
**VIHANNESPUNKIN BIOLOGISEN TORJUNNAN JA
TUHOHYÖNTEISTEN TARKKAILUMENETELMIEN
KEHITTÄMINEN VADELMAN TUNNELIVILJELYSSÄ**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2015

Tommi Oraluoma



LEPAA
Puutarhatalouden koulutusohjelma
Avomaan ravintokasvien tuotanto

Tekijä Tommi Oraluoma **Vuosi** 2015

Työn nimi Vihannespunkin biologisen torjunnan ja tuhohyönteisten tarkkailumenetelmien kehittäminen vadelman tunneliviljelyssä

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin ripsiäispetopunkin (*Neoseiulus cucumeris*) ja swirskii-petopunkin (*Amblyseius swirskii*) soveltuvuutta vihannespunkin (*Tetranychus urticae*) biologiseen torjuntaan vadelman tunneliviljelyssä. Työn toimeksiantajana oli Biotus Oy.

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää vihannespunkin biologisen torjunnan mahdollisuuksia vadelman tunneliviljelyssä. Toisena tavoitteena pyrittiin kehittämään tuhohyönteisten tarkkailumenetelmiä vadelman tunneliviljelyssä. Näiden lisäksi havainnoitiin kahden vadelmalle haitallisimman kirvalajin, isovattukirvan (*Amphorophora idaei*) ja pikkuvattukirvan (*Aphis idaei*) esiintymistä koetiloilla.

Työssä tutkittiin vihannespunkin ja petopunkkien esiintymistä koelaitteilla. Koelaitteet perustettiin neljälle eri viljelmälle. Viikoittaisella havaintokierroksella vihannespunkki- ja petopunkkihavainnot kirjattiin koelaitteilta on-ei-periaatteella. Tarkempia lukumääriä varten koelaitteilta otettiin lehtipesunäytteet neljästi kokeen aikana.

Koelaitteille levitettiin petopunkkeja neljästi kokeen aikana. Kerralla 250 neliömetrin koelaitteille annosteltiin 25 000 petoa, 100 petoa neliömetrille. Vadelman pääsatokausi saatiin turvattua biologisen torjunnan avulla. Heinäkuun pitkän helleputken aiheuttamaan vihannespunkkimäärien suureen kasvuun petopunkit eivät enää kyenneet vastaamaan. Kirvojen esiintymistä havainnoitiin vihannespunkkien ohella. Havaintojen perusteella kirvojen biologinen torjunta kirvavainokaisilla onnistui hyvin.

Ripsiäispetopunkeilla ja swirskii-petopunkeilla voidaan torjua vihannespunkkeja vadelman tunneliviljelyssä. Torjunnan onnistuminen nojaa kuitenkin vahvasti torjuntaeliöille suotuisiin olosuhteisiin. Tulokset olivat biologisen torjunnan integroinnin kannalta rohkaisevia, mutta lisätutkimuksia vaaditaan. Tutkimuksia aiotaankin jatkaa kaudella 2015.

Avainsanat *Neoseiulus cucumeris*, *Amblyseius swirskii*, *Tetranychus urticae*, biologinen kasvinsuojelu, vadelma

Sivut 25 s. + liitteet 9 s.

LEPAA
Horticulture
Horticultural Field Food Production

Author Tommi Oraluoma **Year** 2015

Subject of Bachelor's thesis Development of two spotted spider mites biological control and the monitoring practices of pests in high tunnel cultivation of raspberries

ABSTRACT

In this thesis the suitability of two predatory mites *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* as a biological control agent of two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in high tunnel cultivation of raspberries was studied. The commissioner of this thesis was Biotus Oy.

One of the main goals of this thesis was to examine the possibilities of the biological control of two spotted spider mites in high tunnel cultivation of raspberries. The other main goal was to improve and develop the monitoring practices of pests in high tunnel cultivation. In addition to the main goals the presence of two of the most injurious aphid species to the raspberry, the large raspberry aphid (*Amphorophora idaei*) and the small raspberry aphid (*Aphis idaei*) was observed.

The success of the control of aphids was estimated merely by the aphid discoveries made alongside the two spotted spider mite observations. During the harvest the yield contaminated by the honeydew aphids produce was also lightly observed. Based on the observations made during the growing season the biological control of aphids with parasitic wasps was successful.

The predatory mites were spread four times on to the 250 square metre experimental plots. 25 000 predatory mites were applied at a time or 100 predatory mites per square metre. The main yield period in July was successfully secured with biological control. The long streak of swelter in July caused the spider mite populations to burst and the predatory mites were no longer able to control them. The two spotted spider mite can be biologically controlled with predatory mites *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii*. The success of the biological control though lays heavily on the favorable conditions for biological control agents. The results of this thesis are encouraging in the field of integrated pest management in high tunnel cultivation of raspberry. More research on this subject is needed though. The research is due to continue in 2015.

Keywords *Neoseiulus cucumeris*, *Amblyseius swirskii*, *Tetranychus urticae*, biological plant protection, raspberry

Pages 25 p. + appendices 9 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUHOLAISET VADELMAN TUNNELIVILJELYSSÄ.....	2
2.1	Vihannespunkki.....	2
2.1.1	Ulkonäkö	2
2.1.2	Elinkierto	4
2.1.3	Kehitysnopeus	4
2.1.4	Vioitus	5
2.1.5	Vioituksen vaikutus vadelman satoon	6
2.2	Kirvat.....	7
2.3	Isovattukirva.....	7
2.4	Pikkuvattukirva	8
3	PETOPUNKIT	9
3.1	<i>Amblyseius swirskii</i>	9
3.1.1	Elinkierto	9
3.2	<i>Neoseiulus cucumeris</i>	9
3.2.1	Elinkierto	9
3.3	Petopunkkien keskinäinen kilpailu	10
3.3.1	Torjuntaeliöitä vihannespunkin torjuntaan.....	10
4	VILJELYTEKNIikka	10
4.1	Tunnelin ilmasto.....	11
4.2	Lämpösumma	12
4.3	Taimirivien korkeus	13
5	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	14
5.1	Koejärjestely.....	14
5.2	Tarkkailumenetelmä.....	15
5.3	Lehtinäytteiden otto ja pesunäytteen käsittely	15
5.4	Petolevitykset	16
5.5	Petolevityksien ajoitus.....	17
6	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	17
6.1	Vihannespunkki ja petopunkkihavainnot	17
6.2	Lehtipesutulokset	19
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	20
8	POHDINTAA.....	20
	LÄHTEET	23

- Liite 1 Tarkkailutulokset koetiloilta
Liite 2 Lehtipesutulokset koetiloilta

Liite 3	Koealan sijoittelu tunnelissa
Liite 4	Lehtipesunäytteen käsittelyohje

1 JOHDANTO

Vadelman tunneliviljely on suhteellisen uusi ja kasvava viljelymuoto Suomessa. Marjojen parantunut laatu houkuttelee kotimaisia marjanviljelijöitä tunneliviljelmien perustamiseen. Parantuneet kasvuolosuhteet tuovat kuitenkin mukanaan myös ongelmia. Vadelman tuholaiset, kuten vihannespunkit ja kirvat hyötyvät tunnelissa vallitsevista ilmasto-olosuhteista, etenkin kasvukauden ollessa helteinen ja sateeton. Tunnelissa kasvukauden tehoisa lämpösusma voi olla jopa 300–400 vuorokausiastetta korkeampi kuin avomaalla. Tuhohyönteiset heräävät aikaisemmin, populaation yksilömäärä nousee nopeammin ja näiden tekijöiden seurauksena sukupolvien määrä kasvukaudella lisääntyy.

Suotuisista olosuhteista johtuvan vihannespunkkien nopean lisääntymisen lisäksi tuhohyönteisten torjuntaa vaikeuttaa tunneliviljelyssä sallittujen kasvinsuojeluaineiden vähyys. Koska kasvutunneli rinnastetaan lainsäädännössä avomaaviljelyyn rajoittaa se sallittujen kasvinsuojeluaineiden määrää entisestään. Vihannespunkteja voidaan torjua vain yhdellä kasvinsuojeluaineella (Nissorun, tehoaine heksytiatsoksi), jonka käyttö rajoittuu sadonkorjuun jälkeiseen aikaan. Kirvoja voidaan torjua kemiallisesti kasvukauden aikana. Yleisimmin kirvojen torjuntaan käytetyn kasvinsuojeluaineen Calypson tehoaineena on tiaklopridi, joka kuuluu neonikotinoideihin. Neonikotinoidien käyttöä on Suomessakin rajoitettu, koska niiden aiheuttamat haittavaikutukset pölyttäjille vaativat vielä lisätutkimuksia. Useiden tutkimusten mukaan neonikotinoideilla on havaittu olevan myös vihannespunkkien munintaa kiihdyttävä vaikutus (Zeng & Wang, 2010, Szczepaniec, Creary, Laskowski, Nyrop & Raupp, 2011).

Edellä mainittujen osatekijöiden lisäksi vuoden 2014 alusta voimaan astunut IP-säädös (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY) ohjaa vahvasti myös vadelman tunneliviljelyn kehitystä. Integroidun kasvinsuojelun tarkoituksen on ohjata viljelijöitä kasvinsuojeluaineiden tarkoituksenmukaisempaan käyttöön. Ennaltaehkäisyyn, tarkkailuun, harkittuun torjuntaan ja torjunnan jälkeiseen seurantaan perustuva integroitu kasvinsuojelu suosii biologisten torjuntamuotojen käyttöä kemiallisten toimien ohella tai sijaan. Kasvutunnelissa vallitsevien ilmasto-olosuhteiden voidaan olettaa sopivan hyvin biologisten torjuntaeliöiden käyttöön vadelman viljelyssä. Siksi torjuntaeliöiden toimivuutta vadelman tunneliviljelyssä päätettiin tutkia kasvukaudella 2014.

Biologisten torjuntaeliöiden käytön kokeilun ohella pyrittiin myös kehittämään tuhohyönteisten tarkkailukäytänteitä vadelman tunneliviljelyssä. Tarkkailun ollessa olennainen osa tuhohyönteisten torjunnassa on sen käytänteiden kehittäminen viljelijöiden näkökulmasta erittäin tärkeää.

Hämeen ammatillisen korkeakoulutuksen ja tutkimuksen säätiö myönsi tutkimuksen suorittamiseen Nuoren tutkijan apurahan. Apurahan myöntämisellä oli merkittävä osuus tutkimuksen toteutumisessa.

2 TUHOLAISET VADELMAN TUNNELIVILJELYSSÄ

Vadelmaa viljellään muovikatteisessa tunnelissa sadon varmistamiseksi ja marjojen laadun parantamiseksi. Tunnelissa olosuhteet ovat vadelman viljelyn kannalta paremmat avomaalla viljeltyyn vadelmaan verrattuna. Suojaisia ja lämmin kasvutunneli suosii kuitenkin myös kasvintuhoojia. Suurimman ongelman kasvutunneleissa aiheuttavat etenkin kuumana ja kuivana kasvukautena massoittain esiintyvät vihannespunkit ja kirvat. Joinakin vuosina myös vattukuoriaiset ja vattukärsäkkäät saattavat aiheuttaa suuriakin tuhoja tunneleissa suurilukuisina esiintyessään. Vadelmanäkämäpunkkia voidaan pitää merkittävänä ja haitallisena vadelman tuholaisena, sen levittämän vadelman lehtiläiskäviroksen takia. Sen kemiallinen ja biologinen torjunta on hankalaa. Vadelman tunneliviljelyssä vadelmanäkämäpunkki ei kuitenkaan ole yhtä haitallinen kuin avomaan viljelyssä viljelytekniikasta johtuen. Tunneliviljelmillä taimet vaihdetaan vuosittain, joten ongelma ei ehdi äityä yhtä pahaksi kuin monivuotisissa kasvustoissa. Työssäni keskityin kuitenkin vain vihannespunkkiin tunnelivadelman kasvintuhoojana, sekä hieman väljemmin kahteen vadelmalle haitallisimpaan kirvalajiin eli isovattukirvaan ja pikkuvattukirvaan.

2.1 Vihannespunkki

Vihannespunkki *Tetranychus urticae* Koch on punkkien *Acari* alaluokkaan kuuluva hämähäkkieläin *Arachnida*. Vihannespunkkia on havaittu jopa yli 1100 isäntäkasvulta noin 140 eri heimosta. (Grbić & Van Leeuwen 2011). Vihannespunkkia voidaan pitää yhtenä haitallisimmista tuholaisista, koska isäntäkasveista jopa 150 on kaupallisesti tärkeitä tai erittäin tärkeitä. (Zhang 2003, 54).

2.1.1 Ulkonäkö

Aikuinen vihannespunkkinaaras on noin 0,4–0,5 millimetrin mittainen, pyöreähkö tai ovaalin muotoinen. Koiras on naarasta jonkin verran pienempi (Zhang 2003, 54). Vihannespunkin väri vaihtelee melko paljon populaatioiden välillä (kuva 1 ja 2). Yleensä vihannespunkki on värikyllänsä kellanvihreä, mutta väri voi joskus olla myös silmiinpistävän punertava. (Zhang 2003, 54). Aikaisemmin vihannespunkin punaista muotoa pidettiin vain vihannespunkin värimuunnoksena. Pitkään osa tutkijoista erotti sen omaksi lajiksi, nimeltään neilikkapunkki *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Zhang 2003, 54). Uusimpien tutkimusten mukaan *Tetranychus cinnabarinus* ei kuitenkaan ole oma lajinsa, vaan kyseessä on vihannespunkin *Tetranychus urticae* värimuunnos (Auger, Migeon, Ueckermann, Tiedt & Navajas Navarro 2013). Vihannespunkin paras tuntomerkki on kuitenkin molemmissa kyljissä symmetrisesti esiintyvät tummat täplät. (Tuovinen 1997, 122). Täplien mukaan vihannespunkki on saanut myös yleisesti käytössä olevan englanninkielisen nimensä ”two spotted spider mite”.



