
**VADELMAN JUURISTOTAUTIEN BIOLOGINEN
TORJUNTA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, 22.5.2015

Hanna-Katariina Lammi

Hanna-Katariina Lammi



LEPAA
Puutarhatalouden koulutusohjelma
Puutarhakasvien avomaantuotanto

Tekijä	Hanna-Katariina Lammi	Vuosi 2015
Työn nimi	Vadelman juuristotautien biologinen torjunta	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia *Gliocladium catenulatum* -sientä sisältävän biologisen Prestop[®] -kasvinsuojeluaineen toimivuutta vadelman juuristotautien biologisessa torjunnassa. Vadelman juuristotauteja on havaittu runsaasti vadelmaviljelyksillä viime aikoina. Tutkimus toteutettiin viljelytunneleissa vuonna 2014, ja työn toimeksiantajina olivat Verdera Oy ja Tyrvännön Marja ja Vihannes.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin vadelman juuristotauteja, niiden aiheuttajia ja torjuntakeinoja. Teoriaosuudessa käytiin läpi myös biologisen kasvinsuojeluaineen Prestopin toimintaperiaatetta ja muita biologisia torjuntamenetelmiä, joita on kokeiltu *Phytophthora*- ja *Pythium*-sienten torjunnassa. Lisäksi perehdyttiin vadelman tunneli- ja avomaaviljelyyn juuristotautien leviämisen ja niiltä suojautumisen kannalta sekä vadelman taimien tuontiin.

Tutkimuksessa selvisi, että biologinen kasvinsuojeluaine Prestop vähentää juurilahosaastunutta. Prestopilla käsitellyillä taimilla kuolleiden pääversojen määrä väheni lähes puoleen käsittelemättömiin taimiin verrattuna. Prestop-käsittely tehtiin kaksi kertaa ja molemmilla kerroilla kunkin Prestopilla käsiteltävän taimen tyvelle annosteltiin 2 dl Prestop-liuosta tippukastelua jäljitellen. Käyttömääräksi tuli 300 g per 1000 tainta.

Tutkimustulokset osoittavat selvästi, että Prestopia kannattaa käyttää vadelman juuristotautien torjunnassa. Prestopin käyttö antaa vadelman viljelijöille mahdollisuuden torjua vadelman juuristotauteja biologisesti.

Avainsanat Vadelman juuristotaudit, *Phytophthora*, Prestop, biologinen torjunta

Sivut 22 s. + liitteet 1 s.

Lepaa
Degree Programme in Horticulture

Author Hanna-Katariina Lammi **Year** 2015
Subject of Bachelor's thesis Biological Control of Raspberry Root Diseases

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out whether the biological fungicide Prestop[®], which contains *Gliocladium catenulatum* fungus, is suitable for biological control of raspberry root diseases. Recently raspberry root diseases are seen on cultivated red raspberries. The study was carried out in tunnels in 2014 and the commissioners of the thesis were Verdera Oy and Tyrvännön Marja ja Viannes.

In the thesis there raspberry root diseases, the factors causing them and methods to prevent them were listed. In the thesis the principle of preventing root diseases with Prestop[®] and other biological methods against *Phytophthora* and *Pythium* fungus were studied. Also the tunnel and field cultivation of the raspberry was studied from the angle of the spreading of root diseases and protecting raspberry from them.

It was found out that the biological fungicide Prestop reduces raspberry root rot infection. There were almost twice more dead raspberry plants when they were not treated with Prestop[®]. Prestop treatment was done twice on plants to be treated with Prestop[®]. Prestop[®] was given 300 g per 1000 plants.

The results of this study show clearly that it is wise to use Prestop[®] in the biological control of raspberry root diseases. Prestop[®] gives raspberry growers an opportunity to prevent raspberry root diseases biologically.

Keywords Raspberry, *Phytophthora*, Prestop, root diseases, biological control

Pages 22 p. + appendices 1 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VADELMAN JUURISTOTAUDIT.....	1
2.1	Juurilaho (<i>Phytophthora fragariae</i> var. <i>rubi</i>)	1
2.2	<i>Pythium</i>	2
2.3	<i>Fusarium</i>	3
2.4	<i>Verticillium</i> -lakastumistauti (<i>Verticillium</i> spp.).....	3
2.5	Mesisieni (<i>Armillaria</i> spp.)	4
2.6	Maalevintäiset virustaudit	4
3	VADELMAN JUURISTOTAUTIEN TORJUNTA	4
3.1	Torjuntamenetelmät	5
3.2	Biologinen kasvinsuojeluaine Prestop®	6
3.3	Aiempia tutkimuksia Prestopista.....	6
4	VADELMAN VILJELY	7
4.1	Siirtyminen avomaalta tunneleihin.....	7
4.1.1	Tunneliviljelyn hyödyt	8
4.1.2	Viljelytekniikan vaikutus tautien leviämiseen.....	9
4.1.3	Satotaimet ja vadelman taimien tuonti	9
5	AINEISTO JA MENETELMÄT	10
5.1	Koalueiden perustaminen	10
5.2	Prestopin levitys	11
5.3	Havainnointi ja mittaukset	12
6	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	12
6.1	Kuolleiden taimien määrä	14
6.2	Silmujen puhkeaminen ja sivuversojen kehitys	15
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	17
	LÄHTEET	19
	HAASTATTELUT	22

Liite 1 KOEALUEEN KARTTA

1 JOHDANTO

Vadelman viljely erityisesti muovitunneleissa on ollut kasvussa Suomessa ja kotimaisen vadelman taimituotannon vähennyttyä taimia on tuotu Suomeen ulkomailta. Riskinä on, että Suomen ulkopuolelta tuotujen taimien mukana kulkeutuu erilaisia maalevintäisiä juuristotauteja (Karhu 2012, 12), jotka heikentävät vadelman taimien kasvua ja sadontuottoa. Joillekin suomalaisille vadelmaviljelmille on kulkeutunut *Phytophthora*-sientä ulkomailta tulleen taimimateriaalin mukana.

Vadelman juuristotauteja vastaan ei ole käytettävissä kemiallisia kasvinsuojeluaineita Suomessa (Tukes n.d.a.), mikä rajoittaa keinoja torjua juuristotauteja. Jäljelle jäävät vain mekaaniset ja biologiset menetelmät. Maailmalla on tutkittu kemiallisia ja biologisia sienten torjunta-aineita vadelman juuristotauteja vastaan ja tutkimustulokset ovat osoittautuneet lupaaviksi. *Gliocladium catenulatum* -sieneen perustuva Prestop[®] on yksi biologinen fungisidi, jonka torjuntatehokkuutta *Phytophthora*a vastaan on tutkittu 2000-luvun aikana.

Työn tarkoituksena oli tutkia biologisen kasvinsuojeluaineen Prestopin (*Gliocladium catenulatum*) tehokkuutta vadelman juuristotautien torjunnassa ja selvittää, soveltuisiko Prestop[®] vadelman juuristotautien biologiseen torjuntaan. Prestop[®] on hyväksytty Suomessa muun muassa vihanneksen, yrttien ja koristekasvien juuristotautien torjuntaan taimikasvatuksessa sekä mansikan harmaahomeen torjuntaan, mutta tähän saakka myyntilupaan ei ole sisältynyt vadelma (Tukes n.d.b.). Kirjallisuudessa (luvat 2–4) perehdytään vadelman juuristotauteihin, niiden aiheuttajiin ja niiden aiheuttamien oireiden tunnistamiseen vadelmalla. Lisäksi tutustutaan juuristotautien torjuntakeinoihin, biologiseen kasvinsuojeluaineeseen Prestopiin ja vadelman viljelyyn sekä tunnelissa että avomaalla juuristotautien leviämisen ja niiltä suojautumisen kannalta. Kokeellisessa osuudessa (luvat 6–7) käsitellään Prestop-kokeen toteutusta ja tuloksia.

2 VADELMAN JUURISTOTAUDIT

Vadelman juuristotaudit johtuvat usein taudinaiheuttajista, jotka ovat peräisin seuraavista sienisuvuista: *Fusarium*, *Pythium* ja *Phytophthora*. Lisäksi maalevintäinen *Verticillium* aiheuttaa lakastumistautia. Kolme edellä mainittua sienisukua aiheuttavat vadelman juurilahoja. Myös maalevintäiset virukset voivat saastuttaa vadelmaa ja siten vaikuttaa vadelman kasvuun ja sadontuottoon.

