-lokakuun 2017 kokonaissademäärä Piikkiön Yltöisissä oli 332,3 millimetriä. Kyseessä on aikajaksolle hieman keskiarvoa hieman pienempi sademäärä. Huomattavaa on kuitenkin, että heinäkuu 2017 oli varsin vähäsateinen. Heinäkuussa Yltöisissä vettä satoi 23,2 millimetriä. Heinäkuun keskimääräinen sademäärä vuosina 1981 – 2010 on Yltöisissä ollut 76 millimetriä. Elo- ja lokakuu olivat tavallista sateisempia. (Ilmatieteenlaitos, 2018)

Kesä-, heinä- ja elokuun keskilämpötila oli 14,9 astetta, joka on keskimääräistä noin 0,8 astetta viileämpää. Syksyn keskilämpötilat olivat vuodenajalle tyypilliset. (Ilmatieteenlaitos, 2018)

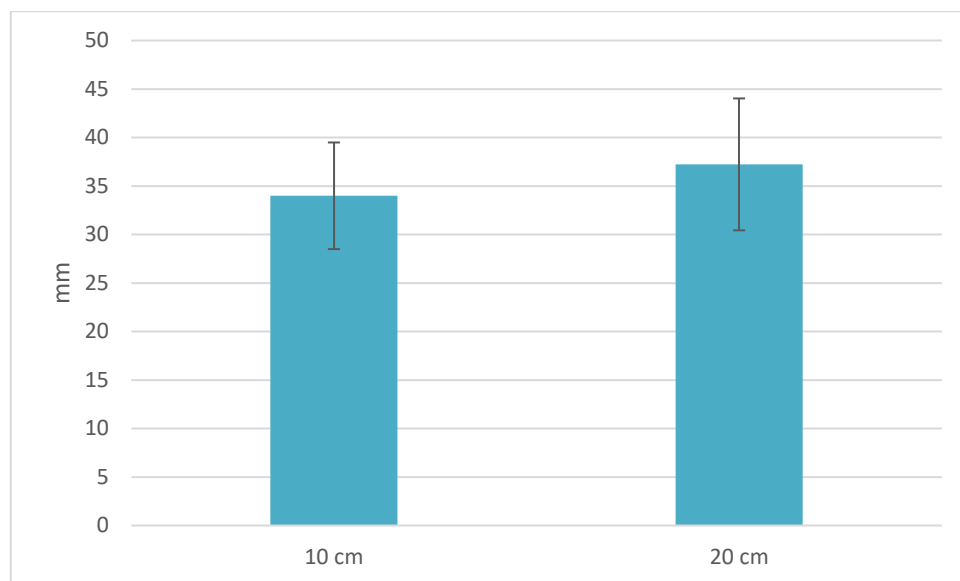
Mittauksia tehtiin yhteensä 144 kasville. Eri kohopenkkikorkeuksista ja maalajeista havaintoja tehtiin kustakin 72 taimesta. Jokaista lajiketta oli 48 taimea.

#### 4.1 Juurakon läpimitta ja kasvin kuivapaino

Juurakon läpimittaa mitattiin, koska sitä pidetään yhtenä tunnuslukuna arvioidessa taimen sisältämää varastoravintoa. Suuremman juurakon läpimitan katsotaan mahdollistavan enemmän kukka-aiheita ja mahdollisesti suuremman sadon.

Kohopenkkikorkeuksien välillä havaittiin ero juurakon läpimitassa. 10 cm:n kohopenkissä juurakon läpimitta oli keskimäärin 34,0 mm ja 20 cm:n kohopenkissä läpimitta oli keskimäärin 37,2 mm (kuva 3). 20 cm:n kohopenkissä taimet kasvoivat keskimäärin läpimitaltaan 3,2 millimetriä suuremmiksi. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $P = 0.0419$ ).

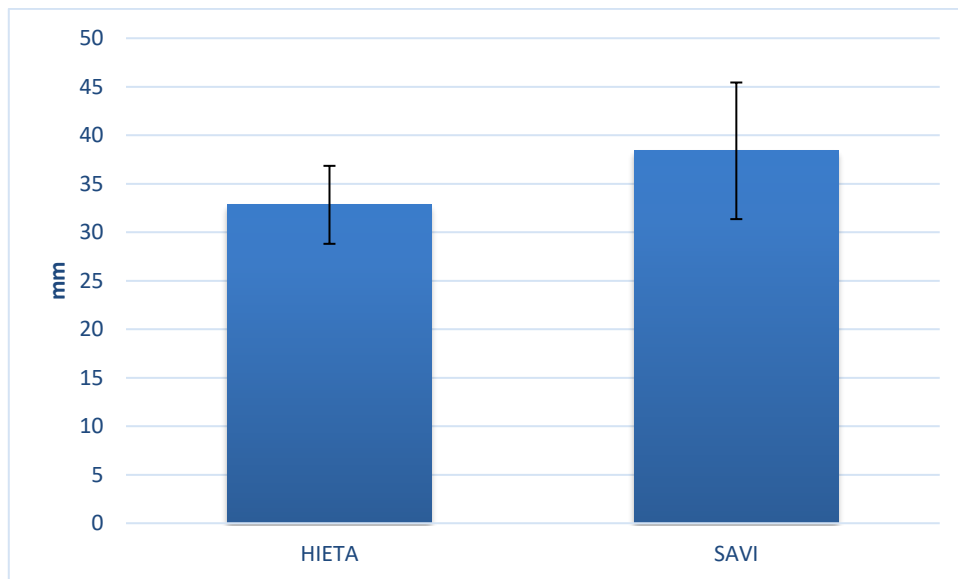
Mansikan frigotaimien laatuluokat (A ja A-extra sekä A+ ja A++) jaotellaan juurakon halkaisijan mukaan. Eri luokkien välillä juurakon halkaisijassa on yleensä 4 – 5 millimetrin ero. (Karhu, 2018a.) Tätä luokittelua käyttämällä eri kohopenkeissä kasvaneiden taimien voidaan ajatella kuuluvan vielä samaan kokoluokkaan halkaisijansa osalta.



Kuva 3 Juurakon keskimääräinen läpimitta ja keskihajonta 10 cm:n ja 20 cm:n kohopenkissä

Myös maalajien välillä havaittiin ero juurakon halkaisijassa. Hietamaassa kasvaneiden taimien juurakon läpimitan keskiarvo oli 32,8 millimetriä ja savimaassa kasvaneiden taimien keskiarvo oli 38,4 millimetriä (kuva 4). Ero oli suurempi kuin kohopenkkien välillä. Savimaalla taimet kasvoivat siis keskimäärin läpimitaltaan 5,6 millimetriä suuremmiksi. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P = 0.0009$ ).

