

102

*Irene Vänninen, Marika  
Linnamäki, Sari Jaaksi  
ja Jan Hulshof*

**Kalifornianripsiäisen  
(*Frankliniella occidentalis*)  
hallinta torjunta-aineiden  
käytön minimoivassa  
leikkoruusutuotannossa  
(1997–99)**



*Irene Vänninen, Marika Linnamäki, Sari Jaaksi ja Jan Hulshof*

---

**Kalifornianripsiäisen  
(*Frankliniella occidentalis*)  
hallinta torjunta-aineiden  
käytön minimoivassa  
leikkoruusutuotannossa (1997–99)**

**Management of western flower thrips (*Frankliniella  
occidentalis*) in cut roses grown with  
minimum pesticide use**

---

**Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-634-7 (Painettu)  
ISBN 951-729-635-5 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1239-0852 (Painettu)  
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)  
<http://www.mtt.fi/asarja>

*Copyright*

MTT

Irene Vänninen, Marika Linnamäki, Sari Jaaksi ja Jan Hulshof

*Julkaisija*

MTT, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen  
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339  
sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

*Painatus*

Jyväskylän yliopistopaino 2001

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen Joutsenmerkki.  
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

---

Vänninen, I.<sup>1)</sup>, Linnamäki, M.<sup>1)</sup>, Jaaksi, S.<sup>2)</sup> & Hulshof, J.<sup>1)</sup> 2001. Kalifornianripsiaisen (*Frankliniella occidentalis*) hallinta torjunta-aineiden käytön minimoivassa leikkoruusutuotannossa (1997–99). MTT:n julkaisuja. Sarja A 102. Jokioinen: MTT. 127 p. ISSN 1239-0852 (Painettu), ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu), ISBN 951-729-634-7 (Painettu), ISBN 951-729-635-5 (Verkkajulkaisu). <http://www.mtt.fi/asarja>

<sup>1)</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi), [jan.hulshof@mtt.fi](mailto:jan.hulshof@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [sarjaa@jippii.fi](mailto:sarjaa@jippii.fi)

---

## Tiivistelmä

---

*Avainsanat: ruusut, tuboeläimet, kalifornianripsiaäinen, Frankliniella occidentalis, petopunkki, Amblyseius cucumeris, Hypoaspis spp., kasvinsuojelu, biologinen torjunta, integroitu torjunta*

---

Kalifornianripsiaisen torjuntaa leikkoruusulla pyrittiin tehostamaan seuraavilla tavoilla: (1) tutkimalla ripsiäisten biologiaa; (2) tutkimalla *Amblyseius cucumeris* -ripsiaispetopunkkien yhteiskäyttöä kasvualustassa saalistavien *Hypoaspis*-petopunkkien ja kasvualustan kemiallisten käsittelyjen kanssa; (3) testaamalla kasvinsuojeluaineiden sivuvaikutuksia hyötyeläisiin. Tutkimus osoitti, että aikuisten ja toukkien suhteellinen jakautuminen kukkien ja lehtien välille voidaan ennustaa avonaisten kukkien osuuden perusteella. Leikkoruusulla kr:t koteloituvat aina kasvualustaan. Siitä huolimatta *Hypoaspis*- ja *A. cucumeris* -petopunkkien yhteiskäyttö ei tehostanut ripsiäistorjuntaa kuin marginaalisesti. *Amblyseiuks*et toimivat tehokkaammin kivivillasäkkipedeissä kuin avoturvepedeissä kasvavilla ruusuilla johdettua ripsiäisten huonommista koteloitumisolosuhteista kivivillasäkkipedeissä.

Kesällä *A. cucumeriksen* pussilevitykset Escimo-leikkoruusun pystyversoille (4500–7000 kpl/m<sup>2</sup>/4 kk) pitivät kokonaiskukkasadon yli 90 %:sti myyntikelpoisena. Biologisen ripsiäisten ennakkotorjunnan hinnaksi tuli 5,3 mk/m<sup>2</sup>/v (225 kpl/m<sup>2</sup> 4–6 viikon välein/8 kk). Kun tähän lisättiin kesän suu-

ret käyttömäärät, hinta oli 14,5 mk/m<sup>2</sup>/v. Pelkät *A. cucumeris*-petopunkkien hankintakustannukset olivat siten 2–4 -kertaa suuremmat kuin leikkoruusun kemiallisen kasvinsuojelun kokonaiskustannukset (3–4 mk/m<sup>2</sup> ilman työkustannuksia). Tammi-huhtikuussa *A. cucumerikset* levisivät ruusukasvuston taivutettuun osaan ripustetuista pusseista kasveille huonosti. Tehokkaampien ja taloudellisempien ripsiäispetopunkkien löytämiseksi on tutkittava eri petopunkkilajien biologiaa ja käyttäytymistä leikkoruusulla sekä petojen käyttäytymisen manipulointimahdollisuuksia, jotta ne asuttaisivat kukinnot nopeammin.

Etanolipohjaiset hiililannoiteruiskutukset olivat vaarattomia ansaripetopunkeille (*Phytoseiulus persimilis*), ripsiäispetopunkeille ja jauhiaiskiilukaiselle (*Encarsia formosa*). Ripsiäiskemikaali fiproniili lopetti *A. cucumeris* -naaraiden muninnan viikoksi. Kalifornianripsiaisten esikoteloiden fiproniilialtistus ei ollut tappava, mutta heikensi kuoriutuvien aikuisten kuntoa. Kivivillasäkkipetien viikottaiset fiproniilikäsittelyt alensivat ripsiäisten määrää kasveilla vasta 3 viikon kuluttua käsittelyjen alkamisesta.

---

Vänninen, I.<sup>1)</sup>, Linnamäki, M.<sup>1)</sup>, Jaaksi, S.<sup>2)</sup> & Hulshof, J.<sup>1)</sup> 2001. Management of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) in cut roses grown with minimum pesticide use. MTT publications. Series A 102. Jokioinen: MTT Agrifood Research Finland. 127 p. ISSN 1239-0852 (Printed version), ISSN 1239-0844 (Electronic version), ISBN 951-729-634-7 (Printed version), ISBN 951-729-635-5 (Electronic version). <http://www.mtt.fi/asarja>

<sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Plant Protection, FIN-31600 Jokioinen, Finland, [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi), [jan.hulshof@mtt.fi](mailto:jan.hulshof@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [sarijaa@jippii.fi](mailto:sarijaa@jippii.fi)

---

## Abstract

---

*Key words: cut rose, western flower thrips, Frankliniella occidentalis, predatory mites, Amblyseius cucumeris, Hypoaspis spp., biological control, integrated control*

---

The biology of western flower thrips (WFT), the combined use of *A. cucumeris* and *Hypoaspis* spp. predatory mites, chemical treatments of growth substrate, and side-effects of selected chemicals on some beneficials were studied with the aim of improving biological and integrated management of WFT in cut roses. A regression model was developed for predicting the distribution of adult and larval WFT between flowers and vegetative plant parts. Pupation of WFT in cut roses took place almost invariably in the growth substrate. Despite this, combining the use of *Hypoaspis* with that of *A. cucumeris* increased biocontrol efficacy only marginally. *Amblyseius cucumeris* controlled WFT better in roses grown in rockwool bag beds than in roses grown in open peat beds due to poorer pupation conditions of WFT in the rockwool.

In summer, the use of *A. cucumeris* applied in controlled release sachets on the erect stems of white Escimo roses at the rate of 4500–7000/m<sup>2</sup>/4 months resulted in an over 90% saleable flower crop. Preventative releases of *A. cucumeris* (225 mites/m<sup>2</sup> at 4–6 week intervals over 8 months) cost FIM 5.3 m<sup>2</sup>/year. With the higher application rates required in the summer, the total costs of biological thrips control rose to FIM 14.53

m<sup>2</sup>/year. Thus, the costs of biological thrips control alone were 2–4 times the total costs of chemical plant protection of cut roses (FIM 3–4 m<sup>2</sup>/year, labour excluded).

In January–April, *A. cucumeris* dispersed very poorly to the crop from controlled release sachets applied to the bent canes of cut roses. In order to find more efficient and less costly biocontrol methods for managing WFT in cut roses, studies need to be directed to the biology and behaviour of different predatory mite species in this particular crop, and by manipulating their behaviour, to speed up the colonisation of flowers by predators.

An ethanol-based leaf-fertilizer used for powdery mildew control was shown to be harmless to *Phytoseiulus persimilis*, *A. cucumeris* and *Encarsia formosa*. Fipronil, a chemical control agent of WFT, stopped the egg-laying of *A. cucumeris* for at least a week without killing the mites. Fipronil did not prevent WFT prepupae from developing into adults, but their condition was poorer upon hatching than that of untreated specimens. Weekly treatments of rockwool bag beds with fipronil did not result in decreased numbers of WFT in the crop until after three weeks from the start of treatments.

# Kiitokset

Tämän projektin toteuttamisen mahdollisti maa- ja metsätalousministeriön MAKE-RAn (Maatalouden kehittämisrahasto) myöntämä 800 000 mk:n määräraha vuosille 1997–99. Projektin valvojakuntaan kuuluivat Juhani Tauriainen ja Anna-Leena Miettinen (MMM), Timo Taulavuori ja Kristiina Antonius-Klemola (Kauppapuutarhaliitto), Pekka Huhtamaa (Piltin puutarha), Matti Hantula (Carbon Kick Oy) ja Aino-Maija Evers (Helsingin yliopisto).

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) rahoitti vastuullisen johtajan palkkauksen ja panosti koekasvihuoneiden tekniikan parantamiseen projektin kuluessa. Teknisestä avusta vuoden 1997 alku-kuukausina kiitokset Tuula Rauhala-Benuzzille. Jan Hulshofille kiitokset työstä tutkijana 1997. Marika Linnamäki ja Sari Jaaksi vastasivat suurimmasta osasta tutkimuksen käytännön toteutusta.

Kiitämme yhteistyöstä Kauppapuutarhaliittoa, Kuopion Aluetyöterveyslaitosta,

ja kyselytutkimukseen osallistuneita ruusunviljelmiä. Hämeen ammattikorkeakoulu osoitti kiinnostusta projektiin ohjaamalla kaksi opinnäytetyön tekijää, Kirsi Tasalan ja Marika Pölläsen, tekemään päättötyönsä aiheesta.

Erityiset kiitokset haluan kohdistaa Piltin puutarhalle, sen henkilökunnalle ja eritoten Pekka Huhtamaalle, jonka kiinnostus biologiseen torjuntaan mahdollisti aineiston keruun käytännön ruusutarhalla. Samassa yhteydessä kiitokset Koppert BV:lle ja Schetelig Oyj:lle. Kiitokset MTT:n puutarhatuotannon Riikka Kerttulalle, Päivi Tuomolalle ja Liisa Särkälle, jotka kokeilivat biologista kasvinsuojelua ruusunviljelyn koehuoneissa tuottaen arvokasta käytännön tietoa torjuntaeliöiden käytöstä ruusunviljelyssä.

Raportin toivotaan palvelevan käytännön viljelijöitä, opetusta, neuvontaa ja tutkimusta.

Brisbane, huhtikuu 2001

*Irene Vänninen*

projektin vastuullinen johtaja

# Sisällys

Tiivistelmä . . . . .	3
Abstract . . . . .	4
Kiitokset . . . . .	5
Johdanto . . . . .	11
1 Leikkoruusutuotannon uudet haasteet . . . . .	11
2 Kalifornianripsiaäinen leikkoruusun tuhoeläimenä Suomessa . . . . .	12
3 Kalifornianripsiaïsen biologisen torjunnan mahdollisuudet ruusulla . . . . .	13
4 Projektin tavoitteet ja niiden toteutuminen . . . . .	15
Kalifornianripsiaïsen biologia leikkoruusulla <i>Vänninen, I., Hulshof, J., Jaaksi, S. &amp; Linnamäki, M.</i> . . . . .	16
1 Johdanto . . . . .	16
2 Aineisto ja menetelmät . . . . .	17
2.1 Ruusujen kasvatusta ja saastutus ripsiaïsilä . . . . .	17
2.2 Ripsiaïsten jakautuminen ruusukasvuston eri osiin: näytteenotto . . . . .	17
2.2.1 Vuoden 1997 häkkikoe . . . . .	17
2.2.2 Vuoden 1998 häkkikoe . . . . .	17
2.2.3 Tilastolliset menetelmät . . . . .	18
3 Tulokset . . . . .	18
3.1 Aikuiset ja toukat eriasteisissa kukinnoissa . . . . .	18
3.2 Aikuisten ja toukkien jakautuminen kukintojen ja lehtien välille . . . . .	18
3.3 Häkkien ripsiaïspopulaation koon selittäjät 1997 . . . . .	20
3.3.1 Lehdillä olleiden ripsiaïsten absoluuttista määrää selittävät tekijät . . . . .	20
3.3.2 Lehdillä olleiden ripsiaïsten suhteellista osuutta selittävät tekijät . . . . .	21
4 Tulosten tarkastelu . . . . .	22
4.1 Lehdillä ja kukissa olevien ripsiaïsten osuus voidaan arvioida kukkimistilanteen perusteella . . . . .	22
4.2 Kukkiin keskittymisen syistä . . . . .	23
4.3 Leikkoruusun vegetatiivisten lehtien merkityksestä kalifornianripsiaïselä . . . . .	27
4.4 Tulosten merkitys leikkoruusun kasvinsuojelussa . . . . .	28
Kalifornianripsiaïsen koteloitumisbiologia kivivillasäkki- ja avoturpedeissä kasvavilla leikkoruusuilla <i>Vänninen, I., Hulshof, J., Jaaksi, S. &amp; Linnamäki, M.</i> . . . . .	30
1 Johdanto . . . . .	30
2 Aineisto ja menetelmät . . . . .	31
2.1 Koteloitumismenestys avoturpeessa ja kivivillassa . . . . .	31
2.2 Kuoriutuminen kasvualustan eri osista . . . . .	31
2.3 Tilastolliset menetelmät . . . . .	32



3	Tulokset . . . . .	32
3.1	Kuoriutumisdynamiikka . . . . .	32
3.2	Kuoriutuminen kasvualustan eri osista . . . . .	33
3.3	Koteloitumismenestys turpeessa ja kivivillassa . . . . .	33
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	34
4.1	Kalifornianripsiaisen koteloitumisvaatimukset ja -käyttäytyminen . . . . .	34
4.2	Koteloitumismenestys avoturve- ja kivivillasäkkipedeissä . . . . .	35
Kalifornianripsiaisen tarkkailumenetelmät Escimo-leikkoruusulla: alustavia tuloksia		
<i>Vänninen, I., Linnamäki, M. &amp; Jaaksi, S.</i> . . . . . 38		
1	Johdanto . . . . .	38
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	39
3	Tulokset . . . . .	39
3.1	Liima-ansasaalis kasvien ripsiäistiheyden indikaattorina . . . . .	39
3.2	Liima-ansasaalis ruususunon voitustasteen indikaattorina . . . . .	40
3.3	Kukista lasketut ripsiäismäärät sadon voitustasteen indikaattorina . . . . .	40
3.4	Kukkien ripsiäismäärän ja saastuneiden kukkien välinen suhde . . . . .	44
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	44
Kalifornianripsiaisen biologinen torjunta <i>Amblyseius cucumeris</i> - ja <i>Hypoaspis</i> - petopunkteilla ruukkuruusulta <i>Vänninen, I., Hulsbof, J. &amp; Jaaksi, S.</i> . . . . . 48		
1	Johdanto . . . . .	48
2	Esikoe ruukkuruusulla 1997: <i>Hypoaspis miles</i> ja <i>Amblyseius cucumeris</i> yhdessä ja erikseen kalifornianripsiaisen torjuntaeliöinä. . . . .	50
2.1	Aineisto ja menetelmät . . . . .	50
2.2	Tulokset . . . . .	51
2.2.1	Ripsiäismäärien kehitys lehdillä ja nupuissa, lehtivoitus, kasvien kuivapaino ja häkkien ripsiäispopulaatio kokeen lopussa . . . . .	51
2.2.2	<i>Hypoaspis</i> -petopunkkien määrä ruukuissa kokeen lopussa . . . . .	52
3	Biologisen torjunnan koe ruukkuruusulla 1999: <i>Hypoaspis aculeifer</i> ja <i>Amblyseius</i> <i>cucumeris</i> yhdessä ja erikseen kalifornianripsiaisen torjuntaeliöinä. . . . .	54
3.1	Aineisto ja menetelmät . . . . .	54
3.2	Tulokset . . . . .	55
3.2.1	Ripsiäismäärät, voituttunut lehtiala ja häkkien ripsiäispopulaatio . . . . .	55
3.2.2	<i>Hypoaspis</i> -määrät ruukuissa kokeen aikana . . . . .	56
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	57
<i>Amblyseius cucumeris</i> ja <i>Hypoaspis aculeifer</i> -petopunkkien yhteiskäytön tehokkuus kalifornianripsiaisen torjunnassa kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä kasvavalla Escimo-leikkoruusulla <i>Vänninen, I., Linnamäki, M. &amp; Jaaksi, S.</i> . . . . . 61		
1	Johdanto . . . . .	62
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	62
2.1	Ruusujen viljely ja olosuhteet kasvihuoneosastoissa . . . . .	62

2.2	Käsittelyt ja torjuntaeliöiden levitys . . . . .	62
2.3	Eliömäärien havaintomenetelmät . . . . .	63
2.4	Muiden kasvintuhoojien torjunta kokeen aikana. . . . .	64
2.5	Tilastolliset menetelmät . . . . .	64
3	Tulokset . . . . .	64
3.1	Käsittelyjen vaikutus ripsiäismääriin . . . . .	64
3.2	Petopunkkimäärien kehitys . . . . .	65
3.2.1	<i>Amblyseius cucumeris</i> (Ac) . . . . .	65
3.2.2	<i>Hypoaspis aculeifer</i> (Ha) ja muut <i>Hypoaspis</i> -suvun punkit . . . . .	65
3.3	Kukkasato . . . . .	69
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	70
Fiproniilikäsittelyjen vaikutus kalifornianripsiaisiin ja <i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkkeihin Linnamäki, M. & Vänninen, I. . . . .		
1	Johdanto . . . . .	74
2	Laboratoriokokeet fiproniilikäsittelyn (Regent 80 WDG) vaikutuksista kalifornianripsiaisen esikoteloihin/koteloihin ja <i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkkeihin . . . . .	75
2.1	Aineisto ja menetelmät . . . . .	75
2.1.1	Kalifornianripsiaisen esikotelot . . . . .	75
2.1.2	<i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkit . . . . .	76
2.2	Tulokset. . . . .	76
2.2.1	Kalifornianripsiaisen esikotelot . . . . .	76
2.2.2	<i>A. cucumeris</i> - petopunkit . . . . .	76
2.3	Tulosten tarkastelu . . . . .	77
3	Fiproniilin vaikutus kalifornianripsiaisiin kasvialustakäsittelynä avoturve- ja kivivillasäkkipedeissä . . . . .	77
3.1	Aineisto ja menetelmät . . . . .	77
3.2	Tulokset. . . . .	79
3.3	Tulosten tarkastelu . . . . .	80
Hiililannoiteruiskutuksen sivuvaikutus ansaripetopunkkeihin ( <i>Phytoseiulus persimilis</i> ), ripsiäispetopunkkeihin ( <i>Amblyseius cucumeris</i> ) ja jauhiaiskiilukaisiin ( <i>Encarsia formosa</i> ) Linnamäki, M. . . . .		
1	Johdanto . . . . .	81
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	82
2.1	Ansaripetopunkki . . . . .	82
2.2	<i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkki . . . . .	83
2.3	Jauhiaiskiilukainen . . . . .	83
3	Tulokset. . . . .	83
3.1	Ansaripetopunkki . . . . .	83
3.2	<i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkki . . . . .	84
3.3	Jauhiaiskiilukainen. . . . .	84
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	85

