
VATUNÄKÄMÄPUNKIN JA VIHANNESPUNKIN BIO- LOGINEN TORJUNTA RIPSÄISPETOPUNKIN AVULLA



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, 14.5.2013

Maarit Voimanen



Puutarhatalouden koulutusohjelma
Lepaa

Työn nimi Vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin biologinen torjunta
ripsiäispetopunkin avulla

Tekijä Maarit Voimanen

Ohjaava opettaja Sirkka Jaakkola

Hyväksytty 14 . 5 . 2013

Hyväksyjä

LEPAA
Puutarhatalouden koulutusohjelma
Puutarhakasvien avomaatuotanto

Tekijä	Maarit Voimanen	Vuosi 2013
Työn nimi	Vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin biologinen torjunta ripsiäispetopunkin avulla	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää soveltuuko ripsiäispetopunkki (*Neoseiulus cucumeris*) vatunäkämäpunkin (*Phyllocoptes gracilis*) ja vihannespunkin (*Tetranychus urticae*) biologiseen torjuntaan vadelmalla. Työn toimeksiantaja oli Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) Jokioisilla.

Työn tavoitteena oli tutkia ja kehittää vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin biologisen torjunnan menetelmiä integroitavaksi osaksi vadelman kasvinsuojelua. Tutkimukset tehtiin sekä tunnelissa, että avomaa-alueilla, jolloin oli mahdollista tutkia sääolosuhteiden merkitystä torjunnan onnistumisessa. Tutkimuksessa haluttiin selvittää myös vadelmalajikkeiden välisiä eroja alttiudessa punkeille ja biologisen torjunnan onnistumisessa.

Työssä tutkittiin vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin aiheuttamia vaurioituksia vadelmalla. Huomiota kiinnitettiin myös molempien punkkien elinkaareen, liikkumiseen vadelmakasvustossa ja eri torjuntamenetelmiin. Ripsiäispetopunkin ja joidenkin luontaisten vihollisten merkitystä torjunnassa käsiteltiin lyhyesti.

Ripsiäispetopunkkilevitykset voivat pitää äkämäpunkkikantaa kurissa kasvutunneleissa. Erityisesti kasvuversojen äkämäpunkkimäärät olivat huomattavasti alhaisemmat petopunkkikäsittelyn saaneissa kasveissa. Avomaalla punkkilevityksillä ei ollut vaikutusta vatunäkämäpunkin määriin. Ripsiäispetopunkkilevityksillä ei ollut vaikutusta vihannespunkkimääriin, sillä vihannespunkkeja esiintyi kasvustossa vain vähän. Petopunkkeja levitettiin koalueella yhteensä 6 kertaa. Joka kerralla levitysmäärä oli noin 1500 punkkia kutakin koelohkoa, eli seitsemää astiatainta kohden.

Lisätutkimukset biologisen ja muun torjunnan yhdistämisestä antavat mahdollisuuden tuottaa viljelijöille opas vadelman integroituun torjuntaan.

Avainsanat Vadelman kasvinsuojelu, *Phyllocoptes gracilis*, *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus cucumeris*
Sivut 55 s, + liitteet 4 s.

Lepaa
Degree Programme in Horticulture

Author	Maarit Voimanen	Year 2013
Subject of Bachelor's thesis	Biological Control of the Raspberry Leaf and Bud Mite and the Two- Spotted Spider Mite with the Predator Mite <i>Neoseiulus cucumeris</i>	

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out if there was a potential of using *Neoseiulus cucumeris*, a predator mite, as a biological way to control the raspberry leaf and bud mite (*Phyllocoptes gracilis*) and the two- spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) on raspberry plants. The commissioner of the thesis was Agrifood Research Finland (MTT), in Jokioinen.

The main target was to search and develop biological prevention methods against the raspberry leaf and bud mite and the two- spotted spider mite that could be integrated to other prevention methods as a plant protection programme to raspberry. The research was made in tunnels and open field. So it was possible to see how the weather conditions influence to the control. In the experiment it was also possible to observe the significance of different raspberry cultivars on the control and the number of these pests.

In the thesis there are listed the damages that raspberry leaf and bud mites and two- spotted spider mites cause to raspberry plants. Also there are some information of their life cycle, movement on the plants and different methods to control them. The significance of *Neoseiulus cucumeris* and some natural enemies are told briefly.

The using of *Neoseiulus cucumeris* could help to keep the number of raspberry leaf and bud mite populations in a lower state when used in tunnels for raspberry. Especially on primocanes the populations were a lot smaller when predator mites were added. In the open field areas there were no signs of beneficial effects of the control. There were not any effects that could be noticed after the dissemination of *Neoseiulus cucumeris* against the two- spotted spider mite, because the population range was so low the whole season.

More research work is needed so that it could be possible to produce a useful guide about integrated pest management to raspberry growers.

Keywords Raspberry, *Phyllocoptes gracilis*, *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus cucumeris*.

Pages 55 p + appendices 4 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VATUNÄKÄMÄPUNKKI.....	2
2.1.	Äkämäpukkien tunnistaminen ja kehitys	2
2.2.	Äkämäpukkien aiheuttamat tuhot	4
2.3.	Vatunäkämäpunkin vioitus.....	5
2.4.	Vatunäkämäpunkki virusvektorina	7
2.5.	Vatunäkämäpunkin esiintyminen kasvustossa	8
3	VIHANNESPUNKKI.....	10
3.1.	Vihannespunkin talvehtiminen.....	11
3.2.	Vihannespunkin lisääntyminen	11
3.3.	Kehitys aikuiseksi	11
4	INTEGROITU TUHOLAISTORJUNTA VADELMALLA	12
4.1.	Viljelytekniset torjuntamenetelmät	12
4.2.	Kasvintuhoojien seuranta ja kasvinsuojelutoimenpiteet	13
4.3.	Kasvinsuojeluaineiden käyttö ja torjunnan tulosten dokumentointi	13
5	VATUNÄKÄMÄPUNKIN TORJUNTA	13
5.1.	Torjunta-aineiden käyttö	14
5.2.	Vatunäkämäpunkki petojen saaliina.....	15
5.3.	Petopunkit saalistajina.....	16
5.4.	Muut pedot	16
6	VIHANNESPUNKIN TORJUNTA.....	16
7	RIPSIÄISPETOPUNKKI.....	18
8	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	19
8.1.	Koekenttä	19
8.2.	Käsittelyt	20
8.3.	Vadelmalajikkeet.....	23
8.4.	Koekentän hoito	23
8.5.	Kasvukauden sää	25
8.6.	Näytteiden kerääminen.....	26
8.7.	Kuivanäytteiden käsittely	26
8.8.	Pesunäytteiden käsittely	27
8.9.	Näytteiden tutkiminen	29
8.10.	Muu havainnointi koekentällä.....	30
9	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	31
9.1.	Vatunäkämäpukkimäärät ennen koetta	32
9.1.1.	Vatunäkämäpukkien määrä satoversoissa	33
9.1.2.	Vatunäkämäpukkien määrä kasvoversoissa	35

9.1.3. Vatunäkämäpunkkimäärät Glen Ample- lajikkeen satoversoissa tunneli- ja ulkoalueilla	37
9.1.4. Vatunäkämäpunkkimäärät Glen Ample- lajikkeen kasvuversoissa tunneli- ja ulkoalueilla	39
9.1.5. Maurin Makea-lajikkeen äkämäpunkkimäärät tunneli- ja ulkoalueilla	41
9.1.6. Maurin Makea- lajikkeen äkämäpunkkimäärät kasvuversoissa tunneli- ja ulkoalueilla	42
9.1.7. Vatunäkämäpunkkimäärät lajikkeittain	43
9.1.8. Vatunäkämäpunkkimäärät lajikkeittain tunneli- ja avomaa-alueilla	44
9.2. Vihannespunkkimäärät Glen Ample- lajikkeella	46
9.3. Vihannespunkkimäärät Maurin Makea- lajikkeella	47
9.4. Petopunkkien esiintyminen sato- ja kasvuversoissa	48
9.5. Petopunkkilevityksen vaikutukset satoon	50
9.6. Luontaisten vihollisten esiintyminen	51
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	52
LÄHTEET	53

Liite 1	KOEALUEEN KARTTA
Liite 2	SÄÄKAAVIOT KUUKAUSITTAIN

1 JOHDANTO

Ammattimaisten vadelmanviljelijöiden tulee noudattaa muiden viljelijöiden tavoin 1.1.2014 alkaen integroidun torjunnan, eli IPM:n (Integrated Pest Management) menetelmiä. Jotta tämä olisi heille mahdollista, tulee heidän saada selkeää, tutkittua tietoa ja koulutusta integroidun torjunnan menetelmistä ja tekniikasta, sekä näiden valintaperusteista ja vaikutuksista. (Halonen & Koskinen, 2011.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/128/EY mukaan integroitu torjunta tarkoittaa ”kaikkien käytettävissä olevien kasvinsuojelumenetelmien huolellista harkintaa ja sellaisten soveltuvien toimenpiteiden käyttöönottoa, joilla ehkäistään haitallisten organismien populaatioiden kehittymistä ja pidetään kasvinsuojeluaineiden ja muiden käsittelymuotojen käyttö tasoilla, jotka ovat taloudellisesti ja ympäristön kannalta perusteltuja ja joilla vähennetään ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuvia riskejä tai minimoidaan ne. Integroidussa torjunnassa painotetaan terveiden viljelykasvien kasvattamista siten, että maatalouden ekosysteemejä häiritään mahdollisimman vähän ja kannustetaan käyttämään luonnonmukaista tuholaistorjuntaa.” (Buzek & Malmström, 2009.)

Vatunäkämäpunkki (*Phyllocoptes gracilis*) on äkämäpunkkeihin kuuluva vadelman tuholainen. Erityisesti Glen Ample- vadelmalajike on altis äkämäpunkin vioituksille. Vatunäkämäpunkin biologiseen torjuntaan etsitään tehokkaita keinoja, sillä niitä on ollut vaikea löytää ja on siksi vain vähän käytettävissä. (Trandem, Vereide & Bøthun, 2010, 20.)

Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*) kuuluu kehrääjäpunkkeihin ja on yleinen tuholainen useilla kasvilajeilla. Vihannespunkin biologinen torjunta vähentää riskiä punkkien muuttumisesta torjunta- aineita kestäviksi. (Granham & Helle, 1985, 405, 408.)

Biologinen torjunta täydentää muun torjunnan vaikutuksia silloin, kun torjunta-aineiden käyttö ei ole mahdollista, kuten esimerkiksi kukinnan ja marjojen kehittymisen aikana. Biologista torjuntaa voidaan myös käyttää ennakoivana torjuntana silloin, kun punkkimäärät ovat pieniä, eikä punkkien aiheuttamia vioituksia kasvustossa voida nähdä. Biologisten torjuntamenetelmien kehittäminen ja käyttäminen on tärkeää, jotta kotimaisten marjojen puhtaus säilyisi ja kuluttajien myönteinen mielikuva siitä vahvistuisi entisestään. Luontoa säästävä ja kasvinsuojeluaineiden kestävää käyttöä edistävä torjunta on sijoitus tulevaisuuteen.

Avomaolosuhteissa biologisen torjunnan käyttö on harvinaista. Haasteena on vaihteleva sää, joka vaikeuttaa esimerkiksi petopunkkilevitysten onnistumista. Kasvutunneleissa ja kasvihuoneissa biologisen torjunnan onnistuminen on varmempaa. Avomaalla kemiallisen torjunnan menetelmät koetaan helpompina ja niiden teho koetaan paremmaksi, kuin biologisten menetelmien.

Työn tarkoituksena oli selvittää voiko ripsiäispetopunkki (*Neoseiulus cucumeris*) pitää vatunäkämäpunkki- ja vihannespunkkikannan kurissa va-

delmakasvustossa. Kirjallisuusosassa (luvut 2–8) perehdytään vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin tunnistamiseen, kehitykseen ja niiden aiheuttamiin vioituksiin. Esille tulee myös tietoa niiden integroidusta ja yleisestä torjunnasta vadelmalla. Kokeellisessa osuudessa (luvut 9–10) käsitellään Jokioisilla, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksella (MTT) tehtyä biologisen torjunnan koetta, kokeen tuloksia ja sen antamia suuntaviivoja.

2 VATUNÄKÄMÄPUNKKI

Puutarhan tuholaisista omenan kellastajapunkki, herukan rataspunkki, mustaherukan äkämäpunkki ja vatunäkämäpunkki kuuluvat äkämäpunkkien (*Eriophyidae*) heimoon. Tähän heimoon kuuluu noin 85 % kaikista tunnetuista äkämäpunkeista. (Oldfield, 1996a, 203.)

Noin puolet tunnetuista 2500 *Eriophyidae*- heimoon kuuluvista äkämäpunkkilajista on lehdillä vaeltavia ja vajaa puolet kasvaimia, eli äkämiä aiheuttavia. Miltei kaikki lehdillä vaeltavat lajit kuuluvat *Phyllocoptinae*- sukuun. *Phyllocoptinae*- suvun äkämäpunkeista 112 lajia on kaksisirkkaisilla kasveilla eläviä, 1 laji yksisirkkaisilla kasveilla elävä, 7 havuilla ja 11 sanikkaisilla elävää lajia. (Oldfield, 1996a, 203, 209, 211.)

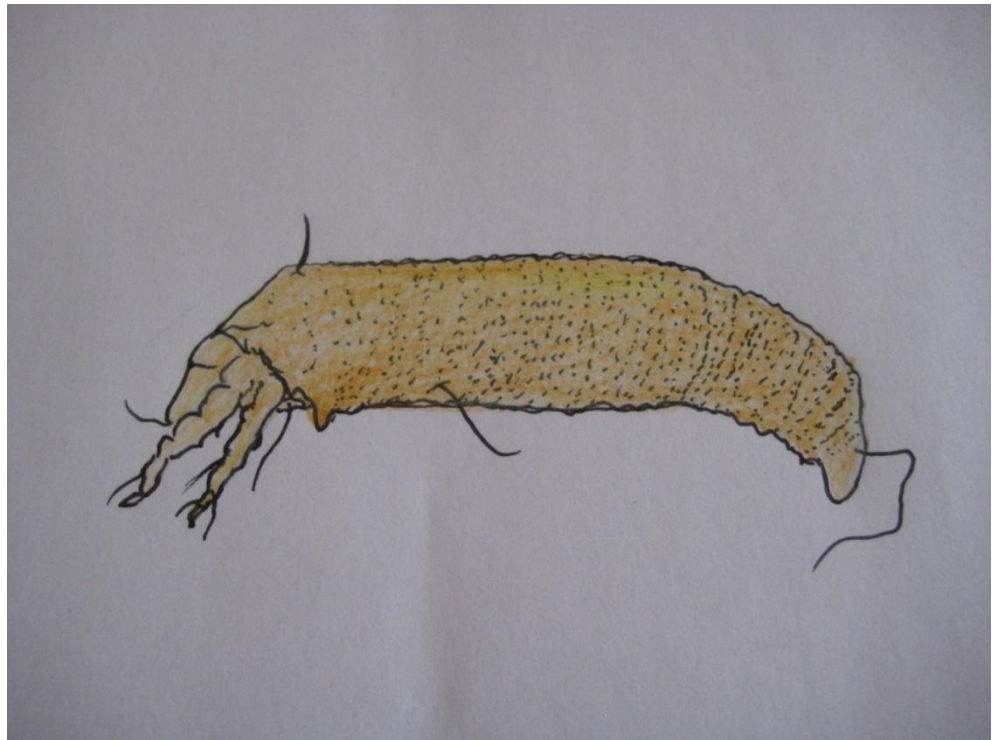
Vatunäkämäpunkki (*Phyllocoptes gracilis*) kuuluu äkämäpunkkien (*Eriophyidae*) heimoon ja *Phyllocoptinae*- sukuun. Samaan sukuun kuuluvia äkämäpunkkeja tavataan ympäri maapallon. Ne ovat usein riippuvaisia tietystä isäntäkasvista. (Oldfield, 1996a, 209.)

De Lillo ja Duso (1996, 586.) mainitsevat, että vatunäkämäpunkkeja tavataan sekä villoista, että viljellyistä vadelmalajikkeista. Se on levinnyt laajalti ympäri Eurooppaa ja Pohjois-Amerikkaa ja on merkittävää vahinkoa aiheuttava tuholainen vadelmalla. Ruutiaisen mukaan (2004, 302) runsaat vatunäkämäpunkkipopulaatiot aiheuttavat merkittävää kasvun heikkene- mistä vadelmalla.

2.1. Äkämäpunkkien tunnistaminen ja kehitys

Äkämäpunkit ovat erittäin pieniä, niiden ruumiin pituus vaihtelee 80–500 µm välillä. Ne ovat toukkamaisia ja niillä on ainoastaan kaksi jalkaparia

ruumiin etuosassa (kuva 1). Äkämäpunkkien ruumis on rengasmaisesti uurteinen. (Lindquist, 1996, 4.)



Kuva 1 Vatunäkämäpunkkiaikuinen, piirros M. Voimanen

Äkämäpunkit kehittyvät munasta kahden aktiivisen muodon kautta aikuiseksi. Näitä kahta välimuotoa voidaan kutsua joko ensimmäiseksi ja toiseksi nymfiksi tai yleisemmin toukaksi ja nymfiksi. (Manson & Oldfield, 1996, 173.)

Äkämäpunkit laskevat munansa kasvien lehdille tai silmuille. Munat ovat joko pyöreitä tai ovaalinmuotoisia. Munia on hankalaa havaita, sillä ne ovat hyvin vaaleita tai jopa läpinäkyviä. Munat ovat kooltaan hyvin pieniä, mutta äkämäpunkkiaikuisen kokoon verraten yllättävän suuria. Liro ja Roivainen (1951) kuvaavat äkämäpunkin munintaa erikoislaatuiseksi ja mainitsevat, että punkin munanjohtimen suu ei lainkaan suurene vaan pehmeäkuorinen muna soluu vähitellen aukosta ulos muuttaen muotoaan kaiken aikaa. (Manson & Oldfield, 1996, 173, 174.)

Äkämäpunkin munat saattavat muuttaa muotoaan ja väriä muutaman päivän kuluessa muninnasta ja tässä vaiheessa ne on helpompi erottaa. Munasta kuoriutuu parin vuorokauden kuluttua toukka, joka muistuttaa aikuista, mutta on jonkin verran pienempi kooltaan. Toukan luotua nahkan, punkki siirtyy nymfivaiheeseen ja toisen nahanluonnin jälkeen aikuisvaiheeseen, jossa se on täysin kehittynyt, valmis lisääntymään. (Manson & Oldfield, 1996, 174, 178.)

Joillakin äkämäpunkkilajeilla on löydetty erityinen talvehtiva naarasmuoto, deutogyyni, joka poikkeaa jopa ulkoiselta olemukseltaan lajin tavallisesta naaraasta. Deutogygyneillä saattaa olla paksumpi nahka, joka estää nesteen haihtumista ihon läpi talvehtimisen aikana. Ne eivät voi munia

ennen kuin ovat talvehtineet kylmän jakson, jonka jälkeen tulee kevään nousevat lämpötilat. Talvehtivat muodot alkavat esiintyä kasvin lehtien alkaessa paksuuntua loppukesästä ja alkusyksystä. Vatunäkämäpunkilla ei ole tällaista erityistä talvehtimismuotoa. (Manson & Oldfield, 1996, 174, 176.)

2.2. Äkämäpunkkien aiheuttamat tuhot

Äkämäpunkkien heimossa on useita taloudellisesti merkittäviä tuhoeläimiä. Ne voivat toimia vektoreina kasvitaudeille, tai muodostaa kasvaimia isäntäkasvin lehtiin, tuoreisiin versoihin, nappuihin, silmuihin, tai hedelmiin. Osa äkämäpunkeista aiheuttaa vioituksia isäntäkasvin lehtiin, versoihin tai hedelmiin. Vioitukset näkyvät ruskettumisena, pronssin- tai hopeanvärisinä laikkuina, tai haalistumisena. (Oldfield, 1996a, 203, Westphal & Manson 1996, 236.)