2.1 Juurilaho (*Phytophthora fragariae* var. *rubi*)

Phytophthora fragariae var. *rubi* -sienen aiheuttamaa juurilahoja ilmenee puutarhavadelmalla, karhunvatukalla ja tuoksuvatukalla. Juurilahoon sairastuneet vadelmat jäävät kitukasvuiksi ja altistuvat herkemmin talvivaurioille. Pahasti saastuneet vadelmat nuutuvat ja lopulta kuolevat. Tauti

viihtyy kosteassa maaperässä ja hitaasti kuivuvilla viljelyksillä. (Ellis 2008, 1.)

Juurilahon aiheuttaja on peräisin Pohjois-Amerikasta. Euroopassa vadelman juurilaho havaittiin ensin Skotlannissa. Juurilaho on yleistynyt koko Keski-Euroopassa ja Iso-Britanniassa. Tautia esiintyy nykyään myös Suomessa, Norjassa, Ruotsissa ja Tanskassa. (Parikka 2011, 24–25; ks. myös Parikka 2013, 14.) Vasta 1980-luvun puolivälissä havahduttiin siihen, että *Phytophthora*-sienen aiheuttama juurilaho on hyvin ongelmallinen. Tuolloin Pohjois-Amerikassa, Australiassa, Manner-Euroopassa ja Iso-Britanniassa ilmeni merkittävän paljon kyseisen sienen aiheuttamaa tautia. (Ellis ym. 1991, 34.) Brittiläisessä Kolumbiassa *Phytophthora* on aiheuttanut 30–50 prosenttia tappiota vadelman viljelyssä (Agriculture and Agri-Food Canada n.d.). European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) suosittelee jäsenmaitaan tekemään maassaan säädöksen, jossa määritettäisiin *Phytophthora rubin* olevan karanteenitauti, jotta taudin leviämistä saataisiin hillittyä (European and Mediterranean Plant Protection Organization 2014).

Juurilahon seurauksena juuristo heikkenee ja veden kuljetus häiriintyy (Parikka 2011, 24.). Hyväkuntoiset versot heikkenevät yhtäkkiä ja nuutuvat myöhään keväällä tai kesän aikana. Lehdet muuttuvat alkuun keltaisiksi, oranssisiksi tai punaisiksi, tai lehtien kärjet kuolevat. Taudin edetessä vahingoittuneet versot kuihtuvat ja lopulta kuolevat. Sairastuneen taimen kuorenlainen pinta on punainen (Ellis 2008, 1–2.), ja terveen ja sairaan solukon välillä on selkeä raja (Ruutiainen 2004, 293). Marjoja kantavat versot lakastuvat usein ennen kuin marjat ehtivät kypsyä. Tyypillisenä oireena voidaan pitää, että kuihtuneen verson latva on koukkumainen (Bioforsk 2011). Sairastuneen kasvin juurten kuoren alla oleva solukko on punaruskea. Sairastuneen taimen erottaa hyvin terveestä taimesta, sillä terveen taimen juuret ovat valkoisia. (Ruutiainen 2004, 293.)

Parikka (2011, 24–25.) toteaa, että muutkin *Phytophthora*-sienilajit kuten *P. megasperma* ja *P. cactorum* voivat aiheuttaa lakastumista sekä tyvi- että juuristo-oireita. *P. fragariae* var. *rubi* muodostaa munaitiöitä, jotka säilyvät maassa ja kasvinjätteissä. Tauti-itiöt voivat olla maassa ilman isäntäkasvia jopa kauemmin kuin 15 vuotta (Mattilsynet 2012). *Phytophthora*-sienen itiöt muodostavat parveilijapesäkkeitä, joista irtoavat parveilijaitiöt tartuttavat vadelman juuria. Vaaditaan paljon vettä, jotta itiöt voisivat kulkeutua juuristoon ja tartuttaa kasvin. *P. fragariae* var. *rubi* menestyy viileissä olosuhteissa märässä ja tiiviissä maassa. (Parikka 2011, 25.)

2.2 *Pythium*

Erilaisia *Pythium*-lajeja esiintyy maailmanlaajuisesti, ja ne infektoivat kaikkia kasveja. *Pythium*-sieni infektoi erityisesti kasvien juuria sienirihmoillaan, ja sienen saastunnan seurauksena kasvin kasvu ja sadontuotto heikkenevät. *Pythium*-sienen aiheuttama taimipolte vioittaa pahimmin juuri itäneitä siemeniä ja siementaimia. Täysikasvuksilla kasveilla *Pythium*-infektiosta seuraa juurivioituksia ja juurilaho, jotka aiheuttavat kasvin nuutumisen ja mahdollisesti kuoleman. (Agrios 1997, 266, 268, 269.).

Pythium-sieni kulkeutuu veden ja maa-aineksen mukana, mutta itiöitä voi olla myös kuolleissa kasvinosissa. Lisäksi tauti voi tarttua kasviin uudelleen käytettävistä taimikennostoista. Taudinaiheuttajat voivat kulkeutua myös työntekijän mukana. (Lahdenperä 1998, 18.; ks. myös Agrios 1997, 269.)

2.3 *Fusarium*

Fusarium-sienilajeja esiintyy maailmanlaajuisesti, ja *Fusariumin* aiheuttama kasvien lakastuminen johtuu usein *F. oxysporum* -lajista. *Phytophthoran* tavoin *Fusarium* aiheuttaa juurilahoa. Saastunnallaan *Fusarium* mädättää infektoimiaan siemeniä ja kasvien taimia ja juuria. *Fusarium*-sienen saastuttaman kasvin kasvu heikkenee, ja kasvi lakastuu. Kasvin lehdet saattavat kellastua ja pudota kuivassa ilmassa. *Fusarium*-sieni säilyy maaperässä useita vuosia ilman isäntäkasvia, ja sen saastunta on pahimmillaan lämpimässä maaperässä. Sieni voi talvehtia sienirihmastona tai itiöinä joko kasvin siemenissä tai kuolleiden kasvien solukoissa. (Rios & Ortega 2012, VIII, 78; ks. myös Agrios 1997, 352, 354.)

2.4 *Verticillium*-lakastumistauti (*Verticillium* spp.)

Maalevintäinen *Verticillium*-sieni voi tartuttaa ainakin 160 eri kasvilajia. Kyseisen sienen tartuttama kasvi lakastuu, mutta kaikki *Verticillium*-suvun sienet eivät aiheuta vadelman lakastumista. Yksi vadelman lakastumista aiheuttava sienilaji on *Verticillium albo-atrum*. *Verticillium*-sieni voi tartuttaa vadelman lisäksi muun muassa karhunvatukkaa, perunaa, tomaattia ja paprikaa. Karhunvatukalle tauti on erittäin tuhoisa, kun taas vadelma voi sinnitellä infektoituneena useita vuosia. Sairastuneen kasvin marjat ovat kuitenkin pieniä ja murenevaisia. (Ellis ym. 1991, 36–37.)

Verticillium-lakastumistauti on yleisin Yhdysvalloissa ja Tyynenmeren rannikolla (Ellis ym. 1991, 36.). Eviran ohjeistuksen mukaan *Verticillium*-lakastumistautia ei saa olla ollenkaan myytävissä taimissa, ja taudin esiintyessä taimiera pitää hävittää. Suomessa tautia ei esiinny yleisesti, mutta taudinaiheuttajaa voi tulla ulkomaisen taimiaineiston mukana. (Evira 2012, 1.)

Marjoja tuottavan verson lehdet kellastuvat lehden alaosaan ylöspäin, nuutuvat ja lopulta kuolevat. Usein versojen lehdykät putoavat ennen ruotien putoamista. Juuriversojen määrä vähenee, ja kasvin kasvukunto heikkenee, mutta kasvi saattaa selvitä vuosia. Jos *Verticillium*-sieni ei infektoi koko juuristoa, tauti voi vaikuttaa vain osaan kasvia eli osa vadelmakasvustosta voi hyvinkin olla kuolemattomallaan kun taas osa on oireeton. (Ellis ym. 1991, 36.)