Käyttämällä samaa kokoluokittelua kuin aiemmin voidaan savimaalla kasvaneiden taimien sanoa kuuluvan isompaan kokoluokkaan kuin hietamaalla kasvaneiden.

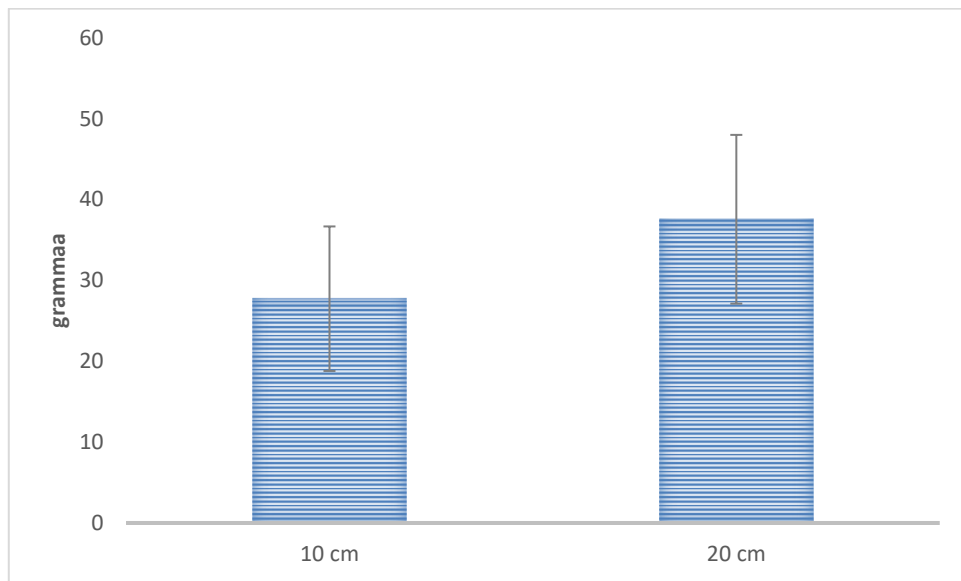


Kuva 4 Juurakon keskimääräinen läpimitta ja keskihajonta hietta- ja savimaalla

Mainittakoon, että vaikka juurakon läpimittaan tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta maalajin ja kohopenkin korkeuden välillä ( $P = 0.3085$ ) ei löytynyt, niin hietamaalla 10 cm:n ja 20 cm:n penkkien välillä oli vain 1,6 millimetrin ero juurakon halkaisijassa. Sama ero savimaalla oli 4,9 millimetriä. Saattaa olla, että suuremmalla otannalla tilastollinen merkitsevyys olisi tullut esiin.

Kohopenkin korkeudella oli suuri vaikutus taimien kuivapainoon ilman rönsyjä. 10 cm:n kohopenkissä kasvaneiden taimien kuivapaino ilman rönsyjä oli keskimäärin 27,7 grammaa ja 20 cm:n kohopenkeissä kasvaneiden 37,6 grammaa (kuva 5). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P < 0.0001$ ). Tuloksien suuri hajonta johtuu lajikkeiden välisistä ominaisuuseroista. Esimerkiksi Honeoye-taimet kasvoivat 20 cm:n kohopenkeissä kuivapainoltaan keskimäärin 46,8 gramman painoisiksi, Lumotar-taimet kasvoivat 34,9 gramman painoisiksi ja Polka-taimet kasvoivat 31,0 gramman painoisiksi.

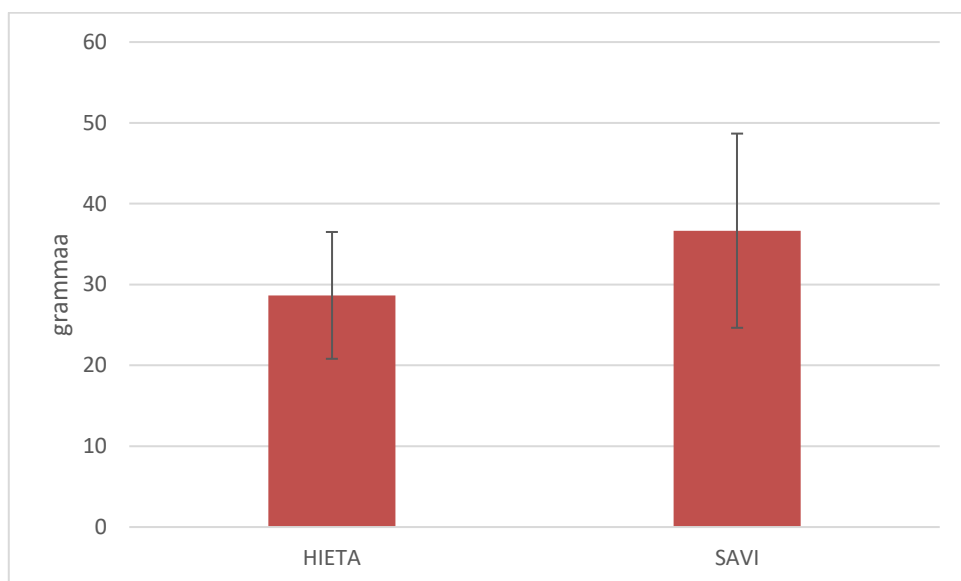
Korkeammassa kohopenkissä kasvaneet taimet kasvoivat noin kolmanneksen painavammiksi kuin matalammassa penkissä kasvaneet. Tarkastelemalla sekä halkaisijaa että kuivapainoa yhdessä voidaan todeta 20 cm:n kohopenkin tuottaneen merkittävästi suurempia kasveja. Ero johtunee sekä penkin lämpötilasta joka oli kasvukaudella suurempi korkeammassa penkissä että korkeamman penkin paremmasta läpäisevyydestä, joka mahdollisti optimaalisemmat kosteusolot penkissä. Matalassa penkissä 10 cm:n syvyyden jälkeen maa on huomattavasti tiiviimpää kuin korkeammassa penkissä, joka erityisesti savimaalla luo mansikalle liian märät olosuhteet. Penkkien keskimääräisiä lämpötiloja, maan kiinteyden tuloksia sekä kosteusoloja esitellään alempana.



Kuva 5 Taimien keskimääräinen kuivapaino 10 cm:n ja 20 cm:n kohopenkeissä

Myös maalaji oli huomattava tekijä kasvin kuivapainoon ilman rönsyjä. Hietamaalla taimet painoivat keskimäärin 28,7 grammaa ja savimaalla 36,7 grammaa (kuva 6). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P < 0.0001$ ). Tulosten hajonta on suuri lajikkeiden välisistä ominaisuuseroista johtuen.