Äkämäpunkkien imennästä aiheutuva vioitus isäntäkasvin lehdistä on usein hyvin pinnallinen, sillä punkin stilettimäiset suuosat ovat vain noin 7 – 30 µm pitkiä. Todellinen imentäsyvyys on tutkimusten mukaan vielä huomattavasti suuosien kokonaispituutta pienempi. Imentävioitus rajoittuu siksi yleensä juuri lehtipinnan kutikulan alla oleviin soluihin. (Sabelis & Bruin, 1996, 330.)

Äkämäpunkit eivät pysty aiheuttamaan imennällään täysikasvuisen isäntäkasvin tuhoutumista. Ne aiheuttavat kuitenkin kasvun häiriintymistä ja sadon vähenemistä. Juuri puhjenneita pieniä taimia, tai versoja runsaan punkkikannan imentä voi kuihduttaa niin, että ne kuolevat. Kasvinesteiden imentä aiheuttaa joillakin kasveilla epidermisolujen tuhouduttua mesofyllisolukkojen tuhoutumisen ja tätä kautta yhteyttämisen heikentymisen. Runsaana aiheutunut yhteyttämistehon heikkeneminen saattaa johtaa kasvin kasvun pysähtymiseen ja jopa kuolemaan. Tämän vuoksi niitä pidetään torjuntaa vaativina tuholaisina. (Sabelis & Bruin, 1996, 330.)

2.3. Vatunäkämäpunkin vioitus

Vatunäkämäpunkit eivät nimestään huolimatta aiheuta kasvaimia, eli äkämää. Osuvampi nimi tälle tuholaiselle voisi olla esimerkiksi Liron ja Roi-vaisen (1951, 145) käyttämä vadelman rengaspunkki, sillä punkin vioitukset näkyvät joillakin vadelmalajikkeilla rengasmaisina tai kiilamaisina värimuutoksina lehdissä (kuva 2).



Kuva 2 Vatunäkämäpunkin aiheuttamia värimuutoksia vadelman lehdissä

Punkit aiheuttavat myös lehden alapuolen karvoituksen vähenemistä laikumaisilta alueilta (kuva 3). Paha punkkisaastunta voi näkyä nuorissa versoissa lehtien kellastumisena kauttaaltaan. (Ruutiainen 2004, 302).



Kuva 3 Vatunäkämäpunkin aiheuttama lehtikarvojen väheneminen

Vatunäkämäpunkit vaeltavat vadelman lehtien alapinnalla etsien sopivaa imentäpaikkaa. Ne imevät kasvinesteitä stiletimäisillä suuosillaan, jotka työntyvät ulos punkin asetuttua ruokailemaan. Yleensä punkin imentä vaurioittaa aluksi vain niitä soluja, jonka seinien läpi suosan stiletit päättävät ovat kulkenneet. (Westphal & Manson, 1996, 236–239.)

Äkämäpunkin vioituksia saattaa Oldfieldin (1996b, 243–245) mukaan kuitenkin lisätä sen syljessä olevat toksiinit. Näiden vuoksi punkin vioitus alkaa näkyä imentäkohdan viereisissä soluissa. Lehdissä tämä aiheuttaa klooroottisia rengasmaisia laikkuja tai pilkkuja. Laikkujen vuoksi lehden normaali kasvu häiriintyy ja kasvavista lehdistä voi tulla kapeita ja kupruilevia. Kasvupisteiden kuollessa imennän vuoksi versokuolemia tai lisäversoisuutta voi ilmetä. Äkämäpunkkipopulaation hävittyä kasvu voi kuitenkin jatkua myöhemmin oireettomana.

2.4. Vatunäkämäpunkki virusvektorina

Äkämäpunkit toimivat useilla kasveilla virusvektorina. Tarkempaa mekanismia kasvitautien levittämiseen ei vielä tunneta hyvin, mutta useita tutkimuksia aiheesta on käynnissä. Yksisirkkaisilla kasveilla tunnetaan useita viruksia, jotka leviävät äkämäpukkien välityksellä, mutta kaksisirkkaisilla kasveilla aihe vaatii vielä tarkempia tutkimuksia. (Oldfield & Proeseler, 1996, 259.)

Vatunäkämäpunkin yhteys vadelman lehtiläiskävirukseen (*Raspberry leaf blotch virus*, RLBV) on todennettu Skotlannissa vuonna 2011. Suomessa tutkimukset ovat osoittaneet selvän yhteyden viruksen ja vatunäkämäpukkien esiintymisessä. Vadelmalajikkeilla on todettu olevan eroa viruksen ja myös äkämäpunkin esiintymiseen. Tutkimukset ovat kuitenkin vielä keskeneräisiä, eikä voida vielä sanoa miten virus ja vatunäkämäpunkki liittyvät toisiinsa, kantaako punkki virusta, ja mikä on sen alkuperä. (Lemmetty, Linqvist, Latvala & Tuovinen, 2012.)

Vadelman lehtiläiskäviruksen oireet näkyvät lehdissä aivan samantyyppisinä kloroottisina laikkuina, kuin vatunäkämäpunkin vioitus. On hyvin vaikeaa erottaa, onko vioitus viruksen, vai vatunäkämäpunkin aiheuttamaa. Toisaalta ei ole varmuutta siitä, ovatko laikut aina juuri viruksen oireita, eikä itse äkämäpunkin imentävioitus näkyisikään lehdistössä niin selkeinä laikkuina. (Lemmetty ym. 2012.)

2.5. Vatunäkämäpunkin esiintyminen kasvustossa

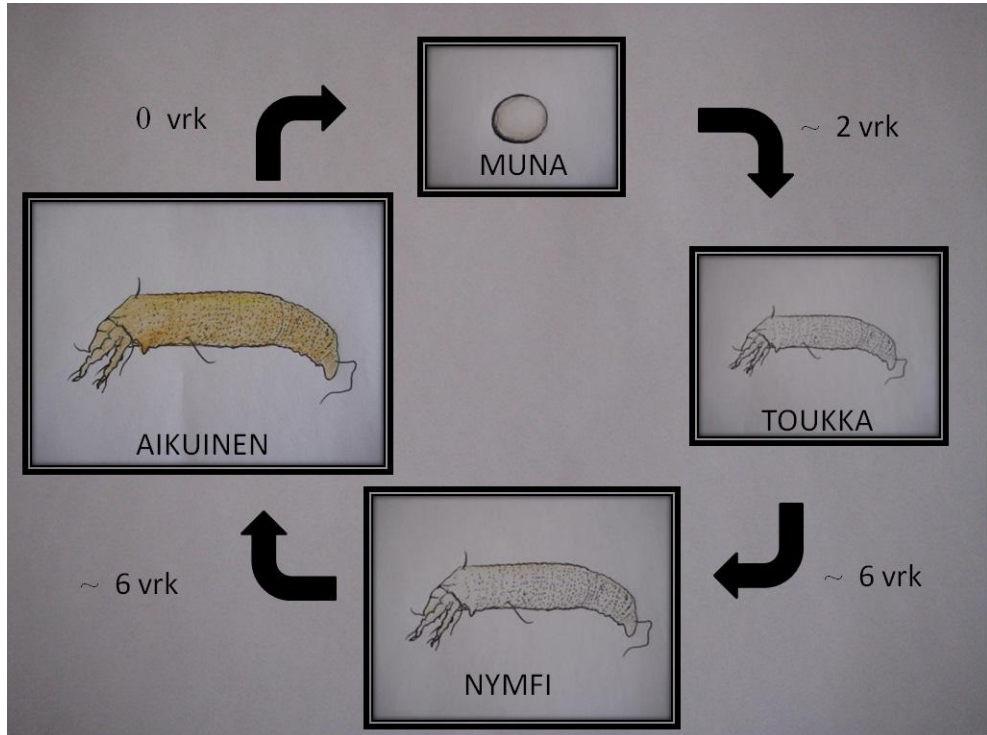
Vatunäkämäpunkkinaaraat talvehtivat vadelman silmusuomujen suojassa (kuva 4). Lauhkeammilla vyöhykkeillä ne voivat talvehtia myös lehtiarvissa tai versojen halkeamissa. Silmujen alkaessa puhjeta keväällä äkämäpunkit tulevat esiin talvehtimispaikoistaan ja siirtyvät puhkeaville lehdille ja versoilte. (De Lillo & Duso, 1996, 586.)



Kuva 4 Vatunäkämäpunkkeja vadelman silmussa. T.Tuovinen.

Kasvukauden ajan vatunäkämäpunkki kulkee lehtien alapinnoilla, alapinnan karvoituksen seassa. Ensin populaatio on pääosin satoversojen lehdistössä. Näiden lehtien kasvettua täyteen kokoonsa, alkavat punkit siirtyä kasvuversoihin. Siirtymistapaa ei tunneta. Alkusyksystä lehtien putoamiseen saakka olevana jaksona vatunäkämäpunkit hakeutuvat jälleen talvehtimispaikkoihinsa, vadelman talvehtivien kasvuversojen silmusuomujen suojaan. (De Lillo & Duso, 1996, 586.)

Vatunäkämäpunkkipopulaation koko kasvaa kevään ja kesän aikana saavuttaen huippunsa keskikesällä satoversoissa ja alkusyksyllä kasvoversoissa, toteavat Manson ja Oldfield (1996, 179). Kuivina ja kuumina kesinä populaatiot saattavat romahtaa lehtien kutikulan solujen kovettuessa hyvin varhaisessa vaiheessa. De Lillon ja Duson (1996, 586) mukaan vatunäkämäpunkin elinkaari kestää 14 vuorokautta + 25 °C lämpötilassa (kuva 5). Punkit tuottavat useita sukupolvia vuoden aikana.



Kuva 5 Vatunäkämäpunkin elinkaari + 25 °C lämpötilassa

3 VIHANNESPUNKKI

Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*) kuuluu hämähäkieläimien (*Arachnida*) luokan alaluokkaan punkit (*Acari*) ja kehrääjäpunkkien (*Tetranychidae*) heimoon. (Tuovinen, 1997, 114, 122.)

Naaraat ovat 0,4–0,6 mm kokoisia ja niiden väri vaihtelee harmaan-, ruskean ja punertavanvihreän välillä. Vihannespunkin tunnistaa helposti molemmissa kyljissä olevista tummista laikuista (kuva 6). Vihannespunkit erittävät seittiä, joilla ne sekä suojaautuvat, että levittäytyvät uusille elinalueille. (Tuovinen, 1997, 122.)



Kuva 6 Vihannespunkkiperhe: suurempikokoinen naaras, kapeampi uros ja muna. H. Koskula.

Vihannespunkit vioittavat kasveja imemällä kasvinesteitä stiletimäisillä suuosilla, jotka voivat olla jopa yhden kolmasosan pituisia koko punkin ruumiin pituudesta. Punkit imevät suuria määriä kasvinestettä painoonsa suhteutettuna. Esimerkiksi vihannespunkkinaaraalla nestettä kulkee suoliston läpi 20 – 25 % punkin painosta joka 30 minuutin jakson aikana. On arvioitu, että vihannespunkki voi tyhjentää noin 100 kasvisolua viiden minuutin aikana. (Van der Geest, 1985, 171)

Vadelmalla runsas vihannespunkkipopulaatio aiheuttaa lehtien kellastumista ja kasvun hidastumista heikentyneen yhteyttämistehon vuoksi. Vaikeissa saastuntatapauksissa lehdet saattavat kuihtua ja pudota ennenaikaisesti. (Ruutiainen, 2004, 301).

3.1. Vihannespunkin talvehtiminen

Vihannespunkkinaaraat talvehtivat horroksessa. Ne horrostavat lehtikarikkeen seassa tai puiden ja pensaiden kuoren halkeamissa. Talvehtivat naaraat ovat väritykseltään tummempia kuin naaraat yleensä. Värin on havaittu johtuvan 3-oksiketoni- karotenoideista. Niiden pitoisuus on talvehtivilla naarailla selkeästi korkeampi, jopa 2,5-kertainen (Van Der Geest, 1985, 179).

Talvehtivilla naaraat eroavat muista naaraista ihon pinnan suhteen. Ihossa olevat harjanteiden pinta on talvehtivilla naarailla ehjä, kun taas muilla naarailla se on rikkoutunut muodostaen liuskoittunutta pintaa. Ehjä ihon pinta estää vihannespunkkinaaraiden kuivumista talvihorroksen aikana. (Veerman 1985, 281- 286.)

3.2. Vihannespunkin lisääntyminen

Vihannespunkit kehittyvät munasta aikuiseksi kolmen välivaiheen kautta. Vihannespunkit munivat pyöreitä, läpikuultavia ja vihertäviä tai kellertäviä munia. Munia löytyy yleensä punkkien saastuttaman kasvin lehtien alapinnoilta. Munien väri saattaa vaihdella fysiologisten olosuhteiden mukaan. Vihannespunkin munat ovat kookkaita kun niitä verrataan aikuiseen vihannespunkkiyksilöön. Naaras saattaa olla vain kolme kertaa suurempi kuin munimansa muna. (Crooker, 1985, 149.)

Munien kehittymisnopeuteen vaikuttaa eniten lämpötila. Vihannespunkin munien kehittyminen vaihtelee noin kahdesta vuorokaudesta 32,5 °C lämpötilassa yli 33 vuorokauteen 11,5 °C lämpötilassa. Hedelmöittyneistä munista kuoriutuu pääosin naaraita ja hedelmöittymättömistä koiraspuolisia vihannespunkkeja. (Crooker, 1985, 152,153.)

Munintamäärään vaikuttavat ilmankosteus, lämpötila, isäntäkasvi sekä jotkin muut tekijät (Crooker, 1985, 149). Kuuma ja kuiva sää edistää sekä munintaa, että munien kehitystä lisäten populaatiota nopeasti. Viileä ja kostea sää taas hidastaa populaation kehittymistä. (Crooker, 1985, 149,159.) Vihannespunkkinaaraan elinikä on noin 50 vuorokautta. Munintakausi kestää yleensä noin kaksi viikkoa ja tänä aikana se saattaa munia 80 - 90 munaa (Tuovinen, 1997, 122).

3.3. Kehitys aikuiseksi

Muna-asteen jälkeen vihannespunkilla on kolme kehitysastetta ennen aikuisvaihetta. Ensin on toukkavaihe, jonka erottaa siitä, että vihannespunkilla on tuolloin vain kolme jalkaparia. Seuraava vaihe on protonymfi, sitten deutonymfi ja lopuksi aikuinen. Nymfivaiheissa vihannespunkilla on 4 jalkaparia. (Crooker, 1985, 155, 156.)

Kaikkiin nuoruusvaiheisiin kuuluu vihannespunkilla kaksi kautta: aktiivinen kausi ja liikkumaton kausi. Liikkumattoman kauden ajaksi vihannespunkki ankkuroi itsensä kiinni alustalleen, eli yleensä lehden alapinnalle. Tänä aikana sille muodostuu uusi nahka. Vihannespunkki luo nahkansa

kun selkäpuolen vanha nahka repeää ja punkki työntyy esiin uudessa seuraavassa kehitysvaiheessa. (Crooker, 1985, 155, 156.)

Kehitys munasta aikuiseksi kestää 6–10 vuorokautta, tai kauemmin, olosuhteista riippuen. Kehitys munavaiheesta seuraavan sukupolven munavaiheeseen 8–15 vuorokautta. Nopea kehitys ja lisääntyvä muniminen suotuisissa olosuhteissa aiheuttavat populaation nopean kasvun. (Crooker, 1985, 156.)

4 INTEGROITU TUHOLAISTORJUNTA VADELMALLA

Integroituun torjuntaan vadelmalla liittyy kaikkien kasvin terveyttä edistävien toimenpiteiden yhdistäminen toimivaksi kokonaisuudeksi.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus integroidun torjunnan yleisistä periaatteista (Koskinen & Jern, 2012.) tuo esille kuusi tärkeää seikkaa, joita käyttämällä viljelijöiden on mahdollista toteuttaa integroitua torjuntaa menestyksellisesti. Näitä ovat:

- kasvintuhoojien ennakoivat viljelytekniset torjunta- ja hävittämisvaihtoehdot
- kasvintuhoojien seuranta
- kasvinsuojelutoimenpiteistä päättäminen
- muiden kuin kemiallisten kasvinsuojelumenetelmien käyttö
- kasvinsuojeluaineiden käytön ja torjuntatoimien rajoittaminen sekä resistenssin ehkäiseminen
- kasvinsuojelutoimien tulosten tarkastelu.

4.1. Viljelytekniset torjuntamenetelmät

Kasvintuhoojien ennakoiviin viljelytekniisiin torjunta- ja hävittämisvaihtoehtoihin kuuluvat esimerkiksi monipuolisen viljelykierron järjestäminen tuotantoaloille, viljelykasville sopivan viljelytekniikan käyttö, kestävien kantojen ja lajikkeiden valinta, tarpeenmukainen lannoitus, kastelu, kalkitus ja ojitus, sekä hyvä viljelyhygieniä. Luontaisten vihollisten esiintymistä olisi suosittava ja niiden esiintymistä vahvistettava. Suoja-alueiden käyttöä tulisi lisätä. (Koskinen & Jern, 2012.)

Kestävien kantojen jalostaminen on tärkeä keino vähentää torjunnan tarvetta. Vadelmalla jotkin uudet lajikkeet ovat tuoneet ongelmia torjuntaan. Ruutiaisen (2004, 99, 100) mukaan alttius versotaudille, homeen, härmän ja virustautien esiintyminen ovat tehneet runsassatoisista lajikkeista käytökelvottomia ammattiviljelmille. Myös kasvatuksen siirtyminen tunneli-ihin ja kausihuoneisiin aiheuttaa joidenkin tuholaisten lisääntymistä olosuhteiden ollessa otollisemmat niiden lisääntymiselle. (De Lillo & Duso, 1996, 586. Crooker, 1985, 149, 159.)

4.2. Kasvintuhoojien seuranta ja kasvinsuojelutoimenpiteet

Kasvintuhoojien seurannan tulisi olla säännöllistä ja siihen tulisi hankkia mahdollisimman asianmukaiset menetelmät ja välineet. Kasvintuhooja tulisi tunnistaa. Seurannan perusteella tehdään päätökset kasvinsuojelutoimenpiteistä saatavissa olevien kynnsarvojen perusteella.

Kasvinsuojelutoimenpiteissä tulisi suosia biologisia, fysikaalisia tai mekaanisia menetelmiä silloin, kun niiden käyttö on mahdollista ja niillä saadaan tyydyttäviä tuloksia torjunnassa. (Koskinen & Jern, 2012.)

Vatunäkämäpunkin biologiseen torjuntaan on vain vähän keinoja ja siksi niiden tutkiminen ja kehittäminen on tärkeää. Hyvien biologisten torjunnan menetelmien löytäminen vastaa integroiden torjunnan vaatimuksiin ja lisää kestäväää kasvinsuojeluaineiden käyttöä. (Trandem ym. 2010, 20.)

4.3. Kasvinsuojeluaineiden käyttö ja torjunnan tulosten dokumentointi

Kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä tulee harkita tarkkaan ja niiden käytössä on oltava huolellinen. Käytön tulisi olla tarpeenmukaista, kullekin kasvintuhoojalle parhaimmin sopivilla aineilla ja se tulisi rajoittaa minimiin. Valittujen aineiden tulee olla käyttötarkoituksen mukaisia ja mahdollisimman vähän haittavaikutuksia aiheuttavia. Kasvinsuojeluaineiden käyttöä tulisi pyrkiä vähentämään pidentämällä levityskertojen välejä, käsittelemällä vain osaa kasvustosta, tai ajoittamalla levitykset niin suotuisaan ajankohtaan, että annostelussa voidaan käyttää pienimpiä mahdollisia annosmääriä. Resistenssin estämiseksi on käytettävä vaihdellen eri tehoaineita. (Koskinen & Jern, 2012.)

Vadelmalla kasvinsuojeluaineiden käyttö on yleensä sallittua vain ennen kukintaa tai sadonkorjuun jälkeen. Kasvukaudella torjunnassa on pyrittävä käyttämään muita keinoja.

Integroidun torjunnan onnistumiseksi kaikista tehdyistä havainnoista, kasvukauden olosuhteista, tehdyistä toimenpiteistä, sekä näiden tuloksista tulisi tehdä kirjanpito. Hyvä dokumentointi on viljelijälle erinomainen työkalu suunniteltaessa seuraavien kasvukausien torjunta-ajankohtia ja –menetelmiä. (Koskinen & Jern, 2012.)