4.1	<i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkki ja ansaripetopunkki . . . . .	85
4.2	Jauhiaiskiilukainen . . . . .	86
Kalifornianripsiaisen biologinen ja integroitu torjunta Escimo-leikkoruusulla kesä-		
aikaan – koe käytännön viljelyä vastaavissa olosuhteissa <i>Vänninen, I., Linnamäki, M.</i>		
<i>&amp; Jaaksi, S.</i> . . . . . 87		
1	Johdanto . . . . .	88
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	88
2.1	Ruusujen viljely . . . . .	88
2.2	Torjuntakäsittelyt . . . . .	88
2.3	Havaintomenetelmät . . . . .	88
3	Tulokset . . . . .	89
3.1	Ripsiäis- ja petopunkkimäärien kehitys . . . . .	89
3.2	Petopunkkien ja ripsiäistoukkien jakautuminen kukkiin ja lehdille . . . . .	91
3.3	Petopunkkien ja ripsiäisten määräsuhde . . . . .	92
3.4	Regent-käsittelyjen vaikutus . . . . .	92
3.5	Ruususadon määrä ja laatu . . . . .	92
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	93
Moottorisoidun reppuruiskun ja sähkösuulakkeella varustetun moottorisoidun		
reppuruiskun aikaansaaman torjunta-ainelaskeuman peittävyys ruusun lehdillä		
korotettujen petien viljelyssä <i>Vänninen, I. &amp; Jaaksi, S.</i> . . . . . 98		
1	Johdanto . . . . .	99
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	100
2.1	Ruiskutus . . . . .	100
2.2	Esikoe . . . . .	100
2.3	Kasvihuonekoe kaupallisella viljelmällä . . . . .	100
2.3.1	Koejärjestely ja näytteenotto . . . . .	100
2.3.2	Pisaralaskemien mittaus . . . . .	102
3	Tulokset . . . . .	102
3.1	Esikoe . . . . .	102
3.2	Koe kaupallisella ruusutarhalla . . . . .	102
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	102
<i>Amblyseius cucumeris</i> -petopunkkien leviäminen pusseista leikkoruusukasvuston eri		
osiin korotettujen petien viljelyssä <i>Vänninen, I. &amp; Linnamäki, M.</i> . . . . . 106		
1	Johdanto . . . . .	106
2	Aineisto ja menetelmät . . . . .	107
2.1	Petopunkkien levitys . . . . .	107
2.2	Petopunkkien ja ripsiäisten havainnointi . . . . .	107
3	Tulokset . . . . .	107
4	Tulosten tarkastelu . . . . .	111

Biologisen ripsiäistorjunnan kustannukset leikkoruuksella nykymenetelmillä <i>Linnamäki, M. &amp; Vänninen, I.</i> . . . . .	113
1 Johdanto . . . . .	113
2 Kustannukset biologisen ennakkotorjuntasuunnitelman perusteella kaupallisella ruusutarhalla . . . . .	114
3 Kustannukset toteutuneen biologisen torjunnan perusteella kaupallisella ruusutarhalla . . . . .	114
4 Torjuntaeliökustannukset MTT:n kokeessa 1999. . . . .	115
5 Muut kuin torjuntaeliökustannukset . . . . .	115
6 Biologisen torjunnan kustannusten tarkastelua . . . . .	117
Johtopäätökset tiivistetysti . . . . .	119
Kirjallisuus . . . . .	121

# Johdanto

## 1 Leikkoruusutuotannon uudet haasteet

Leikkoruusua viljeleviä yrityksiä on Suomessa 179 kpl (MMM 1998). Leikko- ja ruukkuruusunviljelyn ennustettiin vuonna 1996 olevan niiden kukkatuotantomuotojen joukossa, joiden laajuus Suomen liittyttyä Euroopan unioniin tulisi vuoteen 2000 mennessä säilymään entisellä tasollaan tai pienenemään korkeintaan 15 % (Taulavuori 1996). Ensimmäisen EU-jäsenyyvuoden jälkeen leikkoruusun tuonti kolminkertaistui, mutta kotimaisten ruusujen osuus myynnistä pysyi silti ennallaan (Jalkanen 1996a). Vuodesta 1996 vuoteen 1998 leikkoruusun viljelypinta-ala putosi vain 3,5 ha eli 42 ha:sta 38,5 ha:iin (MMM 1996, 1998), josta sen arvioitiin kasvavan noin prosentin verran vuonna 1999 (Kauppapuutarhaliitto 1998).

Pärjätäkseen ulkomaiselle kilpailulle kotimainen ruusutuotanto joutuu rationalisoimaan tuotantomenetelmiään voimakkaasti (Raukko 1996). Tuotannon tehokkuuden kasvattamisen ohella ympäristöystävällisyys on nousemassa tekijäksi, jolla tulee olemaan merkitystä kukkien markkinoinnissa. Hollannissa, jossa kasvihuonetuotanto laajuutensa takia rasittaa ympäristöä voimakkaammin kuin Suomessa (Vernooy 1992; Kannianen 1995), kukkatuottajat ovat sitoutuneet pienentämään aiheuttamia ympäristövaikutuksia (van der Knaap 1992; Jalkanen 1995). Suomen kasvihuoneviljelijöiden keskusjärjestön Kauppapuutarhaliiton mukaan Suomen ei tulisi jäädä tästä kehityksestä jälkeen (Jalkanen

1996b).

Kukkatuotanto käyttää pääosan Suomen kasvihuoneissa käytetyistä torjunta-aineista, vaikka torjunta-ainepäästöt eivät kuulunekaan Suomen kasvihuonetuotannon pahimpiin ympäristövaikutuksiin (vrt. Grönroos 1994; Vänninen 1997 ja sen viitteet; Servomaa et al. 2001). Eniten torjunta-aineruiskutuksia tehdään joulutähden ja leikkoruusun viljelykiertojen aikana (Vänninen 1994). Vesiensuojelun tavoiteohjelman toteuttamista varten laaditussa toimenpideohjelmassa todetaan puutarha- ja kasvihuonetuotannon osalta, että puutarhatuottajien tulee kehittää toimintaansa ympäristön kuormitusta vähentävillä ja ympäristön kannalta parhaaseen käytäntöön perustuvilla viljelykäytännöillä (Ympäristöministeriö 1999). Kuluttajia valistavat tahot ovat myös tiedottaneet biologisen torjunnan avulla tuotetuista kukista (Ekoisti 1999).

Ympäristökuormituksen minimoiminen on vain yksi niistä tekijöistä, joiden vuoksi torjunta-aineiden käyttöä pitäisi vähentää. Esimerkiksi toistuvat kemikaalikäsittelyt alentavat ruususadon määrää ja laatua (Erfurth 1988). Suomen markkinoille on ollut vaikea saada uusia, kasvihuoneissa käytettäviä torjunta-aineita (Hiltunen 1999). Tietyn kasvintuhoojan torjumiseksi on yleensä käytössä vain yksi todella tehokas aine. Altistuminen toistuvasti samalle aineelle johtaa helposti kasvintuhoojan torjunta-aineresistenssiin, mikä puolestaan vaatii yhä tiheneviä kemikaalikäsittelyjä. Tämä lisää työsuojelullisia riskejä ja työskentelyn epämiellyttävyyttä etenkin kuumaan kesäaikaan.

## 2 Kalifornianripsäinen leikkoruusun tuhoeläimenä Suomessa

Kalifornianripsäisen (kr) aikuisasteet voitavat ruusun kukkia pahiten, mutta myös toukat voivat aiheuttaa kukkavioitusta. Ripsiäisten imennän jäljiltä kukista tulee epämuodostuneita ja värivikaisia. Niistä terälehdistä, joista ripsiäiset ottavat ravintoa jo nuppuvaiheessa, tulee nekroottisia ja niissä näkyy ikään kuin polttovioituksia. Valtaosa vioituksesta keskittyy ulommaisiin terälehtiin, mutta pahiten vioittuneet nuput eivät välttämättä aukea ollenkaan (Gaum et al. 1994). Kotelovaiheen kr käy läpi tavallissimmin kasvialustassa, joskaan kasvialusta ei aina ole välttämätön koteloitumiselle (Degheele et al. 1997).

Aiheuttamansa vioituksen vakavuuden perusteella kr on Suomessa leikkoruusun pahin tuhoeläin (Vänninen 1994). Kalifornianripsäisen esiintymisen yleisyys leikkoruusulla on kasvanut vuosien 1992 ja 1998 välillä. Vuonna 1992 sitä esiintyi jatkuvasti noin 6 %:lla leikkoruusuviljelmistä (Vänninen 1994), mutta sittemmin jo 27 %:lla (Vänninen 1998). Laskettaessa mukaan kr:n satunnaisesti saastuttamat ruusuviljelmät ripsiäistä esiintyy nykyään jo 54 %:lla ruusuviljelmistä. Tärkeä syy ripsiäisen jatkuvan esiintymisen yleistymiseen on viljelijöiden oman arvion mukaan ympärivuotinen viljely. Se edesauttaa kasvintuhoojien lisääntymistä ja vaikeuttaa niiden hävittämistä viljelmiltä. Ruusutarhoista jo 56 % viljelee leikkoruusua valojen avulla ympäri vuoden (Kauppapuutarhaliitto 1998).

Kun kalifornianripsäinen saastuttaa

ruusuviljelmän, kemikaalikäsittelyjä joudutaan tekemään kesäaikaan jopa kaksi kertaa viikossa useiden viikkojen ajan yritettäessä päästä kasvintuhoojasta eroon. Vuonna 1999 MTT:n toimesta tehdyn suppean kyselytutkimuksen mukaan kr:stä vastaan tehdään kesä-syyskuussa keskimäärin 4,8 kemiallista käsittelyä kuukaudessa. Muina kuukausina käsittelyjen määrä puolittuu. Kalifornianripsiäistä torjuttiin kyselyn mukaan Vertimecillä, Mesuroolilla, Fosdrinilla, Regentillä, malation-valmisteilla, pyretroideilla ja Bladafumilla (Taulukko 1). Tyytyväisyys Fosdrinin, Mesurolin ja malationivalmisteiden tehoon oli kuitenkin alhainen, mikä saattaa johtua ripsiäisten vastustuskyvystä näille aineille. Tieteellisiin kokeisiin perustuvia tutkimustuloksia Suomen leikkoruusuviljelmillä elävien kr-kantojen resistenssistä eri kemikaaleille ei kuitenkaan ole olemassa, joten resistenssin ja muiden heikkoa tehoa selittävien tekijöiden suhteellisesta merkityksestä ei ole suoranaista todisteita. Näyttää kuitenkin siltä, että suomalaisten ruusuviljelijöiden käytettävissä on tätä kirjoitettaessa vain kaksi valmistetta, jotka tehoavat hyvin kr:seen. Tällaisessa tilanteessa vaarana on myös näiden aineiden tehon nopea aleneminen, koska ei ole mahdollista vuorotella useammantyyppisillä tehokkailla aineilla.

Sovittamalla biologinen torjunta osaksi kasvinsuojeluohjelmia voidaan kemiallisten tehoaineiden käyttöä pidentää, kun kasvintuhoojien altistuminen aineille vähenee. Samalla paranevat työsuojelulliset olot ja – torjunnan ollessa riittävän tehokasta – myös sadon laatu. Kyselytutkimuksen perusteella noin 20 % Suomen ruusuviljelijöistä haluaisi kokeilla biologista torjuntaa ruusun kasvintuhoojia (ei välttämättä pelkäästään kr:siä) vastaan. Mielenkiintoa leikkoruusun biologista kasvinsuojelua kohdallaan on siis olemassa.

**Taulukko 1.** Kalifornianripsisiäisen torjuntaan käytetyt kemikaalit Suomen leikkoruusutuotannossa vuonna 1999 MTT:n toimesta tehdyn kyselytutkimuksen perusteella (29 kaupallista ruusutarhaa).

**Table 1.** Chemicals used to combat western flower thrips and the level of users' satisfaction with their efficacy in Finnish rose nurseries. Based on telephone survey conducted in 1999 by MTT. n=29.

Kauppavalmiste (tehoaine) <i>Trade name (active ingredient)</i>	% (kpl) tarhoista käyttää <i>% of nurseries uses (no. of users)</i>	Tyytyväisiä, % <i>Satisfied with efficacy, % of users</i>	Tehoon tyytyväisyys <i>Satisfaction with efficacy</i>	
			Jokseenkin tyytyväisiä, % <i>Fairly satisfied, % of users</i>	Ei toimi riittävän hyvin, % <i>Not satisfied, % of users</i>
Vertimec (abamektiini)	69 (20)	80,0	15,0	5,0
Mesurool (metiokarbi)	55 (16)	25,0	6,3	68,8
Regent (fiproniili)	38 (11)	88,9	11,1	0
Fosdrin (mevinfossi)	38 (11)	33,3	8,3	58,3
Malationi-valmisteet	21 (6)	60,0	0	40
Karate, Ripcord, Fastac (eri pyretroidit)	7 (2)	<sup>a</sup>		
Bladafum (sulfofeppi)	7 (2)	100 <sup>b</sup>	0	0

<sup>a</sup> 2 käyttäjää eivät ilmoittaneet tyytyväisyysastettaan (2 users did not report a satisfaction level for efficacy).

<sup>b</sup> huom. vain 2 vastaajaa (note: only two nurseries had used Bladafum).

### 3 Kalifornianripsisiäisen biologisen torjunnan mahdollisuudet ruusulla

Koristekasvien kasvinsuojeluohjelmissa pelkkä biologinen torjunta on vain harvoin riittävän tehokasta ns. nollatoleranssin vuoksi, ts. kasveissa ei saa olla lainkaan tuhoeläimiä myyntihetkellä. Biologinen torjunta on sen vuoksi ennaltaehkäisevää torjuntaa (Brødsgaard 1995).

Kalifornianripsisiäisiä saalistavia petoja tunnetaan tällä hetkellä ainakin 45 eri lajia, joihin kuuluu verkkosiipisiä, petomaisia äkämäsiä, petokärpäsiä, petopistiäisiä, petokuoriaisia, petoluteita, petoripsisiä sekä eräitä petopunkkiryhmiä (kts. Sabelis & Van Rijn, 1997 ja sen viitteet). Petopun-

keista erityisesti Phytoseidae-heimon edustajissa on useita lajeja, jotka saalistavat kr:siä, mutta vain harvoja on tutkittu tarkemmin. Kalifornianripsisiäisen luontaisiksi vihollisiksi tiedetään myös muutamat munaloispetolajit, kolmen hyönteispatogeenisen sukkulamatosuvun edustajat (Loomans et al. 1997; Tomalak 1994; Helyer et al. 1995; Chyzik et al. 1996) ja viisi hyönteispatogeenista sienilajia (Butt & Brownbridge 1997).

Eräillä torjuntaeliötuottajilla on jo omia ohjelmia ruusun integroitua kasvinsuojelua varten (Biobest 1999) ja joitakin tietoja biologisen ja integroidun torjunnan kokeiluista käytännön leikkoruusuviljelmillä on saatavilla (Vänninen 1993; Lindqvist 1996; Vuori 1996; Pleininger & Blumel 1999). Onnistuneimmissa kokeiluissa on käytetty pääasiassa *Amblyseius cucumeris* petopunkkeja. Ne saalistavat kr:n toukka-asteita (Sabelis & Van Rijn 1997). Halpuutensa vuoksi *A. cucumeris* on tällä hetkellä useimmilla

kasveilla varteenotettavin kr:n torjuntaeliö, vaikka lajin saalistustehokkuus ei ylläkään samalle tasolle kuin eräiden muiden petopunkkien (Van Houten 1996). Tehokkuuden puutetta voidaan kuitenkin korvata määrällä etenkin käyttämällä petopunkkipusseja, joissa kasvustoon alunperin tuodut petomäärät moninkertaistuvat ajan myötä (Sampson 1998). Kalifornianripsiiäisen toukkien biologista torjuntaa leikkoruusukasvustoista on kokeiltu myös *Ceranisuus-loispistiäisillä* (Loomans et al. 1995) ja *Orius*-petoluteilla (Beekman et al. 1991; Bertaux 1993; Fransen et al. 1993a), mutta niiden torjuntateho on osoittautunut riittämättömäksi.

Kasveille ripustettavat *A. cucumeris*-pus-  
sit ovat kätevä vaihtoehto kr:n ennakkotorjuntaan ja biologisen torjunnan ylläpitoon ripsiiäisten ilmaantumisen jälkeen. Menetelmän etuja ovat petopunkkien levittämisen helppous ja sen vaatima pieni työmäärä, petojen varmempi asettuminen kasvustoon sekä käsittelyjen siisteys verrattuna siihen, että petopunkit ripoteltaisiin kasveille kantoaineessaan, joka on yleensä lese (Sampson 1998). Pusilevitysmenelmä toimii erityisen hyvin kasvihuonekurkulla kr:n ennakkotorjunnassa, kunhan käytetään tarpeeksi suuria petomääriä tarpeeksi ajoissa (esim. Gillespie 1989; Bennison & Jacobson 1991; Jacobson 1995), mutta sitä sovelletaan myös koristekasveilla (Jacobson 1997). Petopunkkipusseja on saatavana eri toimittajilta vaihtelevilla petomäärillä per pussi. Petopunkkien lisäksi pusseissa on petojen ravinnoksi tarkoitettuja homepunkkeja (*Tyrophagus putrescentiae*). Petopunkit lisääntyvät pusseissa homepunkkeja syöden ja vaeltavat pusseista kasveille. Parhaassa tapauksessa kasvustoon muodostuu tällöin eräänlainen petopuskuri ripsiiäisten ilmaantumisen varalta. Uusia petopunkkipusseja suositellaan kasvilajista riippuen levitettäväksi tavallisimmin 4–8 viikon välein. Petopunkkeja virtaa siis pusseista kasveille vähintään edellä mainitun pituisena aikana. Petopunkit voivat kuitenkin lisääntyä pusseissa jopa 10–12 viikon ajan, jos pussien si-

sältö ei pääse kuivumaan, jos pussit eivät kastu ja pääse homehtumaan ja jos homepunkkeja riittää pusseissa ravinnoksi (Jacobson 1995; Sampson 1998).