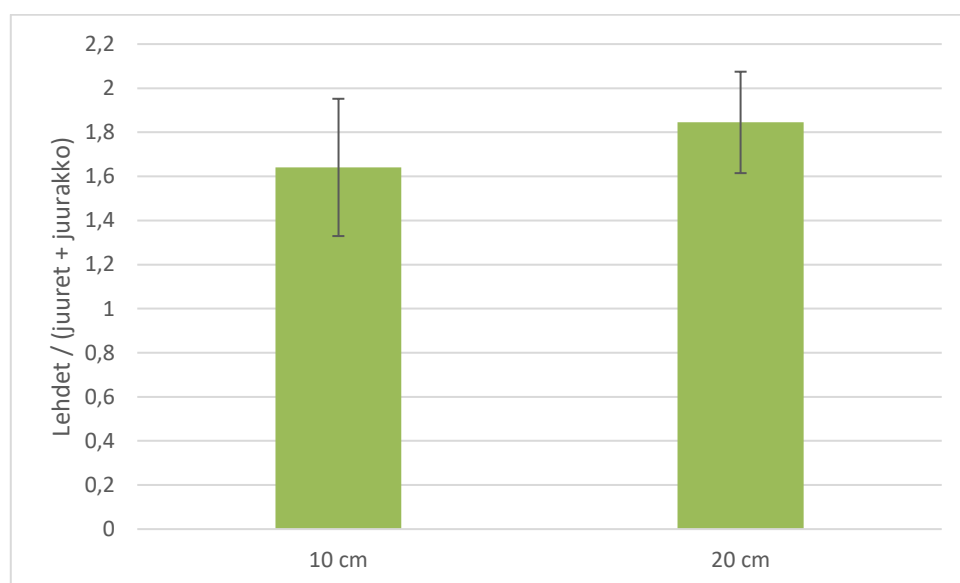
Savimaalla taimet kasvoivat suuremmiksi sekä juurakon halkaisijan että kuivapainon osalta. Hietamaa oli tosin keskimäärin kuivempi kuin savimaa ja hietamaan ravinnetilanne oli heikompi. Optimoimalla kastelut ja lannoitukset kummallekin maalajille tulos saattaisi olla erilainen.



Kuva 6 Taimien keskimääräinen kuivapaino hietta- ja savimaalla

Maalajien ja lajikkeiden väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus ( $P = 0.0062$ ) eli eri lajikkeet reagoivat maalajeihin eri tavoin kuivapainonsa osalta. Lumotar-taimet kasvoivat savimaalla kuivapainoltaan 13 % suuremmiksi kuin hietamaalla, Polka-taimet kasvoivat 24 % suuremmiksi ja Honeoye-taimet kasvoivat 44 % suuremmiksi. Honeoye-taimien kuivapaino kasvoi savimaalla merkittävästi enemmän kuin muiden lajikkeiden kuivapainot. Muita tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia ei havaittu.

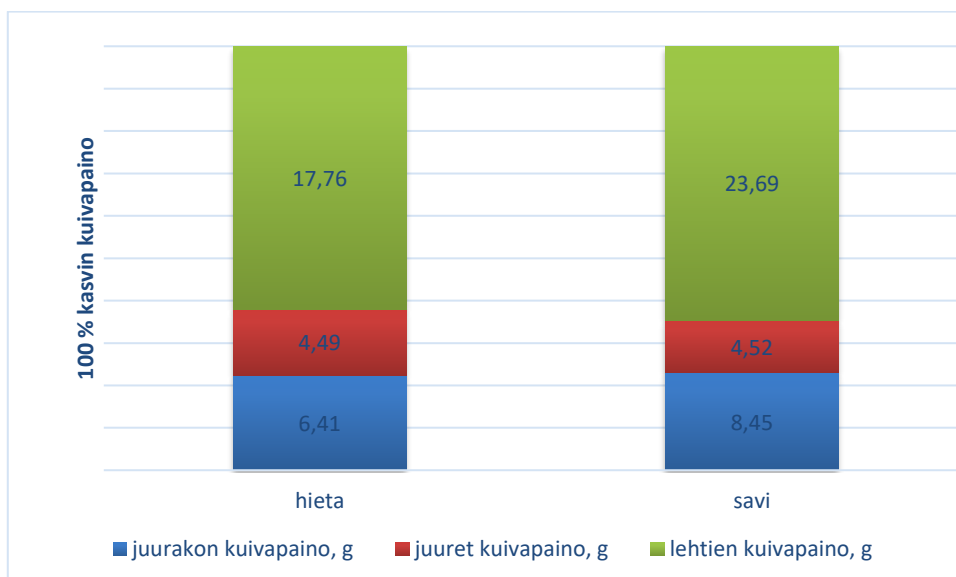
Lehtien kuivapainon suhteessa juurien ja juurakon kuivapainoon oli jonkin verran eroa kohopenkkien välillä. 20 cm:n kohopenkissä lehtien suhteellinen osuus oli suurempi kuin 10 cm:n kohopenkeissä (kuva 8). 10 cm:n kohopenkissä suhdeluku oli 1,64 ja 20 cm:n penkissä suhdeluku oli 1,84. Lehtiä kasvoi siis suhteessa muuhun kasviin enemmän korkeammassa penkissä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $P = 0.0153$ ).



Kuva 7 Lehtien kuivapainon suhde juurten ja juurakon kuivapainoon eri kohopenkeissä

Lehtien kuivapainon suhteessa juurien ja juurakon kuivapainoon oli eroa myös maalajien välillä. Savimaalla kasvaneiden taimien lehtien suhde juuriin ja juurakkoon oli suurempi kuin hietamaalla (kuva 8). Lehtiä oli siis kasvanut savimaalla suhteessa enemmän koko kasvin kuivapainoon verrattuna.