5 VATUNÄKÄMÄPUNKIN TORJUNTA

Integroitua torjuntaa ajatellen eräs vatunäkämäpunkin torjunnan haasteista on sen pieni koko. Integroidun torjunnan peruserätyksiin kuuluu torjuttavan hyönteisen tarkkailu ja tunnistaminen. Vatunäkämäpunkki on hyvin pieni ja siksi hankalaa havaita.

Vatunäkämäpunkin aiheuttamia oireita tulisi seurata kasvukaudella ja usein ne ovatkin näkyvissä jo ennen kukinnan alkamista. Näkyvinä oireina ovat lehtiin ilmaantuvat laikut, joiden kohdalla alapinnan karvoitus on vähentynyt. Äkämäpunkioireista kärsivissä kasvustoissa voi punkkimääriä seurata keväällä silmuja tutkimalla. Uloimpien silmusuomujen alta voi löytyä useita kymmeniä äkämäpunkkeja. (Tuovinen & Lindqvist, 2012, 18,19.)

Glen Ample on erityisen herkkä lajike äkämäpunkkisaastunnalle ja siitä johtuville oireille. Monivuotisena viljeltäviä kasvustoja tulee joka tapauksessa vaivaamaan jossakin vaiheessa vatunäkämäpunkki. Äkämäpunkit voivat tulla taimimateriaalin mukana tai niitä voi kulkeutua viljelmälle lähellä olevista Rubus- lajin kasveista. (Trandem ym. 2010, 20.)

Torjunta herkillä lajikkeilla on väistämätöntä ja erittäin tarpeellista. Tuovisen ja Lindqvistin (2012, 18) mukaan torjunta on erityisen tärkeää jo taimistoissa, sillä äkämäpunkki aiheuttaa viljelyksillä virustartuntoja. Viiruksiin ei ole torjuntakeinoja.

5.1. Torjunta-aineiden käyttö

Äkämäpunkin vioittamia kasvustoja voi käsitellä varhain keväällä ja kasvukauden loputtua syksyllä öljypitoisilla torjunta-aineilla. (Tuovinen & Lindqvist, 2012, 18, 19.) 4 % vahvuista öljy- saippualiuosta ruiskuttamalla on saatu erinomaisia tuloksia torjunnassa. Kasvustoissa, joissa vatunäkämäpunkkeja on ollut 75 % tutkituissa talvehtivissa silmuissa, saavutettiin niiden täydellinen tuhoaminen. Lehdettömät versot ruiskutettiin kahdesti syksyllä. (Haslestad, 2010, 11.)

Öljypitoisten aineiden syysruiskutuksella on todettu olevan paras mahdollinen teho äkämäpunkkikantoihin. Ruiskutusajankohdan lisäksi ruiskutustekniikalla on tärkeä merkitys torjunnan onnistumisessa. Kevät- tai syysruiskutuksissa lehdettömät varret on saatava huolellisesti kastumaan, jotta torjunta-aine muodostaa tiiviin kalvon talvisilmujen ympärille ja niissä olevat punkit kuolevat. Ennen syysruiskutusta on hyödyllistä poistaa vanhat versot. (Trandem ym. 2010, 21.)

Lehdellisten versojen ruiskutuksessa, esimerkiksi sadonkorjuun jälkeen, on tärkeää saada torjunta-aine kauttaaltaan lehtien alapinnoille, joissa äkämäpunkit ovat. Parhaimpia tuloksia on saatu käyttämällä sumusuuttimia. Lämpötilan tulisi olla vähintään + 12 °C. Mitä aktiivisempia äkämäpunkit ovat, sitä alttiimpia ne ovat torjunta-aineille. (Trandem ym. 2010, 21.)

Rikityksen on huomattu olevan tehokas vatunäkämäpunkin torjuntakeino. Riskiksi nousee kuitenkin hyödyllisten eliöiden tuhoutuminen rikin vaikutuksesta. Tällöin rikkiä kestävämmät tuholaiset saattavat vallata alaa kasvustossa. Rikin käyttö tulisi ajoittaa syksyyn lehtien putoamisen aikaan, tai sen jälkeen, jotta minimoidaan sen haittavaikutukset hyötyeliöille. (Trandem, Vereide & Bøthun, 2011, 115 – 117.)

Äkämäpunkkien ja vihannespunkkien torjuntaan on olemassa joitakin torjunta-aineita (taulukko 1). Ajankohtaiset tiedot tulee tarkistaa Tukesin kasvinsuojeluainerekisteristä. (Tukes, vuonna 2013 sallitut aineet.)

Taulukko 1 Vuonna 2013 sallitut punkkitorjunta-aineet

Kauppanimi	Tehoaine	Käsittely	Huomioitavaa
Cooper kevätruiskute r	rapsiöljy	Kevät, ennen silmujen avautumista	
Carbon Kick Booster	rypsiöljy	Ennen kukintaa, tai syksyllä	Minor Use- käyttö, toistuvat ruiskutukset haittaavat torjuntaeliöitä
Decis Mega EW	deltametriini	Ennen kukintaa, enintään kolme kertaa kaudessa	Yleinen varoaika 7 vuorokautta, varoaika torjuntaeliöille 8 – 12 viikkoa
Maatilan deltametriini	deltametriini	Ennen kukintaa, enintään kolme kertaa kaudessa	Varoaika torjuntaeliöille 8 – 12 viikkoa
Maatilan syhalotriini	lambda-syhalotriini	Ennen kukintaa	Varoaika torjuntaeliöille 8 – 12 viikkoa
Mavrik 2 F	tau-fluvalinaatti	Nuppu- ja kukintavaihe	Yleinen varoaika 14 vuorokautta
Nissorun	heksytiatsoksi	Sadonkorjuun jälkeen, vain kerran kaudessa	

5.2. Vatunäkämäpunkki petojen saaliina

Vatunäkämäpunkit ovat petopunkkeihin ja muihin petohyönteisiin verraten erittäin pienikokoisia. Ne ovat myös kohtalaisen hitaita liikkumaan johtuen ruumiinsa toukkamaisesta muodosta ja siitä, että niillä on vain kaksi jalkaparia. Lehdillä vaeltavana lajina niillä ei ole varsinaista suojapaikkaa äkämissä asustaviin punkkeihin verraten. Näistä seikoista johtuen vatunäkämäpunkkia pidetään hyvin suojattomina pedoilta. (Sabelis, 1996, 427.)

Pieni koko saattaa olla vatunäkämäpunkille myös etuna, sillä se voi suojautua pedoilta erittäin pieniin rakoihin. Esimerkiksi lehdet, joissa on runsaasti karvoitusta alapuolella, ovat erinomainen suoja äkämäpunkkien kaivautuessa lehtikarvojen lomaan ja alle. (Sabelis, 1996, 427.)

5.3. Petopunkit saalistajina

Useat *Phytoseiidae*- heimon petopunkit pystyvät kehittymään ja lisääntymään saalistamalla äkämäpunkkeja. Näitä ovat esimerkiksi jotkin *Amblyseius*- ja *Typhlodromus*- lajien petopunkit. Mitchellin (2010, 6) mukaan ripsiäispetopunkki söi neljä tuntia kestävän kokeen aikana keskimäärin yhdeksän vatunäkämäpunkkia kahdestakymmenestä. Samassa kokeessa *Amblyseius andersoni*- petopunkki söi samassa ajassa keskimäärin seitsemäntoista ja *Typhlodromus pyri*- petopunkit kahdeksan vatunäkämäpunkkia kahdestakymmenestä. Vatunäkämäpunkista saatava hyötysuhde petopunkin lisääntymiseen nähden vaihtelee eri pedoilla, eikä sitä ole tutkittu vielä riittävästi. On kuitenkin osoitettu, että petopunkit voivat käyttää vatunäkämäpunkkia ravintonaan. (Sabelis, 1996, 433.)

Petopunkkien on todettu etsivän saalistaan hajuaistin perusteella. Ne pystyvät aistimaan esimerkiksi äkämäpunkin saastuttaman lehden tai vihannespunkkien saastuttaman lehden ja jopa erottamaan kumpi tuholainen lehteä asuttaa. Vihannespunkkien imentä aiheuttaa kasvilla puolustusmekanismin ja siihen liittyvien yhdisteiden muodostumisen lehtiin. Petopunkit voivat havaita nämä yhdisteet hajuaistinsa avulla. epäillään, että sama mekanismi aiheuttaisi myös äkämäpunkin paljastumisen pedoille, mutta sitä ei ole vahvistettu tutkimuksilla. Vatunäkämäpunkki on siis paitsi suojaton, myös mahdollisesti melko silmiinpistävä petopunkeille. (Sabelis, 1996, 447.)

5.4. Muut pedot

Kaksisiipisten (*Diptera*) heimosta äkämäsääsken (*Cecidomyiidae*) toukat käyttävät ravinnokseen äkämäpunkkeja. (Perring & McMurtry, 1996, 471 – 475.) Erityisesti lajin *Arthrocnodax mali* Kieffer toukka-asteet ovat Suomen olosuhteissa marjapensailta ja hedelmäpuilla vapaasti liikkuvia äkämäpunkkeja syöviä petoja (Tuovinen 1997, 141).

6 VIHANNESPUNKIN TORJUNTA

Vihannespunkin esiintymistä tulisi tarkkailla vadelman lehtien alapinnoilta. Vihannespunkki on hyvin pieni, mutta sen voi nähdä paljain silmin. Luupin avulla tunnistuksen voi varmentaa ja sen avulla voi myös nähdä munat. Pahasti saastuneissa kasveissa voi nähdä myös runsaasti punkkien erittämää seittiä. (Tuovinen 2012, 319, 320.)

Vihannespunkilla kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä kannattaa suunnitella huolellisesti, sillä sen eri kantojen on huomattu voivan kehittää resistenssiä eri torjunta-aineille. Erityisesti lämpimässä ilmastossa tai kasvihuoneissa resistenssin kehittyminen on nopeaa. (Granham & Helle, 1985, 405, 408.)

Suomen oloissa erityisesti pyretroidien käyttö muiden tuholaisten torjunnassa on riski. Pyretroideille kestäville vihannespunkkikannoilla ei ole pyretroidiruisituksen jälkeen kilpailijoita ja ne voivatkin siksi lisääntyä ennätysmäisen nopeasti. (Tuovinen, 2012, 320.)

Resistenssin kehitysmahdollisuuden vuoksi integroidun torjunnan käyttö ja erityisesti biologisen torjunnan kehittäminen on erityisen tärkeää (Graham & Helle, 1985, 408). Wysokin (1985, 381) mukaan onnistuneeseen torjuntatuloksen saamiseksi tulisi löytää mahdollisimman tehokas punkkeja ravinnokseen hyödyntävä peto. Punkkikantaa verottavan pedon olisi hyvä olla vihannespunkkia liikkuvampi, nopeasti lisääntyvä ja saalistaan pitkäikäisempi. Näillä piirteiden avulla se voi taltuttaa vihannespunkkikantaa huomattavalla tavalla.

Petopunkkien käyttö on todettu olevan toimiva keino vihannespunkin enakkotorjuntana. *Neoseiulus cucumeris*, *Neoseiulus barkeri* ja *Amblyseius californicus* on todettu toimiviksi kannan verottajiksi avomaaolosuhteissa. (Tuovinen, 2012, 320.) Myös luonnossa esiintyvien petopunkkilajien on todettu käyttävän kehrääjäpunkkeja ravinnoksi (Tuovinen 1997, 148,149).

Luonnossa esiintyvien petojen suosiminen on eräs keino pitää vihannespunkkikantaa kurissa. Jotkin ludelajit, harsokorennot, sääskien toukat ja leppäpirkon lajit käyttävät ravinnokseen kehrääjäpunkkeja. (Tuovinen, 1997, 136 – 147.)

Paha punkkisaastunta saattaa vaatia kemiallista torjuntaa, mutta varoaikojen ja käytön rajoitusten huomioon ottaminen on tärkeää (taulukko 1). Torjunnan tarve riippuu vihannespunkilla hyvin paljon kasvukauden säästä. Punkkikanta lisääntyy nopeimmin kuivana ja kuumana kesänä, mutta sateisena ja viileänä kasvukautena kanta pysyy yleensä pienenä. (Tuovinen 2012, 319, 320.)

7 RIPSIIÄISPETOPUNKKI

Ripsiäispetopunkki (*Neoseiulus cucumeris*, myös tunnettu nimellä *Amblyseius cucumeris*) kuuluu hämähäkkieläimien (*Arachnida*) luokan alaluokkaan punkit (*Acari*) ja petopunkkien (*Mesostigmata*) lahkoon (Zhang, 2003, 171).

Ripsiäispetopunkit ovat keskisuuriin punkkeihin kuuluvia ja ne ovat kooltaan 250 – 400 µm. Väritykseltään aikuiset punkit ovat kellertäviä (kuva 7). Ne käyttävät ravinnokseen siitepölyä, pieniä hyönteisiä ja punkkeja. Ripsiäispetopunkteilla on ruumiiseen verraten melko pitkät raajat ja ne ovat nopealiikkeitä. (Zhang, 2003, 171, 172, 186.)



Kuva 7 Ripsiäispetopunkkeja (*Neoseiulus cucumeris*). Lamminsivu.

Ripsiäispetopunkit kehittyvät munasta aikuiseksi kolmen välivaiheen kautta. +25 °C lämpötilassa kehitys vie aikaa seitsemän vuorokautta, kun ravintona on punkkeja. Naaraat munivat keskimäärin 53 munaa noin 30 vuorokautta kestävän munintajaksonsa aikana. Korkea ilmankosteus on eduksi munien säilymiselle ja kehittymiselle. (Zhang, 2003, 172, 186.)

Ripsiäispetopunkkia on käytetty ripsiäistorjunnassa kasvihuoneissa, sekä mansikkapunkin torjunnassa. Vihannespunkin torjunnassa se ei ole ollut niin tehokas kuin ansaripetopunkki, johtuen vihannespunkin erittämän seitin haittavaikutuksesta. (Zhang, 2003, 187.) Tuovisen (tiedonanto 23.5.2012) mukaan ripsiäispetopunkin käytöstä vatunäkämäpunkin torjunnassa ei ole kokemusta, mutta on kokeellisesti osoitettu, että se voi käyttää ravinnokseen äkämäpunkkeja.

8 AINEISTO JA MENETELMÄT

Kesän 2012 aikana MTT:n Jokioisen toimipisteellä suoritettiin vadelmalla kenttäkokeita, jossa tutkittiin ripsiäispetopunkin tehokkuutta vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin torjunnassa. Koe kuuluu Euroopan Unionin kontrolloimaan EUBerry- hankkeeseen, jonka tutkimukset kestävät yhteensä neljä vuotta. Tavoitteena on saada hankkeen lopussa, vuoteen 2014 mennessä ohjeet kausihuonevadelman integroituun kasvinsuojeluun, sekä tietoa biologisen ja kemiallisen torjunnan kustannuksista. Koalueella havainnoitiin myös kirvojen esiintymistä ja biologisen torjunnan vaikutusta kirvasääskitoukilla (*Aphidoletes aphidimyza*) niihin. Muiden tuholaisten esiintymistä seurattiin havainnoimalla kasvustoa ja liima-ansoja.

8.1. Koekenttä

Jokioisen koekenttä oli jaettu sekä avomaa-, että tunnelialueisiin (Koalueen kartta Liite 1). Kokeessa tunnelialue ja avomaa-alue olivat pääruutuja, lajikkeet osaruutuja ja punkkilisäys osa-osaruutu.

Yhteensä koko kokeessa oli neljä ulkoaluetta ja neljä tunnelialuetta. (kuvat 8 ja 9) Kussakin alueessa oli kaksi kasvuriviä, jotka oli jaettu neljään lohkokoon. Molemmissa riveissä oli kaksi peräkkäistä lohkoa Glen Ample- lajiketta ja kaksi Maurin Makea- lajiketta. Toinen näistä lohkoista oli käsittely ja toinen verranne. Lajikkeiden sijainti kasvurivissä, sekä käsittely- ja verranelohkojen paikat oli satunnaistettu. Kussakin lohkoissa oli seitsemän astiatainta. Kerranteita oli kahdeksan.



Kuva 8 Ulkoalue: kahdeksan eri lohkoa, joissa 7 astiassa kasvavaa vadelmaa.



Kuva 9 Tunnelialue: matalampi kasvusto on Glen Ample- lajiketta, korkeampi Maurin Makea- lajiketta.

8.2. Käsittelyt

Käsittelyjä olivat petopunkkien levitys ja käsittelemätön kontrolli. Testilohkoille levitettiin ripsiäispetopunkkeja (*Neoseiulus cucumeris*) keskimäärin joka toinen viikko. Yhteensä levityskertoja oli koko kasvukaudella kuusi. Petopunkkeja levitettiin koko koealueelle yhteensä 50 000 kappaletta. Koska testilohkoja oli yhteensä 32, oli kullekin lohkolle levitetty keskimääräinen petopunkkimäärä joka levityskerralla hieman yli 1500.

Kokeessa kehitettiin uusia petopunkin levitystapoja, sillä erityisesti avomaalla petopunkkien saaminen tehokkaasti kasvustoon on haasteellista. Tuulisella säällä väliaineena toimiva kuiva puru ja sen mukana punkit lentävät helposti pois kasvustosta. Sateen sattuessa pian levityksen jälkeen punkit huuhtoutuvat pois.

Petopunkkilevityksessä käytettiin ensimmäisellä levityskerralla kasvuston tukivaijereihin pujotettuja kertakäyttöisiä pahvimukeja (kuva 10). Ne osoittautuivat kuitenkin huonoksi menetelmäksi, sillä tuuli irrotti mukeja levittäen niiden sisällön maahan. Käyttöön otettiin uusi menetelmä, jonka avulla myös ulkoalueilla olevien punkkien uskottiin pääsevän paremmin kasvustoon. Uudessa menetelmässä käytettiin feromonipyydyssuojaa, johon laitettiin kaksi pahvimukia vastakkain. Toiseen mukeista oli annosteltu petopunkit väliaineineen (kuva 11). Feromonipyydyssuojat kiinnitettiin tukivaijereihin kasvuston välittömään läheisyyteen ja niitä oli yksi kutakin koelohkoa kohden (kuva 12).



Kuva 10 Punkkilevitys pahvimukin avulla



Kuva 11 Väliaineessa olevien petopunkkien annostelu pahvimukiin



Kuva 12 Pahvimukissa olevien petopunkkien asettaminen feromonipyydyssuojaan

8.3. Vadelmalajikkeet

Kokeeseen oli valittu kaksi vadelmalajiketta, jotta voitiin seurata, onko lajikkeella vaikutusta vatunäkämäpunkin ja vihannespunkin määrään ja biologisen torjunnan onnistumiseen.

‘Glen Ample’ on Skotlannissa jalostettu erittäin runsassatoinen ja suurimarjainen vadelmalajike. Marjojen laatu ja varastokestävyys on hyvä. Se on versoiltaan piikitön, pystykasvuinen ja elinvoimainen. Talvenkestävyydessä on ollut ongelmia, mutta kausihuoneissa ja tunneleissa kasvatusta on onnistunut hyvin. ‘Glen Ample’ on altis äkämäpunkin vioitukselle ja siksi erittäin hyvä lajike tutkimukseen. (Marja- Suomen taimituotanto Oy, 2011.)

‘Maurin Makea’ on Suomessa jalostettu lajike. Se on sekoitus puutarha- ja luonnonvadelmalajikkeita. Marjat ovat pyöreitä ja erittäin makeita ja aromikkaita. Satotasoltaan lajike on hyvä ja talvenkestävyydeltään kohtalainen. (Marja- Suomen taimituotanto Oy, 2011.)

8.4. Koekentän hoito

Talvetetut astiataimet oli sijoitettu oikeille kasvupaikoilleen keväällä. Kasvustot tuettiin riviin pitkittäin tuentavaijerilla. Lohkot eristettiin toisistaan sivelemällä liimaa vaijereihin lohkojen väleihin. Kasvusto tuettiin sitomalla vaijereihin kasvun edistyessä.