Uusin kr:n torjuntaan myytävä tuote ovat *Hypoaspis*-petopunkit, joita voidaan käyttää ripsiiäisten maassa elävien kehitysvaiheiden torjuntaan. *Hypoaspis*-suvun petopunkit ovat ennen kaikkea harsosääskien, sipulipunkkien ja jossain määrin liejukärpästen torjuntaeliöitä, joiden käyttömäärät vaihtelevat suuresti riippuen tuhoeläinlajista ja saastunnan asteesta (Gillespie & Quiring 1990; Piatkowski 1997; Chambers et al. 1993; Lindquist et al. 1994; Vänninen et al. 1997). Ne tuotiin alunperin markkinoille sipulipunkkien (Lesna et al. 1996; Lesna et al. 1995) ja harsosääskien torjuntaeliöksi (Gillespie & Quiring 1990; Chambers et al. 1993), mutta niiden ruokavalioon kuuluvat myös ripsiiäisten kotelot (Ydergaard et al. 1997). Kasvihuonekurkulla *Hypoaspis*-petopunkkien on osoitettu vähentävän kr:sten määrän noin 30 %:een käsittelemättömien verranteiden ripsiiäismäärästä käytettäessä pitoisuuksia 1600 punkkia/kasvi (Gillespie & Quiring 1990). Ruusunviljelyssä näiden petopunkkien tehoa ei ollut vuoteen 1997 mennessä osoitettu. Ennen tässä raportissa kuvattuja MTT:ssa tehtyjä tutkimuksia ei ollut olemassa tietoa siitä, tehostavatko maahan lisätyt petopunkit ripsiiäistorjuntaa käytettäessä niitä yhtä aikaa lehdille levitetävien ripsiiäispetopunkkien kanssa. Tästä huolimatta *Hypoaspis*-petopunkkeja on suositeltu ennaltaehkäisevään ripsiiäistorjuntaan (Biobest 1999).

Kalifornianripsiiäisen koteloiden torjuntaa maasta on yritetty myös hyönteispatogeenisillä sienillä (Vestergaard et al. 1996; Ludwig & Oetting 1998), sukkulamadoilla (Helyer et al. 1995) ja kemikaaleilla (Helyer et al. 1995). Parhaimmillaan on saatu 70–97 %:n torjuntatehoja (Helyer et al. 1995; Ludwig & Oetting 1998). Näyttää siis siltä, että ripsiiäisten kuolleisuutta voisi lisätä torjumalla samanaikaisesti sekä toukkia että koteloita.



## 4 Projektin tavoitteet ja niiden toteutuminen

Maatalouden tutkimuskeskuksessa toteutettiin vuosina 1997–1999 projekti, jonka tavoitteena oli kehittää kr:n hallintamenetelmä leikkoruusutuotantoa varten torjunta-aineiden käytön minimoimiseksi. Saadun rahoituksen puitteissa (maa- ja metsätalousministeriön maatalouden kehittämisrahaston myöntämät 800 000 mk) projektin tärkeimmäksi tutkimusaiheeksi tarkentui kr:n biologisen torjunnan tehostaminen perustuen petopunkkien uuteen käyttöstrategiaan ja biologisen torjunnan sovittaminen ruusun muiden kasvintuhoojien, erityisesti ruusunhärmän, uusiin torjuntamenetelmiin. Lisäksi osin yhteistyössä Pohjois-Savon ympäristökeskuksen ja Kuopion aluetyöterveyslaitoksen kanssa tutkittiin sähköruiskun mahdollisuuksia ruusutarhojen kemikaalipäästöjen ja työntekijöiden kemikaalialtistumisen vähentäjänä. Projekti on maailmanlaajuisestikin ensimmäinen tutkimus, joka keskittyi systemaattisesti kr:n biologiaan ja biologiseen torjuntaan leikkoruusulla.

Projekti tuotti uutta tietoa

- (1) kr:n biologiasta ja erityisesti sen kotoitumisesta avoturve- ja kivivillasäkki-pedeissä viljellyllä leikkoruusulla;
- (2) mallin joka kuvaa ruusukasvuston kukinnan vaikutusta ripsiäistoukkien ja -aikuisten jakautumiselle kasvuston eri osiin ja jota voidaan siten hyödyntää torjuntatoimenpiteiden kohdistamisessa kasvustoon;
- (3) alustavat ohjeet liima-ansoihin ja kukkanäytteisiin perustuvista ripsiäisen tarkkailumenetelmistä valkokukkaisella Escimo-leikkoruusulla;
- (4) ohjeistukset *Amblyseius cucumeris* ja *Hypoaspis aculeifer* -petopunkkien käytön suositeltavuudesta sekä käyttötaivoista ja -määristä leikkoruusulla;
- (5) petopunkkien biologiasta avoturve- ja kivivillasäkkipeideissä viljeltävällä leikkoruusulla erityisesti *Hypoaspis*-suvun punkkien osalta;
- (6) fiproniilipohjaisen torjunta-aineen tehosta ripsiäisiä vastaan kasvusto- ja kasvualustakäsittelynä;
- (7) fiproniilin ja härmäntorjuntaan käytetyn etanolipohjaisen hiililannoitteen vaikutuksesta leikkoruusulla käytettäviiin petopunkkeihin; ja
- (8) leikkoruusun biologisen kasvinsuojelun kustannuksista.

# Kalifornianripsiäisen biologia leikkoruusulla

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Jan Hulshof<sup>1)</sup>, Sari Jaaksi<sup>2)</sup> & Marika Linnamäki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
*irene.vanninen@mtt.fi, jan.hulshof@mtt.fi, marika.linnamaki@mtt.fi*  
<sup>2)</sup>*sarijaa@jippii.fi*

Kalifornianripsiäisen esiintymistä Escimo-leikkoruusun kukissa tutkittiin 1997 laskemalla ripsiäiset harsohäkeissä kasvien ruusukasvustojen kukista ja versoilta kasvuston poistamisen jälkeen. Vuonna 1998 ripsiäiset laskettiin perättäisinä viikoina häkkien kukka- ja lehtinäytteistä. Ripsiäispopulaation kasvu näkyi sekä kukintojen että lehtien ripsiäistiheyksien kasvuna. Lehdiltä löytyneiden ripsiäisten osuus oli kuitenkin sitä pienempi, mitä suurempi osuus kukinnoista oli auki. Kun ripsiäiset voivat vapaasti valita kukkien ja nappujen välillä, aikuisista oli avonaisissa kukissa yli 90 %. Loput aikuiset ripsiäiset jakautuivat vihreiden nappujen ja terälehtien värin paljastavien nappujen kesken. Toukka-asteen ripsiäisistä 45–79 % oli avonaisissa kukissa, loput nupuissa. Molempina vuosina toukat jakautuivat aikuisia tasaisemmin myös kukintojen ja lehtien kesken. Ripsiäiset keskittyvät siis aina kukkiin, jos niitä oli saatavilla ja siirtyvät pystyversojen ja viimeiseksi taivutettujen versojen lehdille kukintojen määrän tai avonaisten kukkien osuuden pienetessä.

Kr:n esiintymisen tarkkailu tulee keskittää kukkiin. Avonaisten kukkien jatkuva poistaminen hidastaa kr:n lisääntymistä jo muutamassa kuukaudessa, kuten on osoitettu Kanadassa. Kemialliset käsittelyt

kannattaa kohdistaa kukkivaan kasvusto-kerrokseen ja pystyversojen yläosaan. Silloin torjuntaeliöt voivat toimia alempana lehvästössä. Amerikkalaisten tutkimusten mukaan tällainen käsittely tuottaa yhtä hyvän torjuntatuloksen kuin koko kasvuston käsittely, mutta torjunta-ainemäärissä ja veden käytössä säästetään 65 %. Jos kr:n saastuttama kasvusto on pääosin vegetatiivisessa vaiheessa, koko lehtimassa kannattaa kuitenkin käsitellä, koska kemikaalikäsittelyt tavoittavat tällöin ripsiäiset helpommin kuin niiden ollessa terälehtien välissä.

## 1 Johdanto

Kasvintuhoojan jakautuminen kasvuston eri osiin on tunnettava, jotta kalifornianripsiäisten torjunta ja kasvinäytteisiin perustuva tarkkailu voidaan kohdistaa ja ajoittaa oikein. Kalifornianripsiaistoukkien ja -aikuisten jakautumista ruusun kukintojen ja lehtimassan välille valkoisella puolisuurikukkaisella Escimo-ruusulla tutkittiin 1997 ja 1998 osittain taivuttamalla viljelyssä kasvustossa perinteisissä ruusupedeissä.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Ruusujen kasvatusta ja saastutus ripsiäisillä

MTT:n neljään 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneosastoon perustettiin keväällä 1997 kaksi ruusupetiä (8 × 1,2 m) jokaiseen. Yhdessä pedissä ruusuja viljeltiin avoturpeessa (Kekkilän karkea peruslannoitettu B2-kasvuturve), toisessa kivivillasäkeissä (Pargro). Petien molemmissa päissä oli harsohäkki (korkeus 1,8 m, ala 1,2 × 1 m). Harson silmäkoko (0,2 × 0,2 mm) salli periaatteessa ripsiäistoukkien pääsyn harson läpi jossain määrin (vrt. Bethke et al. 1994), mutta siitä huolimatta ripsiäisiä ei havaittu juuri lainkaan kasvihuoneiden oviin kiinnitetyissä liima-ansoissa kokeiden aikana.

Peteihin istutettiin 26. kesäkuuta 10 Escimo-ruusua/m<sup>2</sup> (12 kpl/häkki). Ruusuja viljeltiin osittain taivuttamalla. Turvepedit kasteltiin tihkukasteluletkujen kautta antamalla lannoitevetä keskimäärin kahdesti viikossa. Kivivillapedit kasteltiin kerran päivässä lievänä ylikasteluna. Osastojen päivälämpötilat asetettiin keväällä ja kesällä 22:een ja syksyllä 20 asteeseen. Osastojen lämpötiloja ja ilmankosteutta seurattiin termohygrograafeilla. Kaikissa osastoissa oli monimetallilamput, jotka olivat syyskuusta alkaen päällä 20 h vuorokaudessa klo 02–22. Vuoden 1998 viljelyolosuhteet on selostettu sivulla 58.

Ruusukasvustot saastutettiin tuomalla osastoihin kr:siä erillisestä kasvatuksesta 22.7.–16.10. välisenä aikana epäsäännöllisin väliajoin, mutta kuitenkin siten, että jokaisella levityskerralla ripsiäisiä laitettiin kaikkiin häkkeihin. Pääosa ripsiäisliisäyksistä tehtiin ennen 26.8. Viimeisen ripsiäisliisäyksen jälkeen populaatiot kehittyivät häkeissä 30–90 vrk ennen kuin häkkien ruusukasvustot poistettiin syys-marraskuussa. Ennen kasvustojen poistamista häkeistä korjattiin satoa sitä mukaa kuin kukat kehittyivät korjaamiskelpoisiksi.

### 2.2 Ripsiäisten jakautuminen ruusukasvuston eri osiin: näytteenotto

#### 2.2.1 Vuoden 1997 häkkikoe

Vuonna 1997 ruusukasvustoa poistettaessa häkeistä kerättiin muovipusseihin ensin nuput (=vihreät nuput sekä nuput, joiden verholehtien välistä näkyi hieman terälehtien väriä) ja avonaiset kukat, sitten pystyt versot ja lopuksi taivutetut versot. Kasveja säilytettiin kylmiössä +8 °C:ssa ja niiltä laskettiin kaikki ripsiäisten kehitysasteet mikroskoopin avulla.

Kasvustojen poistamisen jälkeen kasvualustasta kuoriutuvat ripsiäiset kerättiin talteen siniansoilla kolmen viikon ajan, kunnes ansat olivat tyhjiä kahtena perättäisenä päivänä. Ansat tarkastettiin ensin yhden vuorokauden kuluttua kasvuston poistamisesta ja sen jälkeen kolmen päivän välein.

#### 2.2.2 Vuoden 1998 häkkikoe

Ripsiäisten jakautumista kasvuston eri osiin alhaisemmillä ripsiäistiheyksillä tutkittiin 1998 toteutetun biologisen torjunnan kokeen kontrollihäkeissä, joissa ei ollut torjuntaeliotä. Ripsiäislaskennat kukinnoista ja lehdtä tehtiin paikan päällä kasvustoa häiritsemättä (kts. s. 61). Kasvustot olivat samanlaisissa häkeissä ja niitä viljeltiin kuten 1997. Ripsiäiset laskettiin viikoittain viidestä kukinnosta sekä viiden pystyverson (=ylälehdet) ja viiden taivutetun verson (=alalehdet) kahdelta lehdtä per verso. Jos ripsiäisiä oli kukissa liikaa niiden laske- miseksi paikan päällä, kukka poistettiin ja ripsiäiset koputeltiin kukka rikkoen valkean paperin päälle, josta ne laskettiin. Häkeistä laskettiin myös pystyversojen kokonaismäärä sekä avonaisen kukkien ja valkeiden nuppujen kokonaismäärät. Häkeissä oli tasaisesti avonaisia kukkia sekä eriaisteisia nuppua noin 30 havaintokertana koko 6 kk kestäneen kokeen aikana. Näissä häkeissä tarkasteltiin ripsiäisten jakautumista eriaisteisiin kukintoihin.

### 2.2.3 Tilastolliset menetelmät

Vuoden 1997 häkkikokeessa eroja kasvi-biomassan määrässä (kukkia ja pystyversoja per häkki kasvuston poistamishetkellä) sekä ripsiäispopulaation suuruutta ja ominaisuuksia kuvaavien muuttujien arvoissa turve- ja kivivillahäkkien välillä testattiin t-testillä. Selitysmallia ripsiäisten populaatiokoolle ja populaation jakautumiselle lehtimassan ja kukintojen kesken etsittiin käyttäen taaksepäin askeltavaa regressio-analyysiä. Vuonna 1997 populaatiokokoon vaikuttavia tekijöitä oletettiin olevan neljä: (1) häkkeihin alunperin levitetty ripsiäismäärä, (2) häkkien kasvibiomassa, jota kuvattiin pystyversojen määrällä, (3) kukintojen määrä ja (4) avonaisten kukkien osuus kaikista kukinnoista kasvuston poistamishetkellä. Populaatiokokona käytettiin kasveilta löydettyjen toukkien ja aikuisten ja kasvualustasta ansoihin tulleiden aikuisten yhteismäärää (=kokonaispopulaatio).

Ripsiäisten lehdille siirtymistä kuvattiin toukkien ja aikuisten absoluuttisella määrällä ja suhteellisella osuudella kaikista kasveilta löydettyistä ripsiäisistä. Lehdille siirtymisen oletettiin riippuvan kolmesta tekijästä:

- (1) kukintojen määrästä;
- (2) avonaisten kukkien osuudesta (sisältäen sekä avautuneet kukat että terälehten värin jo selvästi paljastavat nuput) sekä
- (3) kukintojen ripsiäistiheydestä (toukka + aikuisia/kukinto).

Oletuksena oli, että ripsiäisistä siirtyy lehdille sitä suurempi osuus,

- (1) mitä vähemmän kasvustossa on kukintoja,
- (2) mitä pienempi on avonaisten kukkien osuus sekä
- (3) mitä suurempi on kukintojen ripsiäistiheys.

## 3 Tulokset

### 3.1 Aikuiset ja toukat eriasteisissa kukinnoissa

Kasvibiomassa ja kukinta sekä ripsiäistiheys olivat samanlaiset molempien kasvualustojen häkeissä kasvustojen poistohetkellä (Taulukko 2).

Vuonna 1997 häkeissä, joissa avonaisia kukkia oli keskimäärin noin puolet nuppujen ja kukkien yhteismäärästä ja joissa ripsiäiset saattoivat siis valita nuppujen ja kukkien välillä, kukinnoista löydettyjen aikuisten yhteismäärästä  $91,6 \pm 1,8 \%$  ja toukka-asteen ripsiäisistä  $78,5 \pm 4,8 \%$  oli avonaisissa kukissa. Vuonna 1998 valtaosa sekä aikuisista että toukista oli myös avonaisissa kukissa molemmissa kasvualustoissa (Kuva 1a–b).

### 3.2 Aikuisten ja toukkien jakautuminen kukintojen ja lehtien välille

Koko kasvustosta löydettyistä aikuisista v. 1997 noin 80 % oli kukissa, 8 % nupuissa, 9 % pystyversojen lehdillä ja 5 % taivutettujen versojen lehdillä (Kuva 2a). Jos aikuisten määrään sisällytettiin myös ansoihin 24 ensimmäisen tunnin aikana tulleet yksilöt, joista valtaosan oletettiin olevan peräisin lehdiltä, kukinnoissa ja niiden ulkopuolella oli aikuisia ripsiäisiä suunnilleen yhtä paljon (Kuva 2b).

Vuonna 1998 voitiin laskea vain suhteellinen ero toukkien ja aikuisten jakaumissa turve- ja kivivillahäkkien välille. Se perustui lehdiltä ja kukista laskettuihin ja 10 havaintoviikon yli summattuihin ripsiäismääriin. Aikuisista valtaosa oli kukinnoissa kasvualustasta riippumatta (Kuva 3a). Kivivillahäkeissä hieman suurempi osuus toukista oli alalehdillä suhteessa kukinnoissa oleviin määriin verrattuna avoturvetien häkkeihin. Tämä johtui siitä, että kivivillapedeissä kasvavat ruusut kukkivat epätasaisemmin kuin avoturpedeissä kas-

**Taulukko 2.** Ripsiäisten kotoitumisbiologian koe v. 1997: Koehäkkeihin levitetty ripsiäismäärät, niistä kokeen lopussa lasketut ripsiäismäärät sekä ripsiäisten jakautuminen kasveille ja maahan avoturvepetien ja kivivillasäkkipetien ruusukasvustoissa.

**Table 2.** Experiment on the pupation biology of western flower thrips. No. of thrips released per cage and numbers recovered on and outside plants at end of experiment, plus distribution of thrips between crop and growth substrate in open peat beds and beds of rockwool bags.