Kuva 1. Vihannespunkki *Tetranychus urticae*, aikuinen, muna ja toukka. Tommi Oraluoma.



Kuva 2. Vihannespunkki *Tetranychus urticae*, punainen värimuunnos ja kaksi munaa. Tommi Oraluoma.

2.1.2 Elinkierto

Vihannespunkki käy läpi viisi eri kehitysvaihetta: muna, toukka, protonymfi, deutonymfi ja aikuinen. Toukkavaihe ja molemmat nymfivaiheet voidaan jaotella vielä ruokaileviin ja ei-ruokaileviin vaiheisiin. (van de Vrie, McMurtry & Huffaker 1972, 345.) Vihannespunkin muna on muodoltaan pyöreä, väriltään harmahtava tai läpinäkyvä. Toukan kehittyessä munan sisällä väri muuttuu keltaisemmaksi ja toukan punaiset silmät voi erottaa munan pinnan läpi. Toukalla on kolme jalkaparia, mutta nymfeillä jo hämähäkkieläimille tyypilliset neljä jalkaparia. (Zhang 2003, 54.)

Syksyllä ilmojen kylmetessä ja päivänpituuden lyhetessä vihannespunkkinaaraat alkavat valmistautua tulevaan talveen. Hedelmöityneet naaraat selviytyvät talvesta vaipumalla niin kutsuttuun diapaussiin, eli horroksen kaltaiseen tilaan. (Raworth, Gillespie, Roy & Thistlewood 2002, 259.) Veermanin (1985) mukaan koiraat eivät talvehdi lainkaan ja diapaussiin siirtyvän naaraan tunnistaa parhaiten oranssista väristä sekä muninnan loppumisesta. (Kroon, Veenendaal & Veerman 1997.) Värimuutoksen saa aikaan kylmänsietoa edesauttavien keto-karotenoidien lisääntyminen vihannespunkin elimistössä (Veerman 1974). Sysäyksen diapaussiin siirtymiselle antaa useat eri osatekijät. Veermanin (1985) mukaan päivänpituuden lyheneminen ja lämpötilan aleneminen ovat päätekijöitä diapaussiin siirtymiselle (Kroon ym. 1997). Ravinnon väheneminen (Jeppson, Keifer & Baker 1975, 20), ja luonnollisten petojen läsnäolo ja sen tuoma riski tulla syödyksi (Kroon, Veenendaal, Egas, Bruin & Sabelis 2005) ovat myös laukaisevia tekijöitä diapaussiin siirtymiselle. Naaraat hakeutuvat karikkeeseen, rikkakasvien tyviosiin tai suomuväleihin talvehtimaan (Zhang 2003, 57; Tuovinen 1997, 122). Naaraat heräävät keväällä lepotilasta lämpötilan noustessa ja päivänpituuden pidetessä (Jeppson ym. 1975). Vihannespunkit aloittavat ruokailun muutamien tuntien kuluessa diapaussista herätessään. Hieman lämpötilasta riippuen naaraat aloittavat seitin kutomisen ja munimisen noin 3–7 päivän kuluessa. (Jeppson ym. 1975, 22.)

Vihannespunkki lisääntyy myös suvuttomasti. Sen takia vihannespunkki kykenee luomaan kasvinsuojeluaineille resistenttejä kantoja nopeasti.

2.1.3 Kehitysnopeus

Vihannespunkin kehitysnopeuteen vaikuttavat muun muassa lämpötila, ilmankosteus, kasvin ikä ja isäntäkasvin laji. Tärkein muuttuja lisääntymisen kannalta on lämpötila. Alle 12 °C ja yli 40 °C lämpötiloissa kehitystä ei juurikaan tapahdu (Jeppson ym. 1975). Kehitysnopeutta eri lämpötiloissa on tutkittu useilla eri isäntäkasveilla. Sabelis (1981) ruusulla, Carey ja Bradley (1982) puuvillalla ja Laing (1969) pavulla, muun muassa. (Vacante 2010, 294.) Edellä mainittujen lisäksi Prasličkan ja Huszárin (2004) kurkulla, paprikalla ja pavulla tehtyjen kokeiden perusteella on todettu 30–35 °C olevan vihannespunkin lisääntymisnopeuden kannalta optimaalisin lämpötila-alue.

Taulukko 1. Vihannespunkin kehitysnopeus (vrk) ruusulla (Sabelis, 1981)

Lämpötila °C	Kehitysvaihe					
	Muna	Toukka	Protonymfi	Deutonymfi	Muninta	Yht.
15	14,3	6,7	5,3	6,6	3,5	36,4
20	6,7	2,8	2,3	3,1	1,7	16,6
30	2,8	1,3	1,2	1,4	0,6	7,3

2.1.4 Vioitus

Vihannespunkki käyttää ravintonaan viherhiukkasta ja se ruokailee mielellään lehtien alapinnoilla, jossa se on suojassa sille haitalliselta UV-B säteilyltä (Zhang 2003; Suzuki, Watanabe & Takeda 2009). Vihannespunkin havaitseminen riittävän ajoissa onkin haasteellista sen pienen koon ja lehden alapinnalla oleskelun takia. Usein vihannespunkkien olemassaolo havaitaan vasta sen erittämän seitin ilmaantuessa kasveihin. Silloin saastunta on jo paha ja vihannespunkkipopulaatio kasvanut suureksi. Vihannespunkkien ruokailullaan aiheuttamat vaaleat tai vaaleankeltaiset läikät tai pisteet on mahdollista havaita jo saastunnan alkuvaiheessa, mikäli tarkkailu tehdään huolellisesti luuppia apuna käyttäen.



Kuva 3. Vihannespunkin varhaista vioitusta vadelman lehdessä. Tommi Oraluoma



Kuva 4. Vihannespunkin kutomaa seittiä mansikan lehdellä. Tommi Oraluoma

2.1.5 Vioituksen vaikutus vadelman satoon

Vihannespunkin vioituksen vaikutusta vadelman kasvuun ja sadontuottoon on tutkittu melko vähän. Vihannespunkki voi aiheuttaa vadelmalle vahinkoa kahdessa eri kasvuvaiheessa. Sancesin, Wymanin ja Tingin (1979) mukaan loppukevästä keskikesään ajoittuva vihannespunkkisaastunta häiritsee kasvin yhteyttämistä ja haihduttaa, ja aiheuttaa siten sadon alenemaa. Mariethozin, Baillodin, Linderin, Antoninin ja Mittazin (1994) mukaan vihannespunkkisaastunnan ollessa paha, voivat kasvin lehdet pudota jopa kokonaan. Doughtyn, Crandallin ja Shanksin (1972) mukaan paha vihannespunkkisaastunta loppukesästä kuluttaa vadelman tärkkelys- ja sokerivarastoja, jonka vuoksi monivuotisilla viljelmillä versojen talvehtiminen saattaa heikentyä. (Roy, Brodeur & Cloutier 1999.)

Toisaalta on myös havaittu, että suuretkaan vihannespunkkimäärät eivät juurikaan vaikuta vadelman sadontuottoon. Raworthin (1989) mukaan jopa yli sadan vihannespunkin saastunta vadelman lehdellä ei vielä vaikuta sadontuottokykyyn. Raworthin ja Clementsin (1996) mukaan vasta lehtien runsas putoaminen aiheuttaa merkittävää sadon alenemaa. (Raworth, Gillespie, Roy & Thistlewood 2002.)

Vertailukohteena voidaan käyttää myös mansikkaa, jonka sadontuottokyky ja kasvun häiriintymistä eriasteisilla vihannespunkkisaastunnoilla on jonkin verran tutkittu. Sancesin, Toscanon, Lapren, Oatmanin ja Johnsonin (1982), sekä Fraulon ja Liburdin (2008) mukaan suuri vihannespunkkisaastunta voi heikentää kukkien ja lehtien kehitystä, ja siten vaikuttaa marjan kokoon ja laatuun. (Nyoike & Liburd 2013.) Nyoike ja Liburd (2013) havaitsivat kokeessaan, että yli 200 vihannespunkkia per lehti alensi mansikan sadontuottoa avomaalla jopa 25 %.

Vihannespunkin voitusten vaikutus kasvin kasvuun, terveyteen ja sadontuottoon vaihtelee siis saastunnan asteen ja ajankohdan mukaan. Vadelman tunneliviljelyssä käytetään pääsääntöisesti niin sanottuja long cane -taimia, eli satotaimia. Keväällä tunneleihin istutettavat taimet ovat siis jo kaksivuotiaita, joten vähäinen punkkisaastunta keväällä ei juurikaan aiheuta ongelmia. Jos saastunta on paha, voi sadontuotto alentua merkittävästi vihannespunkkien imiessä kasvinesteitä ja kutomalla seittejään kasvustoon. Suuren ja hyvävoimaisen vadelman verson vegetatiiviseen kasvuun ja yleiskuntoon ei pahakaan saastunta juuri vaikuta.

2.2 Kirvat

Remaudièren ja Remaudièren (1997) mukaan maailmassa on noin 4700 eri kirvalajia, joista Blackmanin ja Eastopin (2000) mukaan noin 450 esiintyy viljelykasveilla (van Emden 2007, 1). Näistä 450 lajista kuitenkin vain noin 100 lajin kohdalla voidaan puhua sadon kaupalliseen arvoon merkittävästi vaikuttavista lajeista. Blackmanin ja Eastopin (2006) mukaan suurin osa viljelykasveille merkittäviä tuhoja aiheuttavista kirvoista kuuluu alaheimoon *Aphidinae*. Pääosa ruohovartisia kasveja, joihin suurin osa viljelykasveista kuuluu, ravintonaan käyttävistä kirvalajeista on tämän alaheimon edustajia. (van Emden 2007, 1.)

Vadelmalla haitallisimpina kirvalajeina voidaan pitää isovattukirvaa *Amphorophora idaei* ja pikkuvattukirvaa *Aphis idaei* (McMenemy, Mitchell & Johnson 2009). Isovattukirva voi toimia virusvektorina neljälle eri virustaudille, joista jokainen aiheuttaa merkittävää vahinkoa vadelmalle. Mustavatus nekroosivirus, vadelman lehtilaikkuvirus, vadelman lehtiläikkäivirus ja vadelman keltaverkkovirus kuuluvat kaikki vadelman mosaiikki-taudin aiheuttajiin. (Alford 2014, 67.) Pikkuvattukirva aiheuttaa lehtien käpärtymistä ja levittää lisäksi vadelman suonikloroosia (Alford 2014, 70).

2.3 Isovattukirva

Isovattukirva *Amphorophora idaei* Börner on aikuisena melko suuri, noin 2,6–4,1 millimetriä pitkä ja väriltään kellanvihreä. (kuva 5.) Jalat ja tuntosarvet ovat pitkät ja päistä hieman tummuneet. Kuoriuduttuaan munasta maaliskuuhuhtikuussa isovattukirva alkaa imeä kasvinesteitä silmujen kärjistä. Kauden edetessä ja kasvin kasvaessa ne siirtyvät lehtien alapinnoilla muodostamatta kuitenkaan suuria yhdyskuntia. Kesä-heinäkuussa alkaa ilmesytyä siivellisiä kirvoja, jotka levittäytyvät laajemmalle alueelle kasvustossa. (Alford, 2007, 69.)



Kuva 5. Isovattukirva *Amphorophora idaei*, siivellinen aikuinen ja kaksi nymfiä. Tommi Oraluoma

2.4 Pikkuvattukirva

Pikkuvattukirva *Aphis idaei* van der Goot on pienehkö, siivettömän naaraan ollessa noin 1,0–2,3 millimetrin pituinen. Väriykseltään pikkuvattukirva on kellanvihreä. (kuva 6.) Muina tunnusmerkkeinä ovat ohuet ja vaaleat selkäputket sekä tuntosarvet, ja ohuet, päistään hieman tummemmat raajat (Tuovinen 1997, 30).



Kuva 6. Pikkuvattukirva *Aphis idaei*, siivellinen aikuinen. Tommi Oraluoma

3 PETOPUNKIT

Petopunkteiksi kutsutaan pieniä hämähäkkieläimiin kuuluvia niveljalkaisia. Kaupallisessa tuotannossa merkittävintä osaa näyttelevät *Phytoseiidae* heimon ja alaheimoihin *Amblyseiinae*, *Phytoseiinae* ja *Typhlodrominae* kuuluvat petopunkit. Niistä löytyvät suurin osa vihannespunkteja, ripsiäisiä ja jauhiaisia ravintonaan käyttävät ja tunnetuimmat petopunkit, kuten *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus cucumeris*, *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus barkeri*, *Neoseiulus fallacis*, *Galendromus occidentalis* ja *Typhlodromus pyri*. (Zhang, 2003.)

3.1 *Amblyseius swirskii*

Amblyseius swirskii Athias-Henriot, eli swirskii-petopunkki on Egyptistä kotoisin oleva petopunkki. Se käyttää ravintonaan monenlaisia pieniä niveljalkaisia, mutta ravinnon ollessa vähissä se selviää myös siitepölyä ravintonaan käyttäen. Pääasiassa swirskii-petopunkkia käytetään jauhiaisten ja ripsiäisten torjuntaan kasvihuonekurkulta ja paprikalta. Sillä on kuitenkin vaikutus myös vihannespunkkikantoihin, sillä se käyttää ravintonaan vihannespunkin nuoria nymfivaiheita. (Helyer, Cattlin & Brown 2014, 82–83.)