Sieni säilyy kasvijätteessä tai itseksensä maaperässä rihmastopahkana. Rihmastopahkan synnyttämä sienirihma tunkeutuu kasvin hiusjuuriin tai suoraan juuren kuoreen, josta se työntyy johtojänteisiin. Sienirihma voi tunkeutua myös juurten haavoista sisään. Kuolleista kasvinosista taudinaiheuttaja leviää maaperään ja voi olla siellä pitkän aikaa. Kaliforniassa tau-

dinaiheuttajan on todettu pysyvän maaperässä jopa neljätoista vuotta ilman, että alueella olisi ollut taudin tunnettuja isäntäkasveja. (Ellis ym. 1991, 37.)

2.5 Mesisieni (*Armillaria* spp.)

Mesisientien aiheuttaman juurilahon on havaittu tartuttavan monia puuvarisia kasveja maailmanlaajuisesti. Mesisientien tunnetaan olevan metsäpuuiden kasvintuhoaja, mutta Euroopassa, Pohjois-Amerikassa, Uudessa-Seelannissa ja Australiassa mesisientien on todettu tartuttavan myös *Rubus*-suvun kasveja. Useamman *Armillaria*-sienilajin on todettu tartuttavan vadelmaa. Ennen mesisienien aiheuttaman juurilahon aiheuttajana pidettiin vain lajia *Armillaria mellea* eli keltamesisientä. Tautia on hankala torjua, sillä se voi vuosikymmenten ajan pysyä maaperässä kasvin jäänteissä. (Ellis, Converse, Williams & Williamson 1991, 37–38.) Vaikka mesisientä on maailmanlaajuisesti, se on kuitenkin lähes tuntematon vadelmalla Suomessa.

2.6 Maalevintäiset virustaudit

Neljän maalevintäisen viruksen on todettu sairastuttavan vadelmaa. Haitalliset virukset leviävät sukkulamatojen välityksellä. *Arabis*-mosaiikkivirus (*Arabis mosaic virus*, AMV) ja mansikan latentti rengaslaikkuvirus (*Strawberry latent ringspot virus*, SLRV) leviävät *Xiphinema diversicaudatum* -ankeroisten välityksellä, kun taas vadelman rengaslaikun (*Raspberry ringspot virus*, RRV) sekä tomaatin mustalaikun (*Tomato black ring virus*, TBRV) vektoreina toimivat *Longidorus*-suvun ankeroiset. (Ellis ym. 1991, 47–48.)

Maalevintäisiä viruksia on todettu ympäri maailmaa, ja monet kasvit toimivat niiden isäntäkasveina, kuten monet marjakasvit. Vadelma on yksi maalevintäisten virusten isäntäkasveista. (EPPO & CABI n.d.a., EPPO ym. n.d.b., EPPO ym. n.d.c., EPPO ym. n.d.d.)

Virukset aiheuttavat selvästi erottuvia kloroottisia laikkuja vadelman lehtiin. Joistakin vadelmalajikkeista kehittyvät kitukasvuisia, ja lopulta kasvi kuolee. Osa lajikkeista taas heikkenee kasvullisesti, mutta on muuten oireeton. Virussaastunnan myötä marjat saattavat murentua. AM- ja SLR-viruksen saastuttamana vadelmakasvusto tuottaa vähän tai ei ollenkaan marjoja. (Ellis ym. 1991, 48.) SLR- ja TBR-virukset ovat usein piileviä marjakasveilla, kun taas *Arabis*-mosaiikkiviruksen saastuttaman kasvin lehdet ovat epämuodostuneita, heikkokasvuisia ja laikukkaita (EPPO ym. n.d.c., 2; EPPO ym. n.d.a., 2; EPPO ym. n.d.d. 1–2).

3 VADELMAN JUURISTOTAUTIEN TORJUNTA

Nykyään tavoitteena on toteuttaa integroitua kasvinsuojelua eli IPM:ää (Integrated Pest Management). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/128/EY mukaan tarkoituksena on käyttää ensisijaisesti muita

kuin kemiallisia menetelmiä kasvintuhoajien torjunnassa. Integroidun torjunnan yleisten periaatteiden mukaan tulisi siis käyttää muun muassa kestäviä ja luonnonmukaisia torjuntamenetelmiä, jos niillä saa tyydyttävästi torjuttua kasvintuhoojia (EPND 2009/128/EY, Liite III). Näin menetellen tuloksena pitäisi olla kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttömäärän vähentyminen viljelykasvien kasvinsuojelussa.

Integroidun kasvinsuojelun yleisten periaatteiden toteuttaminen tuli voimaan 1.1.2014 (LKsa 1563/2011, 50.1. §). IPM-säädösten vuoksi on tarvetta tutkia uusia menetelmiä kasvinsuojelussa. Biologisessa kasvinsuojelussa pyritään erityisesti ennaltaehkäisevään torjuntaan ja hyödynnetään muun muassa kasvintuhoojien luontaisia vihollisia. Uusia biologisia kasvinsuojelukeinoja tutkitaan ja etsitään kemiallisen torjunnan vastapainoksi. Vadelman juuristotauteja vastaan on kehitettävä muita menetelmiä, sillä kemiallisia kasvinsuojeluaineita juurilahoa vastaan ei ole saatavilla (Royal Horticultural Society, n.d.).

3.1 Torjuntamenetelmät

Juuristotautien ennaltaehkäisy on erittäin tärkeä tunnelivadelman kannattavuuteen vaikuttava tekijä, sillä taudin torjunta lisää kustannuksia ja tuottamattomat taimet vähentävät satoa. Joidenkin taudinaiheuttajien hävittäminen on hankalaa, sillä ne säilyvät maaperässä pitkän aikaa. Ulkomailla maan desinfioinnilla on saatu torjuttua juuristotautien aiheuttajia tehokkaasti, mutta se on hyvin kallis torjuntamenetelmä. Muutaman vuoden mittaisella viljelykierrolla vähennetään tautien ilmentymistä. (Ellis ym. 1991, 37–38.) Parikka (2011, 25.) toteaa, että *Phytophthora*-sienen munaitiöiden luonnollinen tuhoutuminen on hidasta, joten saastunta voi estää vadelman viljelyn lohkolla jopa kymmenen vuoden ajan.

Taudinaiheuttajia voi levitä taimimateriaalin mukana (Mattilsynet 2012). Parikka (2011, 25.) neuvoo, että ennen taimien ostoa kannattaa selvittää taimistojen terveystilanne ottamalla tuottajan tilanteesta selvää muilta asiakkailta ja viranomaisilta. Taimien puhtauden selvitys ennen taimien saapumista on ulkomaisten taimien osalta lähes mahdotonta. Juuristotautien leviämistä viljelyalalle torjutaan käyttämällä tervetaimia ja taudeille resistenttejä lajikkeita. Mekaanisella torjunnalla, kuten katteiden ja ojitusten käytöllä vähennetään juuristotauteja aiheuttavien sienien rihmastojen leviämistä maaperässä. (Ellis ym. 1991 37, 38, 49.) Rajoitetuilla kasvualustoilla, kuten ruukuilla ehkäistään tautien leviämistä sairastuneesta viljelykasvista lähettyvillä oleviin terveisiin viljelykasveihin.

Hyvä viljelyhygienia ehkäisee taudinaiheuttajia leviämästä saastuneelta viljelyalalta muille viljelyaloille. Taudinaiheuttajien saastuttama maaines ei saa kulkeutua muualle. (Parikka, 2011, 25.) Saastunutta maainesta voi kulkeutua muun muassa työvälineiden mukana. Taudinaiheuttajisienien itiöiden kuljettajana toimii myös vesi. (Mattilsynet 2012) Vadelman viljelystä kohopenkissä on kehittynyt maailmanlaajuisesti vakio- menetelmä hillitä vadelman juurilahosaastuntaa, sillä kasvualusta kuivaa kohopenkissä paremmin kuin tasamaalla (The James Hutton Institute n.d.). Juurilahosaastunnan vähentämiseksi kasvualustan tulisi olla hyvin vettä

läpäisevää, jotta vesi ei jäisi seisomaan. Tautien leviämistä torjutaan tehokkaasti, kun infektoituneet taimet poistetaan viljelykseltä. (Ellis ym. 1991, 38.)