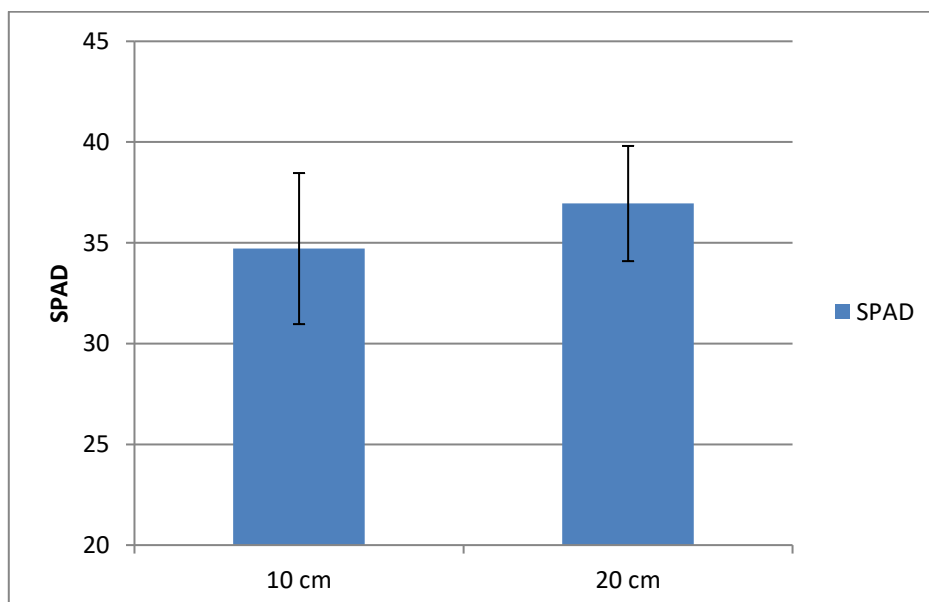
Ero johtunee savimaan paremmasta ravinnetilanteesta ja eroista kosteusoloissa. Parempi ravinnetilanne maassa saattaa mahdollistaa kasvin keskittymisen lehtien kasvattamiseen juurien sijaan. Suurempi lehtimassa ei tosin välttämättä tarkoita parempaa satoa. Savimaalla myös pelkän juurakon kuivapaino oli keskimäärin suurempi.



Kuva 8 Eri kasvinosien suhteelliset osuudet koko kasvin kuivapainosta hieta- ja savimaalla

#### 4.2 Lehtivihreäpitoisuudet

Kohopenkin korkeudella oli vaikutusta SPAD-keskiarvoihin. 10 cm:n penkissä SPAD-luvun keskiarvo oli 34,7 ja 20 cm:n penkissä keskiarvo oli 37,0 (kuva 9). Korkeammassa penkissä lehtivihreäpitoisuudet olivat siis suuremmat. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $P=0.0016$ ). Ero oli kuitenkin melko pieni.

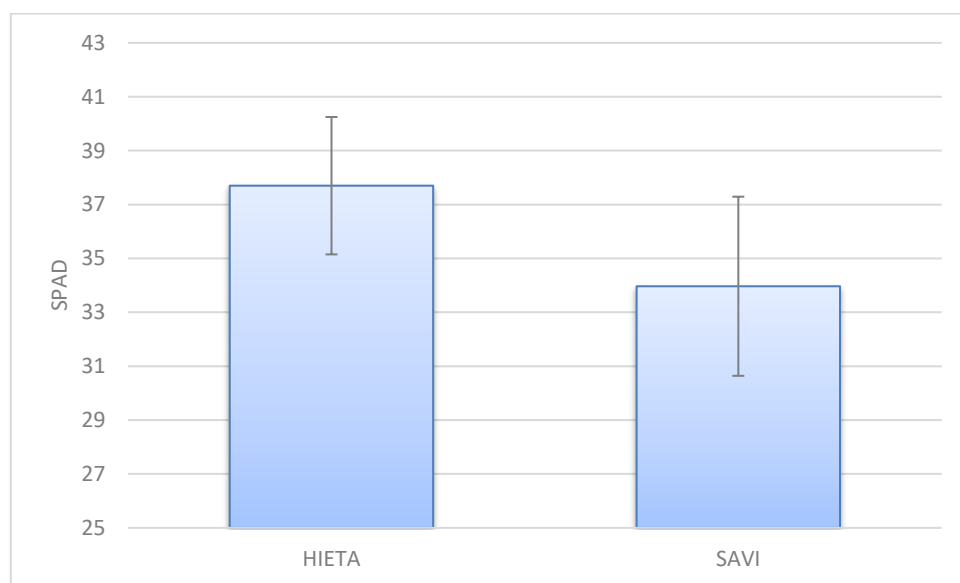


Kuva 9 SPAD -keskiarvot 10 cm:n ja 20 cm:n kohopenkissä

Myös maalajilla havaittiin olevan vaikutusta SPAD -arvoihin (kuva 10). Ero oli hieman suurempi kuin kohopenkkien välillä. Hietamaalla SPAD-keskiarvo oli 37,7 ja savimaalla keskiarvo oli 34,0. Hietamaalla lehtivihreäpitoisuus oli suurempi. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P<0.0001$ ).

Tämän eron syntyä on vaikea arvioida mutta eroa saattaa selittää kasvien koko. Savimaalla kasvit kasvoivat huomattavasti suuremmiksi vaikka käytettävissä olevan typen määrä (huom. kasvukauden jälkeen) oli kummallakin maalajilla saman suuntainen. Tämä on saattanut johtaa siihen, että hietamaalla kasvit ovat käyttäneet kokoonsa suhteutettuna enemmän typpeä ja tuottaneet täten suhteessa koko lehtipinta-alaan enemmän lehtivihreää.

Maalajilla ja lajikkeella havaittiin olevan tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus ( $P = 0.0413$ ) eli eri lajikkeet reagoivat eri tavoin maalajeihin lehtivihreäpitoisuuden osalta.