3.1.1 Elinkierto

Swirskii-petopunkilla, kuten muillakin *Mesostigmata*-lahkoon kuuluvilla petopunkteilla on viisi eri kehitysvaihetta. Muna, toukka, protonymfi, deutonymfi ja aikuinen. Nopeimmillaan swirskii-petopunkin kehitys on +25 °C lämpötilassa, jolloin koko kehityskaari munasta aikuiseksi voi kestää jopa alle seitsemän päivää. Optimiolosuhteissa +25–27 °C lämpötilassa ja yli 70 % ilmankosteudessa swirskii-petopunkki voi tuottaa yli kaksi munaa päivässä. Kehitys pysähtyy lähes täysin +15 °C lämpötilassa, mutta swirskii-petopunkki sietää lyhyen altistuksen noin +8 °C lämpötilassa, kunhan lämpötila nousee merkittävästi seuraavana päivänä. Toisessa ääripäässä swirskii-petopunkki kestää jopa +40 °C lämpötiloja lyhyitä aikoja. (Helyer ym. 2014, 83–84.)

3.2 *Neoseiulus cucumeris*

Neoseiulus cucumeris (*Amblyseius cucumeris*) Oudemans eli ripsiäispetopunkki on eräs tunnetuimmista biologisessa torjunnassa käytetyistä petopunkteista. Se on yleisesti käytössä ripsiäisten ja jauhiaisten torjunnassa kasvihuonekurkulla, paprikalla ja koristekasveilla. Pienten niveljalkaisten ja punkkien lisäksi se käyttää ravintonaan siitepölyä. (Zhang, 2003, 186.)

3.2.1 Elinkierto

Ripsiäispetopunkin elinkierto on hyvin samankaltainen kuin swirskii-petopunkilla. Kehitysvaiheita on viisi ja +25 °C kehitys munasta aikuiseksi kestää seitsemästä yhdeksään päivään riippuen ravinnosta. Ripsiäisen ollessa

pääasiallisena ravintona kehitys vie noin 8–9 päivää, punkkien ollessa ravintona noin 7 päivää. Naaras tuottaa elinaikanaan keskimäärin 53 munaa 1,9 munan päivävauhdilla. (Zhang 2003, 186.)

3.3 Petopunkkien keskinäinen kilpailu

Erilaisia petopunkkeja biologisessa torjunnassa käytettäessä tulee ottaa huomioon niiden keskinäinen kilpailu. Vaikka kasvustossa esiintyisi runsaastikin petopunkkien ravintona käyttämiä hyönteisiä, saattavat ne silti käyttää ravintonaan toisen petopunkin eri kehitysvaiheita. *Amblyseius swirskii* ja *Neoseiulus cucumeris* petopunkkien on havaittu valitsevan ravinnokseen jopa mieluummin toisen petopunkkilajin toukka- tai nymfivaiheita kuin ripsiäisiä, joita torjumaan niitä on kasvustoon levitetty. Toisen petopunkkilajin toukka- ja nymfivaiheet ovat ravintoarvoiltaan laadukkaampia kuin ripsiäisen nuoret kehitysvaiheet, jonka johdosta myös kehitysnopeus ja munintatahti nopeutuvat. (Buitenhuis, Shipp & Scott-Dupree, 2010, 171.)

3.3.1 Torjuntaeliöitä vihannespunkin torjuntaan

Vihannespunkin torjuntaan tunnelivadelmalla on käytössä useita eri torjuntaeliöitä eri puolilla maailmaa. Belgiassa tehdyissä kokeissa *Neoseiulus californicus* -petopunkki osoittautui tehokkaimmaksi vihannespunkin torjuntaeliöksi vadelmalla. Samassa kokeessa *Typhlodromus pyri*- ja *Phytoseiulus persimilis* -petopunkit, sekä *Feltiella acarisuga* -petosääski toimivat myös hyvin vihannespunkin torjunnassa. (Bylemans, Janssen, Latet, Meesters, Peusens, Pitsioudis & Wagelmans 2003.) *Amblyseius andersoni* on Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa luontaisesti vadelmalla esiintyvä petopunkkilaji, joka käyttää vihannespunkkeja mielellään ravintonaan (Helyer ym. 2014, 78). Van der Linden (2004) kokeili *Amblyseius andersoni* petopunkkia menestyksekkäästi vihannespunkin torjuntaan ruusulla. Belgiassa sitä käytetään vihannespunkin torjunnassa vadelmalla (Bouveroux 2015).

Norjalaisten ohjeiden mukaan vadelman kasvihuoneviljelyssä vihannespunkkeja tulisi torjua ensisijaisesti ansaripetopunkeilla. Sopivat levitysmäärät ovat 6–10 ansaripetoa lievään vihannespunkkisaastuntaan ja 20–50 pahempaan saastuntaan. Vihannespunkkien ennakkotorjuntaan suositellaan *Neoseiulus cucumeris* petopunkkien levitystä slow release -pusseilla muutamaa viikkoa versojen kasvihuoneen tuonnin jälkeen. Sopiva levitysmäärä on noin 175 petopunkkia per neliometri ja levitys uusitaan 4–6 viikon välein. (Røen 2013.)

4 VILJELYTEKNIikka

Tunneliviljelyssä yleisesti vadelmaa viljellään ruukuissa muovikatteisen tunnelin suojissa. Taimimateriaalina käytetään niin sanottuja long cane -taimia, eli satotaimia, joilla satoa saadaan heti istutusvuonna. Taimet ostetaan ulkomailta, lähinnä Englannista ja Hollannista. Taimistolla taimet on pa-

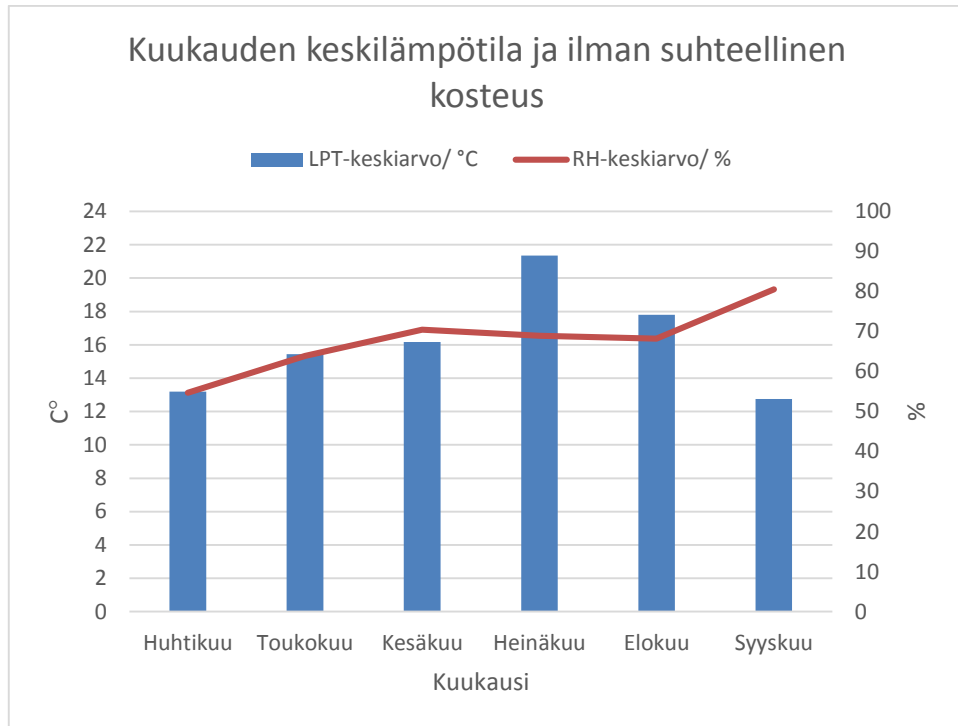
kattu kuljetuslaatikkoon ja ne on jäädytetty noin -1 asteeseen. Taimet pidetään kylmävarastossa aina istutusajankohtaan asti, jotta lepotila ei murru. Istutuksen jälkeen taimet voidaan viedä suoraan tunneleihin tai vaihtoehtoisesti edesauttaa kasvuun lähtöä hyötämällä niitä muutamia viikkoja lämmitetyssä kasvihuoneessa ennen tunneleihin siirtoa.

Tunneliviljelyssä yleisin tapa on istuttaa vadelman taimet yksittäisiin ruukkuihin, joihin asennetaan tippukastelujärjestelmä. Kasvualustaksi ruukkuun sopii perinteinen turvepohjainen kasvualusta tai viime aikoina yleistynyt kookoskuitu. Kokeeseen osallistuneista neljästä tilasta kolme käytti kasvualustana kookoskuitua ja yksi turvepohjaista kasvualustaa.

4.1 Tunnelin ilmasto

Kasvutunnelin katteena olevalla polyeteenistä valmistetulla muovikalvolla on vadelman tunneliviljelyssä useita eri tehtäviä. Muovikalvo pitää vesisateen ja mahdolliset raesateet loitolla kasvustosta vähentäen siten kasvitautipainetta ja raesateen aiheuttamia vahinkoja. Se myös suodattaa UV-säteilyä ja himmentää suoraa auringonvaloa vähentäen siten kasvuston polttovioituksia. Lisäksi se nostaa katteen alla olevan ilmassan lämpötilaa ja vähentää/estää siten alhaisten lämpötilojen aiheuttamia vahinkoja. Tuulisilla paikoilla se suojaa kasvustoa kovilta tuuilta.

Kasvukauden tehoisan lämpötilan summa voi tunnelissa olla 300–400 vuorokausiastetta suurempi kuin avomaalla. Herbertin (1981) tutkimusten mukaan vihannespunkin diapaussin murtumiseen vaaditaan noin 20–50 asteen lämpösumman kertyminen (Nietsckhe, Magarey, Borchert, Calvin & Jones 2007). Kauden 2014 kokeen aikana vihannespunkin diapaussin murtumiseen vaadittu 20–50 asteen lämpösumma saavutettiin eräässä tunnelissa jo huhtikuun alussa. Ilman suhteellinen kosteus pysytteli tunnelissa melko alhaisena läpi kasvukauden. Korkean lämpötilan ja alhaisen ilmankosteuden yhdistelmä on vihannespunkin lisääntymisen kannalta optimaalinen. Otollisten olosuhteiden takia vihannespunkki-ongelmat saattavatkin kumuloitua kauden aikana, mikäli lämpötilaa ja ilmankosteutta ei kyetä hallitsemaan lähinnä tunnelin tuuletuksen avulla.



Kuvio 1. Erään tunnelin keskilämpötila ja suhteellinen ilmankosteus huhti-syyskuun ajalta.

Kasvutunneli pidentää viljelykautta molemmista päistä. (Kuvio 1.) Huhtikuun keskilämpötila tunnelissa on noin +13 °C, kun vastaava lukema esimerkiksi Tampere-Pirkkalan lentoasemalla oli +4,6 °C. (Ilmatieteen laitos 2015). Syyskuussa kasvutunnelissa saavutettiin vielä yli +12 °C keskilämpötila. Syyskuun keskilämpötila Tampere-Pirkkalan lentoasemalla oli +10,9 °C (Ilmatieteen laitos 2015). Huomioitavaa on kuitenkin kasvutunnelin lämpötilan mittaustavan erot virallisiin mittauksiin verrattuna. Kasvutunnelissa mittaus suoritettiin tukilangassa roikkuvalla loggerilla, joka mittasi vallitsevan lämpötilan ja ilmankosteuden tasaisin väliajoin. Keväällä loggeriin kohdistui huomattavasti enemmän suoraa auringonvaloa kuin syksyllä, koska keväällä versoissa ei ollut lainkaan varjostavaa lehtimassaa.

4.2 Lämpösumma

Loggerin keräämien tietojen perusteella laskettiin tehoisan lämpötilan summa kasvukauden ajalta. Lämpösumman kehitystä ei laskettu reaaliaikaisesti, vaan summa laskettiin kasvukauden jälkeen.



Kuvio 2. Tehoisan lämpösunnan kertymä kasvutunnelissa 1.4–30.9.2014.

Kaudella 2014 ylitettiin siis kasvutunnelissa 1900 °C tehoisan lämpötilan summan raja. Tehoisan lämpötilan summaa kertyi todennäköisesti huhtikuussa muutamia asteita ennen loggerin asennusta, ja lokakuussa muutamia asteita loggerin poiston jälkeen. Taulukkoa voidaan hyödyntää kauden 2015 biologisten torjuntaeliöiden levityksen suunnittelussa ja työkaluna vihannespunkkien sekä muiden tuhohyönteisten havainnoinnissa ja kehitysvaiheiden keston arvioinnissa.

4.3 Taimirivien korkeus

Ruukutetut vadelman versot asetetaan kuitukankaalla katetun kohorivin päälle. Versot ovat noin 150–180 senttimetriä pitkiä, joten ruukutuksen ja riviin asetteluun jälkeen versojen latvat ovat jopa reilusti yli kahden metrin korkeudessa. Versojen lähdettyä kasvuun latvojen korkeus kasvaa vielä kymmeniä senttejä. Kasvuston korkeus luo haasteita kattavan ja sujuvan tuholai Starkkailun suorittamiselle. Latvojen korkeudelta havaintoja on hankala tehdä ilman tikkaita tai jakkaraa (kuva 7). Tikkaiden mukana kantamisen hidastava vaikutus täytyy ottaa huomioon tarkkailukierrosta suunniteltaessa.