3.2 Biologinen kasvinsuojeluaine Prestop®

Biologista Prestop® kasvinsuojeluainevalmistetta käytetään joidenkin koristekasvien, vihannesten ja yrttien taimipoltteen ja juuristotautien torjunnassa. Prestopilla torjutaan näiden kyseisten kasvien taudinaiheuttajasieniä *Phytophthora*, *Pythiumia*, *Rhizoctoniaa* ja *Fusariumia*. Prestop®-kasvinsuojeluainevalmistetta käytetään myös muun muassa kasvihuonekurkun mustapistemädän torjunnassa sekä tomaatin, kurkun ja paprikan harmaahomeen torjunnassa. (Verdera n.d.a.)

Prestop® sisältää *Gliocladium catenulatum* -sienen rihmastoa ja itiöitä. *Gliocladium catenulatum* -sieni on eristetty suomalaisesta viljelysmaasta. (Verdera n.d.a.) Prestop-jauhe sekoitetaan alkuun pieneen määrään vettä esimerkiksi yhteen litraan vettä ja sekoitetaan seos tasaiseksi. Lopulta seos laimennetaan siihen käyttöväkevyyteen, joka halutaan. Prestopia voidaan antaa monella tavalla: vesiseos voidaan levittää joko kastelemalla, ruiskuttamalla, kasvualustaan sekoittamalla tai tippukastelun kautta. Viljelykasveille Prestop® levitetään joko istutus- tai kylvövaiheessa. (Tukes n.d.b.)

Prestopin toimivuus perustuu tautien ennaltaehkäisyyn. Lisäksi se sopii integroituihin torjuntaan, eikä vahingoita torjuntaeliöitä. (Tukes n.d.b.) *G. catenulatum* -sieni kasvattaa rihmastoa kasvualustassa, johon se on levitetty. *G. catenulatum* -sienen rihmasto tunkeutuu tauteja aiheuttavan mikrobin sisään ja tuottaa tautimikrobeja tuhoavia entsyymejä. (Verdera n.d.a.)

3.3 Aiempia tutkimuksia Prestopista

Prestopin käytöstä on saatu lupaavia tuloksia *Phytophthora*-sienen torjunnassa vadelmalla sekä *Pythium*-sienen torjunnassa yrteillä ja kasvihuonekurkulla. Englannissa vuonna 1995 ja Suomessa vuonna 1996 yrttien ja kasvihuonekurkun kasvualustat saastutettiin *Pythium*-sienellä. Kokeissa terveiden taimien osuus oli suurempi, kun ne oli käsitelty Prestop Mixillä. Kyseisellä aineella käsiteltyjen kasvihuonekurkkujen terveiden taimien osuus oli jopa 2,5 kertaa isompi kuin käsittelemättömillä taimilla. (Verdera n.d.b.) Suomessa vuonna 2000 kokeiltiin Prestopia ja kemiallista käsitelyä kurkun *Pythium*-juuristotaudin torjunnassa. 0,4 % Prestop-seosta annettiin 50 millilitraa per kasvi ja kemialliseen torjuntaan käytettiin 0,15 % promapokarbi hydrokloridi -liuosta. Prestopilla käsitellyillä kurkuilla tautioireisia kasveja oli 25 %, kun kemiallisesti käsitellyillä kurkuilla oireilevien kasvien määrä oli 38 %. (Verdera, n.d.c.)

Vuonna 2007 Kanadassa toteutetussa kasvihuonekokeessa vadelman taimet saastutettiin kastelemalla ne *Phytophthora fragariae* var. *rubi* -vesiseoksella. Kokeessa oli Prestopin lisäksi mukana myös monia kemiallisia sienten torjunta-aineita. Verrannekemikaalina toimi Ridomil, joka sisältää metalakssyyliä ja mankotsebia. Prestopin käyttö osoittautui vertailus-

sa parhaimmaksi torjuntamenetelmäksi. Lisäksi taimien laatu oli parempi, kun ne oli käsitelty Prestopilla. Kullekin Prestopilla käsiteltävälle taimelle annettiin Prestopia 0,1 grammaa per taimi. (Lahdenperä, sähköpostiviesti 18.2.2014; ks. myös Agriculture and Agri-Food Canada, n.d.)

Prestopin toimivuutta *Phytophthora*-sientä vastaan on tutkittu myös Cambridgessa vuosien 2011 ja 2014 välisenä aikana. 0,5 % Prestop-liuosta annettiin 500 ml per vadelmantaimi. Prestopilla käsiteltyjen vadelmantaimien kasvu oli voimakasta, ja Prestopilla käsitellyistä taimista nuutui 35 %. Taimien juurista oli tummunut 39 % ja 20,5 % juurista pysyi valkoisena eli hyväkuntoisena. Prestopin lisäksi tutkittiin Paraatin, joka sisältää dimtomorphia, torjuntatehokkuutta *Phytophthora* vastaan vadelman viljelyssä. Paraatilla käsitellyt vadelmantaimet olivat kasvuvahvuudeltaan keskitasoa ja nuutuneita taimia oli 41,7 %. Tummuneita juuria oli 33,19 % ja valkoisia terveitä juuria 22,72 %. (Wedgwood 2014, 16, 23, 25, 26.)

Ennen Prestopia on kokeiltu muitakin torjuntamenetelmiä vadelman juuristotautien torjunnassa. New Yorkissa vuonna 1992 tutkittiin kemiallisen aineen metalaxylin ja *Trichoderma* eli *Gliocladium virens* -sientä sisältävän biologisen valmisteiden toimivuutta *Phytophthora*-sienen torjunnassa. Metalaxyllillä käsitellyissä vadelmantaimissa *Phytophthora*-sienen saastuttamia taimia oli 14,2 % ja *Trichodermalla* käsitellyissä 15,6 %. (Wilcox, Pritts & Kelly 1999, 1149, 1150.)

4 VADELMAN VILJELY

Kotimaista tuorevadelmaa tuotetaan 700 – 800 tonnia vuodessa (Ruutiainen 2004, 77). Vuonna 2013 vadelmaa viljeltiin 408 hehtaarin alalla ja kokonaismäärä oli 0,7 miljoonaa kilogrammaa (Puutarhatilastot 2013 2014, 13). Vuonna 2013 Euroopan suurin vadelman tuottaja oli Venäjän federaatio, jossa vadelmasatoa saatiin 143 tonnia (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, n.d.). Ulkomailta Suomeen tuotua tuontivadelmaa myydään pakastettuna, mutta sitä käytetään myös muissa myyntituotteissa kuten hilloissa ja mehuissa (Ruutiainen, 2004, 49). Vadelman tuotannossa ollaan siirtymässä tunneleihin, joissa vadelmaa viljellään yksivuotisena. Koska vadelman kulutuksen odotetaan kasvavan, satoa pyritään saamaan enemmän ja satokauden ajankohtaa pyritään pidentämään.

4.1 Siirtyminen avomaalta tunneleihin

Vadelmaa voidaan viljellä joko avomaalla, kasvihuoneessa tai tunnelissa. Iso-Britanniassa vadelman avomaaviljelystä on siirrytty kasvattamaan vadelmaa sadekatoksissa tai muovitunneleissa. Kylmävarastoidut, kukkiin virittyneet taimet kuitenkin istutetaan suoraan peltomaahan. Myös Hollannissa tuotanto siirtyy kasvihuoneisiin ja tunneleihin. Frigotaimilla ja katoksilla pyritään pidentämään satokautta. (Ruutiainen 2004, 42–43.) Hollanti ja Belgia ovat kausihuonetuotannon edelläkävijöitä, mutta Espanja on EU:n suurin vadelman kausihuonetuottaja (Ruutiainen 2006, 4).

Katteilla pyritään parantamaan sadon tuottoa ja pidentämään viljelykautta, ja satoa suojataan rankoilta sateilta ja tuulelta. Lisäksi voidaan säädellä ilmankosteutta ja lämpötilaa. (Brown 2004, 7.) Nykyään vadelman viljelyssä on siirrytty yksivuotisiin satoa tuottaviin versoihin, kun ennen käytettiin versoja, jotka tuottavat satoa vasta toisena vuotena (Ruottinen 2003, 150). Osa viljelijöistä hankkii taimensa Englannista ja Hollannista.