	Avoturvepedit		Kivivillasäkkipedit		Ero <sup>a</sup>
	Peat beds		Rockwool beds		
	Keski- arvo	Keski- virhe	Keski- arvo	Keski- virhe	
<i>Muuttuja/variable</i>	<i>Mean</i>	<i>S.E.</i>	<i>Mean</i>	<i>S.E.</i>	<i>Difference<sup>a</sup></i>
Levitetty ripsiäisiä, kpl/ <i>Released</i>	199,1		166,9	13,6	-
Pystyversoja/ <i>Erect stems</i>	26,3		26,6	3,1	-
Nuppuja/ <i>Buds</i>	19,4		18,9	4,6	-
Kukkia/ <i>Flowers</i>	9,4		16,8	6,3	-
Yhteensä nuppuja ja kukkia/ <i>Total flowers+buds</i>	28,8		35,6	6,2	-
Kukkia kukinnoista, %/ <i>Open flowers, %</i>	30,9	8,7	37,2	12,0	-
Ripsiäisiä per kukka/ <i>thrips per flower</i>	32,7	5,2	24,1	5,2	-
Ripsiäisiä per nuppu/ <i>thrips per bud</i>	4,0	0,8	7,0	1,7	-
Toukkia alalehdillä/ <i>larvae on lower leaves</i>	38,4	9,2	42,8	9,2	-
Toukkia ylälehdillä/ <i>larvae on upper leaves</i>	157,3	35,6	156,5	29,1	-
Toukkia nupuissa/ <i>larvae in buds</i>	56,5	18,7	69,0	10,1	-
Toukkia kukissa/ <i>larvae in flowers</i>	165,4	69,6	450,1	190,5	-
Toukkia yhteensä kasveilla (lehdet, nuput, kukat)	417,5	106,3	662,1	168,5	-
<i>Total no. of larvae on plants (leaves, buds, flowers)</i>					
Aikuisia alalehdillä/ <i>adults on lower leaves</i>	16,5	6,9	7,8	4,3	-
Aikuisia ylälehdillä/ <i>adults on upper leaves</i>	30,5	13,4	12,3	6,4	-
Aikuisia nupuissa/ <i>adults in buds</i>	16,9	3,7	15,9	3,2	-
Aikuisia kukissa/ <i>adults in flowers</i>	183,9	62,3	164,1	54,7	-
Aikuisia kasveilta ansoihin/ensimmäiset 24 h <sup>b</sup>	328,2	52,7	123,2	34,7	*
<i>Adults from plants to traps during 24 hr after crop removal</i>					
Aikuisia kasveilla (lehdet, nuput, kukat)	247,8	74,7	179,5	58,1	-
Aikuisia kasveilla (lehdet, nuput, kukat, ansat 24 h)	647,5	129,6	341,8	100,7	-
<i>Total adults on plants (leaves, buds, flowers, traps 24 hr)</i>					
Yhteensä kasveilla (lehdet, nuput, kukat)	665,3	173,2	841,6	213,7	-
<i>Total no. of thrips on plants (leaves, buds, flowers)</i>					
Yhteensä kasveilla (lehdet, nuput, kukat, ansat 24 h)	1176,3	205,6	1110,2	234,2	-
<i>Total no. of thrips on plants (leaves, buds, flowers, traps 24 hr)</i>					
Aikuisia kasvualustasta 3 vkon aikana	467,6	84,6	166,8	28,2	**
<i>Adults from substrate in 3 weeks</i>					
Ripsiäispopulaation koko (kasvusto ja kasvualusta)	1371,4	295,0	1087,5	255,8	-
<i>Total size of thrips population (on plants and in substrate)</i>					
Toukista lehdillä, %/ <i>% larvae on leaves</i>	55,5	5,9	44,3	9,1	-
Aikuisista lehdillä, % (lehdet, nuput, kukat)	19,1	6,4	19,2	8,3	-
<i>% adults on leaves (of those on leaves, flowers and buds)</i>					
Aikuisista lehdillä, % (lehdet, nuput, kukat, ansat 24 h)	63,8	6,2	50,2	10,6	-
<i>% adults on leaves (of those on leaves, flowers, buds and traps 24 hr)</i>					
Yhteensä lehdillä, %/ <i>% of all thrips on leaves</i>	43,6	5,1	40,2	10,3	-
Yhteensä lehdillä, %/ <i>% all thrips on leaves<sup>c</sup></i>	57,5	6,4	57,3	19,2	-

Taulukko 2. jatkuu.

Koko populaatiosta kasveilla toukkina, % <i>% of population as larvae on plants</i>	31,3	4,7	60,6	3,7	***
Koko populaatiosta kasveilla aikuisina, % <sup>c</sup> <i>% of population as adults on plants</i>	35,6	3,7	26,2	4,0	-
Koko populaatiosta kasvualustassa, % <i>% of total population from substrate</i>	34,2	5,1	15,2	3,9	*
Kasvualustasta kuoriutuneita kasveilla olleiden toukkien määrään, % <i>% of thrips from substrate of the no. of larvae on plants</i>	177,7	58,1	33,2	9,6	*
Toukkina kukissa olleista ripsiäisistä, % <i>% as larvae of thrips found in flowers</i>	55,3	9,6	70,9	3,7	-
Toukkina nupuissa olleista ripsiäisistä, % <i>% as larvae of thrips found in buds</i>	65,3	9,6	81,5		-
Toukkina lehdillä olleista ripsiäisistä, % <sup>c</sup> <i>% as larvae of thrips found on leaves</i>	39,7	3,3	61,0	4,3	**
Toukkina kaikista kasveilla olleista ripsiäisistä, % <sup>c</sup> <i>% as larvae of all thrips found on plants<sup>c</sup></i>	45,8	4,4	69,4	4,1	**
Toukkia per aikuinen kukissa/larvae:adult in flowers	1,3	0,3	3,7	0,8	*
Toukkia per aikuinen lehdillä/larvae:adults on leaves	0,7	0,1	1,7	0,3	*
Toukkia per aikuinen koko kasvustossa <sup>c</sup> /larvae:adults in the whole crop <sup>c</sup>	1,7	0,3	3,7	0,9	-

<sup>a</sup> Ero petityyppien välillä (t-testi: - ei merkitsevä, \* merkitsevä 5 %:n virhemarginaalilla, \*\* 1 %:n virhemarginaalilla, \*\*\* 0,1 %:n virhemarginaalilla/Difference between peat and rockwool (t-test: - not significant, \* significant with  $p < 0.05$ , \*\* with  $p < 0.01$ , \*\*\* with  $p < 0.001$ )

<sup>b</sup> Oletettu olevan peräisin kasveilta, joilta lensivät pois kasvustoa poistettaessa/  
*Assumed to have come from plants, from which part of adults flew away when removing the crop*

<sup>c</sup> Aikuisten määrään sisällytetty myös ansoihin 24 ensimmäisen tunnin kuluessa tulleet/  
*No. of adults includes those described in footnote b*

vavat.

Toukat jakautuivat aikuisia tasaisesti kukintojen ja lehtimassan välille (Kuvat 2 ja 3). Vuoden 1998 häkeissä kasvualustojen välillä tuli jälleen esiin kukkimisdynamiikan erilaisuus, jonka seurauksena kivivillahäkeissä sekä aikuisia että etenkin toukkia löytyi suuremmissa määrin lehdiltä kuin turvehäkeissä (Kuva 3b).

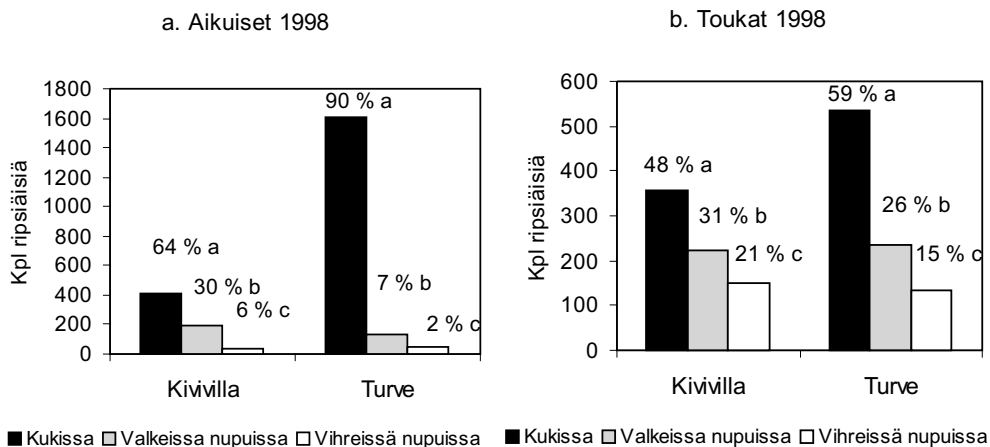
### 3.3 Häkkien ripsiäispopulaation koon selittäjät 1997

Täyden mallin lähtötilanteessa lopulliseen malliin valikoituivat ripsiäistiheyttä selittäviksi muuttujiksi avonaisten kukkien osuus ja versojen määrä (Taulukko 3). Sisällytetäessä lähtömalliin vain yksi selittävä muuttuja kerrallaan, kukintojen määrä ei yksi-

nään selittänyt merkitsevästi häkkien ripsiäismääriä. Versomäärä selitti 86 %, avonaisten kukkien osuus 71 % (Kuva 4) ja ripsiäisten levitysmäärä 76 % populaatiokoon vaihtelusta. Näiden mallien luottamusvälit olivat kuitenkin selvästi laajemmat kuin neljän muuttujan täydellisen mallin.

#### 3.3.1 Lehdillä olleiden ripsiäisten absoluuttista määrää selittävät tekijät

Vuonna 1997 lehdiltä löytyneiden toukkinen ja aikuisten määrää selitti vain kukintojen ripsiäistiheys, eli ripsiäisten määrän kasvu näkyi yhtä aikaa sekä kukinnoissa että lehdillä (Taulukko 3). Toukkien määrä lehdillä oli yhteydessä kukintojen ripsiäisti-



**Kuva 1.** Ripsiäisaikuisten (a) ja -toukkien (b) jakautuminen eriasteisiin kukintoihin 1998. Eri kirjaimilla merkittyjen pylväiden arvot eroavat toisistaan merkitsevästi 5 %:n riskitasolla kasvualus-toittain ( $X^2$ -testi,  $p=0,001$  kaikille pareille).

**Figure 1.** Distribution of (a) thrips adults and (b) larvae between flowers and buds of white Escimo roses grown in rockwool bag (kivivilla) and open peat bed (turve) cages in 1998. The column values were obtained by summing up thrips counted on five flowers/buds per cage per week over 22 observation weeks (rockwool) or 12 weeks (peat). In these weeks, open flowers (=kukissa), buds showing the colour of petals (=valkeissa nupuissa) and green buds (=vihreissä nupuissa) were all found simultaneously inside the cages. Thus the thrips were assumed to have been able to choose between flowers and buds. Columns with different letters within growth substrate differ significantly from each other at  $P<0.001$  ( $X^2$  test).

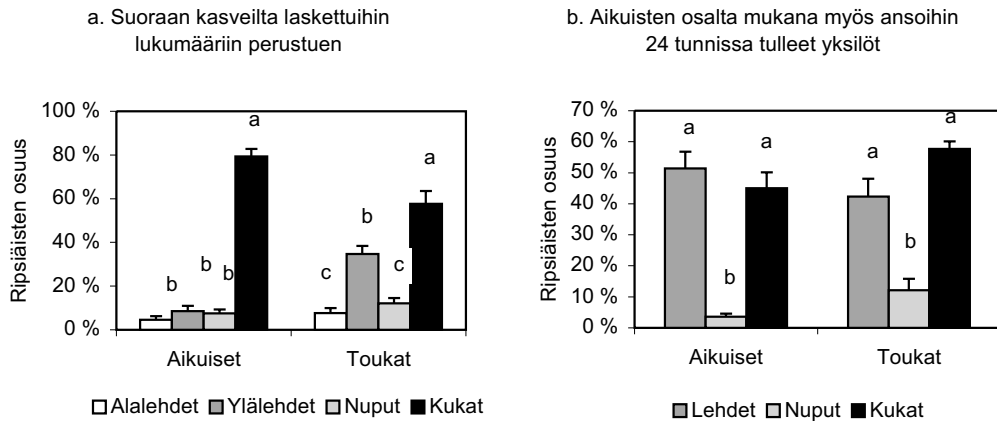
heyteen kuitenkin vain kun tarkasteltiin ala- ja ylälehtien ripsiäismääriä yhdessä. Aikuisten osalta yhteys oli selkeämpi. Myös vuoden 1998 kokeessa lehtien ripsiäistiheys oli riippuvainen kukintojen ripsiäismäärästä, mutta selitysasteet olivat heikommat kuin 1997.

Alalehtien aikuistiheys korreloi merkitsevän positiivisesti ylälehtien vastaavan kanssa molempina vuosina (Taulukko 4). Vuonna 1997 alalehtien keskimääräinen aikuismäärä oli 54 % ja vuonna 1998 22 % ylälehtien vastaavasta. Vuonna 1997 alalehtien toukkatiheys oli 27 % ylälehtien vastaavasta, mutta korrelaatio ei ollut merkitsevä. Vuonna 1998 alalehtien keskimääräinen toukkatiheys oli 16 % ylälehtien vastaavasta.

### 3.3.2 Lehdillä olleiden ripsiäisten suhteellista osuutta selittävät tekijät

Vuonna 1997 ala- ja etenkin ylälehdillä olleiden toukkien osuutta selitti voimakkaimmin kukintojen määrä (Taulukko 3). Ylä- ja alalehdiltä löytyneiden toukkien yhteismäärää selitti kuitenkin voimakkaimmin avonaisten kukkien osuus (kts. Kuva 5). Mallin mukaan toukista on lehdillä alle 10 % silloin, kun kaikki kukinnot ovat avonaisia.

Aikuisia oli kukintojen ulkopuolella sitä vähemmän, mitä suurempi osuus kukinnoista oli auki ja mitä enemmän kasvustossa oli kukintoja (Taulukko 4, Kuva 6). Mallin mukaan aikuisista on lehdillä tai muualla kukintojen ulkopuolella noin 25 % silloin, kun kaikki kukinnot ovat avonaisia. Myös vuoden 1998 kivivillahäkeissä lehdillä olleiden aikuisten ja toukkien osuus oli voimakkaimmin yhteydessä avonaisten kukkien



**Kuva 2.** Ripsiäisten esiintyminen nupuissa, kukissa ja lehdillä vuoden 1997 häkkikokeessa. Kuva (a) perustuu suoraan kasveilta laskettujen toukkien ja aikuisten määriin, kuvassa (b) ylä- ja alalehdet on yhdistetty ja aikuisten lukumäärät lehdillä sisältävät kasvustojen poistamisen jälkeisen vuorokauden aikana liima-ansoihin tulleet aikuiset. Eri kirjaimin merkittyjen pylväiden arvot eroavat toisistaan merkitsevästi 5 %:n riskitasolla (varianssianalyysi ja pareittainen vertailu Tukeyn keskiarvotestillä).

**Figure 2.** Distribution of adult (=aikuiset) and larval (=toukat) thrips between buds (=nuput), flowers (=kukat), leaves of erect stems (=ylälehdet) and leaves of bent canes (=alalehdet) at the time of removal of rose crop from cages of the 1997 experiment. The columns are mean values for seven 1.2 m<sup>2</sup> cages, in which the average proportion of open flowers was 46% (23–76%). The thrips were thus assumed to have been able to choose between flowers and buds. (a) Thrips numbers counted on plants (leaves and flowers) only; (b) thrips on leaves of erect and bent canes were pooled, and the number of adults found outside flowers includes those trapped during the first day after removal of crop. Means with different letters differ significantly at  $P < 0.05$  (analysis of variance followed by pairwise comparison of means with Tukey test).

osuuteen ja kukintojen määrään, vaikka selitysasteet olivat heikommät kuin 1997.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Lehdillä ja kukissa olevien ripsiäisten osuus voidaan arvioida kukkimistilanteen perusteella

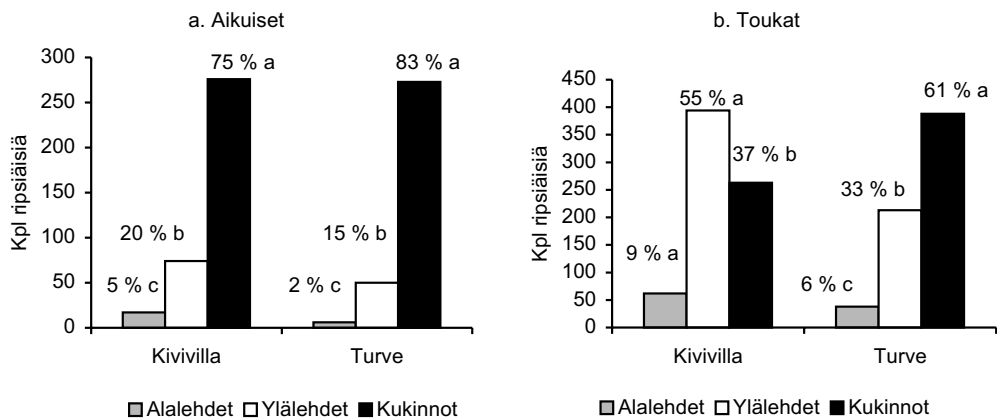
Kr:n osoitettiin keskittyvän voimakkaasti leikkoruusun avautumassa oleviin ja avonaisiin kukkiin ja siirtyvän lehdille vasta, kun kukkien määrä kasvustossa aleni suhteessa vihreiden nuppujen määrään. Myös Parrella et al. (1999) havaitsivat, että ripsiäiset keskittyvät kukintoihin tai kasvuston yläosiin niiden lähelle. Kukintojen

voimakas merkitys kr:lle leikkoruusulla näkyi myös siinä, että aikuisten ja toukkien ylälehdillä - mutta ei alalehdillä - esiintyminen o3li selkeästi yhteydessä kukintatilanteeseen ja kukintojen ripsiäistiheyteen.

Se, että kukkimistilanne selitti lehdiltä löytyneiden aikuisten osuutta vain huonosti tai ei lainkaan, johtunee pääasiassa siitä, että aikuiset tulevat helposti häiriytyiksi poistettaessa versoja tai kosketeltaessa lehtiä ripsiäisten laskemiseksi. Sen lisäksi kukintojen ulkopuolella olevat aikuiset eivät kaikki välttämättä oleskele lehdillä, vaan voivat olla lennossa tai lepäillä muualla kasvihuoneessa.