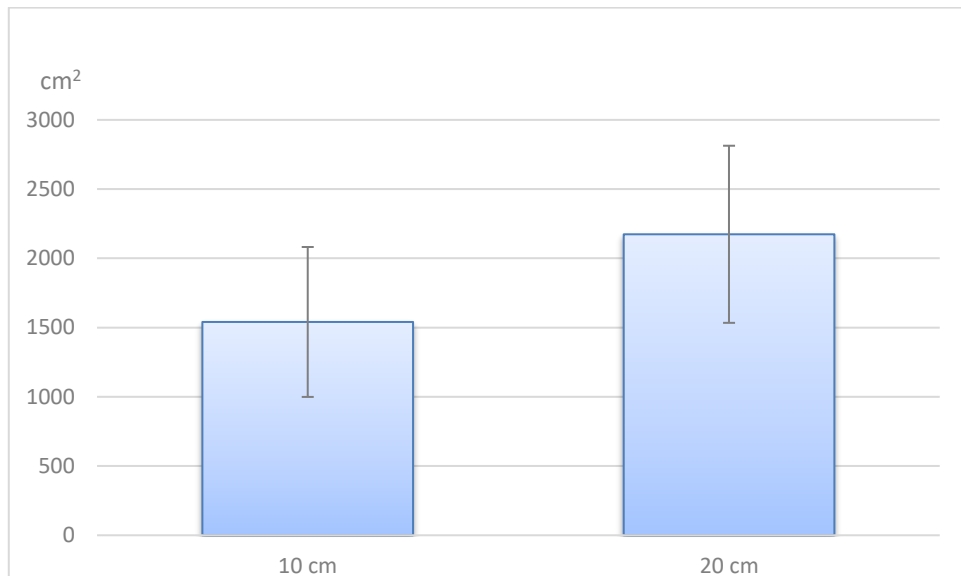


Kuva 10 SPAD -keskiarvot hietta- ja savimaalla

### 4.3 Lehtipinta-alat

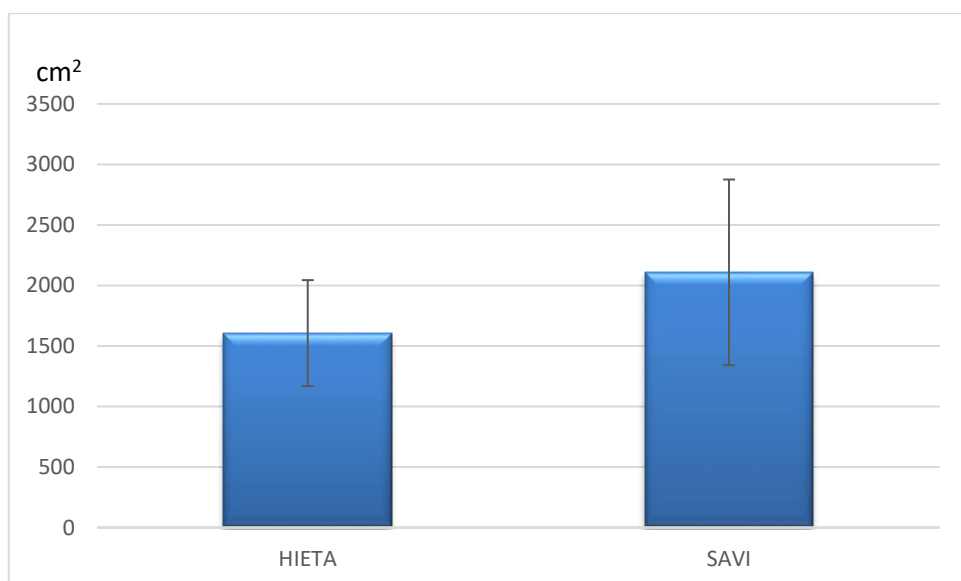
10 cm:n ja 20 cm:n kohopenkkien välillä oli huomattava ero lehtipinta-aloissa. 10 cm:n penkissä lehtipinta-alan keskiarvo oli 1541 neliösenttimetriä ja 20 cm:n penkissä keskiarvo oli 2174 neliösenttimetriä (kuva 11). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P = 0.0001$ ).

Ero selittyy samoilla tekijöillä, jotka vaikuttivat kasvien kuivapainoon ja juurakon halkaisijaan. Korkeamman penkin parempi vesitalous ja korkeampi keskimääräinen lämpötila on mahdollistanut runsaamman lehtien kasvun.



Kuva 11 Lehtipinta-alan keskiarvo 10 cm ja 20 cm kohopenkeissä

Myös maalajien välillä oli melko suuri ero lehtipinta-aloissa. Hietamaalla lehtipinta-ala oli keskimäärin 1606 neliösenttimetriä ja savimaalla keskimäärin 2108 neliösenttimetriä (kuva 12). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $P = 0.002$ ).



Kuva 12 Lehtipinta-alat hietta- ja savimaalla

Maalajien välinen ero lehtipinta-aloissa johtuu mahdollisesti kohopenkien erilaisista kosteusoloista eri maalajeilla. Hietamaan tensiometrilluemat olivat keskimäärin pienemmät kuin savimaalla, joka tarkoittaa sitä että vesi oli hiedalla vaikeammin kasvien juurien hyödynnettävissä. Savimaa oli tosin kuivessaan huomattavasti kuivempi kuin hietä, mutta kuivien jaksojen pituus oli lyhyt eivätkä ne todennäköisesti vaikuttaneet kasvien kasvuun. Myös savimaan parempi ravinnetilanne on todennäköisesti vaikuttanut tuloksiin.

Maalajin ja lajikkeen välillä havaittiin tilastollisessa analyysissä suuntaa antava yhdysvaikutus ( $P = 0.0800$ ) eli maalajin vaikutus lehtipinta-alaan

on mahdollisesti erilainen eri lajikkeilla. Lumotar-taimet kasvoivat lehti-pinta-alaltaan savimaalla keskimäärin 17 % suuremmiksi kuin hietamaalla. Polka-taimet kasvoivat keskimäärin 22 % suuremmiksi ja Honeoye-taimet kasvoivat 50 % suuremmiksi. Honeoye-taimilla savi- ja hietamaan välinen ero lehtialan suhteen oli huomattavasti suurempi kuin muilla lajikkeilla. Muita yhdysvaikutuksia ei havaittu.

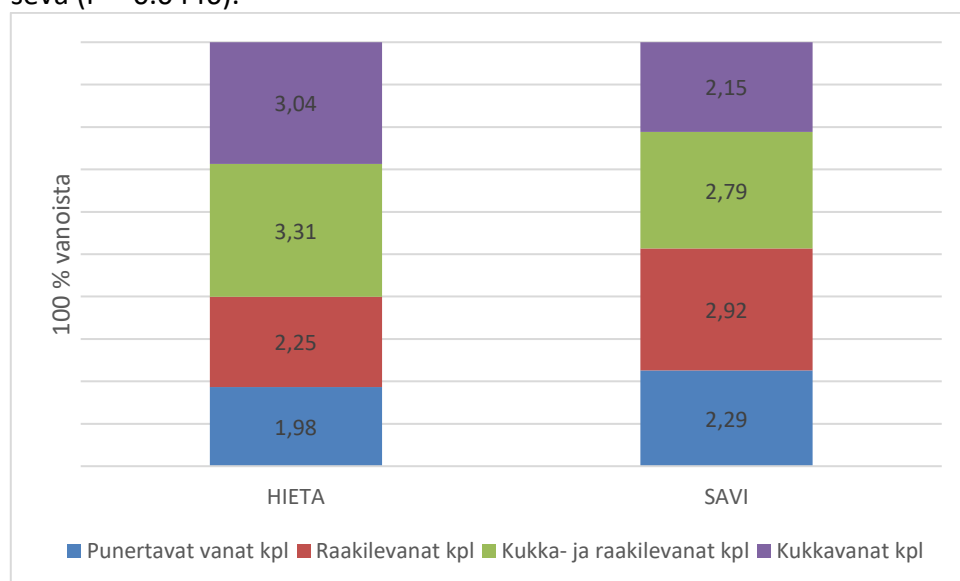
#### 4.4 Kukitettujen havainnot

Nämä havainnot tehtiin maaliskuussa 2018 taimille, jotka nostettiin syksyllä 2017 frigovarastoon ja kukitettiin helmi-maaliskuussa 2018 kasvi-huoneessa. Kukitetuista havainnoista tehtiin 24 taimesta käsittelyä kohti.