4.1.1 Tunneliviljelyn hyödyt

Kun vadelmia kasvatetaan tunneleissa, vadelmien satokausi pidentyy merkittävästi. Satokausi voidaan joko aloittaa aiemmin tai sitä voidaan pidentää lähemmäksi syksyä. (Heidenreich, Pritts, Kelly & Demchak, 2012, 5–6.) Satokauden pidentyminen perustuu siihen, että katteen alla on lämpimämpää katteettomaan viljelyalaan verrattuna. Aurinkoisella säällä katteen alla on hyvin lämmin, voi olla liiankin kuumaa. Lämpötilan vaihtelut kasvustossa ovat suuria katteen alla olevan pienen ilmatilan vuoksi. (Ruutiainen 2004, 186.) Vuonna 2008 MTT:n tutkimusasemilla Sotkamossa ja Rovaniemellä järjestetyssä kokeessa saatiin aikaistettua vadelman sadon tuottoa kausihuoneessa. Sotkamossa satoa saatiin aikaistettua kolmella vuorokaudella, kun taas Rovaniemellä peräti neljällätoista vuorokaudella. (Hoppula 2010, 16.)

Yaran nettisivuilla todetaan, että tunneliviljelyssä satoa saadaan kaksi tai jopa kolme kertaa enemmän kuin avomaalla viljeltäessä (Yara, n.d.). Lisäksi marjojen laatu sekä säilyvyysaika paranevat ja satoa saadaan kerättyä tasaisesti tunnelissa viljeltäessä. Tunneli suojaa vadelmakasvustoa sekä tuulelta että sateelta, lisäksi maaperä pysyy lämpimänä. (Heidenreich ym. 2012, 5–6.) Marjojen laatu on parantunut, kun marjat ovat sääolosuhteilta suojassa katteen alla. Kuitenkin tunnelissa on huolehdittava tuuletukselta. Jos kukinta-aikana tuuletus ei ole riittävää helteisissä olosuhteissa, kukkien pölytys voi jäädä toteutumatta ja sekä kukat että marjat voivat 'palaa'. (Ruutiainen 2006, 4–5.) Muovitunnelin voi sijoittaa rinteeseen rinteeseen suuntaisesti, jolloin lämmin ilma kulkeutuu tunnelin yläpäästä ulos (Ruottinen 2003, 162).

Vadelman avomaaviljelyyn verrattuna kasvitautien ja -tuholaisten torjuntaan tarvitaan vähemmän kasvinsuojeluaineita tunneliviljelyssä (Heidenreich ym. 2012, 6). Koska vadelmakasvusto pysyy kuivana katteen alla, rajoittaa se kasvitautien lisääntymistä, sillä monet taudit edellyttävät kosteita olosuhteita. Tunnelin muovikate vähentää mekaanisesti tuholaisten liikkumista. Monen kasvintuhoojalajin lento on jo mennyt ohi tai se ei ole vielä alkanut silloin, kun vadelma on tuholaisten alttiissa vaiheessa. Tämä perustuu siihen, että tunnelissa vadelman varhais- tai myöhäistuotannossa vadelman ja tuholaisten kasvurytmi eriaikaistuvat. (Ruutiainen 2006, 5.) Kuitenkin katteen seurauksena kasvintuhoojien määrä saattaa kehittyä kasvustolle epäedulliseen suuntaan, sillä katteen alla olosuhteet ovat hyvät sekä kasvustolle että kasvintuhoojille (Brown 2004, 7).

4.1.2 Viljelytekniikan vaikutus tautien leviämiseen

Yksinkertainen viljelytunneli koostuu metallisista tukikaarista ja joustavasta muovista. Tunnelin katteeksi laitetaan joko PVC-, EVA- tai LDPE-muovia. (Brown 2004, 7.) Kaikki tunnelirakennelmat eivät kestä lumen painoa talvella, jolloin muovikate joudutaan ottamaan pois. Tunneliviljelyllä voi olla joko yksittäisiä tunneleita tai tunnelirakennelmia, joissa on useampi huone samassa. (Heidenreich 2012, 9.)

Vadelman tunneliviljelyssä sadon varhaistaminen ja myöhäistäminen säävytetään muovikatteella ja satotaimilla, mutta Ruutiainen toteaa (2005, 16.) avomaalla lajike- ja kasvupaikkavalinnan vaikuttavan sadon ajoittamiseen. Myöhäislajikkeiden marjojen laatu saattaa kärsiä avomaalla syysateiden vuoksi, sillä kasvusto ei kuivu niin nopeasti syksyllä kuin kesällä. (Ruutiainen 2004, 192.) Runsaan kosteuden seurauksena avomaalla on vadelmakasvustolla suurempi riski saada tartunta veden mukana kulkeutuvista tai kosteissa olosuhteissa viihtyvistä taudinaiheuttajista kuin viljelytunnelissa. Siksi ojituksesta ja oikeasta taimitiheydestä tulisi pitää huolta niin tunnelissa kuin avomaallakin viljeltäessä. Tunneliviljelyn etuna on katteen tuoma sadesuoja, sillä vadelmakasvusto pysyy paremmin kuivana kuin avomaalla.

Vadelmia voidaan kasvattaa rajoitetussa kasvualustassa, kuten ruukussa, laatikossa tai säkissä, mutta vadelmaa voidaan kasvattaa myös maapohjassa. Jos tunneliviljelyyn valitaan maapohjaviljely, tunnelin muovi tulee poistaa talven ajaksi, jotta taimet eivät altistuisi paleltumisvaurioille. (Ruottinen 2003, 176.) Taimien kasvatus astioissa mahdollistaa taimien siirron varastoon talven ajaksi, jolloin paleltumisriski pienenee. (Ruutiainen 2005, 17.) Joillakin vadelman tunneliviljelyllä uudet astiataimet hankitaan joka vuosi eikä niitä varastoida. Näin menetellään muutamilla vadelman tunneliviljelyllä Suomessa muun muassa Kanta- ja Päijät-Hämeessä.

Ruutiainen (2005, 17.) toteaa, että vadelman astiataimiviljelyssä taimia ei voi lannoittaa ja kastella ilman automatiikkaa ja tippukastelua. Kuitenkin astiaviljelyssä veden ja ravinteiden käyttöä sekä kulutusta voidaan säädellä tarkasti. Tihkukastelua voidaan hyödyntää, jos tunnelissa taimet on istutettu maahan tai laatikoihin. (Ruottinen 2003, 151. 178.) Avomaalla vadelmantaimia kastellaan joko sadettimilla tai tihkukasteluletkuilla (Ruutiainen 2004, 284). Tippu- tai tihkukastelu yhdessä rajoitetun kasvualustan kanssa vähentävät maalevintäisten taudinaiheuttajien leviämistä saastuneista taimista läheisiin terveisiin taimiin. Taimien kasvualustat eivät ole kosketuksissa keskenään eikä kasteluvesi voi levittää taudinaiheuttajia muihin taimiin.

4.1.3 Satotaimet ja vadelman taimien tuonti

Vadelman satotaimilla pyritään saamaan korkea sato ensimmäisenä viljelyvuotena. Taimet on esikasvatettu niin kookkaiksi, että ne tuottavat satoa jo istutusvuonna. (Karhu 2012, 12.)

Kylmävarastoitujen eli frigotaimien avulla sadontuoton ajankohta voidaan ajoittaa melko tarkasti. 8 – 12 viikon kuluttua istutuksesta taimet alkavat tuottaa satoa, jolloin istutusajankohtaa muuttamalla sato voidaan ajoittaa haluttuun ajankohtaan. (Ruottinen 2003, 150, 166.) Taimien kasvatus voidaan aloittaa, kun ne ovat olleet riittävän kauan lepotilassa. Taimet varastoidaan -2°C:ssa. (Ruutiainen 2004, 189.) Ulkomailla on kuitenkin todettu, että pitkä varastointi heikentää silmujen puhkeamista keväällä. (Ruutiainen 2005, 17.) Taimien nostoajankohta on erittäin tärkeä. Jos taimet nostetaan liian aikaisin, ne eivät välttämättä säily kovin hyvin kylmävarastossa. Myöhäinen nostoajankohta taas altistaa taimet pakkasvaurioille, mutta näille altistuminen riippuu lajikkeesta ja versojen sopeutumisesta lämpötilanmuutokseen. (McGregor, Hall & Langford 1999, 115.)