Kuva 7. Versojen korkeus 3.7.2014. Tommi Oraluoma

5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Vihannespunkin biologisen torjunnan kokeet tehtiin kaudella 2014. Koetointiin osallistui neljä vadelman tunneliviljelyä harjoittavaa marjatilaa.

5.1 Koejärjestely

Vihannespunkin biologisen torjunnan kokeissa käytettiin kahta eri petopunkkilajia, *Neoseiulus cucumeris* ja *Amblyseius swirskii*. Näihin lajeihin päädyttiin kustannussyistä. Edellä mainittujen lajien massatuotanto on halvempaa ja helpompaa kuin varsinaisten vihannespunkkipetojen. Kokeessa oli mukana neljä marjatilaa. Jokaisen tilan vadelmatunneleihin perustettiin kaksi koealaa, yksi kummallekin petopunkille. Yhden koealan koko oli tunnelimallista riippuen 8,0–8,5 * 30–31 metriä, eli noin 250 neliometriä. Koealat pyrittiin perustamaan pinnanmuodoista riippuen tunnelin keskiosaan. Yhdellä tilalla koeala perustettiin pinnanmuodoista johtuen keskiosan ulkopuolelle lähemmäksi tunnelin toista suuaukkoa. Kahdella tilalla koealat jouduttiin perustamaan vierekkäisiin tunneleihin johtuen tunnelien lukumäärästä.

Koetunnelien koko vaihteli 500 neliömetristä yli tuhanteen neliömetriin. Tunnelimallit vaihtelivat myös, kuten myös katteena käytetyn muovin laatu. Kolmella tilalla rivivälit pidettiin nurmella, yhdellä tiloista koko pinta-ala oli katettu mustalla kuitukankaalla. Istutustavoissa oli myös eroja tilojen välillä. Yhdellä tiloista taimet hyödettiin kasvihuoneessa lisälämmön avulla ennen tunneleihin siirtoa. Kahdella tiloista taimet sulatettiin kuljetuslaatikossa ja istutettiin ruukkuihin ulkona, josta ne siirrettiin tunneleihin, Yhdellä tiloista taimia sulatettiin hieman kuljetuslaatikossa ja istutettiin suoraan tunneliin joidenkin juuripaakkujen ollessa vielä hieman jäässä.

5.2 Tarkkailumenetelmä

Jokaisen tilan molemmat koealat kierrettiin läpi kerran viikossa. Koealalta (250 m², noin 550–570 versoa) tarkastettiin vihannespunkit ja petopunkit viidenkymmenen lehden alapinnalta. Satunnaisesti tarkastetut lehdet valittiin tasaisesti kaikista kolmesta rivistä, ja lehtiä tarkastettiin koko verson mitalta. Lähempään tarkasteluun valittu lehti käännettiin ympäri ja sen alapintaa tarkasteltiin luupin avulla. Vihannespunkit ja petopunkit todettiin on-ei-periaatteella, eikä tarkkoja lukumääriä laskettu. Tarkkojen vihannespunkki- ja petopunkkimäärien saamiseksi otettiin koealoilta lehtinäytteet neljä kertaa kasvukauden aikana. Pesunäytteiden tuloksia voitiin peilata tarkkailuhavaintoihin. Lehtinäytteet pestiin, siivilöitiin ja löydökset laskettiin Biotus Oy:n toimesta.

5.3 Lehtinäytteiden otto ja pesunäytteen käsittely

Lehtinäytteet otettiin koealoilta neljästi kasvukauden aikana. Kunkin koealan kasvuston ylä-, keski- ja alaosista otettiin satunnaisesti viidenkymmenen lehden pesunäyte. Lehdet leikattiin suoraan minigrip-pussiin, joka suljettiin tiiviisti ja varmistettiin pussin suu vielä pakkausteipillä. Näytepusseihin merkattiin näytteenoton päivämäärä, koetilan nimi, koealan numero ja näytelehtien määrä. Kerätyt näytepusset laitettiin heti kylmälaukkuun, jotta vältettiin näytteessä olevien vihannespunkkien ja petopunkkien ylimääräinen liikehdintä. Tiiviisti suljetut näytepusset lähetettiin mahdollisuuksien mukaan saman päivän aikana kirjekuoressa Biotus Oy:lle tarkasteltavaksi. Jos näytteitä ei ehditty postittaa saman päivän aikana ne säilytettiin jääkaapissa ja lähetettiin seuraavana päivänä.

Kun lehtinäytteet saapuivat Biotus Oy:lle, niille suoritettiin lehtipesu ja pesunäytteen siivilöinti sekä analysointi. Pesunäytteen käsittelyyn sovellettiin MTT:n tekemää mansikan suppulehtien pesunäyteohjetta. Pesunäytteen käsittelyn tarkempi ohje liitteenä (liite 3).

Vihannespunkkien ja petopunkkien lisäksi kasvustosta havainnoitiin myös muita tuhohyönteisiä ja hyötyeliöitä. Tuhohyönteisistä lähinnä kirvat aiheuttivat vähäisiä ongelmia kasvukauden aikana. Yhdellä tilalla havaittiin lisäksi vattukärsäkkäitä melko runsaasti. Ripsiäisiä esiintyi jokaisella tilalla erittäin runsaasti, mutta niiden rooli vadelman tuholaisena jäi hieman arvo-

tukseksi, koska selkeitä vioituksia ei kyetty todentamaan. Hyötyeliöistä tiiloilla esiintyi mm. harsokorentoja, kukkakärpäsiä, hyrräpunkkeja, petoluteita, hämähäkkejä ja kirvojen loispistiäisiä.

5.4 Petolevitykset

Kolmelle koetilalle petopunkkeja levitettiin neljästi kauden aikana. Yhdelle koetilalle levitettiin petoja kolme kertaa, johtuen vähäisistä vihannespunkkimääristä. Kerralla kullekin koealalle levitettiin 100 petopunkkia neliömetrille. Koealan ollessa 250 neliometriä, levitettiin koealalle yksi 25 000 petopunkkiyksilöä sisältävä pahvilieriöllinen kantoainetta. Kantoaine annosteltiin kasvustoon tasaisesti mittalusikalla suoraan lehtien päälle (kuva 8). Annostelemalla kantoaine vapaasti lehden päälle pyrittiin lisäämään petopunkkien aktiivisuutta hakeutua kasvuston suojiin.

Kasvihuoneissa käytetään torjuntaeliöiden massalevitystapaa, jonka nimitys englanniksi on inoculative augmentation. Torjuntaeliöiden massalevitys perustuu eliöiden levittämiseen suurina määrinä kasvintuhoojan välitöntä ja lyhytaikaista torjuntaa varten ilman, että torjuntaeliö pääsee kotoutumaan pysyvästi uuteen ympäristöön. Biologisen torjuntaeliön odotetaan lisääntyvän ja kontrolloivan kasvintuhoojaa jonkin aikaa, mutta ei kuitenkaan pysyvästi. (Hajek 2004.)

Ensimmäinen petolevitys tehtiin lähelle kasvuston yläosaa, josta ensimmäiset vihannespunkkihavainnot tehtiin. Seuraavat petolevitykset tehtiin tasaisemmin ympäri kasvustoa.



Kuva 8. Kantoaine annosteltiin suoraan vadelman lehdelle. Tommi Oraluoma

5.5 Petolevityksien ajoitus

Petolevitykset aloitettiin eri koetiloilla hieman eri aikoihin johtuen tilojen vaihtelevista istutusajankohdista ja vihannespunkkihavainnoista. Ensimmäiset petolevitykset tehtiin tiloille 14.5.–3.6.2014. Viimeiset petolevitykset tehtiin aikavälillä 30.6.–3.7.2014. Yhdellä tilalla tehtiin vihannespunkkihavaintojen vähydestä johtuen yksi petolevitys vähemmän. Heinäkuun loppupuolella kaikkien koetilojen molemmille koealoille tehtiin *Phytopseius persimilis*- ja *Neoseiulus californicus* -petolevitykset johtuen vihannespunkkihavaintojen runsaasta määrästä. Näillä erityisesti vihannespunkkeja ravintonaan käyttävillä petopunkeilla pyrittiin vähentämään äkillistä vihannespunkkipainetta kasvustossa ja tukemaan varsinaisten koepetojen toimintaa.

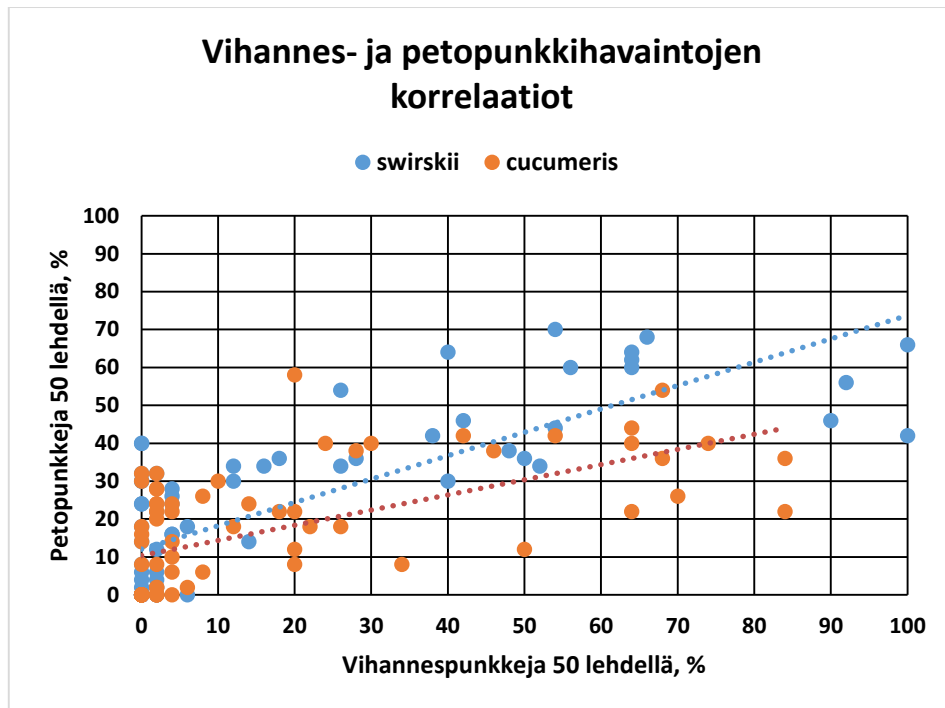
Taulukko 2. Petolevitykset koetiloilla 14.5.–3.7.2014

Petolevitykset	Päivämäärä				
	Koetila	1. levitys	2. levitys	3. levitys	4. levitys
1		16.5.	30.5.	13.6.	30.6.
2		14.5.	28.5.	11.6.	2.7.
3		3.6.	17.6.	1.7.	-
4		22.5.	5.6.	19.6.	3.7.

6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

Kokeen tuloksissa käsitellään vihannespunkin biologisen torjunnan onnistumista saatujen tulosten valossa. Lisäksi tarkastellaan sään vaikutuksia koetuloksiin kauden aikana. Kokeen tuloksissa esitetään tarkkailujen ja lehtipesujen tulokset kuvaajina. Tarkemmat, tilakohtaiset kuvaajat esitetään liitteissä.

6.1 Vihannespunkki ja petopunkkihavainnot



Kuvio 3. Kaikki vihannes- ja petopunkkihavainnot koetiloilla 14.4.–20.8.2014

Tarkkailuosiossa vihannespunkit ja petopunkit laskettiin 50 lehden alapin-
nalta on-ei -periaatteella (kuvio 2). X-akselilla esitetään vihannespunkkiha-
vainnot prosentteina tutkituista lehdistä ja y-akselilla petopunkkihavainnot
prosentteina samoilta lehdiltä. Näiden kahden muuttujan arvoista muodos-
tettiin korrelaatiokaavion avulla käsitys vihannespunkki- ja petopunkkipo-
pulaatioiden keskinäisistä suhteista vadelmakasvustossa.

Petolevityksillä saatiin aluksi koealoille koealan suureen kokoon (250 ne-
liometriä) nähden melko hyvä petopunkkitiheys. Huhti-kesäkuun välisenä
aikana petopunkkeja tavattiin melko tasaisesti kaikilla tiloilla noin 20–40
prosentilla tutkituista lehdistä. Samaan aikaan vihannespunkkihavainnot
pysyivät vähäisinä, ja niitä tavattiin 0–10 prosentilta tutkituista lehdistä.
(liite 1.) Molemmilla kokeissa käytetyillä petopunkeilla saatiin vihannes-
punkit pysymään kurissa juuri kriittisimpään aikaan, eikä merkittäviä sato-
vahinkoja päässyt syntymään. Tuloksissa täytyy ottaa kuitenkin huomioon
koealojen sijoittelu kasvutunneleissa. Vihannespunkkeja havaitaan kasvu-
tunnelissa ensin usein yhdessä tai muutamissa pisteissä. Vihannespunkit al-
kavat levitä koko viljelmälle aaltomaisesti näiltä pisteiltä eikä saastunta ole
alusta lähtien tasainen koko viljelmän alalla. Petopunkkeja kokeiltiin kah-
della suurella, eri kasvutunneleissa sijaitsevalla koealalla. Toinen koealoista
saattoi siis tilasta riippuen olla lähempänä alkuperäistä vihannespunkkisaas-
tunnan alkupistettä, ja siitä syystä koealan vihannespunkkimäärät nousivat
korkeammiksi nopeammin.