Kohopenkkikorkeuksien väliltä tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia kukkavanojen kehitysasteisiin ei löydetty. Myöskään tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia ei löydetty.

Kohopenkin korkeus vaikutti suuntaa antavasti ( $P = 0.0582$ ) savimaalla kukkien kokonaismäärään. 20 cm:n kohopenkissä savimaalla kukkia muodostui enemmän. Ero oli melko pieni eikä samaa vaikutusta ollut kohopenkkien välillä hietamaalla eikä tarkasteltaessa hietä- ja savimaata yhdessä.

Maalajien välillä havaittiin eroa kukkavanojen kehitysasteissa. Punertavia marjoja ja raakileita sisältävien kukkavanojen suhteellinen osuus kaikista kukkavanoista oli suurempi savimaalla kasvaneilla taimilla kuin hietamaalla kasvaneilla taimilla. Savimaalla kasvaneiden taimien kaikista kukkavanoista noin 50 % koostui vanoista, joissa oli raakilemarjoja tai jo punertavia marjoja, kun hietamaalla vastaava osuus oli 40 % (kuva 13). Savi- maalla marjat olivat kehittyneet pidemmälle. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $P = 0.0446$ ).



Kuva 13 Kukkavanojen kehitysasteiden osuudet per taimi keskimäärin hietä- ja savimaalla

Maalaji vaikutti siis kukinnan ja marjanmuodostuksen aikaisuuteen. Tämä ero selittynee maalajien erilaisella ravinnetilanteella sekä kosteusoloilla. Erityisesti savimaan korkeampi kaliumtaso on saattanut vaikuttaa kukka-aiheiden kehittymiseen pidemmälle.

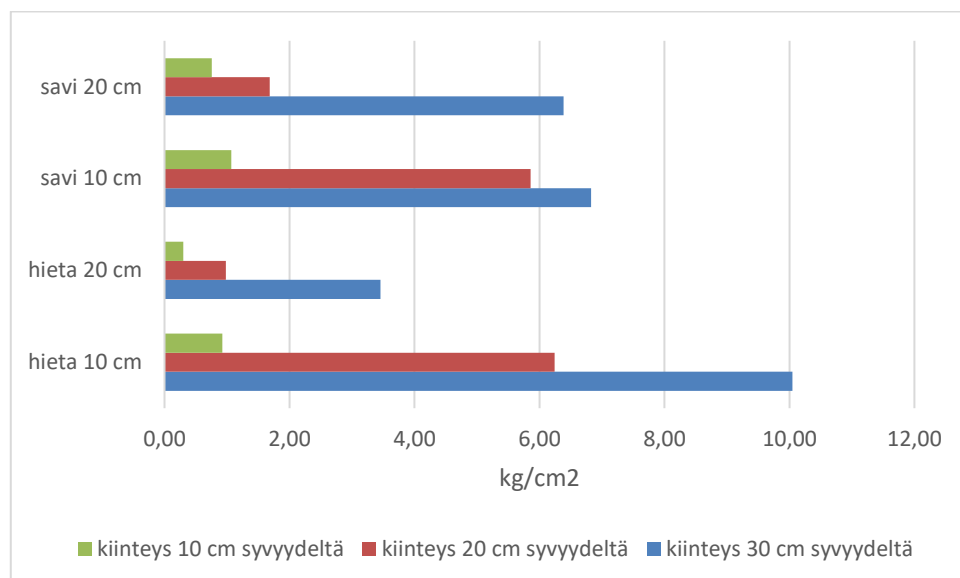
Kukkavanojen kokonaismäärään ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kohopenkin korkeus taikka maalaji.

#### 4.5 Lumen syvyys

Lumen syvyyttä mitattiin 6.3.2018. Korkeammassa kohopenkissä lumikerros oli keskimäärin noin 1 cm ohuempi kuin matalamassa penkissä. Ohuempi lumikerros eristää mansikkakasvin talvehtivia osia huonommin ja saattaa täten johtaa pahempiin talvivaurioihin. Ero oli kuitenkin tässä mittauksessa todella pieni.

#### 4.6 Maan kiinteyks kohopenkeissä

Maan kiinteyttä mitattiin kolmelta eri syvyydeltä Dickey-John -merkkisellä penetrometrillä. Tuloksista nähdään, että maa oli kiinteämpää ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) kaikissa mittaussyvyyksissä kummallakin maalajilla 10 cm:n kohopenkissä (kuva 14). Savimaalla kohopenkkien välinen suhteellinen ero kuitenkin tasaantui 30 cm:n syvyydeltä mitatessa. Hietamaalla suhteellinen ero oli kaikilla mittaussyvyyksillä melko suuri. Maan hyvä läpäisevyys voi olla yksi osatekijä kasvien paremmassa kasvussa korkeammassa kohopenkissä.