Ennen tunneliviljelyä Suomessa käytettiin vain kotimaisia vadelman taimia. 1970 – 1980 -lukujen vaihteessa tervetaimet tulivat markkinoille. Tervetaimia alettiin käyttää, koska ne saastuivat hitaasti virustauteihin ja marjasato oli 2 – 4 kertaa suurempi verrattuna viroottisiin taimiin. (Ruutiainen 2004, 155.) Tunneliviljelyn myötä satotaimia on alettu tuoda ulkomailta Suomeen. Uhkana on ollut, että ulkomailta kulkeutuu taudinaiheuttajia taimimateriaalin mukana viljelyalueille (Karhu 2012, 12). Ismo Ruutiaisen mukaan riskinä on monien maalevintäisten kasvitautien kuten juurilahon leviäminen taimimateriaalin mukana (Vilander 2014, 7). Taimituhoojia voi kuitenkin olla myös kotimaisissa taimissa.

5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Biologisen torjunta-aineen Prestopin tehokkuutta vadelman juuristotautien torjunnassa kokeiltiin käytännössä kantahämäläisellä tunnelivadelmaviljelmällä kesällä 2014. Työntilajina olivat Verdera Oy ja Tyrvännön Marja ja Vihannes.

5.1 Koealueiden perustaminen

Koejäseninä olivat Prestopilla käsitellyt ja käsittelemättömät vadelman taimet. Vadelmalajike oli 'Glen Ample'. Vadelman kaksiversoiset sato-taimet tuotettiin Englannissa ja ne ruukutettiin koepaikalla kookoskuidulla täytettyihin 3 litran ruukkuihin, joissa oli matalat jalat ja verkkopohja. Vadelman versot tuettiin pystyasentoon verkolla ja tukilangoilla (kuvat 1 ja 2).

Koealue käsitti neljä tunnelia, joissa jokaisessa oli kolme vadelmariviä. Kaksi keskimmäistä riviä toimi käsittelemättömänä verranteena ja kahdessa muussa keskimmäisessä rivissä testattiin Prestopia. Laitimmaisesta tunnelirivistä toimivat suojariveinä (Koealueen kartta Liite 1). Kokeessa oli siis kaksi kerrannetta. Yhdellä rivillä, jonka pituus oli 123 metriä, oli kolme tainta eli kuusi pääversoa yhden metrin matkalla. Yhdessä koeruudussa eli yhdessä rivissä oli 369 tainta eli 738 pääversoa.

Kasvukauden aikana koealueen taimista poistettiin tarvittaessa rikkakasvit ja vadelman kasvuversot. Taimille annettiin kasteluvettä tippukastelun kautta.

5.2 Prestopin levitys

Vadelmantaimet istutettiin 12.4.2014 ja Prestop[®] levitettiin ensimmäisen kerran 24.4.2014. Prestop-käsittely uusittiin 22.5.2014. Ensimmäisellä käsittelykerralla Prestopilla käsiteltävien vadelman taimien tyvelle kaadettiin litran mitta-astialla 2 desilitraa 6,25 % Prestop-liuosta. Toisella käsittelykerralla kaadettiin taimien tyvelle 2 desilitraa 4,1 % Prestop-liuosta samalla menettelytavalla kuin ensimmäisellä kerralla. Valmisteen käyttömääräksi tuli molemmilla käsittelykerroilla 0,6 g per taimi.



Kuva 1. Taimet istutettiin 12.4.2014 ja tuettiin klipsien avulla pystyyn (kuva otettu 2.5.2014).



Kuva 2. Taimet tuettiin klipsien lisäksi verkolla (kuva otettu 29.5.2014).

5.3 Havainnointi ja mittaukset

Silmujen kokonaismäärä, kuivuneiden ja puhjenneiden silmujen määrä laskettiin ja sivuversojen pituudet mitattiin kunkin koeruodun 20 satunnaisesti valitusta pääversosta 2.-3.5. ja 29.5. Jokaisen pääversion alaosa, keskeltä ja yläosa laskettiin yhteensä 15 sivuversion pituus 0,1 cm:n tarkkuudella. Sekä Prestopilla käsiteltyjen että verranteen kuolleet vadelman taimet laskettiin kerran viikossa toukokuun lopusta elokuun loppuun asti.

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Koealueella todettiin olevan *Phytophthora*-sientä, mutta perinteisiä määrittämissä menetelmiä käyttäen sitä ei pystytty lajilleen määrittämään. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että kyseessä on nimenomaan *Phytophthora rubi*-sienen aiheuttama vadelman juurilaho, sillä saastuneiden taimien juuret eivät kehittyneet ollenkaan (kuva 3). Kuolleita taimia ilmeni sekä yksittäin että pienellä alueella ryhmissä. Osa sairastuneista taimista ei kehittynyt ollenkaan eli silmut eivät koskaan puhjonneet (kuva 4).



Kuva 3. Kehittymättömiä juuria (kuva otettu 10.6.2014).



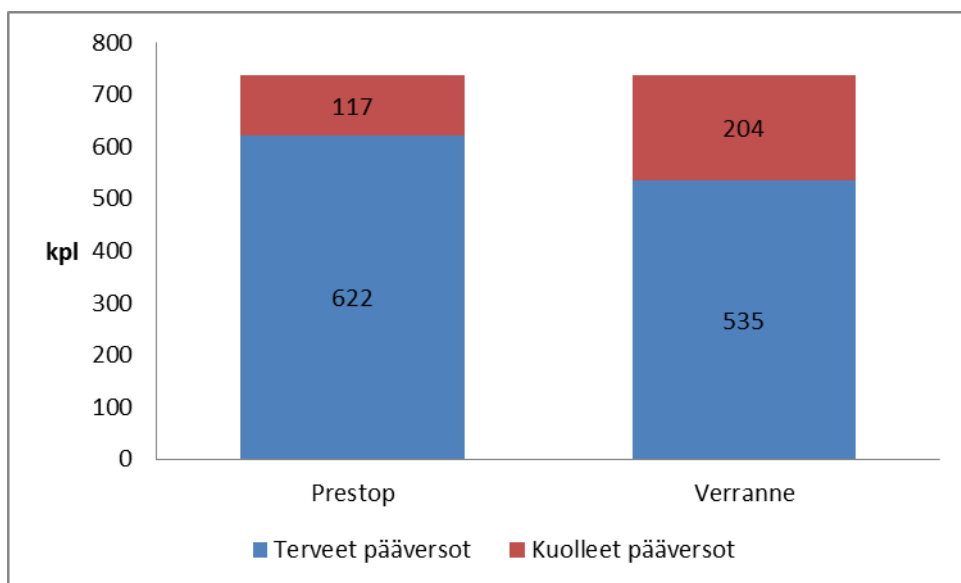
Kuva 4. Taimirivissä kuoli yksi tai useampi vierekkäisistä vadelmantaimista ja hajonneet tippuletkut kastelivat lähiympäristön (kuva otettu 22.5.2014).

6.1 Kuolleiden taimien määrä

Kuihtuneita pääversoja näkyi vadelmakasvustossa pian istutuksen jälkeen. Pääversojen kuolleisuuden lisäksi ilmeni muitakin tautioireita kuten lehtien keltaisuutta (kuva 5). Kesäkuussa pääversojen kuolleisuus oli vähäisintä, mutta tuolloin tautioireita ilmeni paljon. Heinäkuun puolivälistä elokuun alkuun vadelman taimia ja yksittäisiä pääversoja kuoli eniten.

Viisi viikkoa ensimmäisen Prestop-käsittelyn jälkeen kuolleiden pääversojen osuus oli 2,5 % käsittelyn saaneista taimista ja 8,7 % käsittelemättömistä. Neljän kuukauden kuluttua ensimmäisestä Prestop-käsittelystä taimien pääversojen kuolleisuus oli 15,6 % Prestopilla käsitellyillä ja käsittelemättömillä 27,3 %. Toisesta Prestop-käsittelystä oli ehtinyt kulua kolme kuukautta.

Verrannetaimien joukossa oli lähes kaksi kertaa enemmän kuolleita pääversoja kuin Prestopilla käsiteltyjen taimien joukossa (kuvio 1). Pääversot nuutuivat ja kuolivat viikon tai kahden kuluttua siitä, kun niissä alkoi ilmetä ensimmäisen kerran lehtien keltaisuutta. Vaikka taimi oli infektoitunut, sen toinen pääverso saattoi pysyä elossa 1 – 3 viikon ajan, kun taas toinen pääversoista oli jo kuollut.