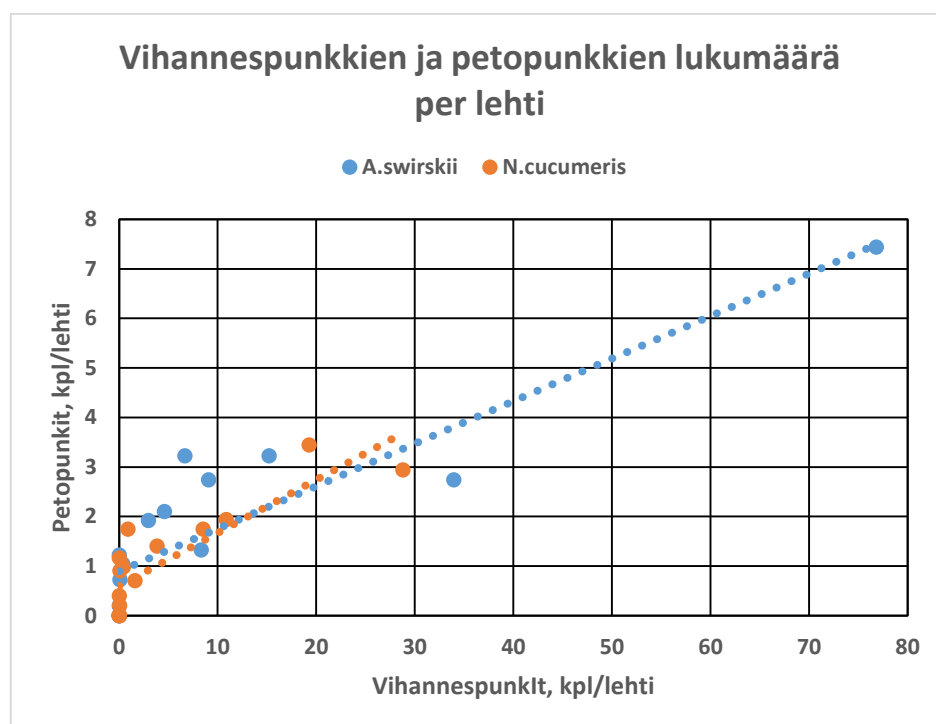
Kesäkuun lopussa lämpötila alkoi nousta ja heinä- elokuussa mitattiin koko
maassa hellelukumia 38 peräkkäisenä päivänä. Vihannespunkit hyötyivät
kuumasta ja kuivasta ajanjaksosta ja lisääntyivät räjähdysmäisesti. Samaan
aikaan vallitsevat olosuhteet olivat petopunkkien lisääntymisen kannalta
epäedulliset. *Amblyseius swirskii* -petopunkin havaintomäärät lisääntyivät

lämpötilojen noustua. Kuten tekstissä aiemmin mainittiin, on *Amblyseius swirskii* lisääntymisen ja kehitysnopeuden kannalta optimaalisin lämpötila noin 25–27 °C.

Molempien petopunkkilajien munien ja toukkien kuolleisuus on alhaisin ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 70 % (Helyer ym. 2014; De Courcy Williams, Kravar-Garde, Fenlon & Sutherland, 2004, 1). Noin 180 senttimetrin korkeudella olleen loggerin keräämän datan perusteella keskimääräinen ilman suhteellinen kosteus tunnelissa pysytteli alle 70 prosentin huhnikuulta aina elokuuhun asti. (taulukko 2.) Kasvuston yläosissa ilman lämpötila on korkeampi ja suhteellinen ilmankosteus todennäköisesti alhaisempi kuin varjoisissa ja viileämissä kasvuston alaosissa. Todennäköistä on, että petopunkit viihtyivät paremmin kasvuston alaosissa viileämissä ja kosteammassa olosuhteissa kuin kuumissa ja kuivissa yläosissa. Siten vihannespunkki ja petopunkkipopulaatiot eivät kohdanneet kasvukauden loppupuolen lämpimänä ajanjaksona ja vihannespunkit saivat lisääntyä rauhassa.

6.2 Lehtipesutulokset

Tarkkailuosiossa punkit laskettiin on-ei -periaatteella, jonka perusteella populaation kokoa ei voida luotettavasti arvioida. Kasvukauden aikana tehdyillä lehtipesuilla pyrittiin havainnoimaan tarkemmin petopunkki ja vihannespunkkipopulaatioiden kokoa.



Kuvio 4. Kaikkien koetilojen vihannespunkki ja petopunkkimäärät pesunäytteistä

Kaavioon on koottu jokaisen koetilan kunkin lehtipesukerran vihannespunkki ja petopunkkimäärien suhteet. Petopunkkimäärät pysyivät matalina vihannespunkkimäärien noustessa tasaisesti. Vihannespunkkimäärät nousivat haitallisiksi kuitenkin vain yhdellä koealalla, jossa vihannespunkkien

määrä ylitti 70 kappaletta per lehti. Toukokuusta kesäkuun loppuun ja heinäkuun alkuun asti, olosuhteiden ollessa petopunkkeille suotuisimmat pysyivät vihannespunkit kurissa petopunkkien avulla. (liite 2).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Saatujen tulosten perusteella voidaan sanoa, että vihannespunkin biologinen torjunta *Amblyseius swirskii*- ja *Neoseiulus cucumeris* -petopunkkien avulla on mahdollista. Biologisen torjunnan onnistuminen on kuitenkin vahvasti riippuvainen vallitsevista olosuhteista. Lämpötilan ja ilmankosteuden tulee olla torjuntaeliöiden selviytymisen ja lisääntymisen kannalta suotuisa. Sääntöolosuhteiden aiheuttamiin muutoksiin kasvutunnelin ilmastossa tulee pystyä reagoimaan ajoissa ja oikealla tavalla, jotta torjuntaeliöiden olosuhteet pysyvät suotuisina ja torjunta onnistuu. Tunnelin tuuletusaukkojen sulku ja avaus tarpeen mukaan on tällä hetkellä lähes ainoa keino tunnelin ilmaston hallintaan suomalaisilla tunneliviljelmillä. Tunnelin lämmitys erityisen kylminä ajanjaksoina etenkin keväällä ja ilmankosteuden lisääminen tarvittaessa korkeapainesumuttimien avulla kuumien ja kuivien jaksojen aikana ovat varteenotettavia keinoja olosuhteiden hallintaan.

8 POHDINTAA

Koetoiminnan aikana tuli ilmi useita ongelmakohtia tunneliviljelyyn vadelman biologiseen kasvinsuojeluun liittyen. Nopeuden ja sillä saavutetun kustannustehokkuuden saavuttamiseksi petopunkit yleensä ripotellaan kasvustoon erilaisista leseistä, vermikuliitista tai sahanpuruista sekoitetun erityisen kantoaineen seassa. Kantoaineen ripottelua varten kasvustossa tulisi olla jonkin verran lehtimassaa, jotta mahdollisimman suuri osa petopunkkeja ja niiden ruokapunkteja sisältävästä kantoaineesta jäisi lehdille eikä tippuisi suoraan maahan.

Petopunkit pitäisi tuoda kasvustoon heti kevään ensimmäisten vihannespunkkihavaintojen aikaan, jotta vihannespunkkipopulaatioiden kasvu saataisiin kontrolliin alusta pitäen. Vihannespunkin diapaussin katkeamiseen vaadittu 20–50 asteen lämpösumma saavutettiin tunneliolosuhteissa jo huhtikuun alkupuolella, melko pian versojen tunneliin siirron jälkeen. Tässä vaiheessa versojen silmut ovat juuri ja juuri auenneet, mikä aiheuttaa hankaluuksia petopunkkien tehokkaassa tuonnissa kasvustoon (kuva 9.) Petopunkkeja sisältävän kantoaineen ripottelu kasvustoon tässä vaiheessa on kannattamatonta, sillä suurin osa kantoaineesta valuu suoraan tunnelin lattialle. Toisaalta, jos petolevityksien kanssa odotellaan niin kauan että versoissa on riittävästi lehtimassaa, ovat vihannespunkit saaneet melkoisen etumatkan lisääntymiselle.



Kuva 9. Vadelman versot tunnelissa 25.3.2014. Tommi Oraluoma

Kevään ensimmäinen petolevitys tulisikin tehdä ns. slow release -pusseilla. Pussit sisältävät kantoaineen, petopunkkeja ja petopunkkien ruokapunkteja ja ne voidaan ripustaa vadelman versojen tukilankoihin. Tukilankoihin ripustetuista pusseista punkit siirtyvät hiljalleen kasvustoon pussissa olevien pienien reikien kautta. Slow release -tekniikalla pystytään reagoimaan vihannespunkkeihin jo aikaisin keväällä ja vähentämään siten vihannespunkkien aiheuttamia ongelmia myöhemmin kasvukaudella.

Biologisen torjunnan käyttö tunnelivadelman viljelyssä on järkevää useasta eri näkökulmasta. Kasvutunnelin olosuhteet ovat tasaisemmat kuin avomaalla ja olosuhteiden hallinnasta riippuvaisen biologisen torjunnan onnistuminen on todennäköisempää. Biologista torjuntaa hyödyntämällä voidaan myös vähentää kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä. Kemiallisten tehoaineiden käytön vähentämisestä taas on useitakin hyötyjä. Puhtaan, kotimaisen vadelman tuottaminen on viljelijälle markkinaetu.

Kasvuston ruiskuttaminen kasvinsuojeluaineella on käytävien ahtauden takia mahdotonta tehdä kustannustehokkaasti kesäkuun loppupuolelta aina kasvukauden loppuun asti. Traktorivetoinen ruisku ei mahdu kulkemaan lähes umpeenkasvaneella käytävällä (kuva 10), eikä reppuruiskun käyttö ole järkevää suuressa mittakaavassa.



Kuva 10. Vadelmakasvusto tunnelissa 14.7.2014. Tommi Oraluoma.

Tutkimuksen tuloksia on esitelty puutarha-alan julkaisussa (Oraluoma & Koskula 2014a, Puutarha & Kauppa nro 15, 8; Oraluoma & Koskula 2014b, Puutarha & Kauppa nro 21, 30–31.) ja seminaareissa Lepaan puutarhanäyttelyn yhteydessä (Oraluoma, esitelmä 15.8.2014) sekä Hedelmän- ja marjanviljelijäin liiton järjestämässä Kaamosmarja- seminaarissa (Oraluoma & Koskula, esitelmä 25.11.2014). Tutkimukselle on luvassa jatkoa kaudella 2015.

LÄHTEET

- Alford, D. V. 2014. Pests of fruit crops: a colour handbook. CRC Press.
- Buitenhuis, R., L. Shipp, & C. Scott-Dupree. 2010. Intraguild vs extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin of Entomological Research* 100: 167–173.
- Bouveraux, Jurgen. 2015. Biological control of red spider in raspberry and blackberry. International Soft Fruit Conference 8.1.2015. Viitattu 30.3.2015.
http://www.softfruitconference.com/dynamic/media/12/files/Conference2015/Presentations_2015/Jurgen_Bouveroux.pdf
- Bylemans, D., Janssen, C., Latet, G., Meesters, P., Peusens, G., Pitsioudis, F., & Wagelmans, G. 2003. Pest control by means of natural enemies in raspberry and red currants under plastic tunnel. *IOBC-WPRS Bulletin*, 26(2), 37–44.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/128/EY, annettu 21 päivänä lokakuuta 2009, yhteisön politiikan puitteista torjunta-aineiden kestävän käytön aikaansaamiseksi. Viitattu 30.3.2015. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32009L0128>
- Grbić, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., Rombauts, S., Rouzé, P., Grbić, V. & Verdon, L. 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374), 487–492.
- Hajek, A. E. 2004. *Natural enemies: An introduction to biological control*. Cambridge university press.
- Helyer, N., Cattlin, N. D., & Brown, K. C. 2014. *Biological control in plant protection: a colour handbook*. Taylor & Francis.
- Ilmatieteenlaitos, ilmasto, kuukausitilastot. Viitattu 30.3.2015.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H., & Baker, E. W. 1975. *Mites injurious to economic plants*. University of California Press.
- Koskula, H., Oraluoma, T. Vadelman biologinen torjunta tunneliviljelyssä, koetuloksia vuodelta 2014. Kaamosmarjapäivät. Hämeenlinna. 25.11.2014. Hedelmän- ja marjanviljelijäin liitto.
- Kroon, A., Veenendaal, R., & Veerman, A. 1997. Photoperiodic induction of diapause in the spider mite *Tetranychus urticae*: qualitative or quantitative time measurement? *Physiological Entomology*, 22(4), 357–364.

Kroon, A., Veenendaal, R. L., Bruin, J., Egas, M. & Sabelis, M. W. 2004. Diapause incidence in the two-spotted spider mite increases due to predator presence, not due to selective predation. *Experimental and Applied Acarology* (2005) 35: 73–81.

McMenemy, L. S., Mitchell, C. & Johnson, S. N. 2009, Biology of the European large raspberry aphid (*Amphorophora idaei*): its role in virus transmission and resistance breakdown in red raspberry. *Agricultural and Forest Entomology*, 11: 61–71.

Nietschke, B. S., Magarey, R. D., Borchert, D. M., Calvin, D. D., & Jones, E. 2007. A developmental database to support insect phenology models. *Crop Protection*, 26(9), 1444–1448. Viitattu 30.3.2015. <http://www.nappfast.org/databases/Insect%20Development%20Database%20for%20Web-%20Final%20without%20links.xls>

Nyoike, T. W., & Liburd, O. E. (2013). Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on Marketable Yields of Field-Grown Strawberries in North–Central Florida. *Journal of Economic Entomology*, 106(4), 1757–1766.