Kasvusto kasteltiin tippukastelujärjestelmän avulla. Lannoitus annettiin pääasiassa kastelulannoituksena. Lannoitteena oli Hydroflex T (8–9–39). Emoliuoksessa käytettiin sekoitussuhdetta 1 kg / 10 l vettä.

Kastelujärjestelmän testaus toukokuun lopussa osoitti, että kasteluun käytettävän veden johtokyky oli 0,16–0,18 mS/ cm. Lannoitteen sekoittajalta tulevan kasteluliuoksen johtokyky oli tunnelissa kolme 1,18 mS/ cm. Ulkoalueen neljä viimeisestä kastelusuuttimesta tulevan liuoksen johtokykyksi saatiin ainoastaan 0,64–0,66 mS/ cm. Tippuihin tulleen liuoksen määräkin vaihteli 930 ml–1030 ml välillä. Kastelujärjestelmän tasaisuutta seurattiin koko kesän ajan, jotta kasvuston epätasainen hoito ei vaikuttaisi tuloksiin olennaisesti.

Kasvuston heikon kunnon vuoksi käytettiin lehtilannoitusta kaksi kertaa kesäkuun aikana. Lehtilannoitteena oli Nutripeak, jota oli käytetty 1 kg / 100 l vettä. Kasvuston heikko kasvu ja ravinnetila näkyivät selvästi lehdistössä. Lehdet olivat kitukasvuisia, punertavia väriltään, osin kellastuneita, lehden reunat ruskettuvia ja jonkin verran lehtiä tippui ennenaikaisesti (kuvat 13–15). Ilmeisesti edellisen kesän liian runsas kasvualustan märkyys oli aiheuttanut kasvualustan tiivistymistä, ja vaikeutti juurten normaalia toimintaa. Kesäkuun alkupuolella tilannetta yritettiin korjata laittamalla ruukkujen pohjalle turve- vermikuliittiseosta. Tällä saatiin hieman ilmavuutta kasvualustaan.



Kuva 13 Kitukasvuisia punertavia lehtiä Maurin Makea- lajikkeella



Kuva 14 Lehtien kellastumista ja ennenaikaista kuihtumista Maurin Makea- lajikkeella



Kuva 15 Lehdenreunojen ruskettumista Maurin Makea- lajikkeella

Ulkoalueilla ongelmaksi osoittautui kasvukauden sää, joka oli melko sateinen. Kasvualustojen ollessa märkiä sateesta johtuen, ei kastelu ja lannoitus onnistunut koneellisesti. Tästä johtuen ulkoalueilla kasvaneet valdelmat olivat koko kasvukauden ajan heikompikuntoisia kuin tunneleissa kasvaneet. Maurin Makea- lajikkeella ero oli huomattava.

8.5. Kasvukauden sää

Kasvukaudella 2012 säätila oli hyvin vaihtelevaa (Sääkaaviot kuukausittain, liite 2). Voimakas tuuli ja sadekuurot vaikeuttivat ulkoalueiden petopunkkilevitystä. Jokioisilla auringonpaistetus- ja lämpömittareita mitattiin olleen kesäelokuun välillä yhteensä 600. Tämä oli vähemmän kuin 13 aiemman vuoden auringonpaistetus- ja lämpömittarit. (Ilmatieteenlaitos, 2013.)

Tunneleissa lämpötila-, tuuli- ja kosteusolosuhteet ovat otollisempia torjuntaa silmällä pitäen. Tunnelilämpötila oli viileänkin kasvukautena ympäristön lämpötilaa korkeampi ja kate esti rajujen tuulien ja sateen pääsyn kasvustoon.

Vihannespunkin määrä ei ulkoalueilla saavuttanut sellaista huippua, kuin olisi voinut kuivana ja kuumana kasvukautena. Viileä sää hidasti lisääntymistä tehokkaasti jo itsessään.

8.6. Näytteiden kerääminen

Lehtinäytteitä koealueelta kerättiin keskimäärin kerran kahdessa viikossa. Alkukasvukauden ajan näytteet leikattiin satoversoista, loppuvaiheessa siirryttiin ottamaan näytteet kasvuversoista. Kussakin koeruudussa oli 7 kasvia ja jokaisesta leikattiin yksi lehti. Koeruutuja oli yhteensä 64, joten kaiken kaikkiaan lehtiä tuli joka kerralta 448 kpl. Siirryttäessä satoversoista kasvuversoisiin näytteiden otossa, limitettiin näytteet otettavaksi joka viikko. Joka toisella viikolla otettiin näytteet sato-, joka toisella kasvuversoista. Limittäistä näytteiden keräysaikaa oli yhteensä 4 viikkoa.

Koealueilta kerättiin lehtinäytteitä koko kasvukauden ajan noin kerran kahdessa viikossa.

8.7. Kuivanäytteiden käsittely

Kevään ensimmäiset lehtinäytteet tutkittiin mikroskoopilla suoraan. Lehtien uurteisuus niiden ollessa vielä kesken kehitystä vaikeutti stereomikroskooppitutkimusta. Äkämäpunkkien pienen koon vuoksi mikroskooppi oli säädettävä ääriasentoon. Lehtien kurttauisuus vaati toisaalta jatkuvaa säätöä punkkimäärää laskettaessa. Osa näytelehdistä oli niin tiheäkarvaisia alapuolilta, että karvojen suojiin kaivautuneita nuorempia äkämäpunkin kehitystasteita oli hankalaa havaita. Suoraan lehdiltä laskettuna näytteiden tutkiminen olisi vienyt kohtuuttomasti aikaa ja tulokset olisivat olleet hieman epätarkkoja. Koska jokaisella näytteenottokerralla tulisi yhteensä 448 lehteä tarkasteltavaksi kohtalaisen ajan kuluessa, täytyi miettiä järkevä näytteiden käsittelymenetelmä, joka helpottaisi tutkimista. Näytteet päätettiin käsitellä pesunäyttemenetelmänä.

8.8. Pesunäytteiden käsittely

Pesunäytettä varten kunkin koealueen näytelehdet kerättiin erikseen pieniin suljettaviin pakastepusseihin (kuva 16). Kussakin pussissa oli koealueen kaikki 7 lehteä. Pussiin merkittiin huolellisesti koealueen koodi. Pussit kuljetettiin kylmälaukulla, jossa oli kylmävaraajia 2 kpl, näytteiden käsittelypaikalle. Näytteitä oli mahdollista käsitellä enimmillään 23 koealuetta kerrallaan. Loput näytepussit laitettiin kylmiöön odottamaan käsittelyä.



Kuva 16 Vadelman lehtinäytteiden keräämistä

Pesunäytteiden käsittely alkoi liotuksella (kuva 17). Lehdet laitettiin pieniin sankoihin pieneen vesimäärään. Veden lämpötila oli noin +45 °C ja siihen oli sekoitettu 2 tippaa Taski- pesuaineliuosta. Yhden koealueen lehdet laitettiin samaan sankoon ja niitä sekoiteltiin hieman, jotta kaikki lehdet saatiin kastumaan kauttaaltaan. Jokaisen näytteen välissä käsi, jolla sekoitusta tehtiin, oli huuhdeltava huolellisesti siten, että huuhteluvesi valui sankoon. Tällä varmistettiin se, etteivät käteen mahdollisesti tarrautuneet punkit hävinneet näytteestä viemäriin, eivätkä toisen koealueen punkit joutuneet seuraavan näytteeseen. Pussi, missä oli koealueen koodi, ripustettiin sangon kantokahvaan. Liotusaika oli joko aamusta pitkälle iltapäivään tai iltapäivästä seuraavaan aamuun.



Kuva 17 Lehtinäytteet likoamassa Taski- vesiliuoksessa



Kuva 18 Lehtien huuhtominen, eli peseminen kolmessa vedessä

Liotuksen jälkeen kunkin koealueen pesukäsittelyyn varattiin 2 tyhjää sankoa, joihin laskettiin noin 40 °C lämmintä vettä. Lisäksi tarvittiin punkkipesua varten hyvin tiheäsilmainen suodatin, dekantterilasi, noin 70 vol. % alkoholia ja pieni muovipullo, johon näyte säilöttiin. Pulloon merkittiin jo valmiiksi koealueen koodi.

Pesukäsittelyä varten varatut 3 sankoa, eli liotussanko, sekä 2 vesisankoa nostettiin pesualtaaseen. Ensin lehtiä huuhdottiin liotussangossa olevassa nesteessä noin minuutin ajan. Seuraavaksi lehdet nostettiin seuraavaan vesisankoon ja huuhdottiin siinä olevassa vedessä, lopuksi viimeisessä vesisangossa. Lehdet rutistettiin mahdollisimman kuivaksi (kuva 18), valuttaen vesi sankoon. Käsitellyt lehdet heitettiin kompostijäteastiaan. Käsi huuhdeltiin myös siten, että huuhteluvesi valui sankoon.

Kaikissa sangoissa olleet vedet valutettiin suodattimen lävitse (kuva 19), sanko kerrallaan. Kunkin sangon tyhjennyttyä sanko huuhdeltiin kolmesti pienellä määrällä vettä ja huuhteluvesikin valutettiin suodattimen läpi. Viesien valuttua suodattimesta, se huuhdeltiin pienellä määrällä alkoholilla ja suodattimeen jääneet punkit ja muut hyönteiset, sekä siitepöly ja roskat kaadettiin dekanterilasiin. Suodatin huuhdeltiin alkoholilla vielä kahdesti ja neste kaadettiin dekanterilasiin. Dekanterilasista alkoholi kaadettiin muovipulloon (kuva 20). Dekanterilasi huuhdeltiin vielä kahdesti pienellä määrällä alkoholia ja neste kaadettiin muovipulloon. Pullo suljettiin huolellisesti ja näyte jäi odottamaan tutkimista.



Kuva 19 Pesuveden kaataminen punkkisihdin lävitse



Kuva 20 Sihtiin jääneiden hyönteisten säilöminen alkoholiin stereomikroskooppitutkimusta varten

Kesän runsas siitepölymäärä aiheutti sen, että suodattimet menivät helposti tukkoon ja veden valuttaminen niiden lävitse vei aikaa. Suodattimien kankaita täytyi vaihtaa usein koko kesän ajan, sillä tunnelikoealueilta siitepöly ei hävinnyt lainkaan. Silti pesunäytteiden tekeminen säästi aikaa huomattavasti verraten siihen, että näytteet olisi tutkittu lehti kerrallaan. Lisäksi näytteiden tutkimisaika ei ollut niin aikaan sidottua, sillä lehtinäytteet eivät säily pitkään, mutta alkoholiin säilötyinä näytteiden tutkimista voi suorittaa vielä kuukausien, jopa vuosien päästä.

8.9. Näytteiden tutkiminen

Näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla. Näytteissä olevat äkämäpunkit, vihannespunkit, petopunkit, sekä muut punkit laskettiin ja pyrittiin tunnistamaan. Näytteistä löytyi myös muita hyönteisiä, jotka laskettiin ja pyrittiin tunnistamaan. Hyönteisten munia löytyi jonkin verran ja ne merkittiin ja yritettiin tunnistaa.

Näytteistä löytyneet petopunkit otettiin erikseen säilytettäväksi ja niistä tehtiin preparaattitunnistamista varten.

8.10. Muu havainnointi koekentällä

Petopunkkilevityksen yhteydessä kahdelle koelohkolle kahdessa eri tunnellissa levitettiin 1000 kappaletta kirvasääsken (*Aphidoletes aphidimyza*) munia. Munat ja väliaine aseteltiin keoksi lohkolla olevan yhden astian kasvualustan päälle (kuva 21). Kirvamääriä seurattiin säännöllisesti.

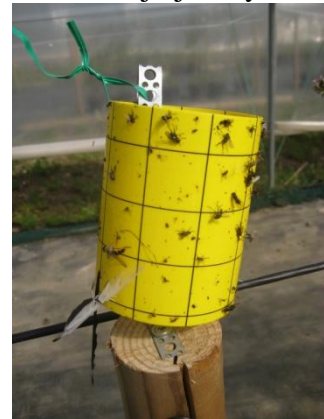


Kuva 21 Kirvasääskilevitys kasvualustan päälle

Koekentällä oli myös valko- ja kelta-ansoja, joita havainnoitiin säännöllisesti (kuvat 22 ja 23). Havainnot eivät vaikuttaneet kokeen järjestelyihin.



Kuva 22 Valkoansa



Kuva 23 Kelta-ansa

9 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Vatunäkämäpunkkeja oli koalueella runsaasti. Vihannespunkkikanta sitä vastoin pysyi vähäisenä koko kasvukauden. Kaikki tuloksissa esiin tuodut määrät ovat keskiarvoja koelohkoilta.

Vatunäkämäpunkin aiheuttamia vioituksia oli havaittavissa ensimmäisen kerran koalueen kasvustossa 28.6.2012 (kuva 24). Kaikki punkkivioituslaikut olivat Glen Ample- lajikkeen vadelmassa. Maurin Makea- lajikkeella laikkuja ei havaittu koko kasvukauden aikana. Glen Ample- lajikkeen alttius punkkivioituksille oli selvästi havaittavissa. Äkämäpunkin vioituksille kestävämpien lajikkeiden ja kantojen jalostus ja viljely voisi olla torjunnan kannalta helpompaa ja myös taloudellisesti järkevää.

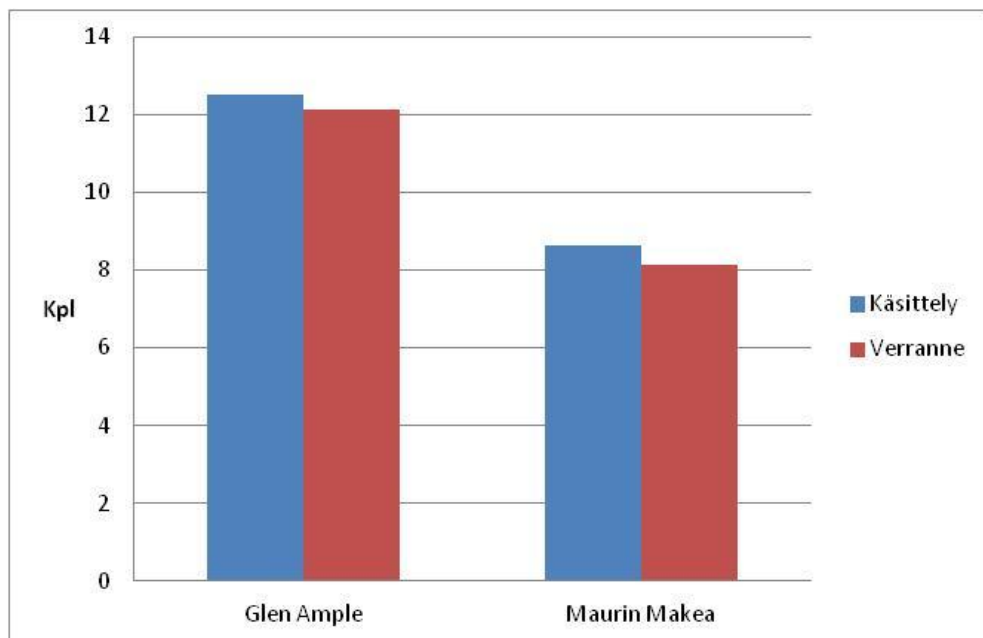


Kuva 24 Vatunäkämäpunkin vioitusta 28.6.2012

9.1. Vatunäkämäpunkkimäärät ennen koetta

Ensimmäiset näytteet kerättiin 16.5.2012 tunnelialueilta. Lehdet tutkittiin stereomikroskoopilla. Vatunäkämäpunkkien määrä oli molemmilla lajikkeilla hyvin samankaltainen käsitellyillä lohkoilla ja verrannelohkoilla (kuvio 1). Petopunkkikäsittelyn saaneilla Glen Ample- vadelmilla käsittelyalueiden äkämäpunkkimäärä oli 12,5 punkkia ja verranteessa 12,3. Maurin Makea- lajikkeella käsittelyalueiden äkämäpunkkimäärä oli 8,6 ja verrannealueiden 8,1. Lähtötilanne ennen petopunkkikäsittelyä oli siis erittäin tasainen.

Ölji- saippua torjuntaruiskutus syksyllä ja keväällä on norjalaisissa kokeissa vähentänyt punkkien määrää. Huolellinen torjuntaruiskutus on jopa hävittänyt kannan kokonaan. Vaikka vatunäkämäpunkkien määrä alueella oli kohtalaisen pieni keväällä, kanta nousi suureksi alkukesän aikana. Ennakkotorjunnalla voitaisiin saada lähtökohtaisesti punkkimäärät minimiin ja torjuntatarvetta pienemmäksi.

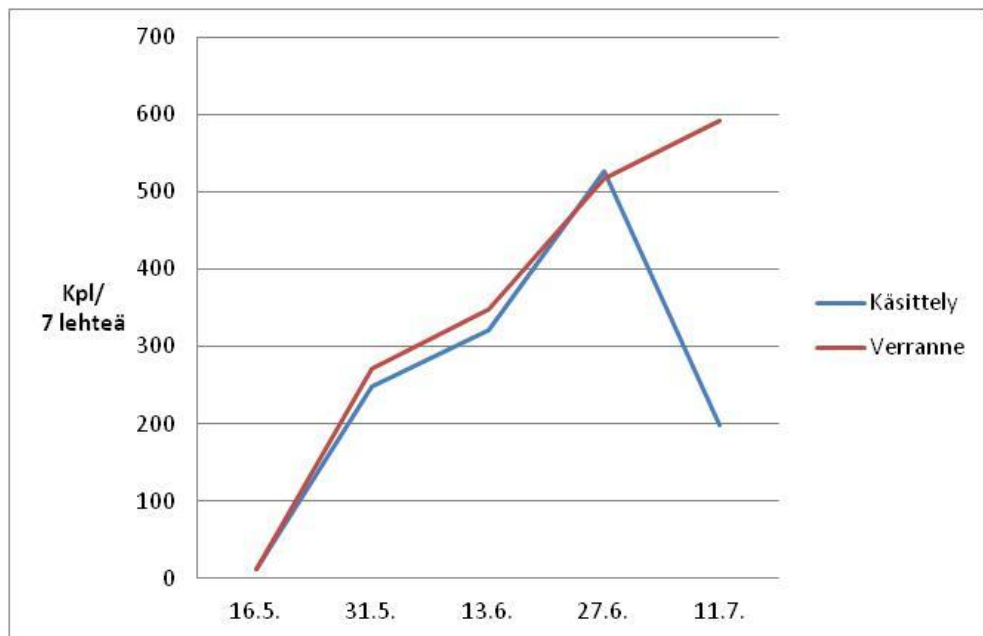


Kuvio 1 Vatunäkämäpunkkien määrä tunnelialueiden lohkoilla 16.5.2012

9.1.1. Vatunäkämäpunkkien määrä satoversoissa

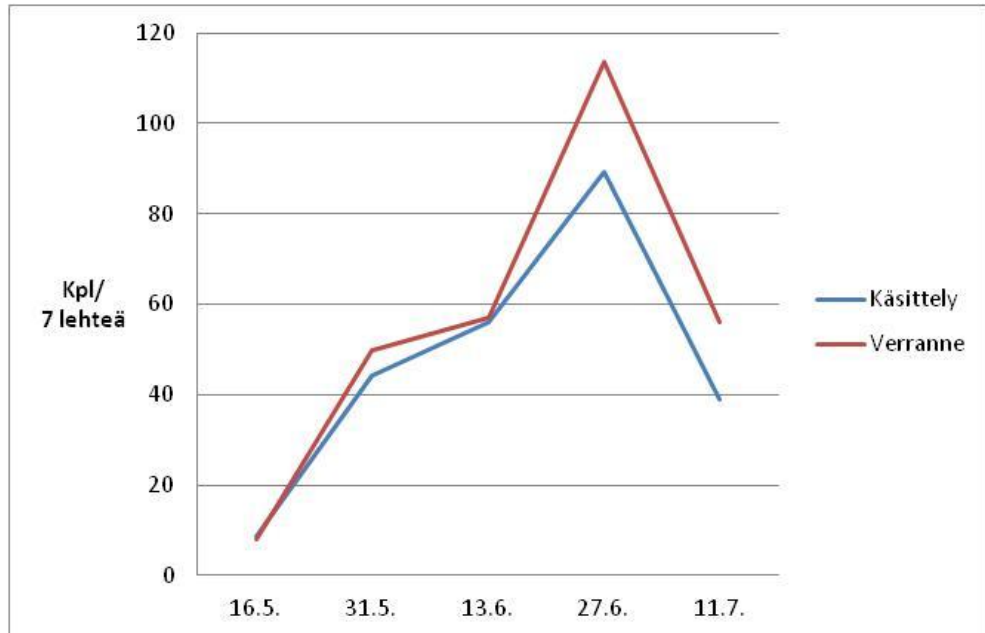
Glen Ample- lajikkeella oli havaittavissa erikoinen ilmiö, jossa käsittelyn saaneissa satoversoissa vatunäkämäpunkkien määrä laski huomattavasti kesäkuun lopussa (kuvio 2), kun taas verrannealueilla määrä jatkoi kuitenkin kasvuaan. Verrannealueiden äkämäpunkkimäärän kasvuun saattoi olla syynä luontaisten petojen vähäinen määrä. Toisaalta kyse voi olla vatunäkämäpunkkien kasvuversoille siirtymisen viivästys. Tai sitten punkkikanta oli vain niin suuri, että kaikki vapaa tila piti käyttää hyväksi. Koska näytteiden ottaminen satoversoista lopetettiin heinäkuussa, on tilannetta vaikea analysoida.