Kuvio 1. Kuolleiden ja terveiden pääversojen lukumäärä Prestop- käsittelyssä ja verranteessa neljä kuukautta ensimmäisen Prestop-käsittelyn jälkeen. Luvut ovat kahden kerranteen keskiarvoja.

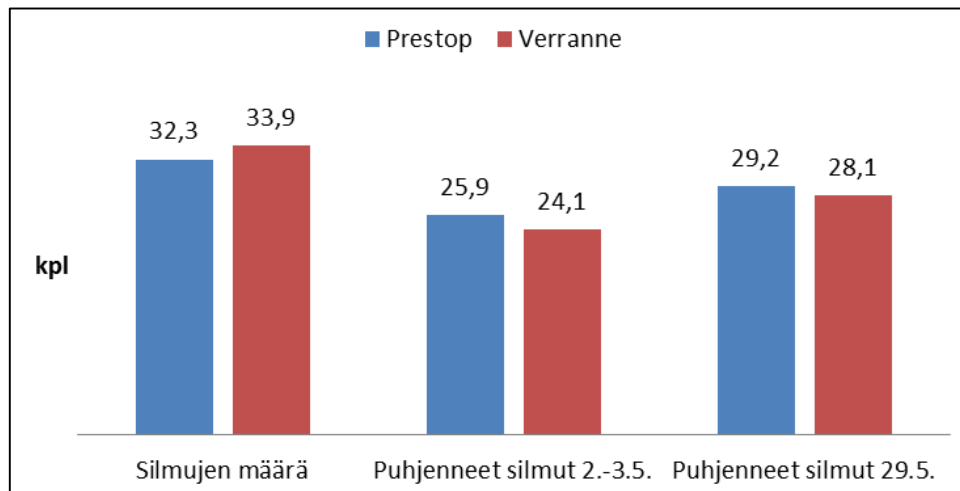


Kuva 5. *Phytophthora*-sienen, todennäköisesti juurilahon aiheuttamaa kloroottista vioitusta (kuva otettu 30.5.2014).

6.2 Silmujen puhkeaminen ja sivuversojen kehitys

Vadelman pääversossa oli keskimäärin 33 kappaletta silmuja. Silmujen puhkeamisnopeudessa (kuvio 2) tai silmujen ja sivuversojen kuivumisessa ero oli pieni käsittelyjen välillä, mutta tulos oli parempi Prestopilla käsitellyillä taimilla.

Yhdeksän vuorokauden kuluttua ensimmäisestä Prestop-käsittelystä silmuja oli puhjennut noin 26 kappaletta per pääverso käsittelyn saaneissa taimissa. Käsittelemättömissä taimissa vastaava määrä oli noin 24 kappaletta. 35 vuorokauden kuluttua ensimmäisestä Prestop-käsittelystä puhjenneiden silmujen määrä oli noussut noin 29 kappaleeseen per pääverso Prestopilla käsitellyissä taimissa ja käsittelemättömillä taimilla 28 kappaleeseen.



Kuvio 2. Vadelman pääversojen puhjenneita silmuja.

Kahdenkymmenen vuorokauden kuluttua istutuksesta havaittiin, että käsittelemättömissä taimissa oli kuivuneita silmuja ja sivuversoja keskimäärin 4,7 kappaletta per pääverso. Prestopilla käsitellyissä taimissa määrä oli 6,4 kappaletta per pääverso. Tuolloin Prestop-käsittelystä oli kulunut viikko. Viiden viikon kuluttua istutuksesta käsittelemättömissä taimissa kuivuneiden sivuversojen ja silmujen määrä oli noussut 5,8 kappaleeseen. Sen sijaan Prestopilla käsitellyissä taimissa määrä oli laskenut 3,1 kappaleeseen. Ensimmäisestä Prestop-käsittelystä oli kulunut tuolloin aikaa noin kuukausi.

Ensimmäisellä havaintokerralla (2.-3.5.), kun Prestopin levityksestä oli kulunut viikko, käsiteltyjen taimien sivuversojen keskipituus oli noin 1,5 cm ja käsittelemättömien taimien 1,1 cm. Noin kuukausi (29.5.) ensimmäisen käsittelyn jälkeen sivuversojen keskipituus oli Prestop-käsittelyssä 21,5 cm ja käsittelemättömässä 19,9 cm.

Sivuversojen ja silmujen kuivumisessa ei ollut suuria eroja käsittelyjen välillä, vaikka taimien kuolleisuudessa oli. Silmujen ja sivuversojen kuivuminen (kuva 6) johtunee tunnelien viettävydestä alaspäin ja toukokesäkuun viileästä ilmasta. Viileä ilma saattoi painua tunnelin alapäähän ja palelluttaa erityisesti pääversojen latvassa olevat silmut ja vastapuhjenneet sivuversot.

Kuivuneiden ja kehittymättömien silmujen määrä selittynee myös mahdollisesti vadelman taimien liian pitkästä kylmävarastoinnista. Willem van Eldikin (konsultointi 25.6.2014) mukaan taimissa on mahdollisesti ollut jotakin sienitautia, joka keskeyttää silmujen ja jo kehittyneiden sivuversojen kasvun ja aiheuttaa mahdollisesti käsittelyjen välisen parin senttimetrin eron sivuversojen keskiarvoisissa pituuksissa.



Kuva 6. Juuri kehittyneitä sivuversoja kuivui erityisesti latvasta (kuva otettu 29.5.2014).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Prestopilla käsitellyissä taimissa taimien ja yksittäisten pääversojen kuolleisuus oli pienempi kuin käsittelemättömissä taimissa. Prestop[®] suojasi taimia ja hidasti juuristossa olleen taudin etenemistä. Kuolleiden taimien osuus olisi voinut olla vielä pienempi Prestopilla käsitellyillä taimilla, jos ensimmäinen käsittely olisi tehty ennaltaehkäisevästi heti taimien istutuksen yhteydessä.

Kuolleiden taimien ryhmät selittyivät ainakin osaksi sillä, että yhdestä sairastuneesta taimesta mahdollisesti levisi taudinaiheuttajamikrobeja kasteluveden mukana, sillä ruukkujen pohjassa olevasta reiästä ylimääräinen vesi poistui ja virtasi viereisten taimiruukkujen alle (kuva 4). Tippuletkuja hajosi välillä, jolloin kasteluvettä roiskui kasteluletkun ja tippuletkun liitoksesta lähiympäristöön. Voi myös olla, että on istutettu vierekkäin taudinaiheuttajan jo saastuttamia taimia. Tämän päätelmän vahvistaisi se, että lähekkäin istutetut taimet on otettu samasta häkistä, jossa ne on kuljetettu. Taimien kuolleisuuteen on voinut vaikuttaa myös tunnelien viettävyys alaspäin, jolloin tunnelin alapäähän painunut kylmä ilma saattoi palelluttaa taimia.

Heinäkuussa todettua runsasta taimien ja yksittäisten pääversojen kuolemista on varmaankin lisännyt tuolloin ollut hellejakso, jota kesti keskimäärin kaksikymmentäkuusi vuorokautta (Ilmatieteen laitos, 2014). *Phytophthora*-sienitartunnan saaneiden taimien heikosti kehittyneet juuret eivät todennäköisesti saaneet otettua vettä tarpeeksi lehtien haihduntaan nähden. Kesäkuun aikana ilmennyt taimien ja pääversojen vähäinen kuolleisuus johtunee tuolloin vallinneesta viileästä säästä.

Kokeesta saatujen tulosten perusteella Prestopin käyttöä voi suositella vadelman juuristotautien biologiseen torjuntaan. Prestopin käytön myötä vadelman viljelijöiden taimitappio pienentyisi ja siten mahdollisesti myös sätotappiota tulisi vähemmän.

LÄHTEET

Agriculture and Agri-Food Canada n.d. Screening fungicides for control of Phytophthora root rot of caneberries (raspberry). Pesticide Risk Reduction Program. Viitattu 25.3.2015.

<http://www.agr.gc.ca/eng/?id=1299092819335>

Agrios, G. N. 1997. Plant pathology. Fourth edition. San Diego: Academic Press.