Oraluoma, T., Koskula, H. 2014a. Tunnelivadelman tuhoojapulmia kar-toitettu. *Puutarha & Kauppa* 15 (15), 8.

Oraluoma, T., Koskula, H. 2014b. Vihannespunkin torjuntaan aikaisin keväällä. *Puutarha & Kauppa* 21 (21), 30–31.

Oraluoma, T. 2014 Vadelman tunneliviljelyn lyhytseminaari. Lepaa. 15.8.2014. Biotus Oy.

Praslička J., Huszár J. 2004. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) *Plant Protection Science*, 40 (2004): 141–144

Raworth, D.A., Gillespie, D.R., Roy, M., & Thistlewood, H.M.A. 2002. *Tetranychus urticae*. Teoksessa Mason, P. G., and Huber, J. T. (Editors). 2002. *Biological control programmes in Canada, 1981–2000*. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom.

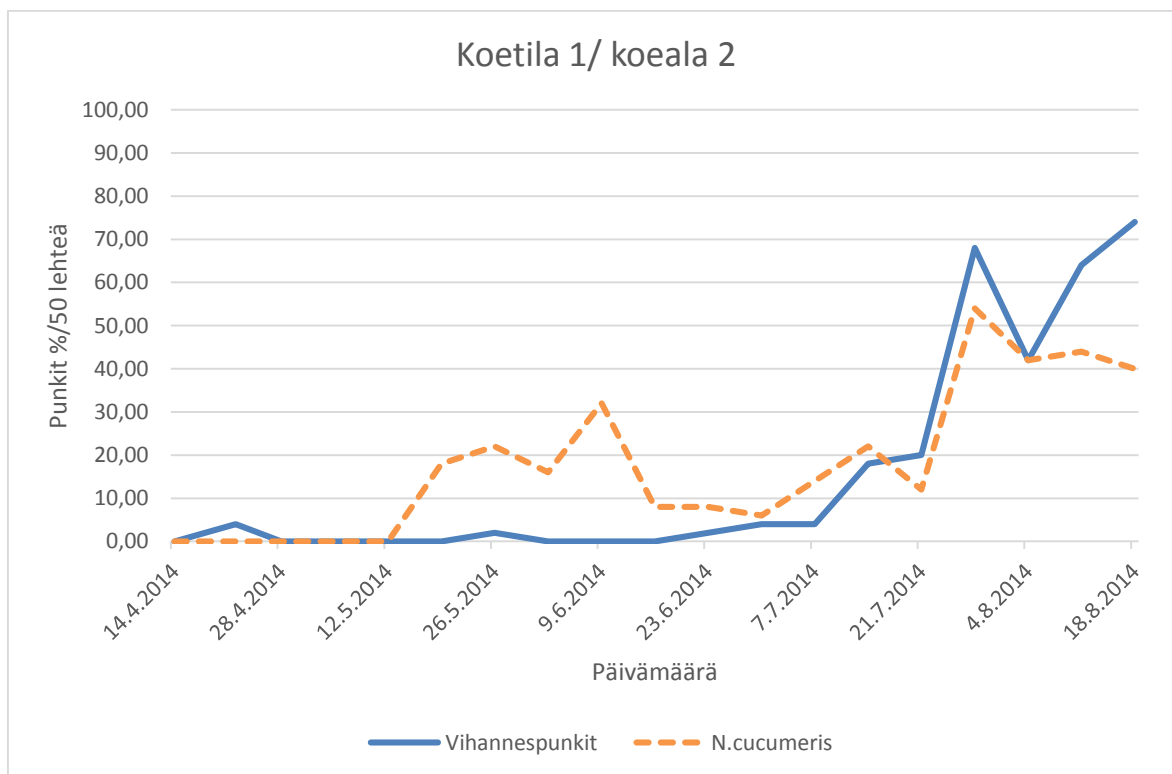
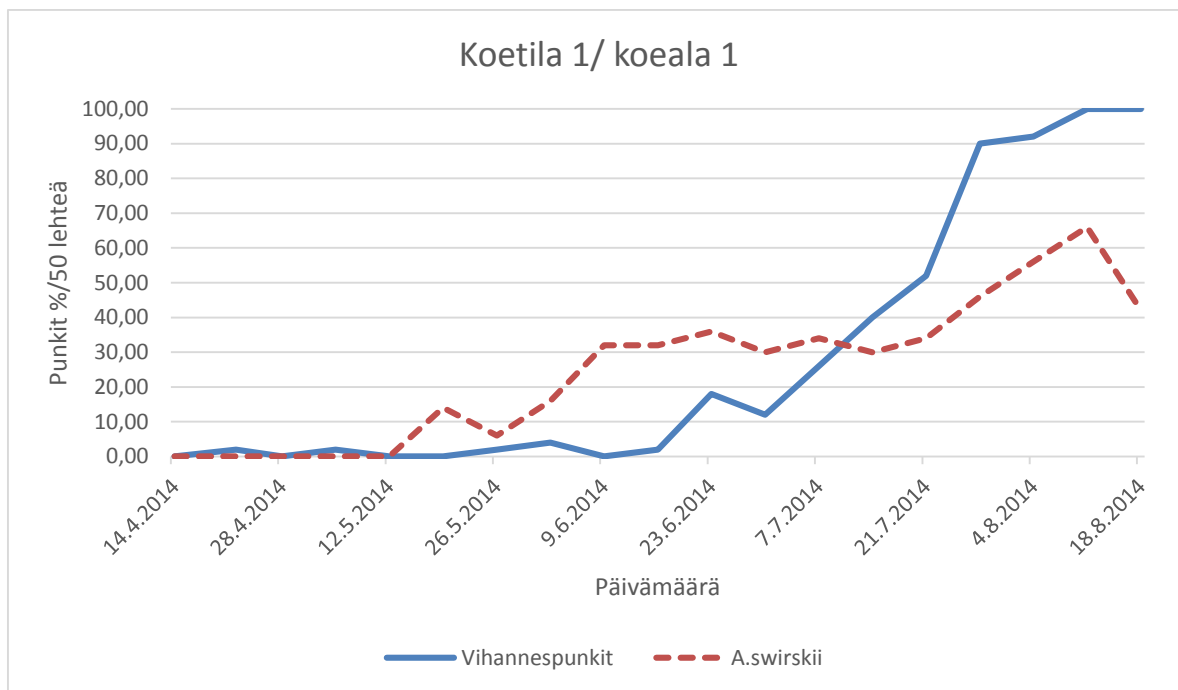
Roy, M., Brodeur, J., & Cloutier, C. 1999. Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec, Canada. *Environmental entomology*, 28(4), 735–747.

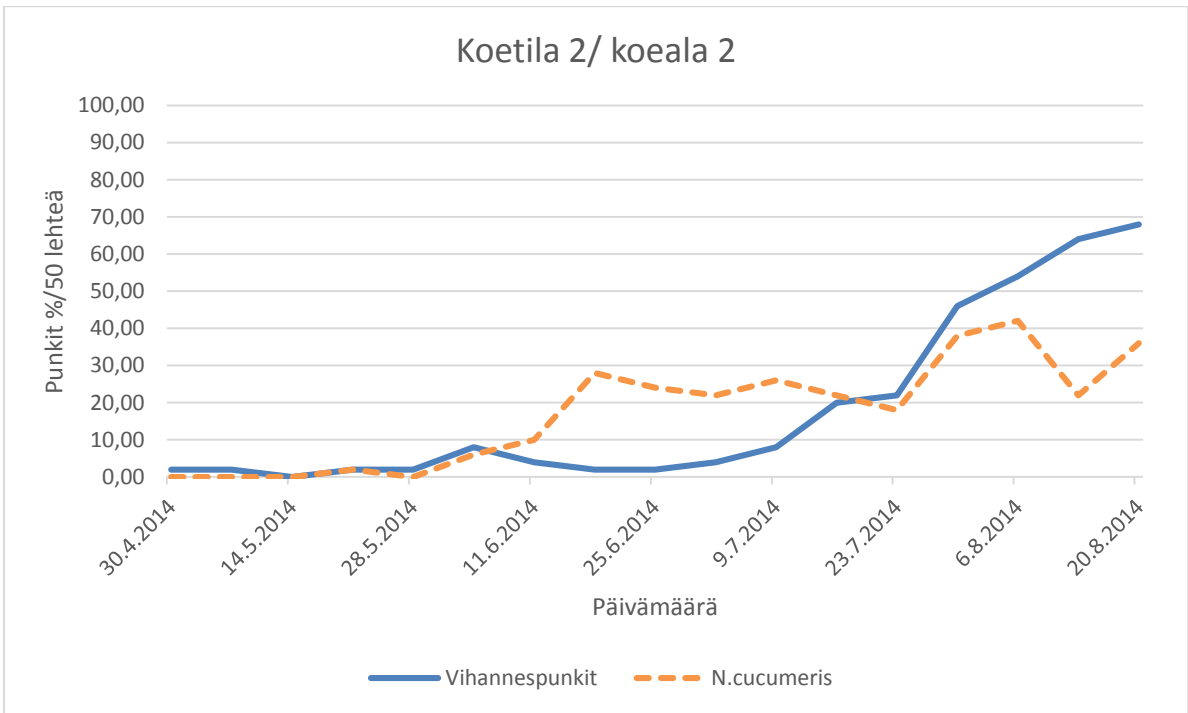
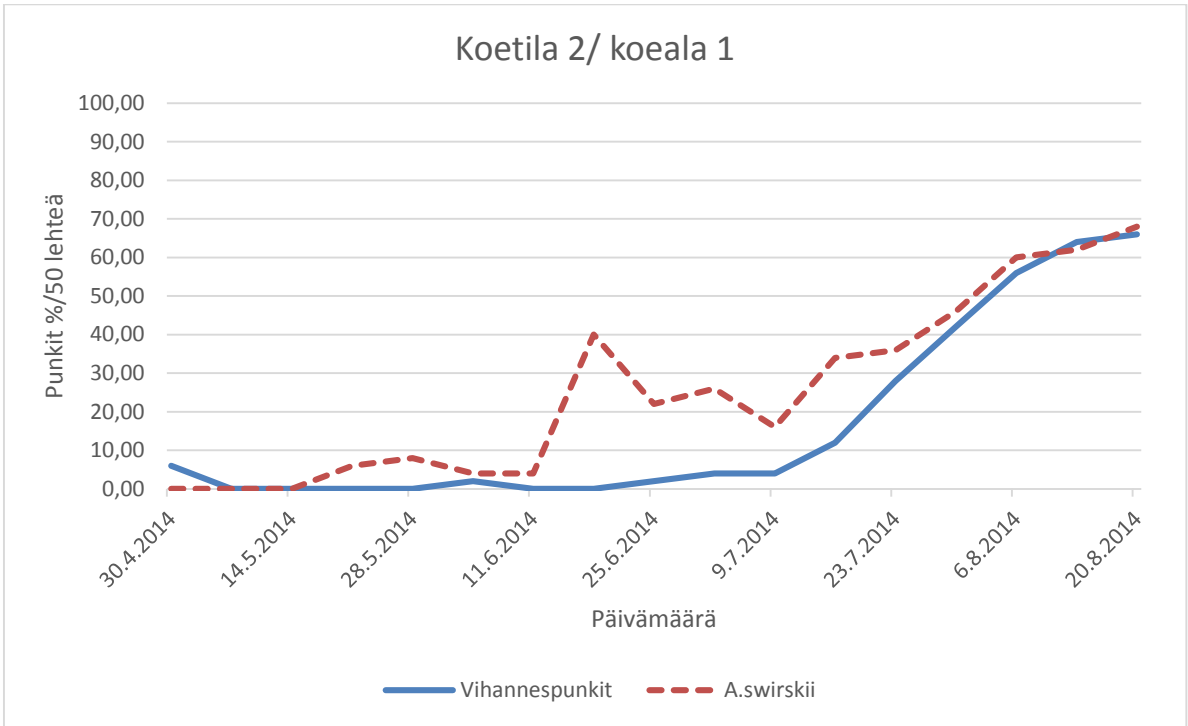
Røen, D. 2013. Production manual for red raspberry production in North Atlantic region– outdoor, polytunnel and greenhouse. Njøs næringsutvikling AS - Report No. 6. Viitattu 6.4.2015.