Enimmillään Glen Ample- lajikkeella vatunäkämäpункkeja oli satoversoissa keskimäärin käsittelylohkoilla 27.6.2012. Määrä oli 526. Verrannealueilla korkein keskimäärä lohkoa kohden oli 11.7.2012, viimeisellä näytteiden keräyskerralla, 592.



Kuvio 2 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' satoversoissa koko koealueella

Petopunkkien levitys Maurin Makea- lajikkeelle havaittiin pienenä erona verrannealueiden äkämäpunkkimääriin satoversoissa (kuvio 3). Satoversoissa määrät laskivat huomattavasti kesäkuun lopusta heinäkuun puoleen väliin. Ilmeisesti syynä oli äkämäpunkkien siirtyminen uusille kasvuversoille. Satoversoissa vatunäkämäpunkkeja oli enimmillään 27.6.2012 kerätyissä näytteissä. Niissä oli vatunäkämäpunkkeja keskimäärin 113 verranne-lohkoilla ja 89 käsittelylohkoilla.

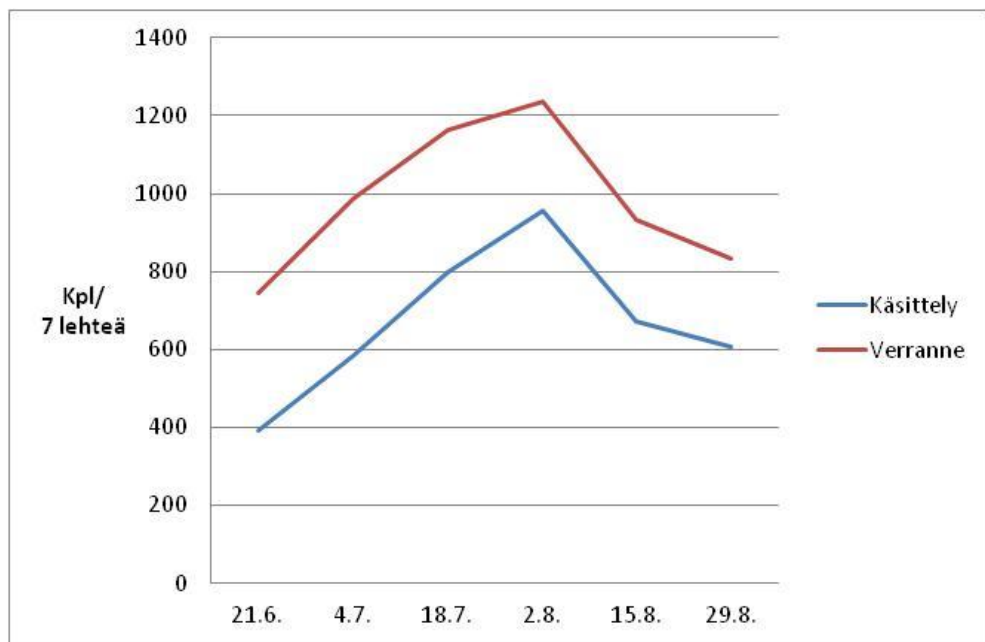


Kuvio 3 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' satoversoissa koko koealueella

9.1.2. Vatunäkämäpunkkien määrä kasvuersoissa

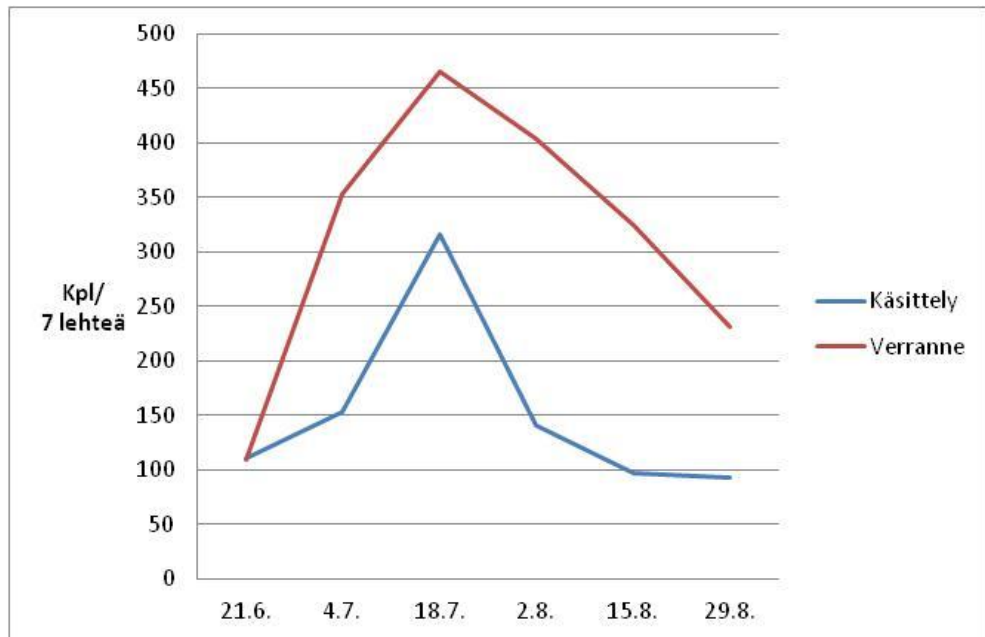
Molemmilla lajikkeilla kasvuersoista otetut näytteet antoivat selkeää viitettä siitä, että petopunkit olivat vähentäneet vatunäkämäpunkkien määrää.

Glen Ample- lajikkeella ero käsittely- ja verrannealueiden vatunäkämäpunkkimäärissä oli useita satoja yksilöitä (kuvio 4). Vatunäkämäpunkkien määrä oli koko kaudella selvästi suurempi Glen Ample- lajikkeella kuin Maurin Makea- lajikkeella. Suurimmillaan vatunäkämäpunkkien keskimäärä lohkoa kohden oli 2.8.2012 kerätyissä näytteissä. Verranelohkoilla keskimäärä oli silloin 1235 ja käsittelylohkoilla 957. Käyrät noudattivat hyvin samankaltaista muotoa, joten ulkoiset olosuhteet, kuten sää ja kasvukauden eteneminen vaikuttivat yhtäläisesti punkkimääriin molemmilla alueilla.



Kuvio 4 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' kasvuersoissa koko koealueella

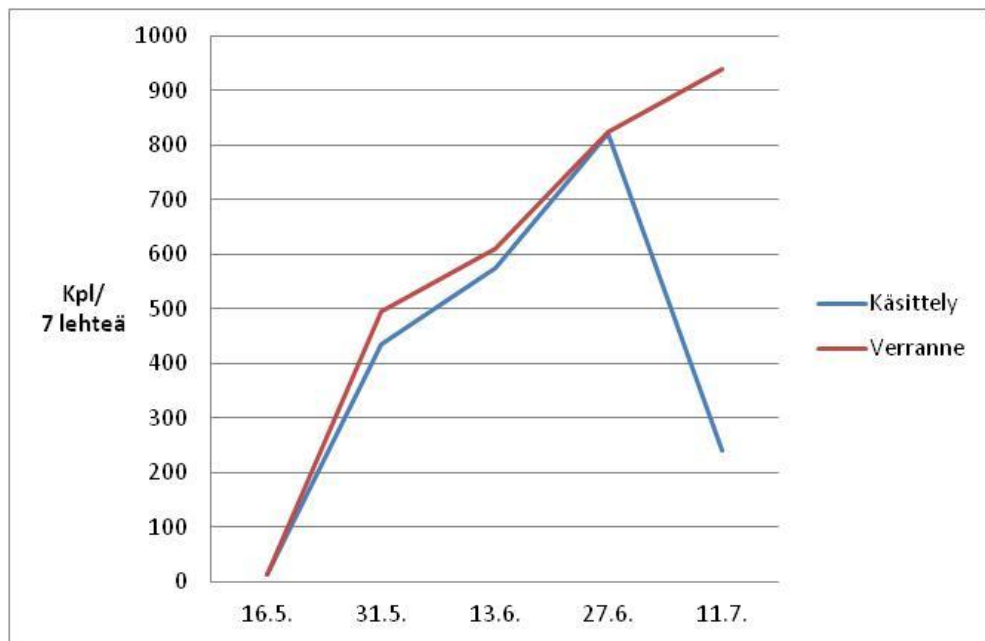
Maurin Makea- lajikkeella petopunkkikäsittelyn vaikutus oli myös selkeä (kuvio 5). Petopunkit pitivät määrän koko ajan keskimäärin alemmalla tasolla kasvuversoissa. Enimmillään keskimäärä lohkoa kohden oli 18.7.2012 kerätyissä näytteissä. Verranlohkoilla vatunäkämäpункkeja oli silloin keskimäärin 466 ja käsittelylohkoilla 316.



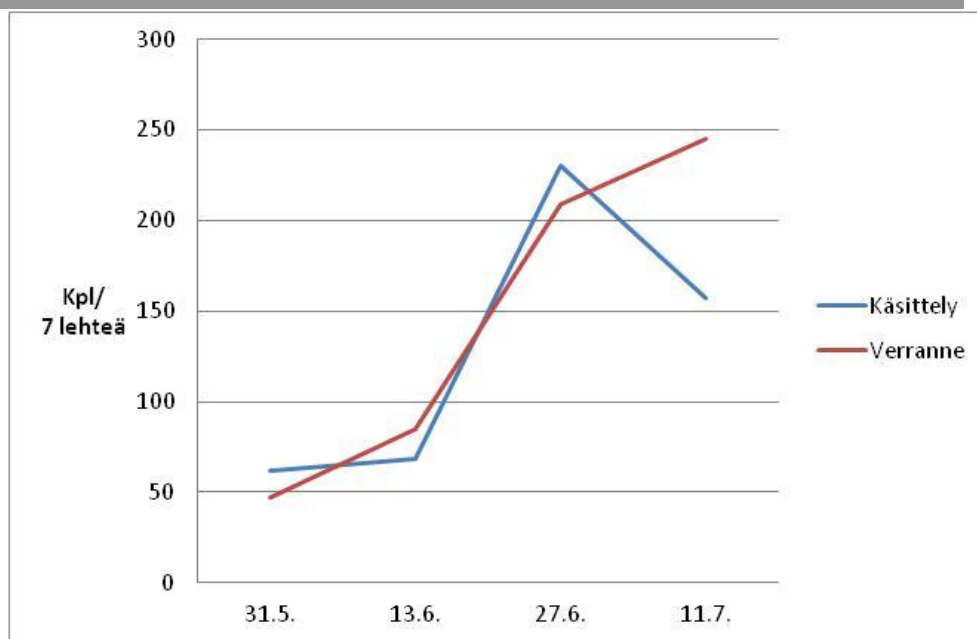
Kuvio 5 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' kasvuversoissa koko koealueella

9.1.3. Vatunäkämäpunkkimäärät Glen Ample- lajikkeen satoversoissa tunneli- ja ulko-alueilla

Tarkasteltaessa Glen Ample- lajikkeella erikseen tuloksia satoversoissa tunneli- ja ulkoalueilla ei äkämäpunkkien määrässä ollut suuria eroja havaittavissa 27.6.2012 mennessä. Tämän jälkeen käsittelyalueiden äkämäpunkkimäärät laskivat (kuviot 6 ja 7). Erityisesti tunnelialueilla lasku oli todella jyrkkä. Punkit olivat ilmeisesti osin siirtyneet uusiin kasvoversoihin, mutta myös kannan pienenemistä oli tapahtunut. Tämä voitiin havaita verratessa äkämäpunkkimääriä tunneleissa satoversojen viimeisellä ja kasvoversojen ensimmäisellä keräyskerralla (kuviot 6 ja 8). Verrannealueilla määrät olivat noususuuntaisia vielä heinäkuussakin kerätyissä näytteissä.



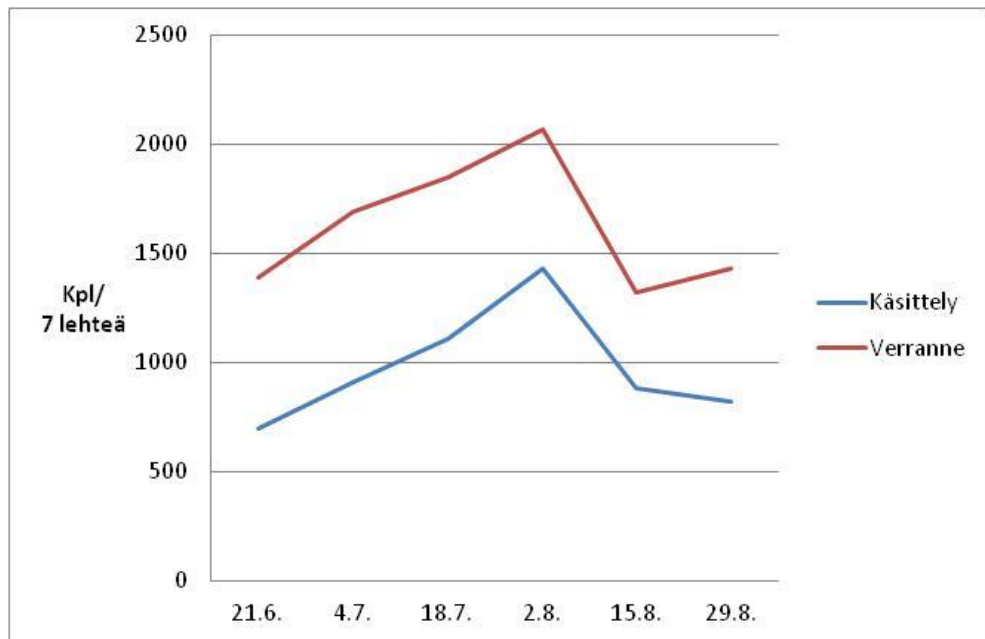
Kuvio 6 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' satoversoissa tunnelialueilla



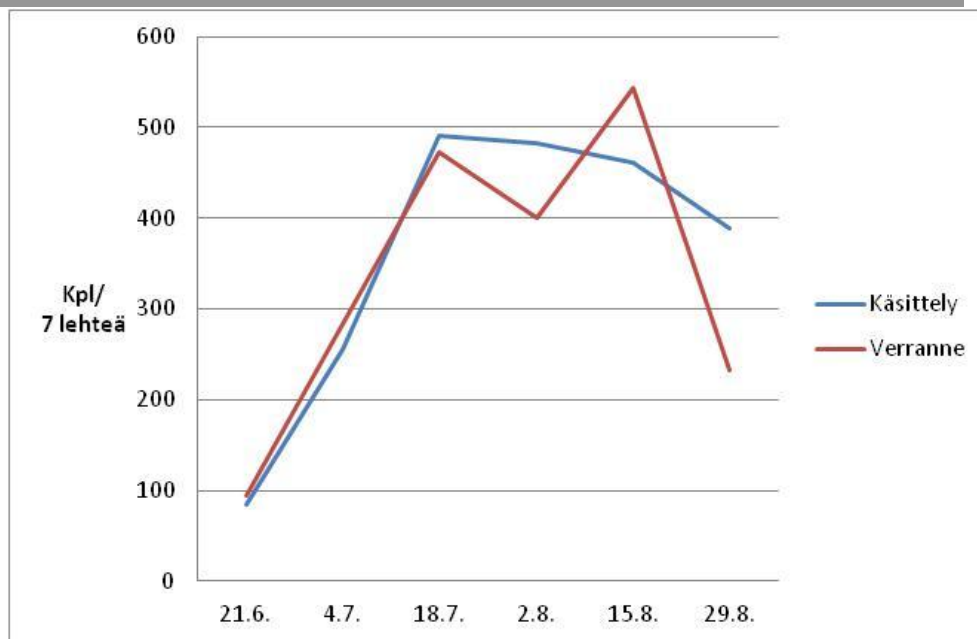
Kuvio 7 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' satoversoissa ulkoalueilla

9.1.4. Vatunäkämäpunkkimäärät Glen Ample- lajikkeen kasvuversoissa tunneli- ja ulkoalueilla

Glen Ample- lajikkeella kasvuversoissa tunnelialueilla oli nähtävissä suuri ero äkämäpunkkimäärissä (kuvio 8). Käsittely vaikutti sekä sato-, että kasvuversojen punkkimääriin kesäkuun lopun jälkeen huomattavalla tavalla. Ero viimeisissä mittauksissa oli huomattava. Verrannealueiden keskimääräinen äkämäpunkkimäärä oli silloin 1432 koelohkoa kohden ja käsittelyalueilla 825. Tulokset kasvuversoissa ulkoalueilla eivät antaneet rohkaisevaa kuvaa petopunkkikäsittelystä, sillä äkämäpunkkimäärä jäi pienemmäksi verrannealueilla (kuvio 9). Viimeisellä näytteiden keräyskerralla, 29.8.2012, verrannealuelohkoilla oli keskimäärin 232 ja käsittelyalueilla 390.