Regressiomalleja voidaan periaatteessa hyödyntää päätettäessä tarpeesta kohdistaa ripsiäisten torjuntakäsittelyt ruusukasvuston eri osiin. Lehdillä olevien toukkien osuus saadaan luotettavasti lasketuksi pel-





**Kuva 3.** Aikuisten (a) ja toukien (b) jakautuminen ruusukasvuston eri osiin vuoden 1998 koeksessa. Prosenttiluvut osoittavat suhteellisen osuuden tarkastettujen lehtien ja kukintojen ripsiäisten yhteismäärästä. Eri kirjaimilla merkittyjen pylväiden jakaumat kasvualustoittain eroavat toisistaan merkitsevästi ( $\chi^2$ -testi,  $p=0,001$  kaikille pareille).

**Figure 3.** Distribution of adult and larval thrips within a rose crop in the 1998 cage experiment. The values are sums of four cages per growth substrate type counted over 10 consecutive weeks (each week, five flowers per cage plus two leaves per erect stem and two per bent cane were checked for thrips on a total of five stems or canes per cage). "Alalehdet" denotes the leaves of bent canes, "ylälehdet" those of erect stems. Percentages show the proportion of thrips in relation to the total count found on the inspected plant parts per cage. The columns with a different letter differ significantly at  $P<0.001$  ( $\chi^2$  test).

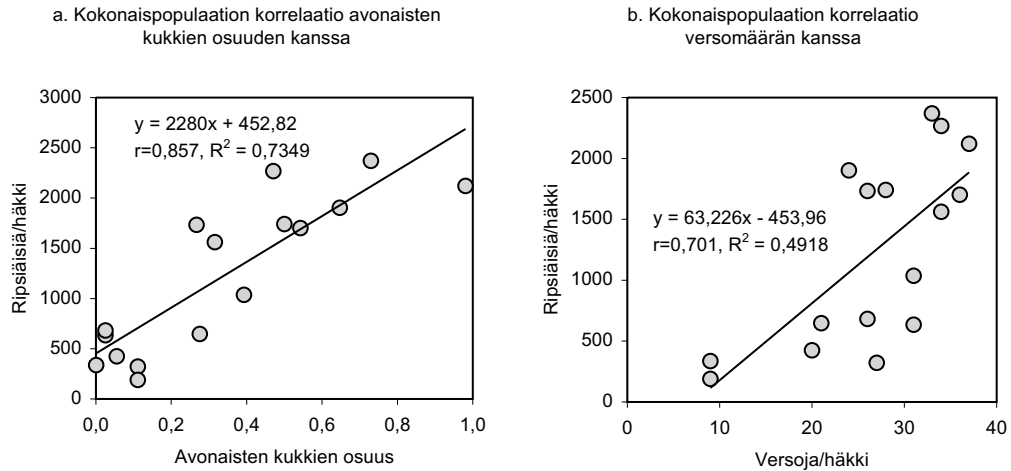
kästään avonaisten kukkien osuuden perusteella. Aikuisille tarvitaan kuitenkin tieto sekä avonaisten kukkien osuudesta että kukintojen määrästä, joskin jo pelkästään avonaisten kukkien osuutta käytettäessä päästään tyydyttävään tarkkuuteen. Valkokukkaisella Escimo-ruusulla määritetyn mallin parametrit pätevät valko- ja vaaleakukkaisilla lajikkeilla, mutta punakukkaisille lajikkeille parametrit on todennäköisesti määritettävä erikseen luotettavuuden lisäämiseksi.

## 4.2 Kukkiin keskittymisen syistä

Kukkien tarjoama siitepöly ja nektari mainitaan tavallisesti syinä erityisesti kr-naaraiden kukkiin keskittymiselle (esim. Pickett et al. 1988; De Jager et al. 1993; Degheele et al. 1997), mutta ruusulla siitepöly ei näytä olevan kukkiin keskittymisen pääsyy. Fransen et al. (1993b) osoittivat, että kr:n

kehitys munasta toukaksi on nopeinta ruusun terälehtiravinnolla, toiseksi nopeinta lehtiravinnolla ja hitainta siitepölyravinnolla. Ravintolähde vaikutti lähinnä vain ravintoa ottavien toukkien kehitysnopeuteen, mutta ei juuri munien ja kotelosteiden kehitysnopeuteen. Ruusun kukkien suosituimmuus kr:n esiintymispaikkana johtuu mitä ilmeisimmin siitä, että ruusun terälehdet tarjoavat parempaa ravintoa toukille ja todennäköisesti myös aikuisille kuin vegetatiiviset lehdet. Kukat sisältävät myös sokereita, steroleita ja vitamiineja (Degheele et al. 1997). Kalifornianripsäisen jälkeläistuotantoa ruusun terälehtiravinnolla ja vegetatiivisella lehtiravinnolla ei ole verrattu, joten ei ole tietoa siitä, miten hyvin tämä tuhoeläin pystyy säilyttämään populaationsa kukkimattomassa ruusukasvustossa silloin, kun olosuhteet muuten ovat optimaaliset lisääntymiselle ja kehitykselle.

Ruusulla toukat ehtivät kukintojen pitkäikäisyyden ansiosta kehittyä koteloituu-



**Kuva 4.** Häkkien ripsiäispopulaatiokoon korrelaatio avonaisten kukkien osuuden (a) ja versomäärän (b) kanssa vuoden 1997 aineistossa.

**Figure 4.** Correlation of the thrips population size with (a) the proportion of open flowers and (b) the number of shoots per 1.2. m<sup>2</sup> net cage. Data of the 1997 experiment.

**Taulukko 3.** Harsohäkkien (n=16) ripsiäispopulaatioiden kokoa ja lehdillä esiintyneitä absoluuttisia ja suhteellisia ripsiäismääriä selittävät tekijät vuoden 1997 häkkikokeessa taaksepäin askeltavan regressioanalyysin perusteella.

**Table 3.** Independent variables explaining the size of western flower thrip populations on Escimo cut roses grown in 1.2 m<sup>2</sup> net cages (n=16) in 1997. Results of backward stepwise regression analysis.

Selitettävä muuttuja (mja) <i>Dependent variable</i>	Täyden mallin sisältämät selittävät mjat <i>Independent variables in full model</i>	Lopulliseen malliin valikoituneet mjat <i>Significant independent variables</i>	Korrelaatio selitettävän mjan kanssa <sup>3</sup> <i>Correlation with independent variable</i>	Parametri-estimaatti (s.e.) <i>Parameter estimate (S.E.)</i>	Mallin selitysvaste (R <sup>2</sup> )	F-arvo ja sen merkitsevyys <i>F-value and its significance (P)</i>
Kokonaispopulaatio <i>Total population per cage</i>	Versoja (no. of shoots), kukintoja (flowers+buds), avonaisia kukkia <sup>1</sup> % (% open flowers), levitysmäärä <sup>2</sup> (no. of thrips released in cages)	Avonaisia kukkia % (% open flowers) Versoja (no. of shoots)	0,857*** 0,701**	1844 (400,2) 22,81 (6,33)	0,942	F <sub>malli</sub> =114,5 p=0,0001 F <sub>kukpros</sub> = 21,74, p=0,0004 F <sub>versoja</sub> = 12,99, p=0,0029
Toukkia lehdillä <i>Total larval population in crop</i>		Rips/kukinto (thrips/flower)	0,491 <sup>o</sup>	2,19 (0,434)	0,699	F <sub>rips/kukinto</sub> = 25,49, p=0,0004
Aikuisia alalehdillä <i>Adult population counted on bent canes</i>		Rips/kukinto (thrips/flower)	0,696**	2,193 (0,434)	0,699	F <sub>rips/kukinto</sub> = 25,49, p=0,0004

Taulukko 3. jatkuu

Aikuisia ylälehdillä <i>Adult population counted on erect stems</i>	Rips/kukinto <i>(thrips/flower)</i>	0,823***	4,286 (0,647)	0,799	$F_{rips/kukinto} = 43,82,$ $p=0,0001$
Aikuisia kukintojen ulkopuolella <sup>d</sup> <i>Adults outside flowers</i>	Rips/kukinto <i>(thrips/flower)</i>	0,863***	36,27 (3,52)	0,906	$F_{rips/kukinto} = 106,6,$ $p=0,0001$
Toukista alalehdillä, % % of larvae on bent canes	Kukintoja (no. of flowers), avonaisia kukkia % (% open flowers), rips/kukinto (thrips/flower)	Leikkauspiste <i>(intercept)</i> -0,819*** Kukintoja (no. of flowers) -0,004 (0,001)	0,238 (0,043) -0,004 (0,001)	0,587	$F_{malli} = 14,20,$ $p=0,0037$ $F_{leikk.piste} = 30,37,$ $p=0,0003$ $F_{kukintoja} = 14,20,$ $p=0,0037$
Toukista ylälehdillä % % of larvae on erect stems	Leikkauspiste <i>(intercept)</i> Kukintoja (no. of flowers) Rips/kukinto (thrips/flower)	-0,589* -0,104	0,529 (0,046) -0,631 (0,105) 0,015 (0,006)	0,805	$F_{malli} = 18,56,$ $p=0,0006$ $F_{leikk.piste} = 131,08,$ $p=0,0001$ $F_{kukintoja} = 36,43,$ $p=0,0002$ $F_{rips/kukinto} = 6,97,$ $p=0,0269$
Toukista lehdillä % % of larvae on leaves of total larval population in crop (including those in flowers)	Leikkauspiste <i>(intercept)</i> Avonaisia kukkia % (% open flowers) Rips/kukinto (thrips/flower)	-0,832*** -0,236	0,661 (0,063) 0,846 (0,143) 0,021 (0,008)	0,797	$F_{malli} = 17,71,$ $p=0,0008$ $F_{leikkauspiste} = 109,6,$ $p=0,0001$ $F_{avonaisiakukkia} = 34,98,$ $p=0,0002$
Aikuisista kukintojen ulkopuolella % <sup>4</sup> /% adults outside flowers	Leikkauspiste <i>(intercept)</i> Avonaisia kukkia % (% open flowers) Kukintoja (no. of flowers)	-0,817*** -0,697*	1,062 (0,068) -0,496 (0,085) -0,008 (0,002)	0,892	$F_{rips/kukinto} = 7,35,$ $p=0,0239$ $F_{malli} = 37,23,$ $p=0,0001$ $F_{leikkauspiste} = 240,5,$ $p=0,0001$ $F_{avon. kukkia} = 33,93,$ $p=0,0003$ $F_{kukintoja} = 18,8,$ $p=0,0019$

<sup>1</sup> avonaiset kukat ja nuput, joissa terälehtien väri näkyy verholehtien välistä (*open flowers plus buds showing colour of petals*)

<sup>2</sup> häkkeihin levitettyjen ripsiäisten määrä (*no. of thrips initially released per cage*)

<sup>3</sup> tähdet osoittavat merkitsevyyden: ° melkein merkitsevää (<10 %:n riskitaso); \* merkitsevää 5 %:n riskitasolla, \*\* merkitsevää 1 %:n riskitasolla, \*\*\* merkitsevää 0,1 %:n riskitasolla (*asterisks show statistical significance: ° almost significant (P<0.1); \* P<0.05; \*\* P<0.01; \*\*\* P<0.001*)

<sup>4</sup> lehdiltä lasketut sekä kasveilta liima-ansoihin 24 ensimmäisen tunnin kuluessa *lentäneet* (*adults counted on leaves plus adults found in traps during 24 hr after removal of crop from cages*)

**Taulukko 4.** Ylä- ja alalehdillä olleiden ripsiäismäärien välinen regressio 1997 ja 1998.  
**Table 4.** Linear regression for western flower thrip numbers in leaves of erect and bent rose canes in data for 1997 and 1998.

Selitettävä muuttuja (mja) <i>Dependent variable</i>	Täyden mallin sisältämät selittävät mjat <i>Independent variables in full model</i>	Korrelaatio selitettävän mjan kanssa <i>Correlation of dependent and independent variables</i>	Parametri-estimaatti (s.e.) <i>Parameter estimate (S.E.)</i>	Mallin selitysaste (R <sup>2</sup> )	F-arvo ja sen merkitsevyys <i>F-value and its significance (P)</i>
Toukkia alalehdillä ( <i>larvae, bent canes</i> ), 1997	Toukkia ylälehdillä ( <i>Larvae, erect stems</i> )	0,146	-	-	-
Aikuisia alalehdillä ( <i>adults, bent canes</i> ), 1997	Aikuisia ylälehdillä ( <i>adults, erect stems</i> )	0,905***	0,515 (0,049)	0,881	F=111,34, p=0,0001
Toukkia/2 alalehteä ( <i>larvae/2 leaves of bent canes</i> ), 1998 villa ( <i>rockwool</i> )	Toukkia/2 ylälehteä ( <i>larvae/2 leaves of erect stems</i> )	0,523***	0,107 (0,021)	0,378	F=26,11, p=0,0001
Aikuisia/2 alalehteä ( <i>adults/2 leaves of bent canes</i> ), 1998 villa ( <i>rockwool</i> )	Aikuisia/2 ylälehteä ( <i>adults/2 leaves of erect stems</i> )	0,449**	0,479 (0,112)	0,300	F=18,44, p=0,0001
Toukkia/2 alalehteä ( <i>larvae/2 leaves of bent canes</i> ), 1998 turve ( <i>peat</i> )	Toukkia/2 ylälehteä ( <i>larvae/2 leaves of erect stems</i> )	0,644***	0,163 (0,028)	0,442	F=34,01, p=0,0001
Aikuisia/2 alalehteä ( <i>adults/2 leaves of bent canes</i> ), 1998 turve ( <i>peat</i> )	Aikuisia/2 ylälehteä ( <i>adults/2 leaves of erect stems</i> )	0,592*	0,108 (0,019)	0,439	F=33,7, p=0,0001

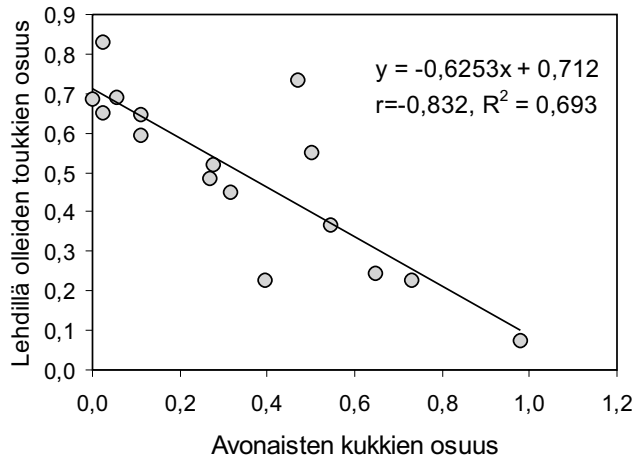
misasteelle yhdessä ja samassa kukassa ennen sen vanhenemista. Teerling & Murphy (2000) osoittivat, että kr asettaa yli 95 % munistaan leikkoruusun kukkien verho- ja terälehtiin ja vain alle 5 % lehdille ja versoille voidessaan valita vapaasti näiden munintapaikkojen välillä. Yli 90 % munista asetetaan kukintoihin 7–8 vrk ennen kuin kukka on valmis kerättäväksi, ts. kukan keruuhetkellä sinne munitut munat ovat vasta kuoriutuneet toukiksi. Toukista 86 % löytyi Teerlingin ja Murphyn (2000) munituskokeessa avonaisista kukista ja terälehtien värin paljastavista nupuista. Nupun ilmaantumisen sen avautumiseen kuluva pitkäikäinen aika siis selittää sen, miksi tietyllä hetkellä havaitulla avonaisten kukkien määrällä oli meidän tulostemme mukaan voimakas yhteys lehdiltä löytyvien toukkien osuuteen huolimatta siitä, että toukkien jakauma

kasvuston sisällä on tiettyssä mielessä ”historiallinen”. Sehän kuvastaa kasvuston kukkimistilannetta 1–1,5 viikkoa aikaisemmin eli silloin, kun naaraat valitsevat munintapaikkoja silloisen kukkimistilanteen mukaan.

Gaum et al. (1994) osoittivat ruusulla, että puoliksi avautuneista kukinnoista haihtuvat hajuaineet eivät houkuttele kr-naaraita, vaan naaraat suunnistavat kukkia kohti lähinnä visuaalisten ärsykkeiden perusteella (väri ja sen kontrasti taustaa vasten; ks. esim. Yudin et al. 1987; Gillespie & Vernon 1990). Krysanteemilla kr-naaraiden on osoitettu reagoivan nupuista haihtuviin yhdisteisiin hakeutumalla nuppuja kohti, mutta avautuneista kukista tai lehdistä haihtuvat yhdisteet eivät houkuttele naaraita (Pow et al. 1998). Ruusunnupuista lähtevien hajuaineiden merkitystä kr:n käyttäy-

**Kuva 5.** Avonaisten kukkien osuuden ja lehdillä olleiden toukkien osuuden välinen korrelaatio ja selitysaste.

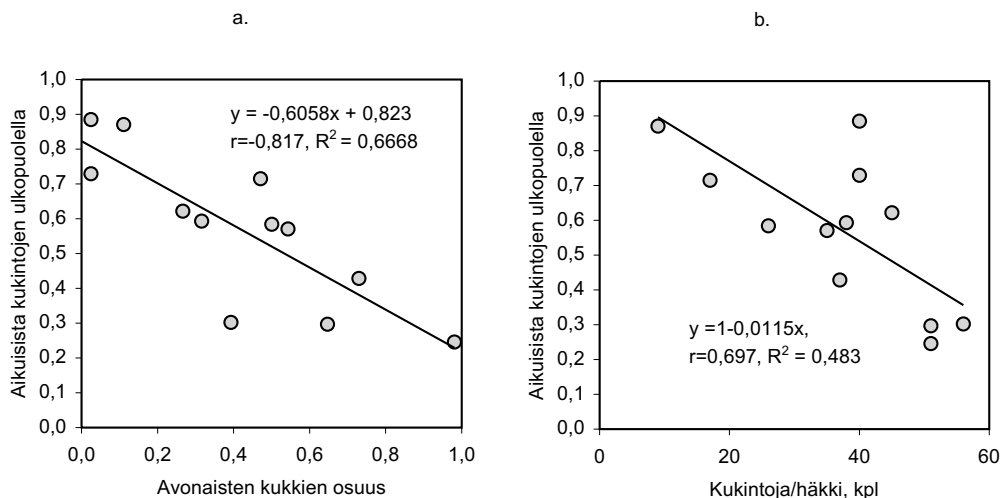
**Figure 5.** Correlation between the proportion of open flowers and the proportion of larvae found on leaves. Data from the 1997 experiment conducted in 1.2 m<sup>2</sup> net cages.



tymiselle ei ole tutkittu. Leikkoruusulla alkavan nappuvaiheen kukinnoilla ei ehkä ole niin ratkaisevaa merkitystä kr:n hakeutumiselle kukintoja kohti, koska munia ei aseteta pääsääntöisesti nappuihin (Teerling & Murphy 2000). Nappuvaiheessa olevat kukinnot voivat kuitenkin pitää ripsiäsaikuiset kukintojen läheisyydessä, vaikka nuput eivät olekaan pääsääntöisiä munintapaikkoja.