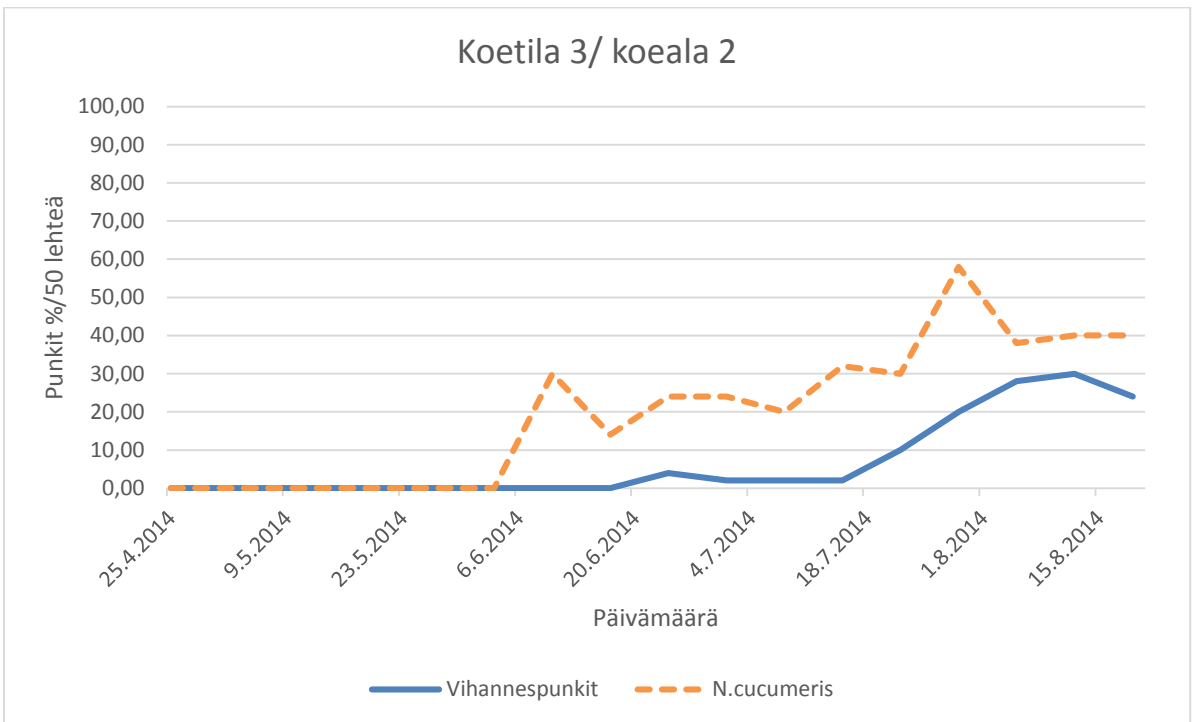
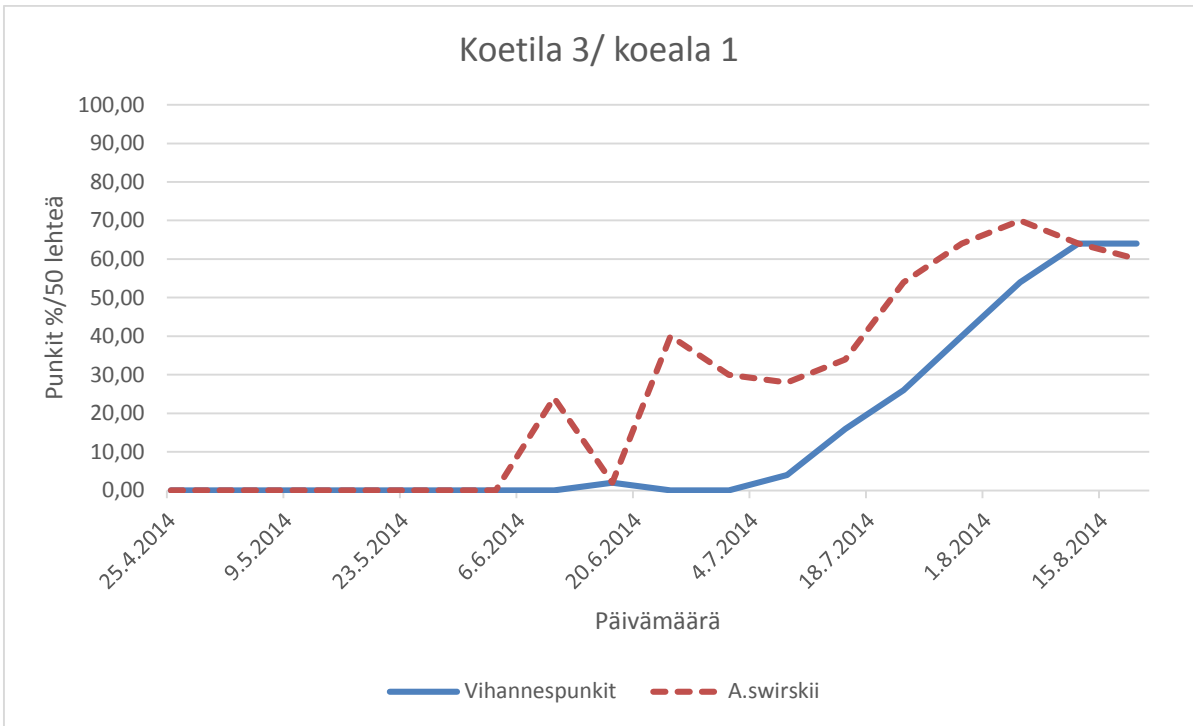
http://www.nora.fo/fileadmin/user_upload/files/10/20130529105632613.pdf

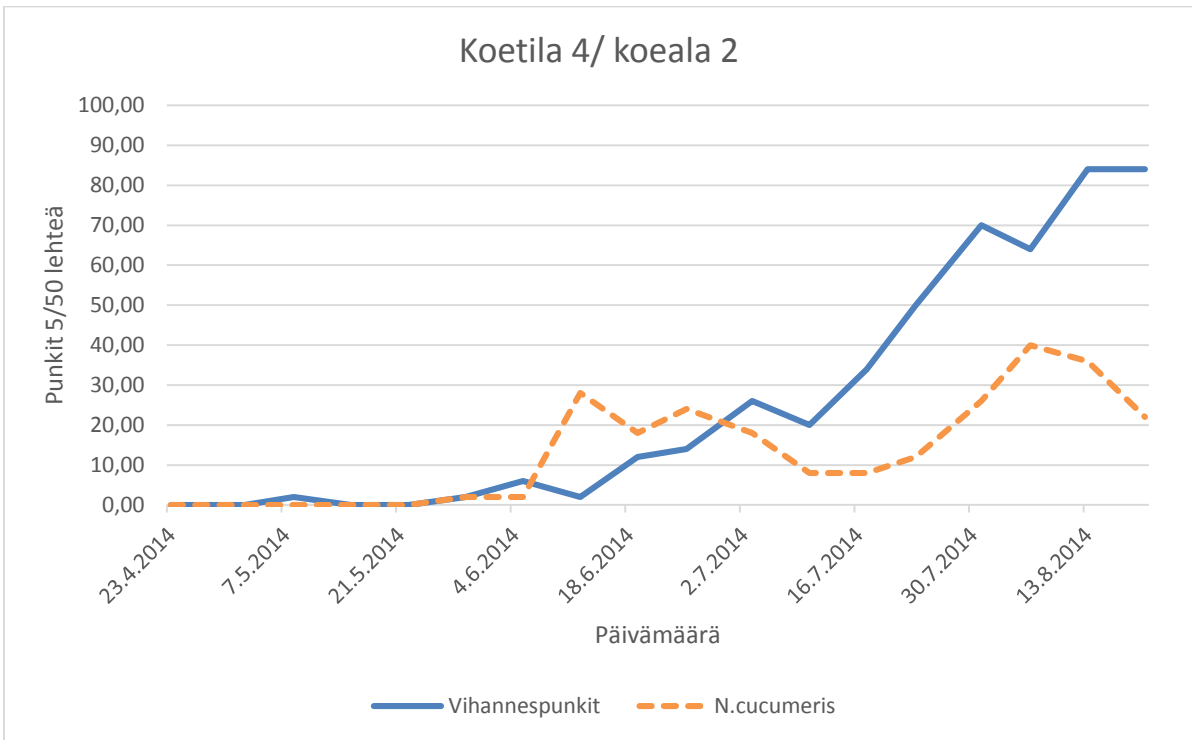
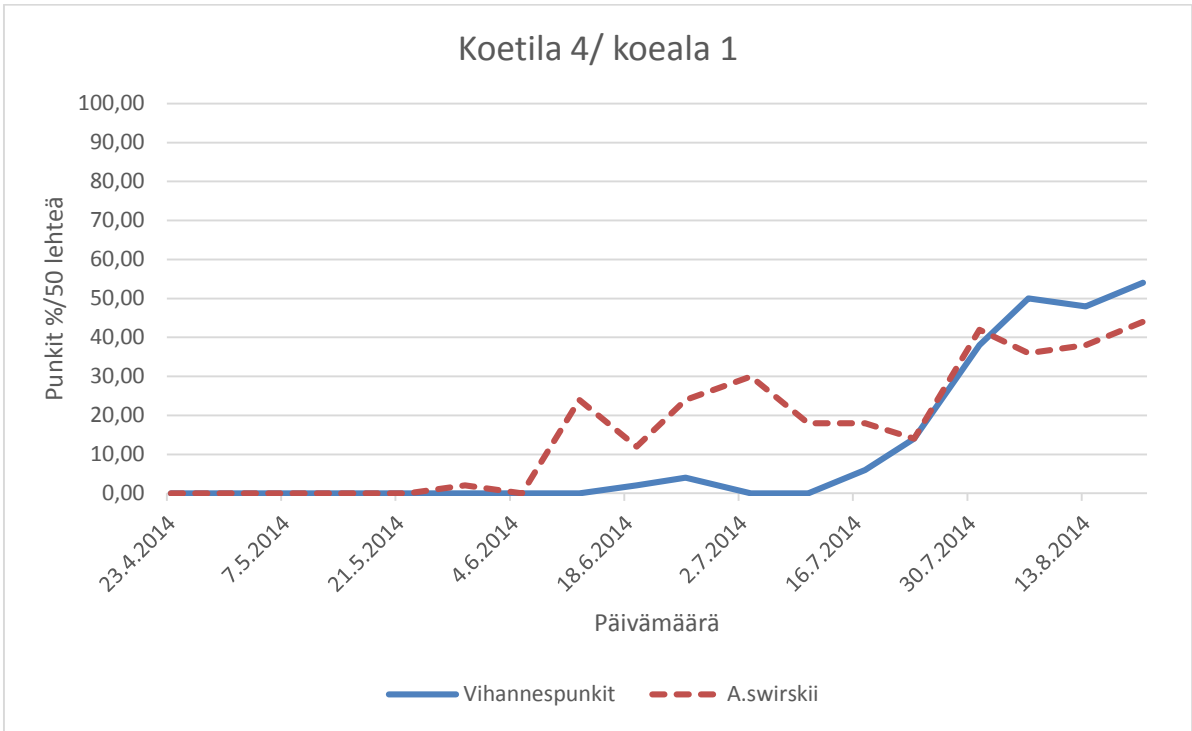
-
- Suzuki, T., Watanabe, M & Takeda, M. 2009. UV tolerance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Journal of insect physiology* 55 (7), 649–654.
- Szczepaniec, A., S.F. Creary, K.L. Laskowski, J.P. Nyrop, & M.J. Raupp. Neonicotinoid insecticide imidacloprid causes outbreaks of spider mites on elm trees in urban landscapes. 2011. *PLoS ONE* 6(5)
- Tuovinen, T. 1997. Hedelmä- ja marjakasvien tuhoeläimet. Kasvinsuojeluseuran julkaisu nro 89. Vaasa: Ykkös- Offset Oy.
- Vacante, V., 2010. Citrus Mites: Identification, Bionomy and Control. CABI, UK.
- Van de Vrie, M., McMurtry, J. A., & Huffaker, C. B. 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia*, 41(13), 343–432.
- Van Emden, H. F., & Harrington, R. (Eds.). 2007. Aphids as crop pests. CABI.
- Van der Linden, A. 2003. *Amblyseius andersoni* Chant (Acari: Phytoseiidae), a successful predatory mite on *Rosa* spp. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 69(3), 157–163.
- Veerman A. 1974 Carotenoid metabolism in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Comparative Biochemistry and Physiology* 47, 101–116.
- Veerman A. 1985. Diapause. In: Helle W. and Sabelis M.W. (eds), *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol. 1A. Elsevier, Amsterdam, pp. 279–316.
- Williams, M. E. D. C., Kravar-garde, L., Fenlon, J. S., & Sunderland, K. D. 2004. Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology*, 32(1–2), 1–13.
- Zeng, C. X., & Wang, J. J. 2010. Influence of exposure to imidacloprid on survivorship, reproduction and vitellin content of the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Journal of Insect Science*, 10(1), 20.
- Zhang, Z. Q. 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. CABI.