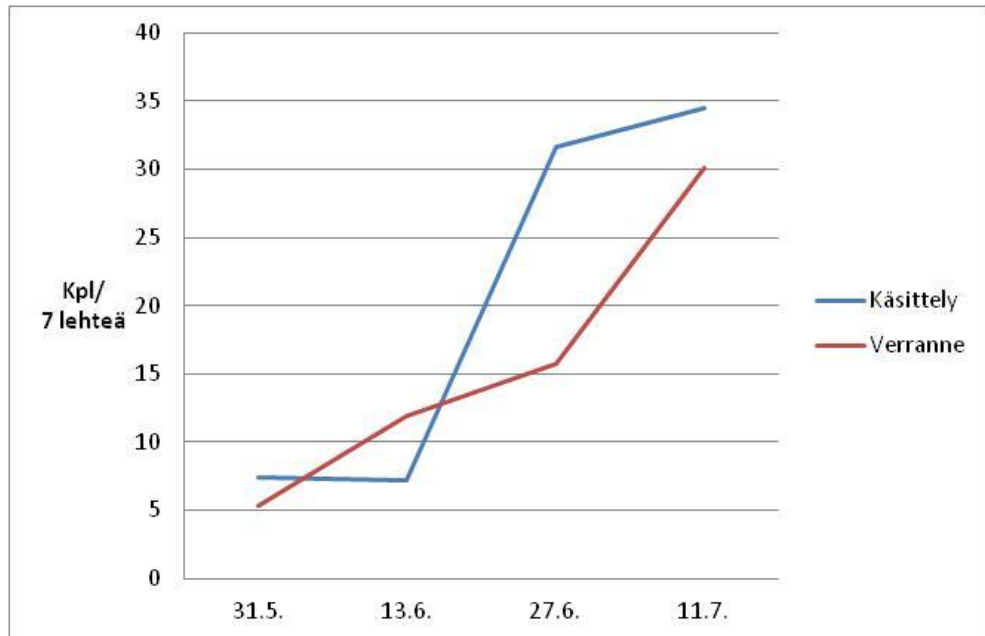
Kuvio 8 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' kasvuversoissa tunnelialueilla



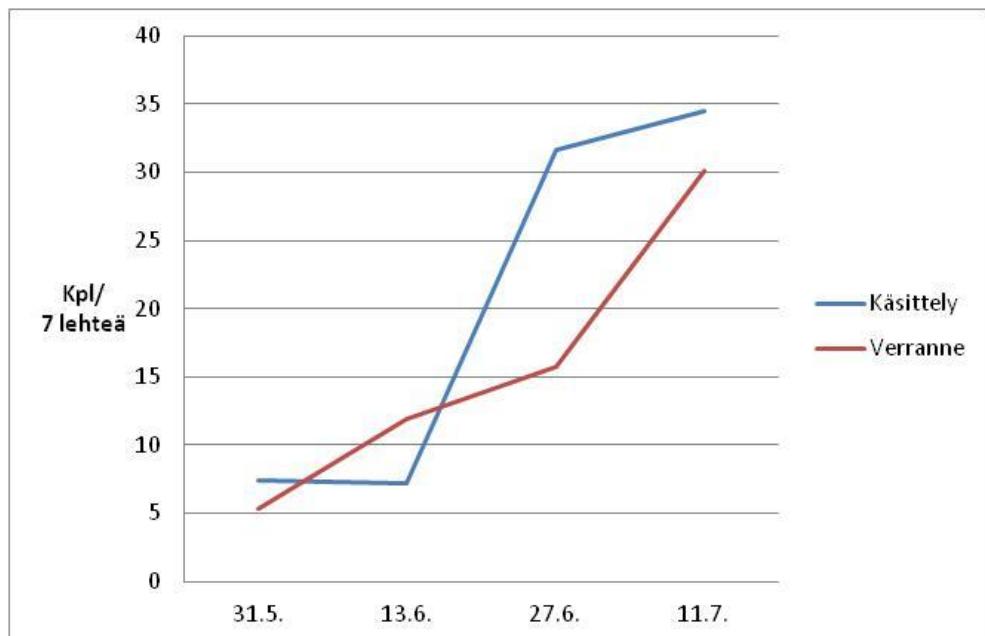
Kuvio 9 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Glen Ample' kasvuersoissa ulkoalueilla

9.1.5. Maurin Makea-lajikkeen äkämäpunkkimäärät tunneli- ja ulkoalueilla

Tunnelialueilla Maurin Makea- lajikkeella voitiin havaita petopunkkikäsitelyn tuoneen pientä vaikutusta satoversojen vatunäkämäpunkkimääriin (kuvio 10). Ulkoalueilla ei käsittelyllä ollut vaikutusta (kuvio 11). Ulkoiset tekijät, kuten kasvuston huono kunto, tai vallitseva sää olivat todennäköisesti vaikuttaneet enemmän vatunäkämäpunkkien määrään kuin biologinen torjunta.



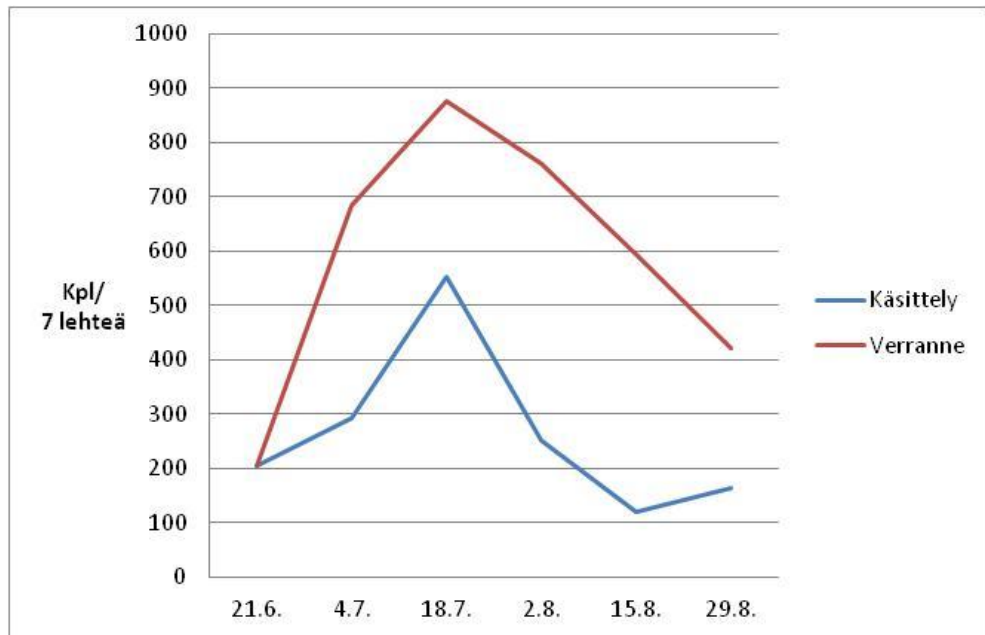
Kuvio 10 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' satoversoissa tunnelialueilla



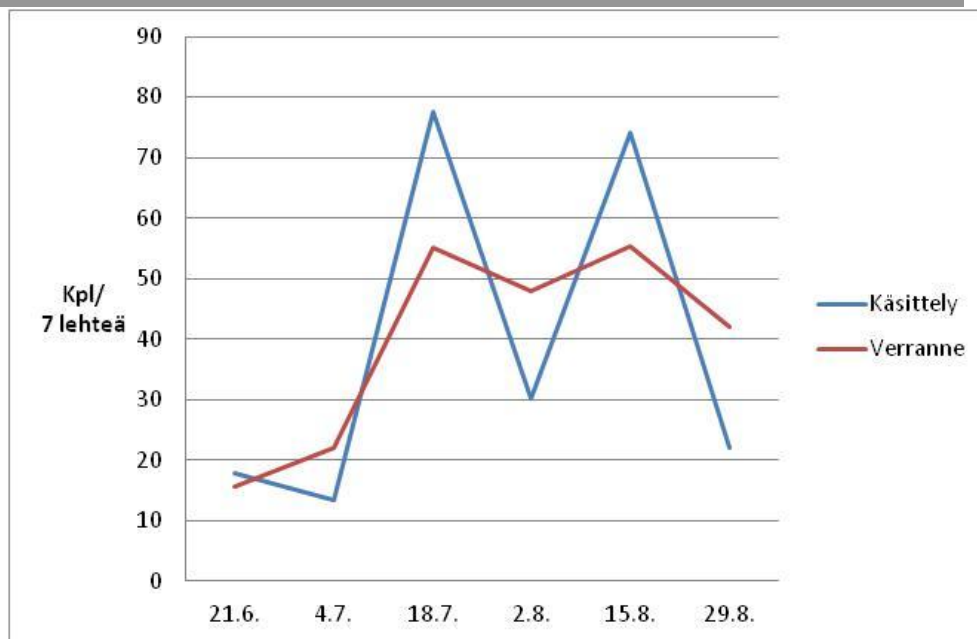
Kuvio 11 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' satoversoissa ulkoalueilla

9.1.6. Maurin Makea- lajikkeen äkämäpunkkimäärät kasvuversoissa tunneli- ja ulko-alueilla

Tunnelialueilla Maurin makea- lajikkeen kasvuversoissa oli nähtävissä selvä ero käsittely ja verrannealueissa (kuvio 12). Petopunkkilevityksellä vatunäkämäpunkkikanta oli pysynyt huomattavasti pienempänä. Tunneli-alueilla kanta oli laskenut jyrkemmin 18.7.2012 molemmilla alueilla olleen huippumäärän jälkeen. Määrät olivat käsittelyalueilla keskimäärin 554 lohkoa kohden ja verrannealueilla 877. Ulkoalueilla tulokset olivat heitteleviä, eikä torjunnan hyödyttävästä vaikutuksesta ollut nähtävissä mitään merkkejä (kuvio 13).



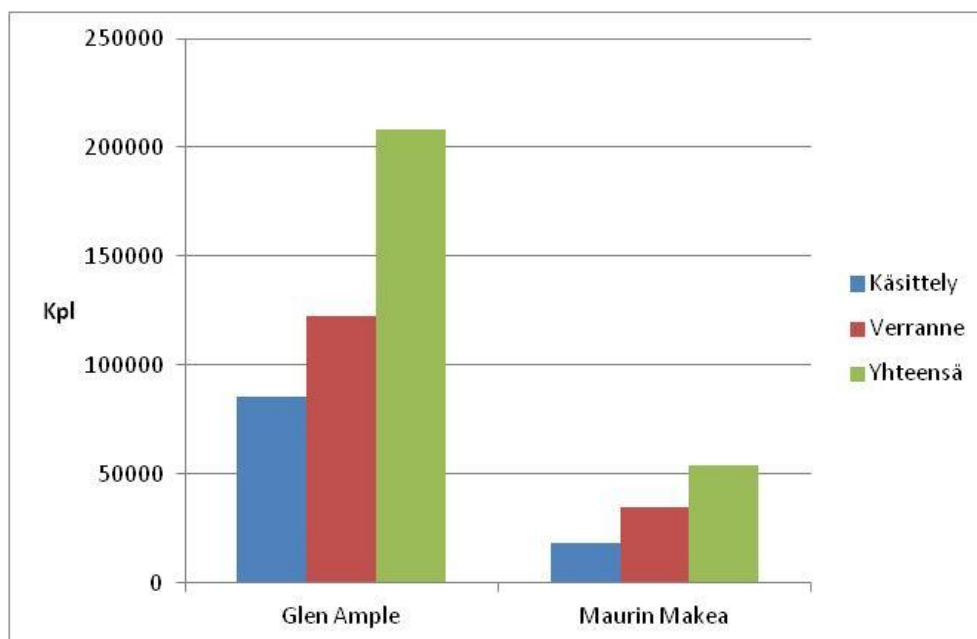
Kuvio 12 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' kasvuversoissa tunnelialueilla



Kuvio 13 Vatunäkämäpunkkimäärät 'Maurin Makea' kasvuvuorossa ulkoalueilla

9.1.7. Vatunäkämäpunkkimäärät lajikkeittain

Koko kasvukauden näytteet osoittivat (kuvio 14), että Glen Ample- lajikkeella vatunäkämäpunkkien määrä oli huomattavasti korkeampi, kuin Maurin Makea- lajikkeella. Vatunäkämäpunkkeja oli 'Glen Ample' vadelmissa kaikkien koalueiden näytteissä yhteensä 208130 ja 'Maurin Makea' vadelmissa 53859.

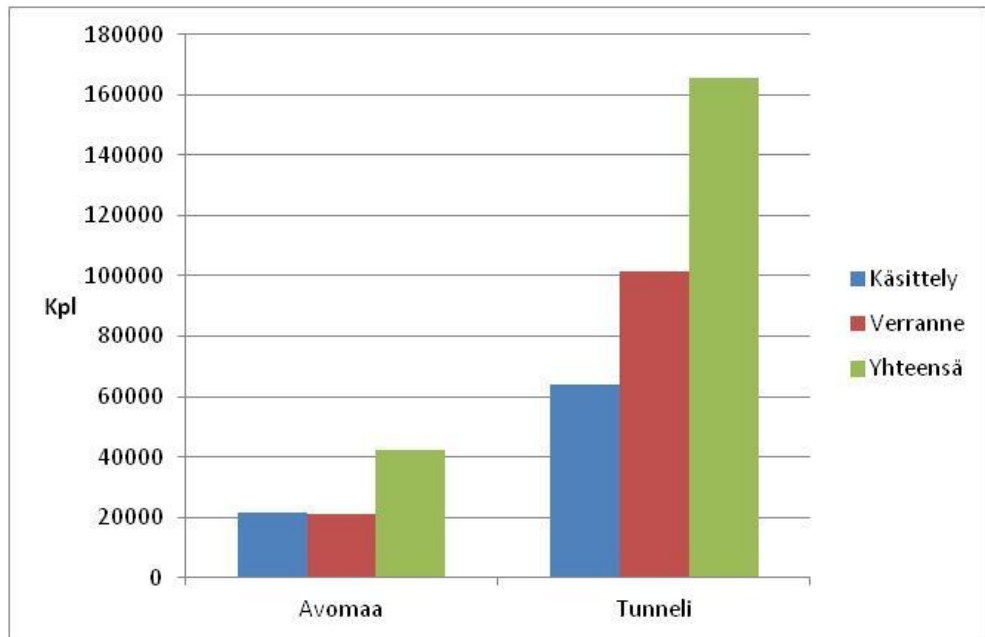


Kuvio 14 Vatunäkämäpunkkimäärät molemmilla lajikkeilla

9.1.8. Vatunäkämäpunkkimäärät lajikkeittain tunneli- ja avomaa-alueilla

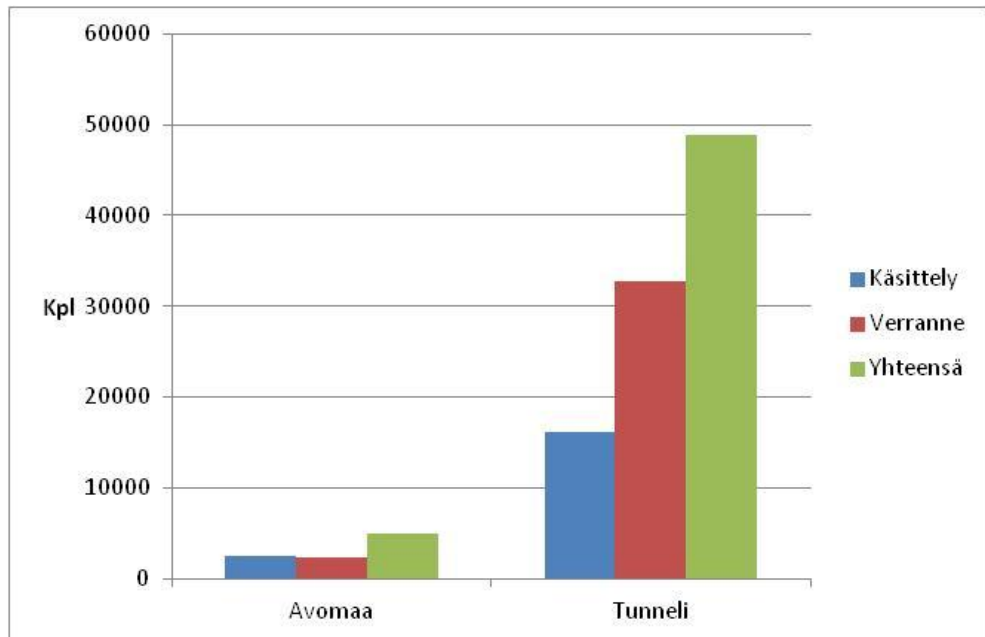
Eriteltäessä vatunäkämäpunkkien kokonaismäärät lajikkeittain avomaa- ja tunnelialueilla voitiin havaita vatunäkämäpunkkikantojen olevan selkeästi suurempia tunneliolosuhteissa. Myös ripsiäispetopunkkilevitysten vaikutus oli havaittavissa ainoastaan tunnelialueiden vadelmissa.

Glen Ample- lajikkeella (kuvio 15) oli avomaan näytteissä yhteensä 42359 vatunäkämäpunkkia. Näistä verrannealueilla oli 20904 kappaletta ja käsittelyalueilla 21455. Käsittelyalueiden äkämäpunkkimäärä oli verrannealuetta suurempi. Tunnelialueiden näytteissä oli yhteensä 165771 vatunäkämäpunkkia. Näistä verrannealueilla oli 101648 kappaletta ja käsittelyalueilla 64123 kappaletta. Tunnelialueilla ripsiäispetopunkkilevitys oli vaikuttanut vatunäkämäpunkkikantaan.



Kuvio 15 Vatunäkämäpunkkimäärät Glen Ample- lajikkeella

Maurin Makea- lajikkeella vatunäkämäpunkkimäärissä oli havaittavissa samankaltainen suunta (kuvio 16). Avomaan näytteissä oli yhteensä 4939 vatunäkämäpunkkia. Näistä 2411 kappaletta oli verrannealueilla ja 2528 käsittelyalueilla. Tunnelialueilla vatunäkämäpunkkeja oli yhteensä 48920. Näistä 32698 oli verrannealueilla ja 16222 käsittelyalueilla.

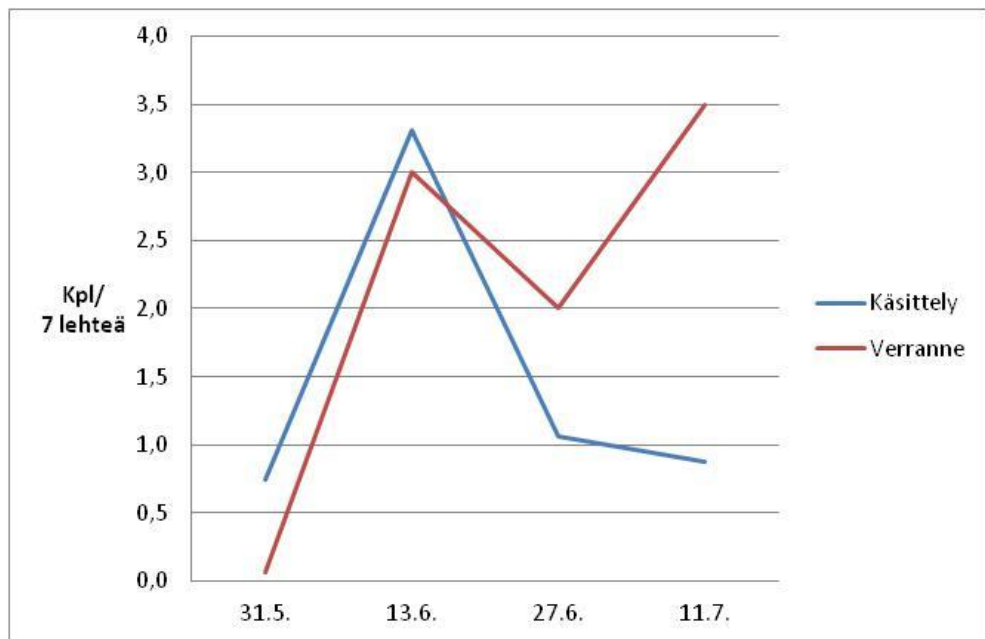


Kuvio 16 Vatunäkämäpunkkimäärät Maurin Makea- lajikkeella

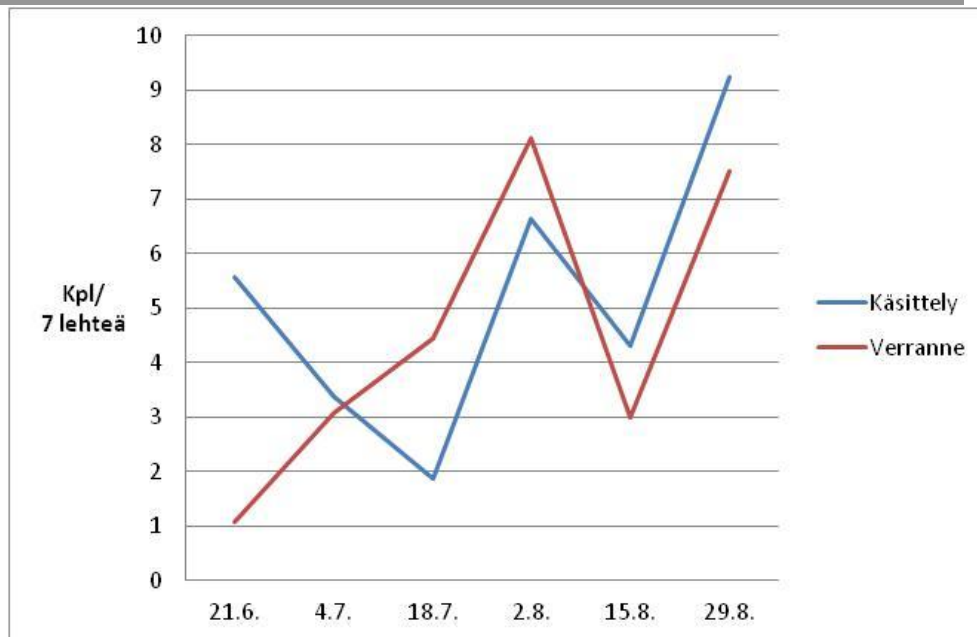
9.2. Vihannespunkkimäärät Glen Ample- lajikkeella

Vihannespunkin torjuntatulosten tarkastelua vaikeutti se, ettei kesän sää ollut otollinen vihannespunkin lisääntymiselle. Määrät pysyivät koko kasvukauden ajan hyvin pieninä, eikä vertailukelpoisia tuloksia voinut eriyttää lajikekohtaisesti tunneli ja ulkoalueille erikseen. Punkit esiintyivät näytteissä yksittäisinä ja näin ollen tulokset olivat erittäin sekavia riippuen siitä oliko näyteotokselle sattunut osumaan muutamia punkkeja munineen vai ei.