### 4.3 Leikkoruusun vegetatiivisten lehtien merkityksestä kalifornianripsisäiselle

Lehdillä olleista toukista voidaan väittää, että ne eivät ole ravintoa ottavassa vaiheessa, vaan toisen toukkavaiheensa lopussa, jossa ne valmistautuvat pudottautumaan tai muilla keinoin siirtymään kasvualuestaan koteloitumaan. Tätä oletusta näyttäisivät tukevan Teerlingin ja Murphyn (2000) saa-



**Kuva 6.** Kukintojen ulkopuolella olleiden aikuisten osuuden korrelaatio avonaisten kukkien osuuden (a) ja kukintojen määrän kanssa (b).

**Figure 6.** Correlation between the proportion of adults found outside flowers and buds with (a) the proportion of open flowers and (b) the number of flowers per cage. Data from the 1997 experiment conducted in 1.2 m<sup>2</sup> net cages.

mat tulokset toukkien jakautumisesta kasvuston eri osiin heti kuoriutumisen jälkeen: vain korkeintaan 5 % toukista kuoriutui lehdiltä ja versoilta loppujen keskittyessä kukkiin ja pitkälle kehittyneisiin nupuihin. Teerlingin ja Murphyn kokeessa naaraat saattoivat kuitenkin vapaasti valita munintapaikkansa eriasteisten kukintojen ja vegetatiivisten osien välillä. Meidän kokeessamme tätä mahdollisuutta ei joko ollut kaikissa häkeissä (hyvin vähän kukkia joissain häkeissä 1997) tai kaikkina viikkoina (1998). Kukintojen määrän ollessa alhainen naaraat olivat mitä ilmeisimmin siirtyneet munimaan lehdille, joista toukat sittemmin kuoriutuivat.

Lehdille munimisen puolesta puhuu myös se, että toukkien jakauma lehtien ja kukintojen välillä oli tasaisempi kuin aikuisten. Myös puuvillalla toukat jakautuvat tasaisemmin eri osiin kasvia kuin aikuiset. Sen on oletettu johtuvan siitä, että aikuiset liikkuvat enemmän kuin toukat (Pickett et al. 1988). Toisin sanoen toukat pysyttelevät siellä, missä ne kuoriutuvat munista, mutta aikuiset valitsevat oleskelupaikkansa vapaammin kunkinhetkisen fysiologisen tilansa vaatimusten ja kasvuston fenologisen tilanteen mukaan.

Toukkien liikkumisesta ruusun vegetatiivisten lehtien ja kukintojen välillä ei ole tietoa. Kurkulla aikuisten oleskelu kukissa keskittyy puolenpäivän tienoille, mutta toukkien määrät lehdillä ja kukissa pysyvät samoina vuorokauden ajasta riippumatta (Kiers et al. 2000). Myös paprikalla aikuiset liikkuvat enemmän kukkien ja lehtien välillä kuin toukat (Degheele et al. 1997). Ainaakin ruusun kukinnoissa kuoriutuneiden toukkien lehdille siirtymisen voi olettaa olevan vähäistä (edellyttäen että kukkien kantokyky ripsiäistiheyden suhteen ei ole ylittynyt). Kukut säilyvät riittävän pitkään hyvinä, ja se mahdollistaa toukkien kehityksen koteloitumisasteelle. Lisäksi terälehdet ovat vegetatiivisia lehtiä parempaa ravintoa (Fransen et al. 1993b). Lehdiltä kuoriutuneet toukat sen sijaan saattavat hyvinkin pyrkiä kukkiin paremman ravinnon houkuttelemina tai jäädä niihin ne kohdates-

saan, mikäli kukkien kantokyky vielä sen sallii.

Yksi lehdille hakeutumiseen vaikuttava tekijä voi olla lentoaktiivisuuden vaihtelu yksilöiden fysiologisen tilan ja vuorokaudenajan mukaan. Se taas voi palvella uusien, korkealaatuisten isäntäkasvien löytämistä. Allenin (1998) mukaan kr:llä on Kanadan olosuhteissa päiväsaikaan kaksi selvää lentoaktiivisuushuippua, jotka ajoittuvat aamuun kello 8 ja 9 välille ja iltapäivään klo 16 ja 18 välille. Vuorokaudenaika on siten saattanut vaikuttaa eri kasvinosista havaittujen ripsiäisten osuuksiin meidän kokeessamme aiheuttaen lisävaihtelua kasvuston eri osien välisiin ripsiäisjakaumiin, sillä kaikkia kasvustoja ei voitu poistaa samaan kellonaikaan. Ripsiäisen lentoaktiivisuus vaihtelee myös lämpötilasta riippuen (Shipp & Zhang 1999), joten kasvuston poistamishetken lämpötila on voinut vaikuttaa siihen, miten paljon aikuisia on ollut lehdillä tai muualla häkissä kukintojen ulkopuolella.

#### 4.4 Tulosten merkitys leikkoruusun kasvinsuojelussa

Leikkoruusun kasvinsuojelussa voidaan hyödyntää tietoa kukintojen ja lehtien ripsiäistiheyksistä, ripsiäisten hakeutumisesta kasvuston eri osiin sekä tietoa lehdillä esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä suhteessa kasvuston kukkimisdynamiikkaan, vioituskynnysarvoihin ja torjuntaeliöiden käyttäytymiseen. Näitä tietoja voidaan käyttää joko suoraan silloin, kun päätetään torjuntatoimenpiteiden tarpeellisuudesta ja kohdentamisesta tai sitten välillisesti kohdentamalla tulevaa tutkimusta tämän ripsiäislajin hallinnan tehostamiseksi:

1. Ripsiäisten tarkkailu on kohdistettava kukkiin
2. Avonaiset kukat poistettava jatkuvasti mahdollisimman tarkkaan

Koska valtaosa aikuisista munii kukkiin eivätkä sinne munitut ripsiäiset ehdi poistua koteloitumaan ennen kukkien poimi-

mista, on avonaisten kukkien jatkuva pois-taminen ja niiden määrän pitäminen mahdollisimman alhaisena mielekäs strategia hidastaa kr:n lisääntymistä. Teerling & Murphy (2000) testasivat tätä ajatusta keräämällä poimintakypsyuden saavuttaneista ruusuista pois joko 90 % tai 100 % päivit-täin (mukaanlukien myyntikelvottomat kukat). Jo yksistään uusi kukkienkeruu-strategia alensi kahden kuukauden kuluessa liima-ansoihin tulleita ripsiäismääriä 54 %:lla, kukintojen ripsiäistiheyksiä 76 %:lla ja kukintojen vioitusastetta 78 %:lla. Stra-tegian yhdistämistä biologiseen ripsiäistor-juntaan ei ole tutkittu.

3. Kemialliset käsittelyt voidaan kohdis-taa kukkivaan kasvustokerrokseen

Perustuen Kaliforniassa saatuihin tulok-siin Parrella et al. (1999) ovat jo kehittäneet kemiallisen torjunnan strategian, jonka mukaan ruiskutukset kohdistetaan vain leikkoruusun kukkiin ja pystyversojen ylä-osaan alemman lehtimassan jäädessä käsit-telemättä. Silloin torjuntaeliöt, kuten ansa-

ripetopunkki, voivat toimia alempana leh-västössä. Parrella et al. (1999) testasivat strategiaa kaupallisilla ruusuviljelmillä kol-mella eri ripsiäistehoaineella ja pystyivät vä-hentämään torjunta-aineen ja veden kulu-tusta 65 % torjuntatehon säilyessä yhtä hy-vänä kuin koko kasvuston ruiskutuksissa.

4. Eriväristen ruusulajikkeiden sijoittelu viljelmällä

Jos samassa huoneessa on useita eri lajik-keita ja osa niistä on kelta- tai vaaleakukkai-sia, jälkimmäisiä kannattaa hyödyntää hou-kutuskasveina ja keskittää voimakkaat koko kasvuston käsittelyt niiden peteihin. Väreistä keltainen houkuttelee kr:stä voi-makkaasti (Yudin et al. 1987; Gillespie & Vernon 1990). Suurimmat ripsiäismäärät löytyvätkin tavallisesti kelta-, vaalea- tai valkokukkaisista lajikkeista (Sauer 1997), joten lehdille siirtymisen voi varmasti ha-vaita niillä aikaisemmin kuin esim. kestä-vimmiksi todetuilla punakukkaisilla lajik-keilla.

# Kalifornianripsiäisen koteloitumisbiologia kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä kasvavilla leikkoruusuilla

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Jan Hulshof<sup>1)</sup>, Sari Jaaksi<sup>2)</sup> & Marika Linnamäki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [jan.hulshof@mtt.fi](mailto:jan.hulshof@mtt.fi), [marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [sarijaa@jippii.fi](mailto:sarijaa@jippii.fi)

Kalifornianripsiäisen koteloitumisdynamiikkaa, -paikkoja ja -menestystä kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä tutkittiin kahdena eri vuonna osittain taivuttamalla viljelyllä valkokukkaisella Escimo-leikkoruusulla. Yli 99 % ripsiäisistä koteloitui kasvualustaan. Ruusukasvuston poistamisen jälkeen puolet ripsiäisistä kuoriutui 2–3 vrk:ssa, 80 % viikossa ja 90 % noin 9 vrk:ssa ja viimeiset 22 vrk:n kuluttua. Kun ripsiäisiä hävitetään ruusuhuoneesta kasvuston kemiallisilla käsittelyillä, käsittelyjä on jatkettava vähintään kolmen viikon ajan.

Avoturvepedeissä ripsiäiset koteloituvat tasaisesti kasvualustan kaikkiin kohtiin. Kivivillasäkkipeideissä kivivillakuutioiden kohdalta kuoriutui suurempi osuus ripsiäisistä (7,7 %) kuin mikä oli kuutioiden pinta-ala (3,9 %) peticen kokonaisalasta. Kivivillasäkkipeideissä ripsiäisten tulkittiin joko hakeutuvan koteloitumaan kivivillakuutioiden mieluummin kuin muovien peittämälle alalle tai sitten koteloiden kuolleisuus kuutioissa oli edullisempien kosteusolosuhteiden ansiosta pienempi kuin muovin päällä. Valtaosa ripsiäisyksilöistä oli kuitenkin muovien peittämissä osissa kasvualustaa, koska ne muodostavat yli 95 % pedin pin-

ta-alasta.

Avoturvepedeissä olleiden harsohäkkien ripsiäispopulaatioista oli kasvualustassa 34,2 %, mutta kivivillasäkkipeideissä vain 15,2 % huolimatta siitä, että ripsiäisiä oli kasveilla yhtä paljon. Kotelovaiheen kuolleisuuden tulkittiin siksi olevan suuremman kivivillasäkkipeideissä. Tämä voi vaikuttaa ratkaisevasti biologisen torjunnan onnistumiseen, sillä kun kasvintuhoojan populaatiokoon kasvu hidastuu, parantuvat torjuntaeliöiden mahdollisuudet saada tuhoaja hallintaansa. Toisaalta koteloiden luontainen korkea kuolleisuus kasvualustassa voi heikentää kasvualustaan levitettyjen petojen lisääntymismahdollisuuksia tai ripsiäiskoteloille haitalliset olosuhteet voivat vaikuttaa haitallisesti myös kasvualustassa eläviin torjuntaeliöihin.

## 1 Johdanto

Kalifornianripsiäisen toukat ja aikuiset elävät kasveilla imien lehdistä ja/tai kukista kasvinesteitä ja syöden siitepölyä, jos sitä on saatavilla. Toisen toukkavaiheen lopussa



toukat yleensä hakeutuvat kasvualustaan koteloitukseen sinne (ks. Helyer et al. 1995; Contreras et al. 1996; Degheele et al. 1997), joskin kasveille koteloituminen on myös mahdollista (Degheele et al. 1997). Kasveilla ja maassa elävien petopunkkien yhteiskäyttö oli projektin keskeinen idea, joten maassa elävien petopunkkien käytön perustelua varten oli tiedettävä, miten suuri osa leikkoruusulla kehittyvistä toukista hakeutuu koteloitumaan kasvualustaan ja millainen osuus taas koteloituu kasveille. Ripsiäisen koteloitumisbiologian arveltiin voivan olla erilainen avoturpeessa ja kivivillassa mm. kosteusolosuhteiden ja piilopaikkojen tarjonnan takia. Koteloitumismenestystä tutkittiin antamalla avoturpe- ja kivivillasäkkipedeissä olleiden ripsiäisten kuoriutua aikuisiksi ruusukasvuston poistamisen jälkeen. Samalla saatiin tieto koteloiden sijainnista eri osissa kasvualustaa sekä kuoriutumisdynamiikasta.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Koteloitumismenestys avoturpeessa ja kivivillassa

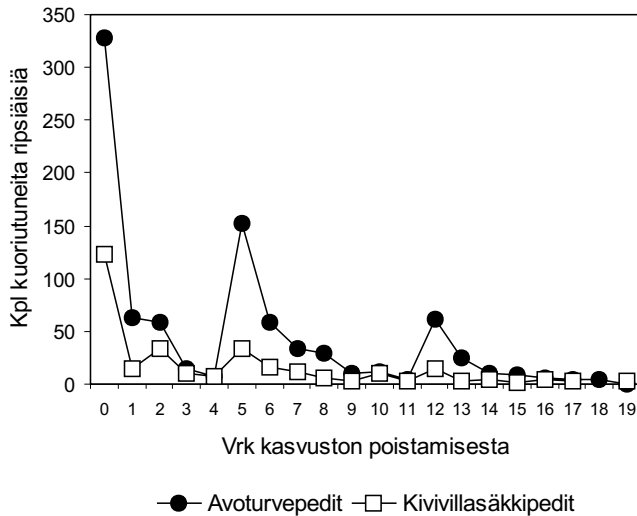
Vuonna 1997 ruusukasvustojen poistamisen jälkeen (kts. s. 16) harsohäkkien kasvualustassa olleiden ripsiäisten annettiin kehittyä aikuisiksi, jotka kerättiin liima-ansoihin. Heti kasvuston poistamisen jälkeen häkkeihin laitettiin ensin 24 tunniksi siniansat pyydystämään häkkeihin jääneet aikuiset ripsiäiset (jatkossa ANSAT/24H). Sen jälkeen harsohäkkien pohja peitettiin tiiviisti vieretysten asetetuilla viidellä pleksihäkällä ( $36 \times 36 \times 61$  cm), joiden avoin sivu oli kasvualustaa vasten. Pleksihäkin sisällä kasvualustasta kuoriutuvat ripsiäiset pyydystettiin siniansoihin. Häkkien ulkopuolelle asetettiin yksi ylimääräinen liima-ansa. Ripsiäiset laskettiin ansoista päivittäin kolmen viikon ajan. Laskenta lopetettiin, kun ripsiäisiä ei ollut tullut ansoihin

kahtena perättäisenä päivänä. Lämpötila koteloiden aikuisiksi kuoriutumisen aikana oli osastosta riippuen välillä 16–20 °C.

### 2.2 Kuoriutuminen kasvualustan eri osista

Ripsiäisten kuoriutumista kivivillakuutioista (12 kpl/häkki, yhden kuution ala  $42,25 \text{ cm}^2$ , yht. 3,8 % harsohäkin alasta) verrattiin muualta harsohäkkien alalta kuoriutuneisiin määriin. Yhden pleksihäkin sisälle jääneistä kahdesta kuutiosta toinen peitettiin alassuun asetetulla, harsopohjaisella litran muovirasiolla, jonka sisäpuolelta kuoriutuneet ripsiäiset pyydystettiin rasioihin asetetuilla siniansoilla. Tulokset saatiin 1997 kolmesta avoturvehäkistä (kussakin 5 pleksihäkkiä) ja kahdesta kivivillasäkkipeidin häkistä (kussakin 2–3 pleksihäkkiä, joiden sisällä yht. 10 kuutiota). Kunkin pleksihäkin sisällä peitetyn kivivillakuution kohdalta kuoriutunut ripsiäismäärä suhteutettiin rasioiden ulkopuolelta kuoriutuneiden ripsiäisten määrään. Saatu suhdeluku kuvasi siis turve- ja kivivillasäkkipetien suhteellista eroa ripsiäisten kuoriutumispaikkojen osalta.

Vuoden 1998 biologisen torjuntakokouksen lopussa (kts. s. 61) sen käsittelemättömissä verrannehäkeissä (4 kpl per kasvualusta) tutkittiin ripsiäisten absoluuttisia kuoriutumismääriä kasvualustan eri osista. Ruusukasvustot poistettiin ja häkkeihin jääneet aikuiset pyydystettiin ensin 24 tunnin aikana siniansoihin. Sitten kaikki yhdessä häkissä olleet 12 kivivillakuutiota peitettiin harsopohjaisilla litran muovirasioilla, joiden sisältä kuoriutuneet ripsiäiset pyydystettiin kahteen siniansaan. Muovirasiat olivat kuuden pleksihäkin sisällä (2 rasiaa/pleksihäkki), jotka yhdessä peittivät harsohäkin pohjan kokonaan. Pleksihäkkien sisällä oli siniansa pyydystämässä kuutioiden ulkopuolelta kuoriutuvat ripsiäiset. Ansat tarkastettiin ensimmäisen kerran 7 vrk:n kuluttua kasvuston poistamisesta ja sitten 3 päivän välein yhteensä 25 päivän ajan. Lämpötila ripsiäisten kuoriutumisen aikana



**Kuva 7.** Kalifornianripsiaisen kuoriutumisdynamiikka avoturve- ja kivivillasäkkipedeistä 1997. Arvot ovat kuuden hakin keskiarvoja per petityyppi.

**Figure 7.** Hatching dynamics of WFT in open peat and rockwool bag beds in 1997. Thrips numbers are means of six net cages per bed type. y-axis: number of thrips hatched. x-axis: days after removal of rose crop. Avoturvepedit=open peat beds, Kivivillasäkkipedit=rockwool bag beds.

vaihteli kokeen aikana osastosta riippuen välillä 15–29 °C.

## 2.3 Tilastolliset menetelmät

Koteloitumismenestystä avoturve- ja kivivillasäkkipedeissä verrattiin varianssianalyysillä (SAS:n GLM-ohjelma) käyttämällä luokkatekijänä kasvualustaa ja kovariaattina kasveilta ansoihin 24 tunnissa lentäneiden aikuisten määrää (ANSAT/24H). Kovariaattia käyttämällä haluttiin tarkentaa käsitystä siitä, miten paljon virhettä ANSAT/24h aiheutti kasvualustasta kuoriutuneiksi tulkittujen ripsiäisten osuuteen ensimmäisen päivän jälkeen. Näin siksi, että ANSAT/24h sisälsi tietysti paitsi kasveilta ja häkkien seiniltä, myös kasvualustasta ensimmäisen päivän aikana tulleita aikuisia. Toisaalta kasveilta ja häkkien seiniltä lensi ripsiäisiä liima-ansoihin todennäköisesti vielä ensimmäisen päivän jälkeenkin, mikä tasoittaa virhettä. Eroa kasvualustojen välillä ripsiäisten kuoriutumisessa kivivillakuutioista ja muilta kohdin kasvualustaa testattiin kummankin vuoden aineistosta  $X^2$ -testillä.