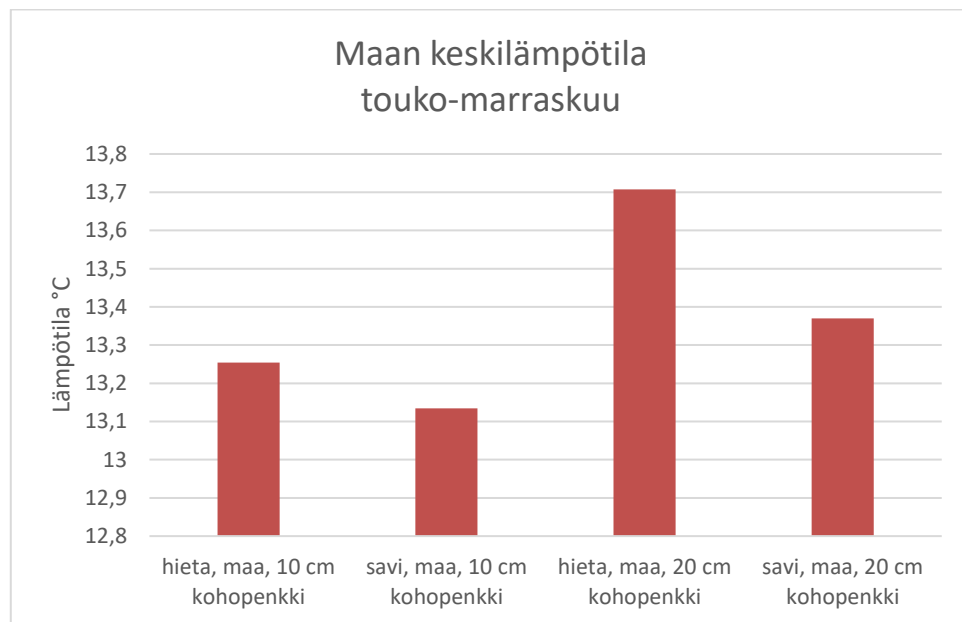


Kuva 14 Maan kiinteyks eri kohopenkkikorkeuksissa ja maalajeilla

#### 4.7 Maan lämpötila

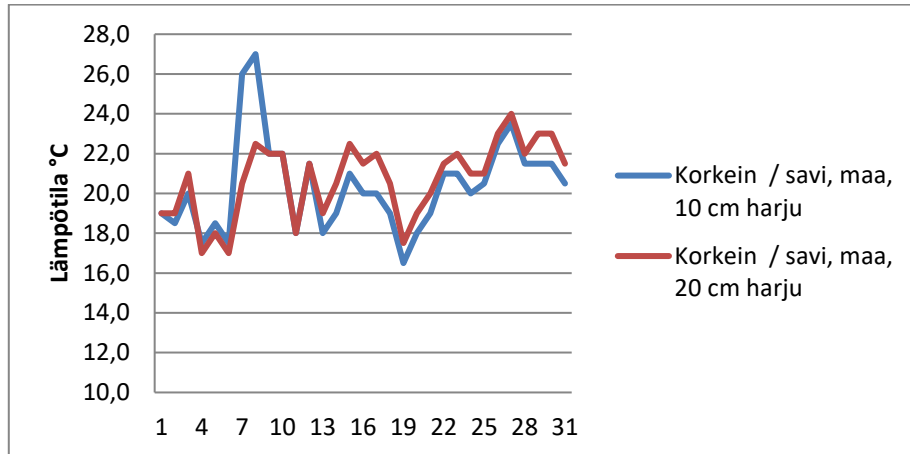
Pintaan sijoitetut patteriloggerit oli revitty muovin alta todennäköisesti lintujen toimesta. Tämä huomattiin elokuussa 2017 ja näistä loggereista kerättyä dataa ei ole huomioitu tässä opinnäytetyössä. Maan lämpötilan tiedot ovat hieman vajavaisia tästä johtuen.

Maan keskilämpötilasta aikavälillä touko-marraskuu oli korkeampi kummallakin maalajilla 20 cm:n kohopenkissä (kuva 15). Korkeampi keskilämpötila korkeammissa penkeissä on todennäköisesti vaikuttanut positiivisesti kasvien kasvuun.



Kuva 15 Maan keskilämpötila touko-marraskuu

Viivadiagrammissa esitetään heinäkuun korkeimpia lämpötiloja eri kohopenkkikorkeuksissa savimaalla (kuva 16). 20 cm:n kohopenkissä korkeimmat lämpötilat olivat suurimpana osana päivistä korkeammat kuin 10 cm:n kohopenkissä. Heinäkuun alkupuolella 10 cm:n kohopenkissä lämpötilat nousivat kuitenkin yli 26 celsiusasteeseen, kun samanaikaisesti 20 cm:n kohopenkin lämpötilat pysyttelivät 22 – 23 celsiusasteessa. Korkeat ääriämpötilat saattavat vahingoittaa kasveja.



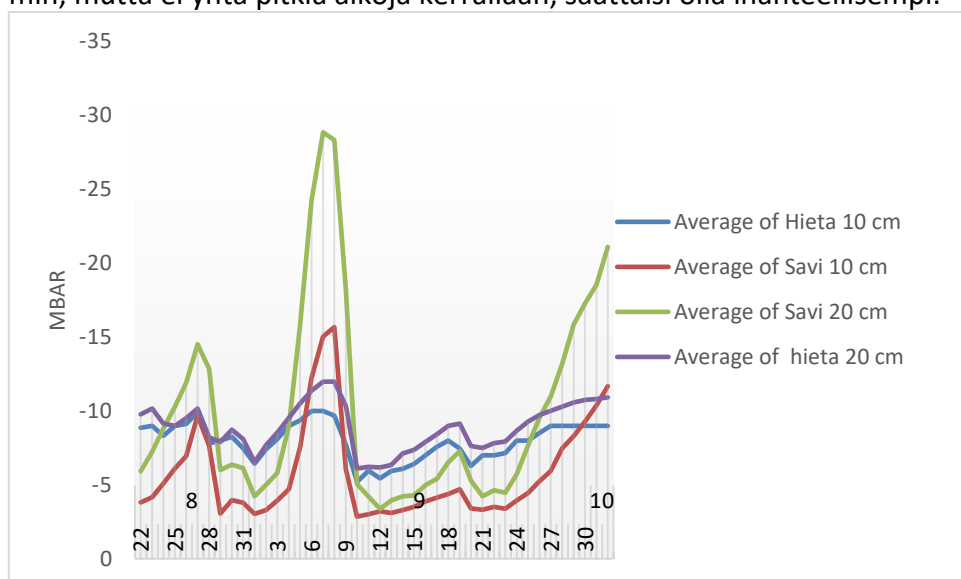
Kuva 16 Heinäkuun korkeimmat lämpötilat kohopenkeissä savimaalla

#### 4.8 Maan kosteus

Tensiometrit mittaavat juurien vedensaantiin tarvittavaa voimaa. Pienempi lukema tarkoittaa kuivempaa maata. Hieta- ja savimaat jaettiin omiksi kasteluryhmikseen vasta 15.8.2017. Tätä ennen kastelut aloitettiin siis aina samanaikaisesti sekä hieta- että savimaalla.

10 cm kohopenkit eivät kuivuneet tarkastelujaksolla yhtä kuiviksi kuin 20 cm kohopenkit (kuva 17). Kasteltaessa 10 cm:n kohopenkit tulivat keskimäärin märemmiksi kuin 20 cm:n penkit.

Kosteusolojen vaihtelu oli suurempaa savimaalla. Hietamaa ei kuivunut yhtä nopeasti eikä se toisaalta tullut kasteltaessakaan yhtä märäksi kuin savimaa. Hietamaalla kasteluohjelma, jossa kastelua annettaisiin useammin, mutta ei yhtä pitkiä aikoja kerrallaan, saattaisi olla ihanteellisempi.



Kuva 17 Tensiometrilukemien päivittäiset keskiarvot 22.8.-1.10

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön perusteella vaikuttaa siltä, että viljelijöiden kannattaisi kokeilla korkeamman kohopenkin käyttöä mansikan viljelyssä, sillä tulokset viljelykokeista ovat toistaiseksi olleet varsin hyviä. Sekä tässä opinnäytetyössä analysoidun ensimmäisen koevuoden tulokset että aiemman kaksivuotisen viljelykokeen tulokset viittaavat siihen, että 20 cm:n kohopenkki on suotuisampi mansikan kasvulle kuin 10 cm:n kohopenkki (Karhu & Parikka, 2017). Tämän kokeen myöhempien vuosien tulokset kertovat lisää vielä satotasoista ja talvivaurioista.