Glen Ample- lajikkeen satoversoissa voitiin nähdä koko alueella pieni ero vihannespunkkien määrissä (kuvio 17). Punkkimäärät olivat kuitenkin enimmilläänkin vain 3,5 lohkoa kohden, joten tuloksia ei voitu pitää kattavina. Kasvuversoissa määrät olivat hivenen korkeampia, mutta eivät kuitenkaan merkittävästi. Torjunnan vaikutuksesta ei voinut määrien perusteella antaa mitään arviota (kuvio 18).



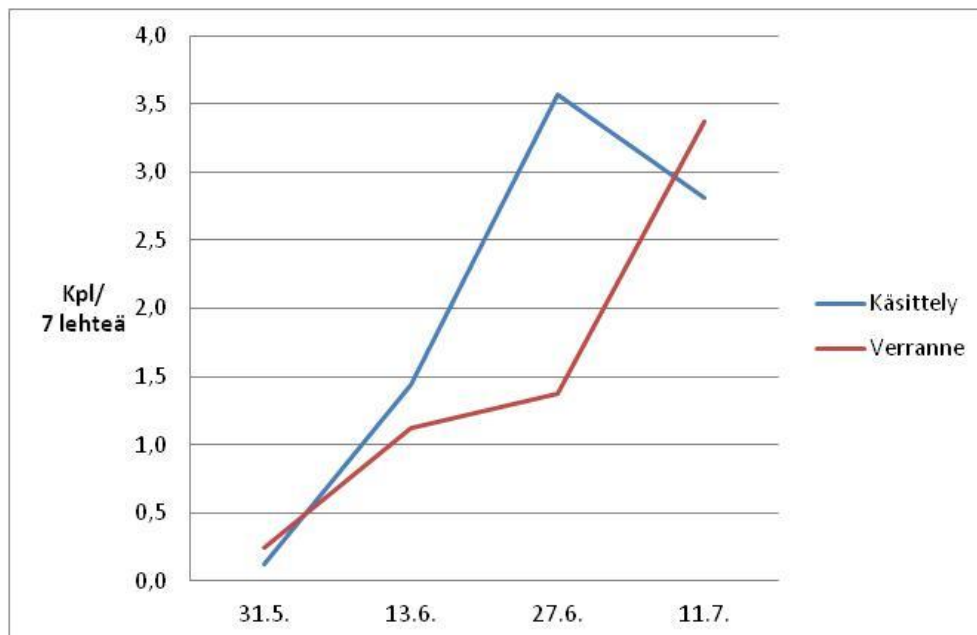
Kuvio 17 Vihannespunkkimäärät 'Glen Ample' satoversoissa koko koalueella



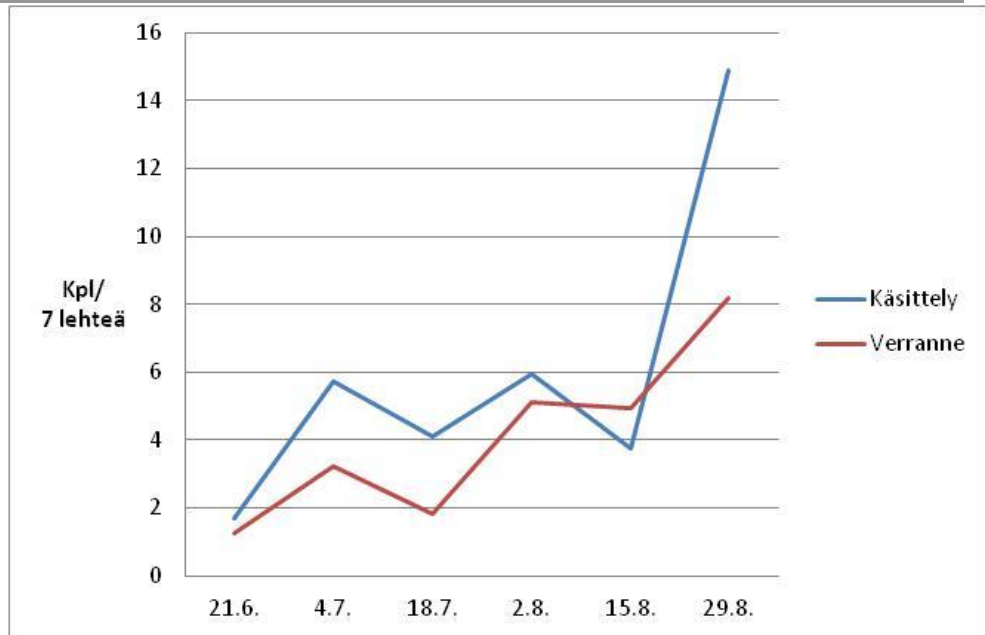
Kuvio 18 Vihannespunkkimäärät 'Glen Ample' kasvuversoissa koko koalueella

9.3. Vihannespunkkimäärät Maurin Makea- lajikkeella

Vihannespunkkimäärät olivat erittäin alhaiset myös Maurin Makea- lajikkeella sekä sato, että kasvuversoissa (kuviot 19 ja 20). Alhaiset punkkimäärät vaikeuttivat myös tämän lajikkeen tulosten käsittelyä, eikä siksi petopunkkikäsittelyn vaikutuksia pystytty analysimaan näin pienten punkkimäärien perusteella



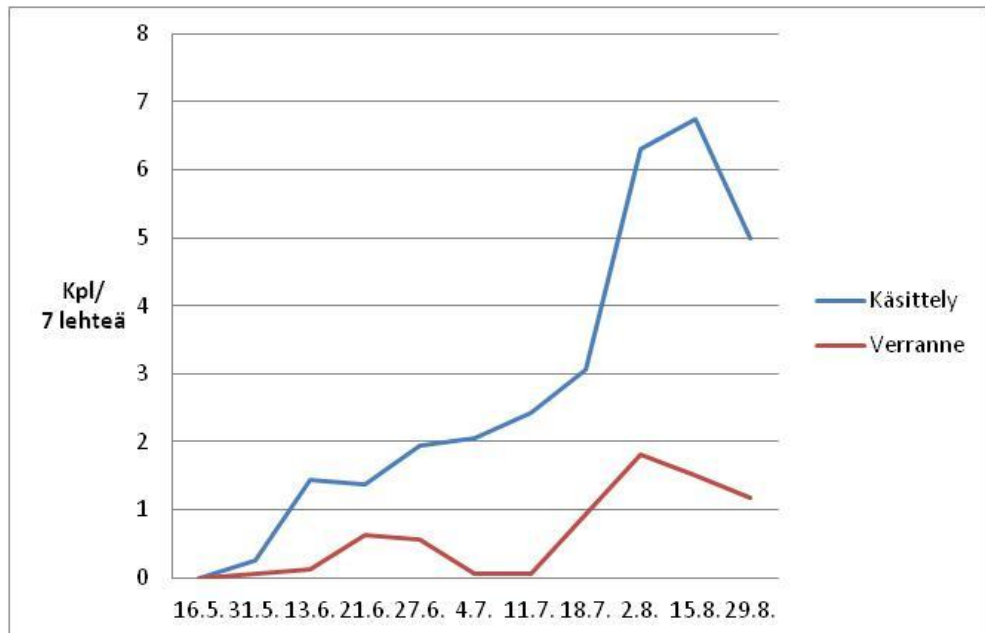
Kuvio 19 Vihannespunkkimäärät 'Maurin Makea' satoversoissa koko koalueella



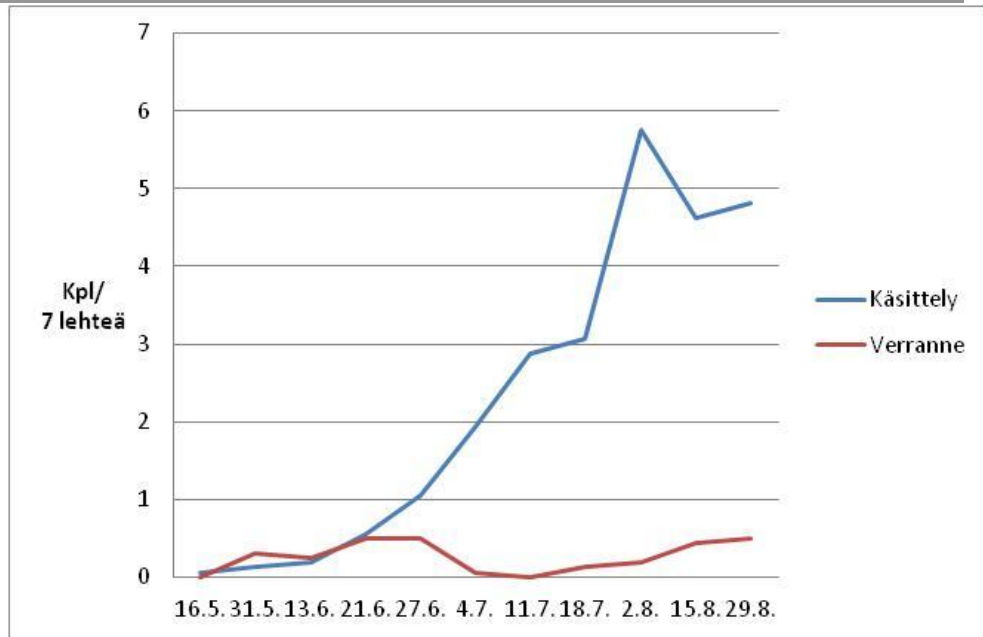
Kuvio 20 Vihannespunkkimäärät 'Maurin Makea' kasvuersoissa koko koalueella

9.4. Petopunkkien esiintyminen sato- ja kasvuersoissa

Petopunkkeja esiintyi niin käsittely-, kuin verrannealueilla molemmilla lajikkeilla (kuviot 21 ja 22). Käsittelyalueilla määrät olivat kuitenkin korkeampia. Alueen petopunkkeja ei ole vielä tutkittu tarkemmin, joten ei voida sanoa, oliko joukossa mukana myös luonnossa esiintyviä lajeja, vai pelkästään levityksessä ollut ripsiäispetopunkki.



Kuvio 21 Petopunkkimäärät 'Glen Ample' kasvustossa koko koalueella



Kuvio 22 Petopunkkimäärät 'Maurin Makea' kasvustossa koko koalueella

Petopunkkien määrä oli kasvusuuntainen molemmilla lajikkeilla, mutta levitysmäärätkin olivat todella runsaat. Levitysmääriin verrattuna, 1500 ripsiäispunkkia lohkolle, näytteissä esiintyneet petopunkkimäärät olivat yllättävän pieniä. Petopunkkien selviytymisessä kasvustossa, tai niiden lisääntymisessä on ilmeisesti ollut joitakin ongelmia. Ripsiäispetopunkin viihtymisestä vadelmakasvustossa, tai sen vatunäkämäpunkista saamasta hyötysuhteesta lisääntymistä varten ei ole aiempaa kokemusta. Muiden petopunkkilajien tutkiminen voisi olla kannattavaa, jotta voitaisiin löytää vastaavanlaisissa olosuhteissa mahdollisimman tehokkaasti lisääntyvä petopunkki. Näin voitaisiin saada paras mahdollinen hyöty petopunkkilevityksestä.

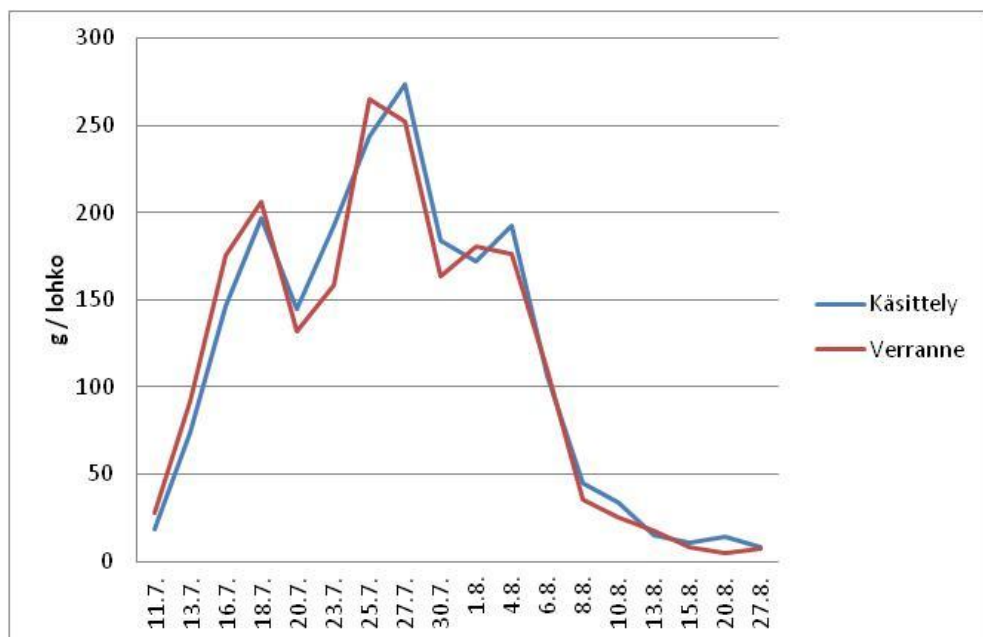
Glen Ample- lajikkeella petopunkkien määrä oli korkeimmillaan 15.8.2012. Samaan aikaan vihannespunkkien ja vatunäkämäpunkkien määrässä oli pieni notkahdus alaspäin (kuviot 4, 8 ja 16). Ainoastaan ulkoalueilla ei 'Glen Ample' kasvuersoissa näkynyt vaikutusta petopunkkimäärästä (kuvio 9).

Maurin Makea- lajikkeella petopunkkeja oli enimmillään 2.8.2013. Vihannespunkkien määrään kannan nousulla ei ollut kovin merkittävää vaikutusta (kuvio 20), mutta äkämäpunkkien määrässä oli havaittavissa laskua (kuviot 5, 12 ja 13).

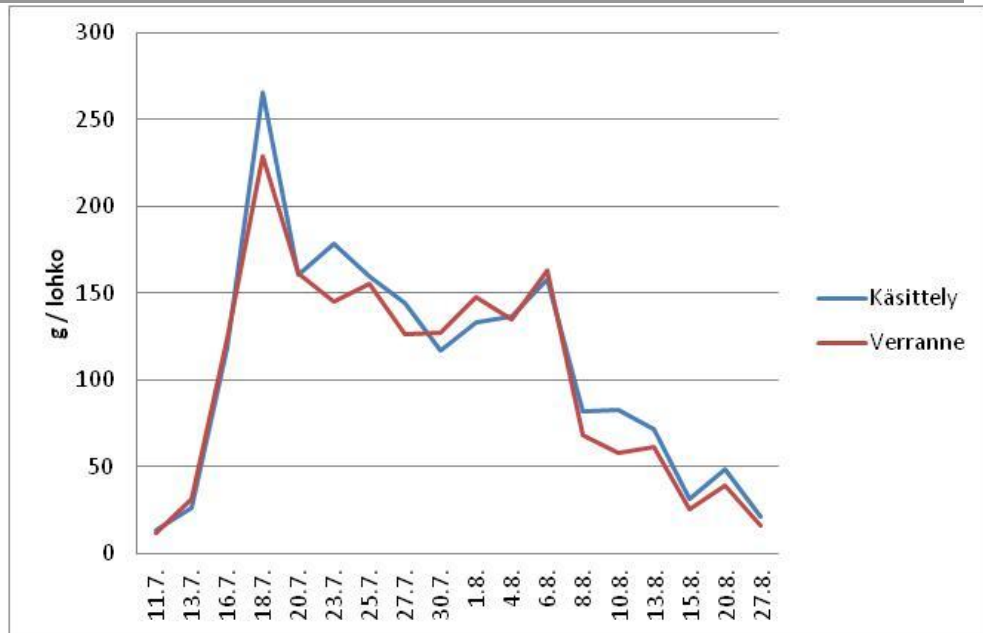
9.5. Petopunkkilevityksen vaikutukset satoon

Petopunkkilevityksellä ei ollut vaikutusta sadon määrään eikä laatuun (kuviot 21 ja 22). Toisaalta siihen ei vaikuttanut myöskään vatunäkämäpunkkien suuri määrä. Sadon määrä oli molemmilla lajikkeilla miltei sama niin käsittely, kuin verrannealueillakin. Molempien lajikkeiden marjat olivat melko happamia maultaan, johtuen auringon paisteen vähäisestä määrästä, tai kasvuston heikosta kunnosta.

Sadon määrä koelohkoa kohden oli suurimmillaan Glen Ample- lajikkeella 25.7. ja 27.7.2012. Marjoja kerättiin kultakin lohkolta näillä kerroilla keskimäärin vähän yli 35 grammaa tainta kohden. Maurin Makea- lajikkeen satohuippu ajoittui 18.7.2012 keräyspäivälle. Käsittelylohkojen keskimääräinen sato oli silloin hieman yli ja verrannealueilla vähän alle 35 grammaa tainta kohden.



Kuvio 23 Glen Ample- lajikkeen keskimääräinen sato koelohkoa kohden



Kuvio 24 Maurin Makea- lajikkeen keskimääräinen sato koelohkoa kohden

9.6. Luontaisten vihollisten esiintyminen

Näytteistä löytyi jonkin verran luteiden toukka-asteita (yhteensä 13). Kasvukauden aikana eri ludelajien määrä oli huomattava ja niiden munaryhmiä oli niin lehdissä, kuin marjoissakin. Jotkin luteet käyttivät ravinnokseen vihannespunkkia. Tuovisen (1997) mukaan tällaisia ovat esimerkiksi lehvänokkalude, sukarikkalude, katvemustapolvi, tirrilude, sypäkkälude, himmeäkitalude, verkasmarmorilude ja kirjokauluslode. Ludelajeja ei tunnustettu erikseen, joten näytteistä löytyneiden luteiden hyödyllisyydestä tai haitallisuudesta ei ole tietoa.

Äkämäsääsken (*Cecidomyiidae*) toukkia löytyi näytteistä runsaasti (yhteensä 262). Äkämäsääsken toukat käyttävät ravinnokseen äkämäpunkkeja. Kirvasääsken toukkia (*Aphidoletes aphidimyza*) oli jonkin verran näytteissä levityskerojen jälkeen. Suurin osa sääskitoukista oli kuitenkin mahdollisesti *Arthrocnodax mali*- lajin toukkia. Ne käyttävät ravinnokseen sekä vihannespunkkeja, että äkämäpunkkeja. (Tuovinen, 1997.)

Näytteissä oli muutamia kukkakärpäsen munia ja toukkia (yhteensä 18). Toukat syövät satoja kirvoja ennen koteloitumistaan. Myös pistiäistoukkia löytyi näytteistä (yhteensä 32), mutta niiden merkitys luontaisena vihollisena tuholaisia vastaan on merkityksetön, vaikka aikuiset saattavat käyttää ravinnokseen pieniä hyönteisiä. (Tuovinen, 1997.)

Leppäpirkon toukkia löytyi vähäisessä määrin (yhteensä 10). Ne ovat tehokkaita kirvojen syöjiä, mutta jotkin lajit käyttävät ravinnoksi myös punkkeja. Luontaisten vihollisten esiintyminen voi auttaa pitämään niin vihannespunkki-, kuin äkämäpunkkikantaa kurissa.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Glen Ample- lajikkeella vatunäkämäpunkkimäärät olivat keväällä noin 12 kappaletta lohkoa, eli 1,7 kappaletta lehteä kohden. Populaatio moninkertaistui kuitenkin hyvin lyhyessä ajassa. Myös vatunäkämäpunkin aiheuttamia vioituksia ilmaantui lehtiin jo ennen kukintavaihetta. Glen Ample-lajikkeen alttius vatunäkämäpunkin esiintymiselle ja vioituksille oli selvästi havaittavissa, sillä Maurin Makea- lajikkeella ei vioituksia havaittu koko kasvukaudella. Vatunäkämäpunkin vioituksille kestävämpien lajikkeiden tai kantojen viljely olisi torjunnan kannalta helpompaa. Lehdistö oli 'Maurin Makea' versoissa huonokuntoista, mutta juuriston huonon kunnon vuoksi ei voitu arvioida, johtuiko se äkämäpunkeista vai ravinteiden puutteesta.