## 3 Tulokset

### 3.1 Kuoriutumisdynamiikka

Aikuisten päivittäinen kuoriutumisdynamiikka kivivilla- ja turvehäkeissä 1997 on esitetty kuvassa 7. Ripsiäisiä tuli avoturvepedeistä yleensä 11–16 vrk:n, mutta maksimissaan 22 päivän ajan. Kivivillasäkkipeideissä ripsiäisiä kuoriutui yleensä 13–15 vrk:n ja maksimissaan 20 päivän ajan.

Kahden päivän kuluttua kasvuston poistamisesta oli kivivillasäkkipetien kasvualustasta kuoriutunut jo 25–71 % eli keskimäärin 53 % kaikista kolmen viikon aikana kuoriutuneista. Avoturvehäkeissä kuoriutuminen alkoi hieman hitaammin, sillä kahden päivän kuluttua kasvuston poistamisesta ripsiäisistä oli kuoriutunut keskimäärin 44 %. Avoturvehäkeissä 50 % kuoriutumistason saavuttamiseen kului keskimäärin 3 vrk. Ajan myötä kasvualustojen kuoriutumisdynamiikan välinen ero kuitenkin pieni, sillä 80 %:n kuoriutumistaso saavutettiin molemmissa alustoissa keskimäärin 7,5 vrk:ssa (t-testi,  $p=0,859$ ) ja vastaavasti 90 %:n taso 9,5–10,5 päivän kuluttua kasvuston poistamisesta (t-testi,  $p=0,296$ ).

Vuonna 1998 huolimatta korkeammista lämpötiloista kuoriutuminen kävi hie-

man hitaammin kuin 1997, sillä ensimmäisenä tarkastuskertana eli 7 vrk:n kuluttua kasvuston poistamisesta ripsiäisistä oli kuoriutunut vasta 50 %. Edellisenä vuonna samaan ajankohtaan mennessä niistä oli kuoriutunut jo noin 75 %. Päivien 9–11 välisenä aikana saavutettiin 80 %:n kuoriutumistaso, mikä sekin viittasi hieman hitaampaan kuoriutumiseen kuin edellisenä vuonna.

### 3.2 Kuoriutuminen kasvualustan eri osista

Vuoden 1997 kokeessa kotelointia ja esikotelointia löytyi tarkastettujen 16 häkin lehdiltä ja kukista yhteensä vain 10 kpl eli 0,14 % harsohäkeistä kuoriutuneeseen aikuisten kokonaismäärään (7345 kpl) verrattuna.

Vuonna 1997 kivivillapetien muovirasioilla peitettyistä 10 yksittäisestä kuutiosta kuoriutui yhteensä 43 ripsiäistä ( $4,3 \pm 1,2$ /kuutio) ja niiden ulkopuolelta pleksihäkeistä 137 ripsiäistä ( $13,7 \pm 3,2$ /häkki). Turvehäkeissä ripsiäisiä tuli kuutioiden kohdalta 17 kpl ( $1,1 \pm 0,3$ /kuutio) ja kuutioiden ulkopuolelta 773 kpl ( $51,5 \pm 5,7$ /häkki). Kivivillapetien kuutioista tullut määrä eli 23,4 % kaikista kasvualustasta kuoriutuneista ripsiäisistä oli merkitsevästi suurempi kuin turvepetien kuutioiden kohdalta tullut 2,2 %:n osuus.

Vuonna 1998 neljän turvehäkin kasvualustan alalta kuoriutui yhteensä 4989 ripsiäistä ( $1247 \pm 335$ /häkki) ja kivivillapedeistä 1811 ripsiäistä ( $453 \pm 98$ /häkki), mikä oli merkitsevästi vähemmän kuin turvehäkeistä tullut määrä (t-testi logaritmi-muunnetuilla arvoilla jakaumien normaalistamiseksi,  $p=0,0293$ ). Kivivillapedeissä kivivillakuutioiden kohdalta tuli 7,7 % ja turvedeissä 3,3 % ripsiäisten kokonaismäärästä eron kasvualustojen välillä ollessa merkitsevä. Kivivillapedeissä ripsiäisiä kuoriutui siis kuutioiden kohdalta lähes kaksi kertaa enemmän kuin mitä oli niiden kattama 3,9 %:n osuus häkin pohjapinta-alasta. Sen sijaan turvedeissä ripsiäisiä tuli kuutioiden kohdalta suorassa suhteessa niiden kokonaispinta-alan osuuteen.

### 3.3 Koteloitumismenestys turpeessa ja kivivillassa

Avoturvedeissä ripsiäisiä kuoriutui kasvualustasta enemmän kuin kivivillasäkkipeideissä suhteessa häkkien ruusuilla olleeseen ripsiäismäärään, joka oli sama molemmissa kasvualustoissa (ks. Taulukko 2.). Avoturvedeissä ripsiäispopulaatiosta oli kasvualustassa 34,2 %, mutta kivivillasäkkipeideissä vain puolet tästä eli 15,2 %. Kasvualustasta tulleiden aikuisten määrä suhteessa kasveilla olleiden toukkien määrään oli avoturvehäkeissä keskimäärin 1,8-kertainen, mutta kivivillasäkkipetien häkeissä suhdeluku oli vain 0,3 eli merkitsevästi pienempi (Taulukko 2).

Kasvualustatyypin selitti merkitsevän osan ansioihin tulleiden aikuisten kokonaismäärän vaihtelusta ( $F=9,24$ ,  $p=0,140$ ), mutta ANSAT/24H ei sitä selittänyt ( $F=3,08$ ,  $p=0,1131$ ). Kuoriutuneiden ripsiäisten määrästä suhteessa kasveilla olleeseen määrään kasvualustatyypin selitti merkitsevän osan ( $F=15,65$ ,  $p=0,0033$ ), mutta ANSAT/24H ei ollut merkitsevä ( $F=4,08$ ,  $p=0,0742$ ).

Vuoden 1998 tulokset viittasivat myös siihen, että kivivillasäkkipetien häkkien kasvualustasta kuoriutui suhteessa harsohäkkien kokonaismäärään vähemmän ripsiäisiä kuin avoturvehäkeissä. Ripsiäisiä oli kasvuston poistamista edeltävänä viikona kivivillahäkkien kasveilla saman verran (keskimäärin 162 ripsiäistä per yhden häkin havaintoyksiköt) kuin avoturvehäkeissä (173 ripsiäistä per häkin havaintoyksiköt), mutta kivivillahäkkien kasvualustasta niitä kuoriutui siitä huolimatta merkitsevästi vähemmän. Kasvustojen biomassat ja kukkimistilanne olivat myös hyvin samankaltaiset, sillä pystyversojen määrät eri kasvualustojen häkeissä (14,5 per kivivillasäkkipetien häkki ja 15,5 kpl per avoturvehäkki) eivät eronneet toisistaan merkitsevästi, kuten eivät myöskään kukkien ja valkeiden nuppujen yhteenlasketut määrät (3 ja 1,25 kpl) (t-testi,  $p>0,05$  kaikille vertailupareille).

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Kalifornianripsiiäisen koteloitumisvaatimukset ja -käyttötyminen

Kalifornianripsiiäinen koteloitui toteutettujen kokeiden olosuhteissa lähes sataprosenttisesti kasvualustaan. Siksi torjuntakäsittelyjä kannattaa suunnata myös kasvualustaan.

Degheele et al. (1997) osoittivat, että paprikalta koteloitumaan valmistautuvalla toisen asteen toukalla on puolisen vuorokautta kestävä aktiivisen migraation vaihe, jonka aikana se pystyy etenemään jopa 5 m tunnissa. Periaatteessa toukka pystyy siis tutkimaan koko kasvin koteloitumispaikkaa etsiessään ja palaamaan kasville, jos kasvualusta ei täytä koteloitumisen edellytyksiä. Degheelen et al. (1997) kokeiden tulosten mukaan paprikalla elävät toukat eivät pudottaudu kasvilta kasvualustaan, vaan hakeutuvat sinne aktiivisesti vartta pitkin kävelemällä. Tasala (1999) teki vastaaventyypisen kokeen leikkoruusulla ja sai tulokseksi, että tällä kasvilla toukat eivät kävele, vaan pudottaautuvat kasvilta kasvualustaan koteloitumista varten. Hänen raportoimissaan kokeissa, jotka olivat osa tätä MTT:n projektia, ei kuitenkaan ollut ns. positiivista verrannetta eli käsittelyä, jossa kasveille asetetut toukat olisivat saaneet häiriintymättä kehittyä aikuisiksi asti, niin että olisi tiedetty, miten toukkien siirto ruusun lehdille vaikutti niiden lehdilläpysymiseen ja siten eloonjäämiseen. Toukkien tapa hakeutua kasvualustaan voi riippua isäntäkasvista, mutta paprikalla ja ruusulla tehtyjen kokeiden lisäksi koteloitumaan hakeutumista ei ole tutkittu kr:n muilla isäntäkasveilla.

Pavulla vierekkäisten kasvien välisessä osassa kasvualustaa kr:n koteloita löytyy kasvien alapuolisesta maasta lähinnä vain kasvin ympäriltä lukumäärien pienentyessä

rajusti 50 cm:n etäisyydellä kasvin tyveltä (Contreras et al. 1996). Jos oletetaan, että toukat hakeutuivat koteloitumaan pavun vartta pitkin kävelemällä, kasvualustaan päätyminen jälkeen ne näyttäisivät siis liikuvan korkeintaan puoli metriä ennen koteloitumistaan. Meidän kokeissamme leikkoruusun avoturpepedeissä ripsiiäisiä kuoriutui kuitenkin tasaisesti joka kohdasta kasvualustaa. Tämä viittaisi siihen, että toukat ovat pudottaautuneet kasveilta turpeeseen, sillä vartta pitkin turpeeseen hakeutumisen voisi kuvitella johtavan ripsiiäisten epätasaisempaan jakautumiseen kasvualustassa ja nimenomaan kasvin varren ympärille (=kivivillakuutioon) keskittymiseen. Runsaan neliön alalla kasvaneiden 12 ruusun taivutetut versot peittivät kuitenkin kasvualustan pinnasta 50–80 %, joten jo ko. versoja pitkin maahan käveleminen voi johtaa ripsiiäisten tasaiseen jakautumiseen siellä, vaikka ne eivät liikkuisikaan enää pitkiä matkoja kasvualustassa sen saavutettuun.

Jos ripsiiäinen halutaan hävittää ruusuhuoneesta kokonaan kasvuston kemiallisilla käsittelyillä, torjuntakäsittelyjä on jatkettava vähintään kolmen viikon ajan. Silloin kasvualustasta kuoriutuvat ripsiiäiset saadaan tapettua ennen kuin ne ehtivät lisääntyä. Vaihtoehtoisesti aineen jäämävaihtuksen kasveilla on oltava niin pitkä, että viimeinen käsittely kattaa loppuosan käsittelyjen alkamispäivän jälkeisestä kolmen viikon pituisesta jaksosta. Vähemmän rannoilla torjunta-ainekäsittelyillä selvittäneen, jos käsitellään samanaikaisesti sekä kasvusto että kasvualusta. Helyerin et al. (1995) kokeissa turpeesta ja hiedasta koostuvan kasvualustan kertakäsittely malationilla, klorfenvinfossilla tai klorpyrifossilla esti koteloiden kuoriutumisen 86–97 %:sti. Hitaammin vaikuttavia aineita, kuten fiproniilia, käytettäessä ripsiiäisten määrä kasvustossa alkaa vähetä ratkaisevasti vasta neljännen viikottaisen käsittelyn jälkeen (kts. s. 74).

## 4.2 Koteloitumismenestys avoturve- ja kivivillasäkkipedeissä

Avoturvepedeissä ripsiäiset koteloituvat tasaisesti koko kasvualustaan, mutta kivivillasäkkipedeissä niitä hakeutui kivivillakuutioihin suhteessa enemmän kuin mitä oli kuutioiden osuus pedin pinta-alasta. Vaihtoehtoisesti koteloiden kuolleisuus kivivillakuutioissa saattoi olla pienempi kuin muovien peittämässä osissa kasvualustaa. Valtaosa ripsiäisyksilöistä on kuitenkin muovien peittämässä osissa kasvualustaa, koska muovien peittäjä osa muodostaa yli 95 % pedin pinta-alasta.

Kivivillakuutioiden ulkopuolella ripsiäisten koteloasteen aikaisen kuolleisuuden ero kivivillasäkkipetien ja avoturvetien välillä näytti olevan suurempi 1997 kuin 1998. Tutkimusvuosien välinen ero voi johtua näytteenottomenetelmän puutteellisuudesta 1997, jolloin kuoriutumistulokset eivät olleet häkkikohtaisia, vaan perustuvat yksittäisiin kivivillakuutioihin pleksi-häkkien sisällä. Tällöin toisesta kuutiosta kuoriutuneiden ripsiäisten lukumäärät jäivät tuntemattomiksi ja tulivat sisällytetyiksi muualta kuin kuutiosta kuoriutuneiden lukuun. Pienen aineiston takia hajonta kuutioiden kohdalta kuoriutumisessa voi myös aiheuttaa ison eron tuloksiin.

Vuonna 1998 ero kasvualustojen välillä oli pienentynyt. Siihen saattoi osaksi olla syynä se, että kivivillasäkkipedeissä ollut karike- ja leväkerros kasvoi vuodesta 1997 vuoteen 1998 kasvuston vanhetessa, mikä on voinut johtaa koteloiden parantuneeseen eloonjäämiseen. Kasteltaessa vastaperustettuja kivivillasäkkipetejä vuonna 1997 tihkukasteluletkujen kautta laskettu vesi muodosti joksikin aikaa kastelun jälkeen selviä lammikoita sinne tänne muovien päälle, mikä on voinut tuhota osan muovin päällä olleista kotelosta. Koteloiden kuolleisuus nousee 50 %:iin kuitenkin vasta kun ne ovat olleet 32–39 tuntia veden peitossa. 99 %:n kuolleisuusraja ylittyy esikoteloilla vasta 13 vrk:n ja varsinaisilla koteloloilla 4,5 vrk:n kuluttua (Brødsgaard 1993). Hetkel-

listen lammikoiden muodostuminen muovien päälle on siksi todennäköisesti tuhonnut vain pienen osan kotelosta. Silti vuoden 1997 kasteluolosuhteissa ko. osa on voinut olla suurempi kivivillasäkkipedeissä kuin avoturvepedeissä.

Vuoden 1997 kokonaiskuoriutumista kuvaava aineisto osoitti, että kivivillasäkkipetien kasvualustasta pienempi osa ripsiäispopulaatioista kuoriutui aikuisiksi kuin avoturvepedeissä. Tuloksen luotettavuutta korostaa se, että kivivillasäkkipetien ruusuilla oli toukkia joko enemmän tai vähintään saman verran kuin avoturvetien ruusuilla. Tästä huolimatta kuoriutuneita aikuisia oli lopulta vähemmän ja niiden osuus pienempi kokonaispopulaatioon nähden kuin avoturvepedeissä. Todennäköisimpiä syitä tähän olivat kastelu, joka ehkä hukutti osan muovien päälle koteloituvista ripsiäisistä, sekä kastelujen välillä vallinneet kuivat jaksot, jotka tappoivat tai heikensivät muovien päällä olevia kotelointa suhteellisen ilmankosteuden laskiessa huoneissa päivän kuumimpana aikana 30 %:iin. Näihin syihin viittaavat myös tulokset ripsiäisten suuremmasta keskittymisestä kivivillasäkkipetien kivivillakuutioihin suhteessa avoturveteihin. Vuoden 1998 kuoriutumistulokset tukevat myös sitä, että koteloitumismenestys kivivillasäkkipedeissä oli huonompi, sillä huolimatta samanlaisista ripsiäismääristä molempien kasvualustojen kontrollihäkkien kasveilla, kivivillasäkkipedeistä kuoriutui ripsiäisiä lopulta vähemmän kuin avoturvepedeistä.

Brødsgaard (1994) määrittä lisääntymistasapainotilassa olevan kr-populaation eri kehitysvaiheiden osuuksiksi seuraavat: 50 % munia ja ensimmäisen asteen toukkia, 20 % toisen asteen toukkia, 5 % kotelointa (= yhteensä 75 % nuoruusasteina) ja 20 % aikuisia. Vuoden 1997 kokeessa ripsiäispopulaatioista oli keskimäärin 65–75 % toukkina ja koteloina ja 25–35 % aikuisina. Koska munina olleita ripsiäisiä ei laskettu, nuoruusasteiden yhteenlaskettu osuus nousee turpeessakin samaan kuin Brødsgaardin (1994) tuloksissa ja vastaavasti aikuisten osuus pienenee. Kivivillasäkkipetien ripsi-

äispopulaatioiden rakenne vuoden 1997 kokeessa näyttää siten olleen hyvin samantapainen kuin Brødsgaardin (1994) kokeissa. Avoturpeessa koteloina olleiden osuus lienee kuitenkin ollut Brødsgaardin (1994) ilmoittamia arvoja suurempi, vaikka havaittuja osuuksia korjattaisiin laskennoista puuttuneiden munien osuus huomioimalla. Kalifornianripsiaisen populaatorakenne avoturpedeissä on siten voinut olla erilainen kuin mitä on yleensä havaittu eri kehitystasteiden osuuksiin perustuen.

Kalifornianripsiaisen kuolleisuudesta erityyppisissä kasvualustoissa on erittäin niukasti tietoja. Helyer et al. (1995) saivat kotelokuolleisuudeksi turpeen ja saven sekoitukseen koteloituneille ripsiäisille 31 %. Chyzik et al. (1996) saivat kotelovaiheiden kuolleisuudeksi 24–33 % laboratorikokeessa, jossa tunnettu määrä esikoteloita ja koteloita laitettiin lasipurkeissa olevaan ohueen steriloituun hiekkakerrokseen. Em. kuolleisuusluvut edustanevat koteloiden kuolleisuutta maaperässä silloin, kun olosuhteet koteloitumiselle ovat optimaaliset. Laboratorikokeessa paljaalle alustalle koteloituneista kr:n nuoruusasteista kuolee vain alle 10 % (Robb 1989; Mollema et al. 1990, J. Hulshof, julkaisematon). Sieni-infektioiden häiritessä kokeita esikotelovaiheen kuolleisuus on laboratorio-olosuhteissa vaihdellut välillä 12–77 % ja kotelovaiheen 15–28 % (Brødsgaard 1994).