Bioforsk 2011. Eggsporesopp. Råteskimmel. Rød rotråte i bringebær (*Phytophthora fragariae* var *rubi*). Viitattu 17.12.2014.

http://leksikon.bioforsk.no/vieworganism.php?organismId=1_1431

Brown, R. P. 2004. Polymers in agriculture and horticulture. Smithers Rapra. Viitattu 15.3.2015. Saatavissa Ebrary-tietokannassa:

<http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/detail.action?docID=10236828&p00=polymers>

Ellis, Michael A., Converse, R. H., Williams, R. N. & Williamson, B. 1991. Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN: APS Press, cop.

Ellis, M. A. 2008. Phytophthora root rot of raspberry. Fact Sheet.

Agriculture and Natural Resources. Department of Plant Pathology. The Ohio University. Viitattu 15.11.2014.

http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/HYG_3207_08.pdf

EPND, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY. Euroopan unionin virallinen lehti. L 309/71. Viitattu 16.4.2015.

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:FI:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:FI:PDF)

EPPO & CABI. n.d.a. Arabis mosaic nepovirus. Data Sheets on Quarantine Pests. Viitattu 17.2.2015.

http://www.eppo.int/QUARANTINE/virus/Arabis_mosaic_nepovirus/ARMV00_ds.pdf

EPPO & CABI. n.d.b. Raspberry ringspot nepovirus. Data Sheets on Quarantine Pests. Viitattu 17.2.2015.

http://www.eppo.int/QUARANTINE/virus/Raspberry_ringspot_virus/RPRSV0_ds.pdf

EPPO & CABI. n.d.c. Strawberry latent ringspot 'nepovirus'. Data Sheets on Quarantine Pests. Viitattu 17.2.2015.

http://www.eppo.int/QUARANTINE/virus/Strawberry_latent_ringspot_virus/SLRSV0_ds.pdf

EPPO & CABI. n.d.d. Tomato black ring nepovirus. Data Sheets on Quarantine Pests. Viitattu 17.2.2015.

http://www.eppo.int/QUARANTINE/virus/Tomato_black_ring_virus/TBRV00_ds.pdf

European and Mediterranean Plant Protection Organization 2014. EPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. Plant quarantine. A2 list. Viitattu 9.4.2014.

<http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>

Evira. 2012. Taimitarhakasvien tärkeimmät taimiaineistotuhoajat. Viitattu 16.2.2015.

http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/kasvinterveys/ohjeet/taimianeistotuhoajat_14618.pdf

FAOSTAT. n.d. Browse data. Production. Crops. Viitattu 4.3.2015.

<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>

Heidenreich, C., Pritts, M., Kelly, M. J. & Demchak, K. 2012. High tunnel raspberries and blackberries. Department of Horticulture Publication N:o 47. Viitattu 8.2.2015.

<http://hightunnels.org/wp-content/uploads/2013/06/hightunnelsrasp.pdf>

Hoppula, K. Kajalo, M. & Hopplua, K. 2010. Vadelmaa viedään katteen alle. Puutarha & kauppa 14, (25 – 26):16 – 17.

Ilmatieteen laitos 2014. Kesän 2014 sää. Vuodenaikojen tilastot. Kesä 2014. Viitattu 30.3.2015. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2014>

Karhu, S., Rantala, J. & Palonen, P. 2012. Vadelman satotaimet tuottoisia tunnelissa. Puutarha & kauppa 16 (21):12 – 13.

Kauppinen, S. 2007. Vaihtoehtoisia menetelmiä marjanviljelyyn. Maa- ja elintarviketaloudentutkimuskeskus MTT, Tietohallinto. Jokioinen: Dark Oy.

Lahdenperä, M.-L. 1998. Pythium – yleinen ja salakavala. Puutarha & kauppa 2 (38):18.

Lahdenperä, M.-L. 18.2.2014. Vadelmaraportti. Vastaanottaja Hanna-Katariina Lammi. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 25.3.2015

LKsa, Laki kasvinsuojeluaineista nro 1563/2011. 29.12.2011. Viitattu 16.4.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111563#Lid1884148>

Mattilsynet 2012. Rød rotråte (Phytophthora rubi). Planter og dyrking. Soppsjukdommer. Viitattu 2.1.2015.

http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/planteskadegjorere/soppsjukdommer/rod_rotraate_phytophthora_rubi.4073

McGregor, G. R., Hall, H. K. & Langford, G. I. 1999. Factors affecting out-of-season Rubus production. Proceedings of the seventh international

Rubus-Ribes symposium. ISHS Fruit Section. Acta Horticulturae 505:115 – 120.

Parikka, P. 2011. Varo vadelman juurilahoa! Puutarha & kauppa 15 (5):24 – 25.

Parikka, P. 2013. Vadelman juurilahoa tavattu Suomessa. Puutarha & kauppa 17 (7):14.

Rios, T. F. & Ortega, E. R. 2012. Botanical Research and Practices : Fusarium : Epidemiology, Environmental Sources and Prevention. New York: Nova Science Publishers, Inc. Viitattu 13.4.2014. Saatavissa Ebrary-tietokannassa:
<http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/reader.action?docID=10654637>

Ruottinen, M. 2003. Mansikan ja vadelman viljely kasvihuoneessa: kirjallisuuden ja tiedonantojen pohjalta. Suonenjoki: Marjaosaamiskeskus.

Ruutiainen, I. 2004. Vadelman viljely. Helsinki: Puutarhaliiton julkaisuja 330.

Ruutiainen, I. 2005. Vadelman sadon ajoittaminen onnistuu. Puutarha & kauppa 9 (17):16 – 17.

Ruutiainen, I. 2006. Kausihuonetuotannostako marjanviljelijän uusi mahdollisuus? Puutarha & kauppa 10 (19):4 – 6.

Royal Horticultural Society n.d. Phytophthora root rot. Advice. Viitattu 25.3.2015.
<https://www.rhs.org.uk/advice/profile?PID=542>

The James Hutton Institute n.d. Raspberry root rot and chemical management. Research. Soft-Fruit-Genetics. Viitattu 16.4.2015.
<http://www.hutton.ac.uk/research/groups/cell-and-molecular-sciences/soft-fruit-genetics/rubus/root-rot/chemical-management>

Tike 2014. Puutarhatilastot 2013. Viitattu 8.2.2015.
http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/puutarhatilastot_2013_ve_rkkoon_16062014.pdf

Tukes n.d.a. Kasvinsuojeluainerekisteri. Viitattu 14.4.2015.
<https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/>

Tukes n.d.b. Kasvinsuojeluaineet. Prestop. Viitattu 19.1.2015.
<https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/Product.aspx?tunnus=731>

Verdera n.d.a. Tuotteet. Prestop. Viitattu 19.1.2015.
<http://verdera.fi/fi/tuotteet/ammattiviljely/prestop/>

Verdera n.d.b. Tuotteet. Prestop Mix. Tutkimuksia. Viitattu 20.3.2015

<http://verdera.fi/fi/tuotteet/ammattiviljely/prestop-mix/tutkimuksia/>

Verdera n.d.c. Tuotteet. Prestop. Tutkimuksia. Viitattu 9.4.2015.
<http://verdera.fi/fi/tuotteet/ammattiviljely/prestop/tut/>

Vilander, A. 2014. Vadelma kasvaa tunnelissa. Puutarha & kauppa 18 (15): 6 – 7.

Wedgwood, E. F. 2014. Raspberry: Efficacy of novel products for the control of *Phytophthora rubi* root rot. Agriculture and horticulture development board. Viitattu 10.4.2015.
http://www.hdc.org.uk/sites/default/files/research_papers/SF%20123_Report_Final_2014.pdf

Wilcox, W. F., Pritts, M. P. & Kelly, M. J. 1999. Integrated Control of *Phytophthora* Root Rot of Red Raspberry. Plant Dis. 83:1149-1154. Viitattu 10.4.2015.
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1999.83.12.1149>

Yara n.d. Växtnäring. Hallon, främst tunnelodling. Viitattu 13.2.2015.
<http://www.yara.se/crop-nutrition/crops/other-crops/01raspberry/>

HAASTATTELUT

van Eldik, W. 2014. Neuvonantaja. DLV. Marjakonsultointi 25.6.2014

KOEALUEEN KARTTA