TARKKAILUTULOKSET KOETILOILTA

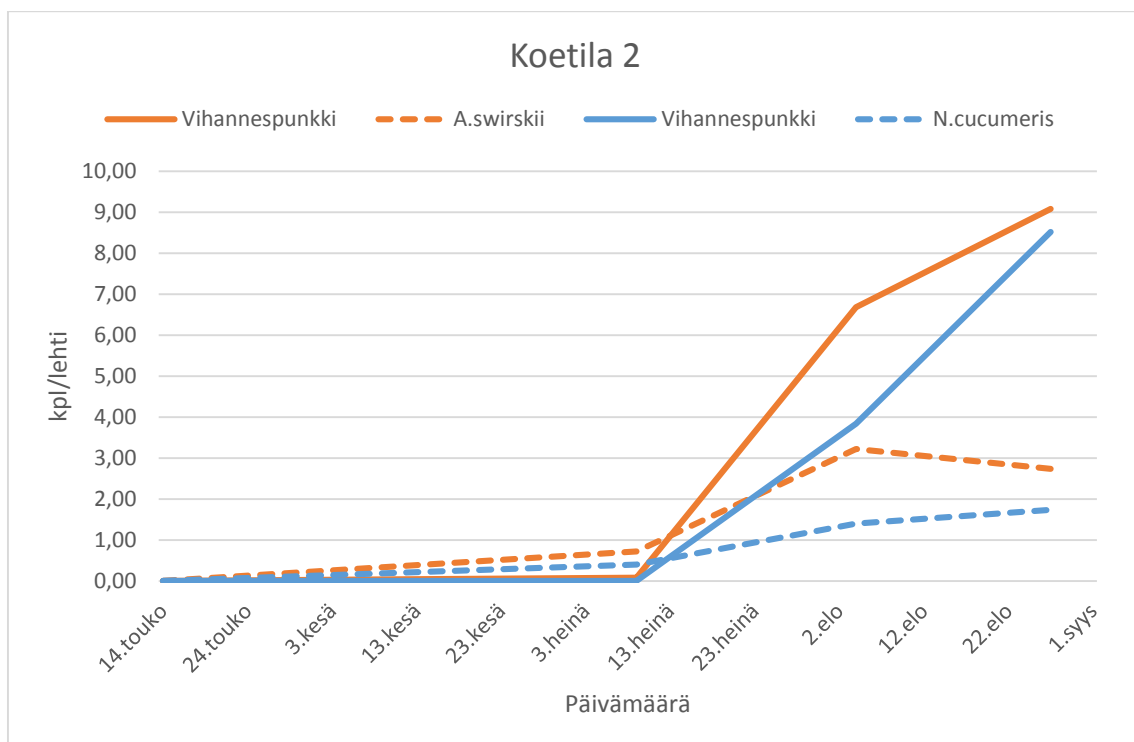
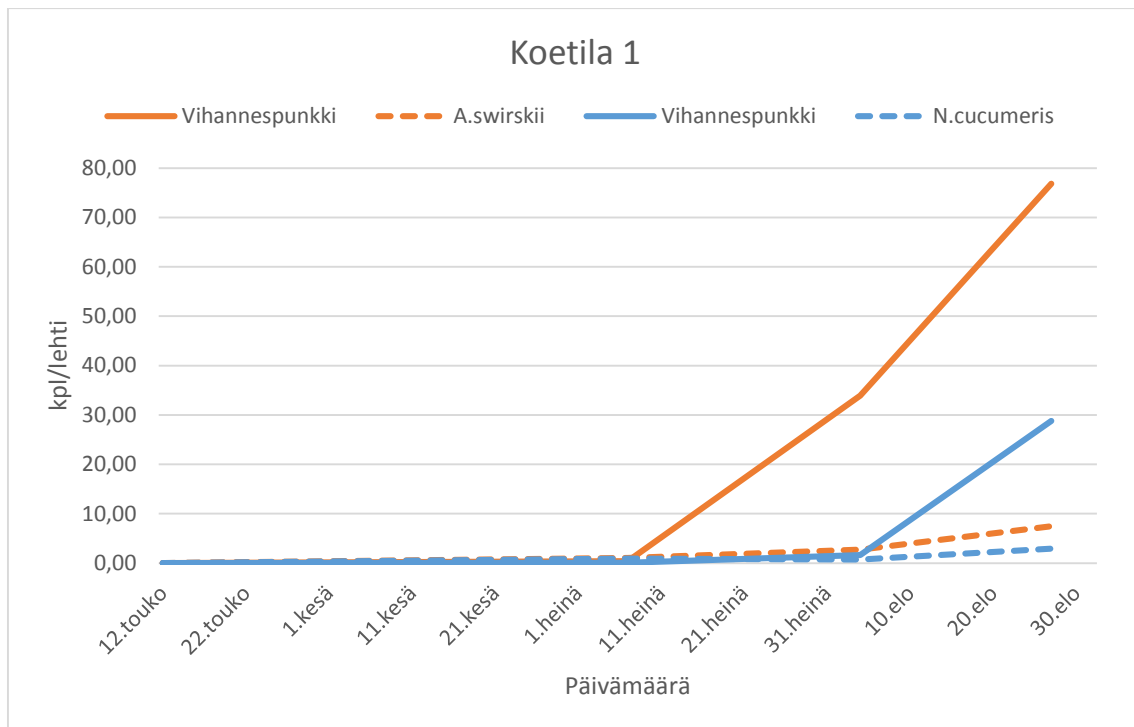


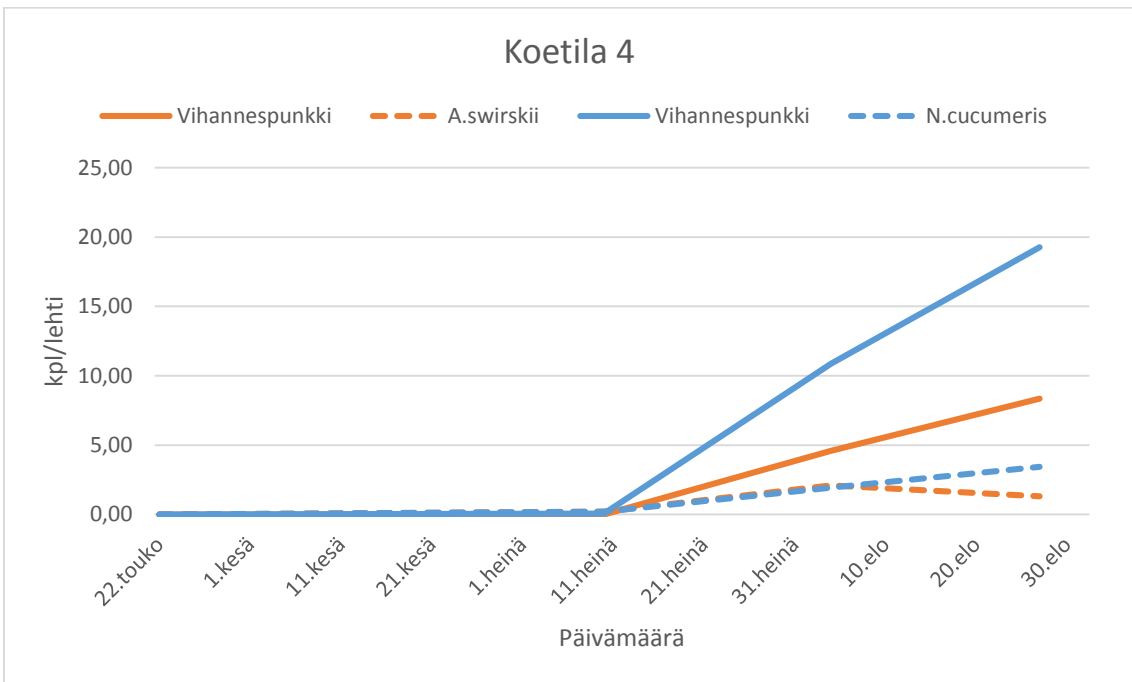
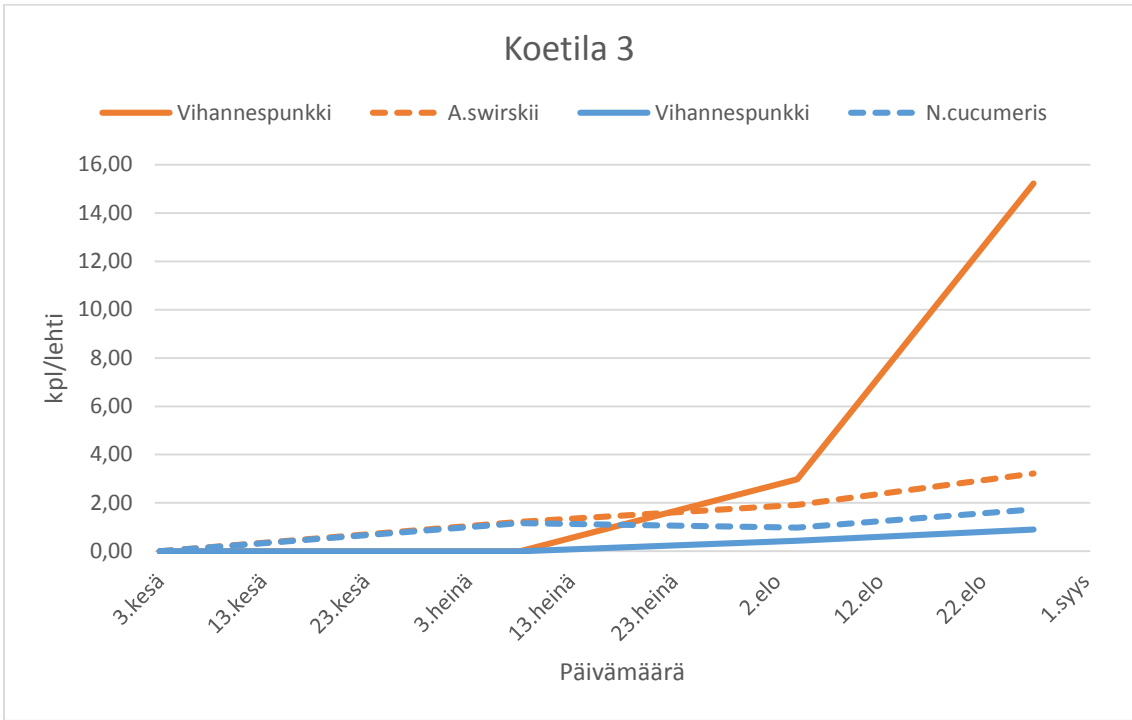




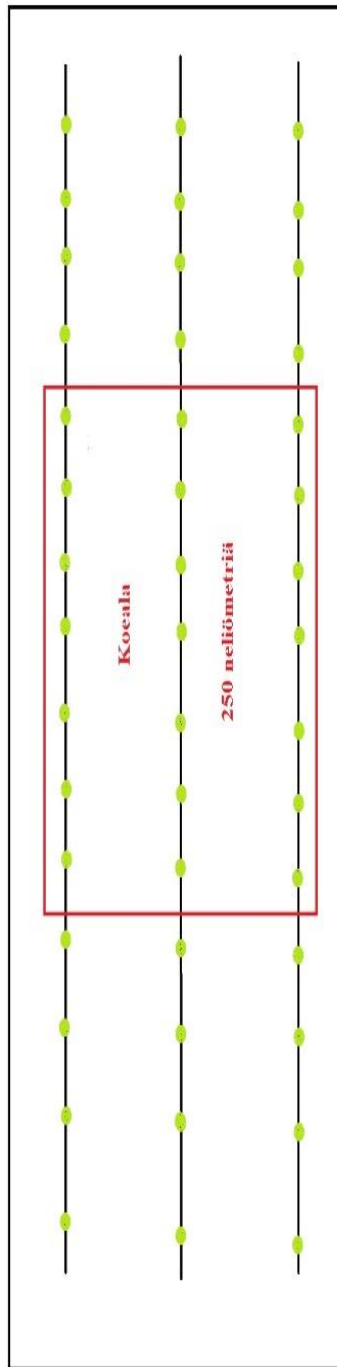


LEHTIPESUTULOKSET KOETILOILTA





KOEALAN SIJOITTELU TUNNELISSA



LEHTIPESUNÄYTTEEN KÄSITTELYOHJE

Näytteen käsittely ja liotus:

1. Ota pieniä muoviämpäreitä koko n. 3 l, mittaa muoviruiskulla 0.1-1 % matalavaahtoista pesuainetta (Taski profi) ämpäriin.
2. Laske tämän jälkeen hanasta mahdollisimman kuumaa vettä suoraan ämpäriin ja lisää pesuaine.
3. Ota näytepussi jo pilko lehdet saksilla suoraan kuumaan veteen. Huuhtelee sakset seuraavaa näytettä varten.
4. Laita tyhjä näytepussi kiinni pesuämpärin kahvan -> näytteet eivät mene sekaisin.
5. Liota lehtiä noin vuorokausi vedessä. Mahdolliset hyönteiset irtoavat lehdistä.

Siivilöinti:

1. Tee siivilöinti ensin harvalla siivilällä jonka silmäkoko 1 mm tai isompi. Kaada pesunäyte siivilän läpi toiseen tyhjiin ämpäriin.
2. Huuhtelee massaa siivilässä käsisuihkulla, jotta kaikki punkit ja muut hyönteiset irtoavat lehtimassasta.
3. Siivilään jääneet suppulehdet kaadetaan biokompostiin menevään saaviin, huuhtelee siivilä puhtaaksi seuraavaa näytettä varten.
4. Ota seuraavaksi siivilä jonka silmäkoko on 0,088 mm (ns. mansikkapunkkisiivilä) ja kaada pesunäytevesi tämän siivilän läpi -> enää ei säästetä siivilän läpi menevää vettä.
5. Nyt kaikki punkit ja muut hyönteiset sekä jonkin verran lehtinukkaa ovat jääneet tähän siivilään.
6. Huuhtelee vielä käsisuihkulla siivilää niin kauan, että siinä ei enää ole pesuaineesta syntyvää vaahtoa.
7. Kerää käsisuihkun avulla jäljellä oleva näytemassa aivan siivilän alareunaan.
8. Ota 70 % alkoholi, joko on nokkapullossa.

9. Kerää mahdollisimman pienellä alkoholimäärällä n.15 - 20 ml näyte hyvin tarkasti dekanterilasiin.

10. Siivilän tulee olla todella puhdas näytteestä, tee uusi alkoholihuuhtelu tarpeen vaatiessa -> huuhtelee siivilä puhtaaksi seuraavaa näytettä varten.

11. Tyhjennä dekanterilasi pienen lasisuppilon kautta pesunäytepulloon -> huuhtelee dekanterilasi sekä suppilo vedellä seuraavaa näytettä varten.

12. Liimaa tarralappu välittömästi kuivan pesunäytepullon kylkeen kiinni, säilytä pullot muovilaatikoissa johon on merkitty kokeen nimi, paikan nimi, pvm.