Maalajien välinen vertailu tässä kokeessa viittaisi siihen, että kohopenkkipilviljelyllä savimaasta on mahdollista tehdä suotuinen kasvu ympäristö mansikalle. Kohopenkiksi muokkaaminen saattaa parantaa savimaan mansikan viljelyyn heikkoina pidettyjä ominaisuuksia huomattavasti. Opinnäytteen tulosten valossa Honeoye vaikuttaa hyvältä valinnalta kohopenkkipilviljelyyn savimaalla, sillä se sai kokeen lajikkeista savimaasta suurimman edun kasvuunsa. Yleisesti hietamaata pidetään parempana maalajina mansikalle, joten tulosta tulee lähestyä varovaisuudella ja odottaa myös kokeen tulevien vuosien satotuloksia.

Maalajien erilaisten kapillaarisien ominaisuuksien ja eri kohopenkkikorkeuksien erilaisten vedenpidätyskykyjen vuoksi tulevaisuudessa tulisi selvittää maalajeille optimaalisia kastelu- ja lannoitusohjelmia. Myös tunneliviljelyn yhdistäminen korkeamman kohopenkin käyttöön tulisi ottaa selvityksen alle.

## LÄHTEET

- Evira (2018). Mansikan punamätä. Haettu 9.10.2018 osoitteesta: <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/kasvitaudit-ja-tuholaiset/vaaralliset-kasvitaudit-ja-tuholaiset/mansikan-punamata/>
- Husaini, M. & Neri D. (2016). *Strawberry; Growth, Development and Diseases*, Boston: CABI.
- Ilmatieteenlaitos (2018). Kuukausitilastot. Haettu 5.12.2018 osoitteesta: <https://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Jordbruksverket (2015). Skörd av trädgårdsväxter. Haettu 27.2.2018 osoitteesta: [https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO37/JO37SM1601/JO37SM1601\\_kommentarer.htm#BM3](https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/JO37/JO37SM1601/JO37SM1601_kommentarer.htm#BM3)
- Karhu, S. (2018a). Mansikan taimien kasvatus tiloilla (PDF). *Luonnonvarakeskus*. Haettu 7.12.2018 osoitteesta: <https://docplayer.fi/70993943-Mansikan-taimien-kasvatus-tiloilla.html>
- Karhu, S. (2018b). Monipuolista mansikantuotantoa Pohjois-Belgiassa. *Puutarha&Kauppa* 9/2018, 30-31.
- Karhu, S. (2018c). Lajikevalinnat kokeeseen. Haastattelu. 10.12.2017.
- Karhu, S. & Parikka P. (2017). Vegetative and crop responses of strawberry to elevated hill cultivation systems in high latitude conditions. *Acta Hort.* 1156. 243-248
- Kovanen, P. (2012). Tuoretta ja Makeaa. Sisä-Savon seutuyhtymä, Marjaosaamiskeskus. Haettu 8.11.2018 osoitteesta: <http://sss.multiedition.fi/www/fi/elinkeinopalvelut/marjaosaamiskeskus/Marjaosaamiskeskusenmateriaalit/kuluttajatutkimus.pdf>
- Luonnonvarakeskus (2018). *Puutarhatilastot*. Haettu 10.10.2018 osoitteesta: <http://stat.luke.fi/puutarhatilastot>
- Matala V. (2006). *Mansikan viljely*, 3. painos, Helsinki: Puutarhaliitto.

Mustonen, M. (2018). Mansikan taudit voidaan testata jo ennakkoon taimista ja maasta. Haettu 10.10.2018 osoitteesta: <https://www.uef.fi/web/saima/mansikan-taudit>

Parikka, P. & Kukkonen S. (2002). ROOT DAMAGE - A COMMON PROBLEM IN STRAWBERRY PRODUCTION IN FINLAND. *Acta Hortic.* 567. 643-646.

Parikka, P. (2018). Mansikan taudit ja tuholaiset taimissa (PDF). Haettu 9.10.2018 osoitteesta: [https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mansikan\\_taudit\\_ja\\_tuholaiset\\_taimissa\\_paivi\\_parikka\\_luke-p.pdf](https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mansikan_taudit_ja_tuholaiset_taimissa_paivi_parikka_luke-p.pdf)

Poling, E. An Introductory Guide to Strawberry Plasticulture. Haettu 7.11.2018 osoitteesta: <https://www.uaex.edu/farm-ranch/crops-commercial-horticulture/docs/Guide%20to%20Strawberry%20Plasticulture.pdf>

Puutarha-Sanomat (2012). Mansikan punamätä on löydetty 41 mansikkatilalta. Haettu 7.11.2018 osoitteesta: <https://puutarha-sanomat.fi/arkistot/13720>

Ruosteenoja, K., Räisänen J. & Pirinen P. (2011). Projected changes in thermal seasons and the growing season in Finland. *Royal Meteorological Society*. Haettu 7.11.2018 osoitteesta: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/joc.2171>

Savini, G., Neri, D., Zucconi F. & Sugiyama N. (2006). Strawberry Growth and Flowering: An Architectural Model. *International Journal of Fruit Science*. Haettu 9.10.2018 osoitteesta: [https://www.researchgate.net/profile/Davide\\_Neri2/publication/254376046\\_Strawberry\\_Growth\\_and\\_Flowering/links/5b2620d0aca272277fb59796/Strawberry-Growth-and-Flowering.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Davide_Neri2/publication/254376046_Strawberry_Growth_and_Flowering/links/5b2620d0aca272277fb59796/Strawberry-Growth-and-Flowering.pdf?origin=publication_detail)

Suomen Ympäristöpalvelu Oy (2016). Ohjeita viljavuusanalyysin tulkitintaan (PDF). Haettu 8.11.2018 osoitteesta: [http://www.suomenymparistopalvelu.fi/filewrap.php?c=&f=viljavuus\\_tulkinta.pdf](http://www.suomenymparistopalvelu.fi/filewrap.php?c=&f=viljavuus_tulkinta.pdf)

Torres-Quezada, E., Zotarelli, L., Whitaker V., Santos B. & Hernandez-Ochoa I. (2015). Initial Crown Diameter of Strawberry Bare-root Transplants Affects Early and Total Fruit Yield. *HortTechnology*. Haettu 8.11.2018 osoitteesta: <http://horttech.ashspublications.org/content/25/2/203.full>