Vatunäkämäpunkkien määrä pysyi petopunkkikäsittelyn saaneilla tunnelivadelmilla pienempänä kuin verranteella. Vaikutus oli havaittavissa molemmilla lajikkeilla. Ripsiäispetopunkkia voidaan käyttää vatunäkämäpunkin biologiseen torjuntaan tunneleissa ja sen avulla kanta pysyy kurissa. Vatunäkämäpunkin suuren lisääntymisnopeuden vuoksi on suositeltavaa käyttää lisäksi muita torjuntamenetelmiä, sillä petopunkkilevityksillä ei kantaa voitu hävittää kokonaan. Ripsiäispetopunkkia voi käyttää ennakotorjuntana ja kukinnan ja marjomisen aikana vatunäkämäpunkkia vastaan.

Ripsiäispetopunkin määrä näytteissä oli levitysmääriin verraten yllättävän pieni. Sen viihtyminen vadelmalla, lisääntyminen vatunäkämäpunkkia ravinnoksi käyttämällä ja selviytyminen kasvukauden olosuhteista jäi kyseenalaiseksi. Ehkä muita petopunkkeja tutkimalla voitaisiin löytää tehokkaammin lisääntyvä peto tuholaistorjuntaan vadelmalla.

Vihannespunkkikanta pysyi hyvin alhaisena. Vihannespunkin torjunnasta ripsiäispetopunkkien avulla ei voida antaa tämän tutkimuksen perusteella mitään suuntaviivoja. Jatkotutkimukset sellaisella kasvukaudella, joka olisi otollisempi vihannespunkin esiintymiselle ja lisääntymiselle voivat antaa lisää tietoa biologisen torjunnan menetelmistä, määristä ja onnistumisesta.

Avomaalla viljeltävien vadelmien tuholaisten biologinen torjunta petopunkkien avulla on hankalaa. Haasteen asettavat tuuli ja sade, jotka vaikeuttavat petopunkkien leviämistä kasvustoon. Olisikin kehitettävä uusia luotettavia ja helposti käytettäviä menetelmiä petopunkkilevitykseen ulko-viljelmiä varten. Tunneleissa biologinen torjunta on helpompaa ja sen vaikutukset ovat selvemmin havaittavissa.

Tämän tutkimuksen tulosten ja EuBerry- hankkeeseen liittyvien muiden tutkimustulosten yhdistäminen antaa uutta tietoa viljelijöille vadelman tuholaisten integroidusta torjunnasta. Edelleen on selvitettävä torjunnan kynnysarvoja ja käyttösuosituksia, jotta menetelmiä voidaan käyttää menestyksellisesti vadelmaviljelmillä. Hankkeen loppuessa tuloksiin perustuvan torjuntaoppaan laatiminen tulee hyväksi työkaluksi sekä Suomen, että myös muiden EU- maiden vadelman viljelijöille.

LÄHTEET

Bukman, P. (Neuvoston puolesta). 1991. Neuvoston direktiivi 91/414 ETY kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta. Eur-Lex 31991L0414. Viitattu 25.3.2013.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0414:FI:NOT>

Buzek, J. & Malmström, C. (Parlamentin ja neuvoston puolesta). 2009. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY. Euroopan unionin virallinen lehti. L 309 / 71. Viitattu 25.3.2013.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:FI:PDF>

Crooker, A. 1985. Embryonic and juvenile development. Teoksessa Helle, W. & Sabelis, M.W. World crop pests, 1 A, Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 149 – 162.

De Lillo, E. & Duso, C. 1996. Currants and berries. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 583 – 590.

Granham, J.E. & Helle, W. 1985. Pesticide resistance in tetranychidae. . Teoksessa Helle, W. & Sabelis, M.W. World crop pests, 1 B, Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 405 – 419.

Halonen, T. & Koskinen, J. 2011. Laki kasvinsuojeluaineista. Finlex 1563/2011. Viitattu 25.3. 2013.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20111563#Lid1884148>

Haslestad, J. 2010. Bærseminar i fjellheimen drar folk. Norsk frukt og bær. 13 (2) 8 – 11.

Ilmatieteenlaitos, ilmasto, kesätilastot. Viitattu 9.4.2013.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kesatilastot>

Koskinen, J. & Jern, T. 2012. Maa- ja metsätalousministeriön asetus integroidun torjunnan yleisistä periaatteista. Asetus 7/2012. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 25.3.2013.

http://www.mmm.fi/attachments/elo/newfolder/newfolder/67EhWquho/MMa_7_2012.pdf

Lemmetty, A., Linqvist, I., Latvala, S. & Tuovinen, T. 2012. Vadelman lehtiläiskävirus leviää vatunäkämäpunkin välityksellä. MTT: Posterit Lepaan puutarhanäyttelyyn 16. – 18.8.2012.

Lindquist, E.E. 1996. External anatomy and notation of structures. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 3 – 31.

Liro, J.I. & Roivainen, H. 1951. Suomen eläimet Animalia Fennica 6, Äkämäpunkit Eriophyidae. Porvoo-Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Marja- Suomen taimituotanto Oy. Vadelmalajikkeet. Päivitetty 18.4.2011. Viitattu 9.4.2013. <http://www.taimituotanto.net/vadelmalajikkeet.html>

Manson, D.C.M. & Oldfield, G.N. 1996. Life forms, deutergyny, diapause and seasonal development. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 173 – 183.

Mitchell, C. 2010. Developing techniques to manage raspberry leaf and bud mite in tunnel produced raspberry, pdf- tiedosto. Viitattu 20.4.2013. http://hdc.org.uk/sites/default/files/research_papers/SF%2081%20final%20report%202010%20final.pdf

Oldfield, G.N. 1996a. Diversity and host plant specificity. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 199 – 215.

Oldfield, G.N. 1996b. Toxemias and other non- distortive feeding effects. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 243 – 250.

Oldfield, G.N. & Proeseler, G. 1996. Eriophyid mites as vectors of plant pathogens. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 259 – 276.

Perring, T.M. & McMurtry, J.A. 1996. Other predatory arthropods. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 471 – 479.

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

Sabelis, M.W. 1996. Phytoseiidae. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 427 – 451.

Sabelis, M.W. & Bruin, J. 1996. Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis,

M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 329 – 366.

Trandem, N., Vereide, R. & Bøthun, M. 2010. Høstsprøyting med rapsolje har overraskende god effekt mot bladmidd i bringebær. Norsk frukt og bær. 13 (5) 20 – 22.

Trandem, N., Vereide, R. & Bøthun, N. 2011. Late autumn treatment with sulphur or rapeseed oil as part of a management strategy for the raspberry leaf and bud mite *Phyllocoptes gracilis* in 'Glen Ample'. Teoksessa Linder, C. & Viték, G. (toim.) Integrated plant protection in fruit crops, subgroup soft fruits. Darmstadt: IOBC / wprs (70) 113 – 119.

Tukes. Kasvinsuojeluinerekisteri. Päivitetty 5.3.2013. Viitattu 9.4.2012. <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/>

Tuovinen, T. 1997. Hedelmä ja marjakasvien tuhoeläimet. Kasvinsuojelu-seuran julkaisu nro 89. Vaasa: Ykkös- Offset Oy.

Tuovinen, T. 2012. Hedelmä- ja marjakasvit: Vadelma: Tuhoeläimet. Teoksessa Ahvenniemi, P. (toim.) Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy, 318 – 323.

Tuovinen, T. & Lindqvist I. 2012. Vadelman tuhoeläimet. Puutarha & kauppa 21 / 2012. Hyvinkää: SP- Paino Oy, 18 – 21.

Van Der Geest, L.P.S. 1985. Aspects of physiology. Teoksessa Helle, W. & Sabelis, M.W. World crop pests, 1 A, Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 171 – 184.

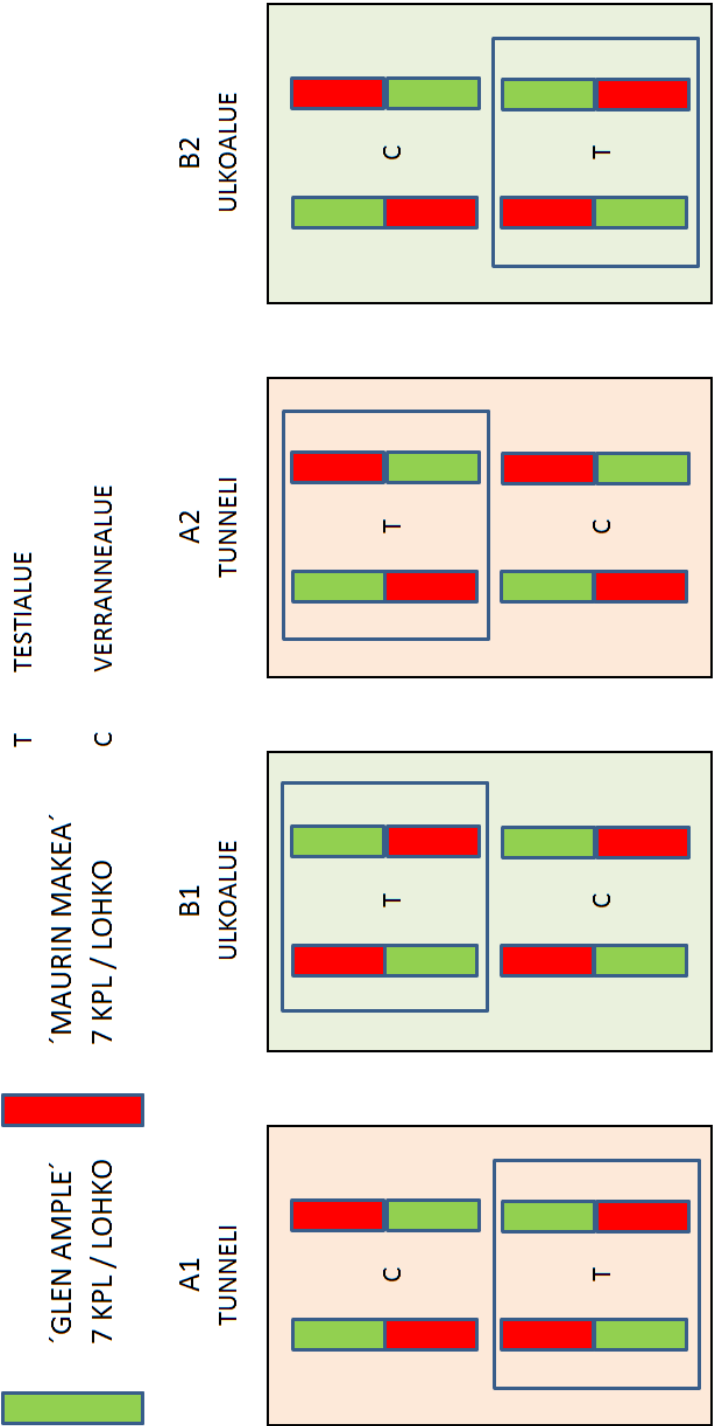
Veerman, A. 1985. Diapause. Teoksessa Helle, W. & Sabelis, M.W. World crop pests, 1 A, Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 279 – 313.

Westphal, E. & Manson, D.C.M. 1996. Feeding effects on host plants: gall formation and other distortions. Teoksessa Lindquist, E.E., Sabelis, M.W. & Bruin, J. (toim.) World crop pests, 6, Eriophyid mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 231 – 241.

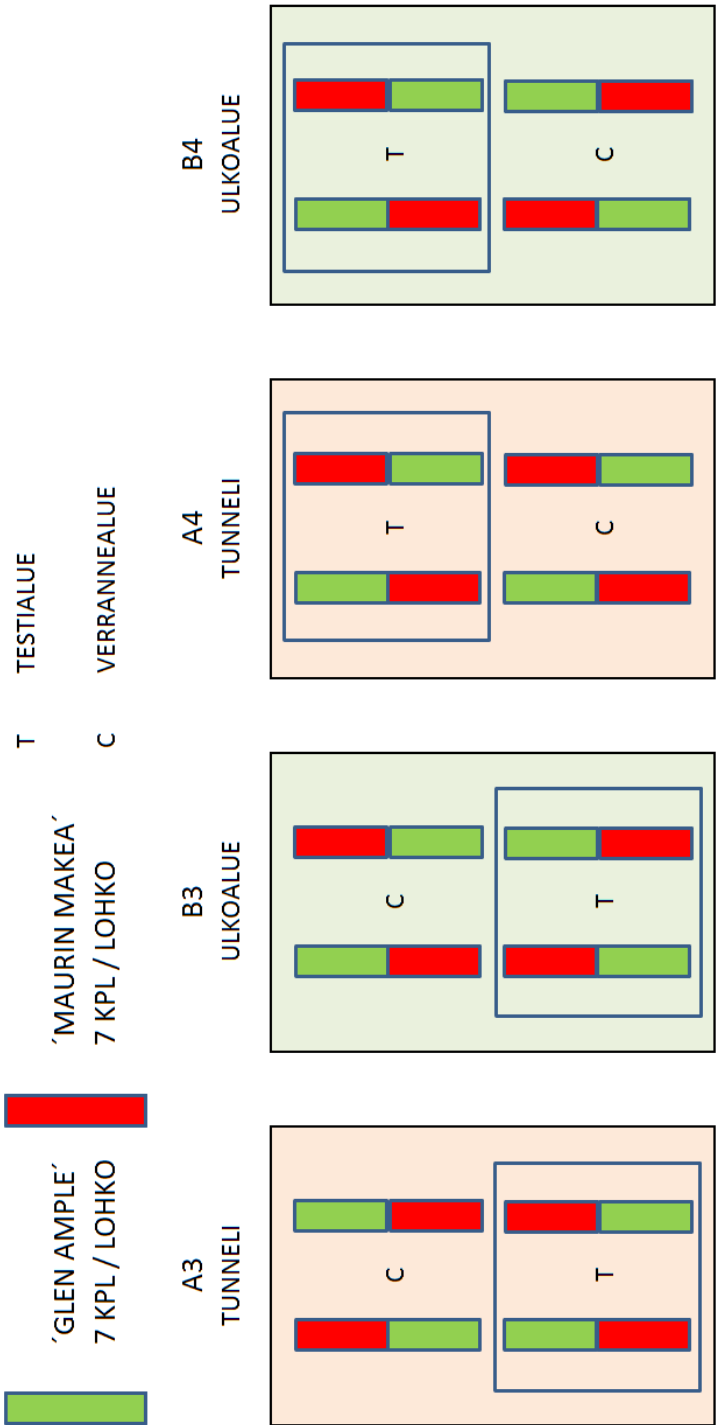
Wysoki, M. 1985. Other outdoor crops. Teoksessa Helle, W. & Sabelis, M.W. World crop pests, 1 B, Spider mites, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 375 – 382.

Zhang, Z.-Q. 2003. Phytoseiid mites. Teoksessa Mites of greenhouses, identification, biology and control. Cambridge, USA: CABI Publishing, 171 – 202.

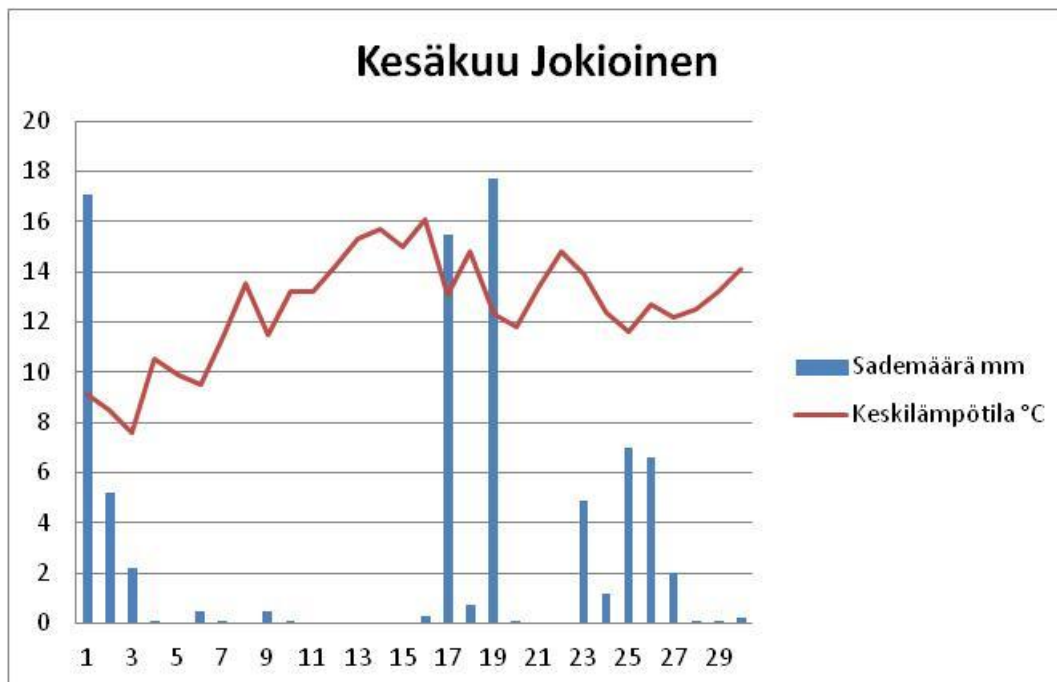
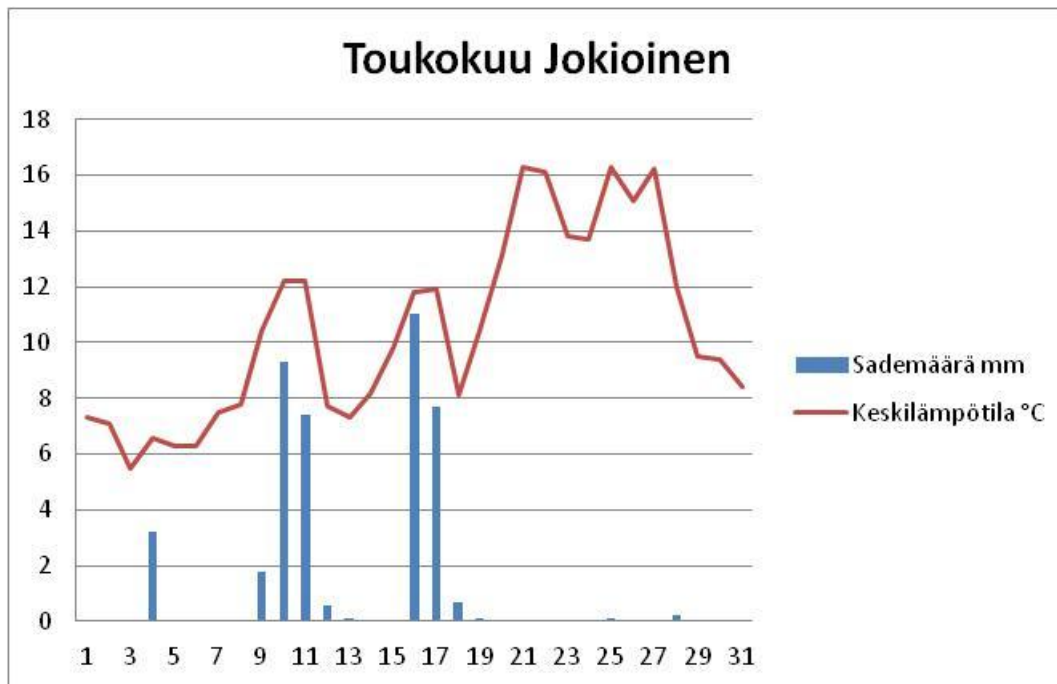
KOEALUEEN KARTTA 1 / 1



KOEALUEEN KARTTA 1 / 2



SÄÄKAAVIOT KUUKAUSITTAIN



SÄÄKAAVIOT KUUKAUSITTAIN