Huolimatta huonommasta koteloitumismenestyksestä kivivillasäkkipeideissä ripsiäisten kokonaispopulaatiokoot niissä 1997 eivät eronneet merkittävästi avoturvehäkkien vastaavista. Tämä ristiriita selitynee sillä, että aikuisten määrä avoturvehäkeissä oli itse asiassa lähes kaksinkertainen kivivillahäkkeihin verrattuna, vaikka ero ei tilastollisessa mielessä ollutkaan merkittävä. Avoturvehäkkien suuremmalla aikuistiheydellä on silti voinut olla biologista merkitystä siten, että tiheämpi ripsiäiskanta heikensi kasvuston kuntoa ja sitä kautta erityisesti lehtien laatua ripsiäisten ravintolähteenä. Tämä näytti ilmenevän niin, että naaraiden muninta väheni tai muna- ja/tai toukkavaiheiden kuolleisuus kasvoi turve-

häkeissä. Näin pääteltiin siitä, että lehdistä ja kukista havaittu toukkamäärä suhteessa aikuisten määrään oli turvehäkeissä pienempi kuin kivivillasäkkipetien häkeissä. Myös kannibalismilla on saattanut olla merkitystä nuoruusasteiden kuolleisuudelle aikuisten ripsiäisten määrän kasvaessa suureksi (vrt. Gerin et al. 1994). Aikuisten välinen kilpailu muninta- ja ravinnonottopaikeista sekä toukkien välinen kilpailu ravinnosta lienee ollut voimakkainta lehdillä, joiden kantokyky ripsiäistiheyden suhteen mitä todennäköisimmin on alhaisempi kuin kukintojen.

Ainoa kr:n populaatiokehitystä eri kasvualustoissa vertaileva toinen tutkimus on Puolasta. Siellä ripsiäismääriä seurattiin kivivillasäkkialustoissa, vaahtomuovialustassa ja avoturpeessa kasvatetuilla tomaatilla ja kurkulla (Nawrocka & Szwejda 1999). Ripsiäisten määrä kasvoi suurimmaksi vaahtomuovialustassa kasvavilla kasveilla, seuraavaksi suurimmaksi kivivillassa kasvavilla ja jäi pienimmäksi avoturpeessa kasvavilla kasveilla. Populaatiokoon nopeamman kasvun kivivillasäkeissä ja vaahtomuovissa kasvavilla kasveilla tulkittiin johtuvan kasvustojen korkeammista lämpötiloista. Meidän koeolosuhteissamme kivivillasäkki- ja avoturpedit olivat niin lähekkäin ja kasvustot niin pieniä, että lämpötilaeroja kasvustojen välillä tuskin oli.

Kasvualustasta kuoriutuneiden ripsiäisten määriä ei Nawrockan ja Szwejdan (1999) tutkimuksessa määritetty, joten ei tiedetä, mikä osuus ripsiäisistä koteloitui kasvualustaan ja mikä kasveille. Meidän vuoden 1997 kokeessamme kasveilla olleet populaatiot olivat samansuuruiset kasvualustasta riippumatta, vaikka kasvualustasta kuoriutuvien osuudet olivat erilaiset. Pelkästään kasveilta laskettujen ripsiäismäärien perusteella, tuntematta koteloitumismenestystä, ei välttämättä voitaneakaan tietää ripsiäisten kokonaispopulaation kokoa. Ruusukasvustojen väliset, kasvualustatyyppistä aiheutuvat mahdolliset lämpötilaerot voivat tietysti kompensoida huonompaa koteloitumismenestystä nuoruusasteiden kehitysnopeuden kautta. Kivivillasäkki- ja

avoturvetietien välinen ero kr:n koteloitumismenestyksessä ja sen vaikutus ripsiäisen populaatiokehitykseen kaupallisilla leikkoruusuviljelmillä voi siten olla pienempi kuin mitä havaittiin meidän koeolosuhteissamme, jos kivivillasäkeissä viljeltyjen ruusukasvustojen lämpötilat ovatkin keskimäärin korkeammat kuin avoturpeessa viljellyn ruusun.

Koteloitumismenestyksen erot voivat vaikuttaa ratkaisevasti ripsiäisten torjuntaeliöiden toimintaan, sillä kun kasvintuhoojan populaatiokoon kasvu hidastuu, parantuvat torjuntaeliöiden mahdollisuudet saada tuhooja hallintaansa. Toisaalta kasvu-alustan ripsiäisille haitalliset olosuhteet voivat heikentää myös sinne levitettyjen petojen elinmahdollisuuksia.

# Kalifornianripsiäisen tarkkailumenetelmät Escimo-leikkoruusulla: alustavia tuloksia

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Marika Linnamäki<sup>1)</sup> & Sari Jaaksi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, irene.vanninen@mtt.fi, marika.linnamaki@mtt.fi

<sup>2)</sup> sarijaa@jippii.fi

Kelta-ansaseurannan ja kasvustotarkkailun välistä vastaavuutta kalifornianripsiäisen populaatiokoon seurannassa tutkittiin heinä-joulukuussa 1997 ja toukokuu-syyskuussa 1999 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneosastoissa kelta-ansatiheydellä 2 kpl/huone (ansakoko 9,5 × 16 cm). Kaikissa osastoissa 1997 ripsiäismäärä/ansa korreloi merkitsevästi kukista lasketun aikuismäärän kanssa. Kelta-ansasaalis selitti osastosta riippuen 51–81 % kasveilla olleiden aikuismäärien vaihtelusta. Kaupallisilla viljelmillä sallittavilla alhaisilla ripsiäistiheyksillä kelta-ansojen havaittiin kuitenkin kertovan kasvien ripsiäistiheydestä huonosti. Koko aineistoon perustuva tulos näytti kuitenkin viittaavan kelta-ansasaaliin ja kasvien ripsiäistiheyden välisen suhteen yleispätevyyteen, sillä regressiosuoran kulmakerroin 0,0183 oli lähellä Kalifornian kaupallisilla ruusuviljelmillä määritettyä arvoa (0,0196), joka oli saatu kelta-ansatiheydellä 1 kpl/330 m<sup>2</sup>.

Escimo-ruusun voituskyynnysarvo perustuen kasvihuoneessa kukista tehtyihin laskentoihin oli kahden vuoden tulosten perusteella <0,3 ripsiäistä per kukka. Sadon voittumisasteen kehitystä voitiin seurata myös havainnoimalla ripsiäiset kukinnosta on/ei -periaatteella. Kun korkeintaan 10 %:ssa Escimo-ruusun kukista oli ripsiäisiä, sadosta oli myyntikelvotonta noin 2 % ja

lievästi voittunutta nipputavaraa 7 %.

Kalifornianripsiäisen tarkkailua leikkoruusulla Suomen olosuhteissa koskevat tulokset on saatu yhdeltä lajikkeelta pienissä kasvihuoneosastoissa. Niitä ei ole validoitu kaupallisten ruusutarhojen suuremmilla pinta-aloilla. Tulokset vastaavat silti pääosin muualla saatuja (harvoja) tuloksia kalifornianripsiäisen tarkkailusta leikkoruusulla. Koska leikkoruusulajikkeiden välillä on eroja niiden ripsiäiskestävytydessä, jatkotutkimuksiin on sisällytettävä eri lajikkeita ja tutkimuksia on tehtävä eri vuodenaikoina ympärivuotisesti viljellyn leikkoruusun ripsiäistarkkailun kehittämiseksi.

## 1 Johdanto

Ripsiäisten tarkkailumenetelmiä on kaksi: liima-ansat ja tarkkailu kasvustosta, jolloin ripsiäiset lasketaan suoraan kasveilta kasvihuoneessa tai ottamalla näytteitä ja tarkastamalla ne mikroskoopin avulla. Projektin alkaessa kr:n tarkkailumenetelmistä oli saatavissa tietoa Hollannista (Fransen et al. 1993b) ja Itävallasta (Frey 1993) (ks. Taulukko 8). MTT:n projektissa ei varsinaisesti keskitytty kr:n tarkkailumenetelmien kehittämiseen, mutta kokeiden yhteydessä



tehtyjen havaintojen perusteella voitiin tutkia ansa- ja kasvustotarkkailun vastaavuutta ja määrittää kynnsarvot valkokukkaisen Escimo-lajikkeen sadon voittumiselle kasvustotarkkailuun perustuen.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Tavoitteena oli selvittää, miten kelta-ansoihin tulleiden kr:sten määrä korreloi kasveilta löytyneiden ripsiäisten määrän sekä ruususadon voitustasteen kanssa valkoisella Escimo-lajikkeella, joka on ripsiäisvioletuksille hyvin herkkä. Keltaisten liima-ansojen (9,5 × 16 cm:n palanen Catch-It -ansaa, Kasvinsuojelupalvelu Oy; yksi ansa per peti kukintojen korkeudella) käyttöä tarkkailussa tutkittiin 1997 ja 1999 MTT:n neljäs-sä 38 m<sup>2</sup>:n ruusuhuoneessa. Ansat tarkas-tettiin viikoittain. Turve- ja kivivillapetien havainnot yhdistettiin molempina vuosina tuloksia analysoitaessa laskemalla osasto-kohtaiset petikeskiarvot sekä ansasaaliille että kasvien ripsiäistiheydelle.

Vuonna 1997 ripsiäistarkkailu toteutet-tiin raportin sivuilla 16 ja 30 kuvatun ko-keen yhteydessä harsohäkkien ulkopuolella (ruusukasvuston nettopinta-ala 7,2 m<sup>2</sup>). Osastoissa torjuttiin ripsiäisiä abamek-tiiniruisikutuksilla (kauppavalmiste Verti-mec) viikoilla 35, 39 ja 41. Viikkoina 28–51 ripsiäisaikuiset ja -toukat laskettiin viideltä satunnaisesti valitulta pystyversolta per peti. Yhdestä versosta tarkastettiin yksi ku-kinto ja viisi lehteä. Lisäksi viikosta 42 läh-tien tarkastettiin lisäksi 20 avautumassa olevaa nuppua per osasto ripsiäisvioletuksen määrittämiseksi. Nuput jaoteltiin terveisiin ja vioittuneisiin määrittelemättä tarkem-min violetuksen voimakkuutta.

Vuonna 1999 osastoissa torjuttiin ripsi-äisiä *Amblyseius cucumeris* -petopunkeilla (kts. s. 87). Viikkoina 21–37 ripsiäiset las-kettiin 10:ltä satunnaisesti valitulta pysty-versolta ja 10:ltä taivutetulta versolta per peti. Muistiin merkittiin erikseen 10:stä ku-

kinnosta (avautuneet kukat tai terälehtien värin paljastavat pitkälle kehittyneet nu-put) löytyneet sekä lehdtä (2 lehteä per pystyverso ja 2 lehteä per taivutettu verso) löytyneet aikuiset ja toukat. Sato luokitel-tiin kolmeen luokkaan: 1) puhtaat myynti-kelpoiset 2) lievästi vioittuneet, mutta nip-putavarana myyntikelpoiset ja 3) voimak-kaasti vioittuneet myyntikelvottomat.

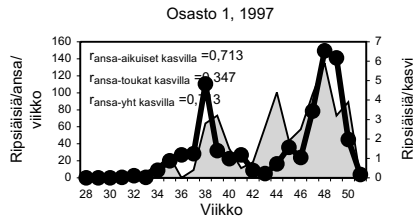
## 3 Tulokset

### 3.1 Liima-ansasaalis kasvien ripsiäistiheyden indikaattorina

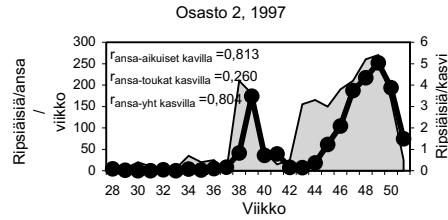
Vuoden 1997 havaintotulokset kasveilla ja ansoissa olleiden ripsiäismäärien osalta on esitetty kuvassa 8. Kaikissa osastoissa ansasaalis korreloi voimakkaimmin kasveilta laskettujen aikuisten määrän sekä toukkien ja aikuisten yhteismäärän, mutta ei sen si-jaan toukkamäärän kanssa. Osastosta riip-puen ansasaalis selitti 51–81 % kasveilla ol-leiden aikuismäärien vaihtelusta.

Kaikkien osastojen yli laskettujen kes-kiarvojen perusteella ansoihin tulleet ai-kuismäärät korreloivat kohtalaisesti kas-veilta löytyneen aikuisten määrän sekä toukka- ja aikuissumman kanssa ( $r=0,638$  sekä toukille että aikuisille). Yhdistetyssä aineistossa ansasaalis selitti kuitenkin vain alle puolet kasvien ripsiäistiheyden vaihte-lusta (Kuva 9a). Regressiosuoran kulmaker-roin oli lähes sama kuin Casey & Parrellan (2000) ja Casey et al. (1999) saama arvo huolimatta siitä, että heidän aineistonsa pe-rustuu vain kukista laskettuihin ripsiäis-määriin. Jos otettiin mukaan vain ne ha-vaintokerrat, jolloin ansasaalis oli korkein-taan 29 ripsiäistä/ansa/viikko eli sama kuin vuoden 1999 maksimi (ks. alempana), mer-kitsevä korrelaatio ansasaaliin ja kasvien ripsiäistiheyden välillä katosi (Kuva 9b).

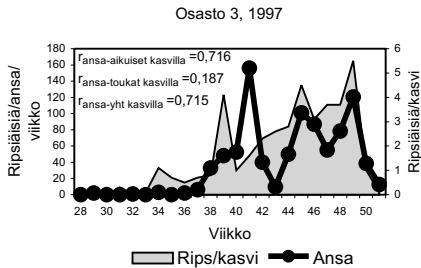
Vuonna 1999 ansoihin tuli maksimis-saan vain 29 ripsiäistä viikossa. Ansasaaliin ja kasveilta löytyneiden ripsiäismäärien vä-lillä ei ollut merkitsevää korrelaatiota ( $r=0,027$ ).



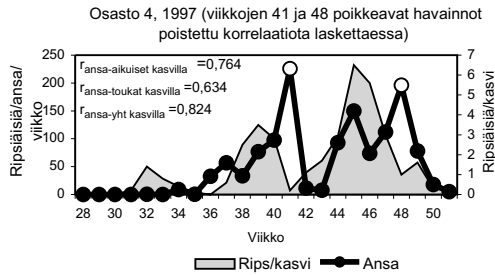
aikuisia/kasvi= $0,028(\pm 0,004)x$ ,  $R^2=0,682$ ,  $F=49,37$ ,  $p=0,0001$   
 yht/kasvi= $0,737(\pm 0,323)+0,029(\pm 0,006)x$ ,  $R^2=0,508$ ,  $F=22,68$ ,  $p=0,0001$



aikuisia/kasvi= $0,017(\pm 0,002)x$ ,  $R^2=0,777$ ,  $F=78,90$ ,  $p=0,0001$   
 yht/kasvi= $0,698(\pm 0,294)+0,019(\pm 0,003)x$ ,  $R^2=0,647$ ,  $F=40,33$ ,  $p=0,0001$



aikuisia/kasvi= $0,028(\pm 0,004)$ ,  $R^2=0,697$ ,  $F=52,82$ ,  $p=0,0001$   
 yht/kasvi= $0,035(\pm 0,005)$ ,  $R^2=0,715$ ,  $F=57,81$ ,  $p=0,0001$



aikuisia/kasvi= $0,023(\pm 0,003)x$ ,  $R^2=0,739$ ,  $F=59,30$ ,  $p=0,0001$   
 yht/kasvi= $0,037(\pm 0,004)$ ,  $R^2=0,812$ ,  $F=90,64$ ,  $p=0,0001$

**Kuva 8.** Kasveilta ja liima-ansoista löytyneiden ripsiäismäärien korrelaatiot neljässä kasvi-huoneosastossa 1997. Kuvien alla ovat regressioyhtälöt.

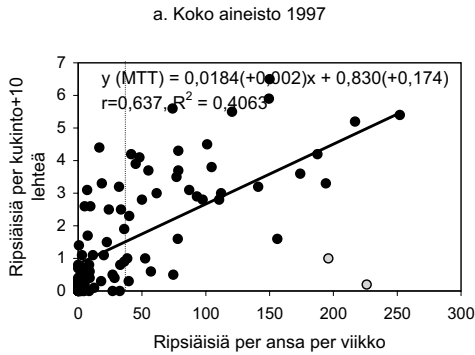
**Figure 8.** Number of thrips per sticky trap ("ansa",  $y_1$ -axis) and per inspected plant parts ("rips./kasvi",  $y_2$ -axis) in 1997, and the Pearson correlation coefficients  $r$  and regression equations for these two variables in four compartments (for regression equations, see legends given under the figures: for adults="aikuisia/kasvi", and for adults+larvae="yht/kasvi"). For Pearson correlation coefficients inside the figures, " $r_{\text{ansa-aikeiset kasvilla}}$ " is for adults found on plants, " $r_{\text{ansa-toukat kasvilla}}$ " is for larvae found on plants, and " $r_{\text{ansa-yht. kasvilla}}$ " is for sum of adults and larvae.

### 3.2 Liima-ansasaalis ruususadon voitusasteen indikaattorina

Vuonna 1997 viikoittainen ansasaalis korreloi vain heikosti voittuneiden kukintojen osuuden kanssa ( $r=0,561$ ,  $R^2=0,315$ ) (Kuva 10). Korrelaatio ei ollut lineaarinen, vaan oli mahdollista erottaa kolme eri tasoa (Taulukko 5). Vuonna 1999 ansasaalis ei kertonut sadon voitusasteesta mitään ( $r=0,329$  pahoin voittuneiden osuuden,  $r=0,014$  lievästi voittuneiden osuuden ja  $r=0,252$  kaikkien voittuneiden osuuden kanssa).

### 3.3 Kukista lasketut ripsiäismäärät sadon voitusasteen indikaattorina

Vuonna 1997 koko aineistoa käytettäessä korrelaatio kasvien ripsiäistiheyden ja sadon voitusasteen välillä ei ollut lineaarinen. Kun ripsiäistiheys kasveilla nousi yli 3 kpl:n, voitusaste saavutti lakipisteensä. Kasvien ripsiäistiheyden ja sadon voitusasteen välistä suhdetta kuvasikin parhaiten polynomiyhtälö (Kuva 11a) ja sadon voitusasteessa voitiin erottaa kolme eri tasoa (Taulukko 6). Kun aineistoon sisällytettiin vain ne havaintokerrat, jolloin ripsiäistiheys tarkastettuja kasvinosia kohti oli korkeintaan 3 (=vuoden 1999 maksimiti-

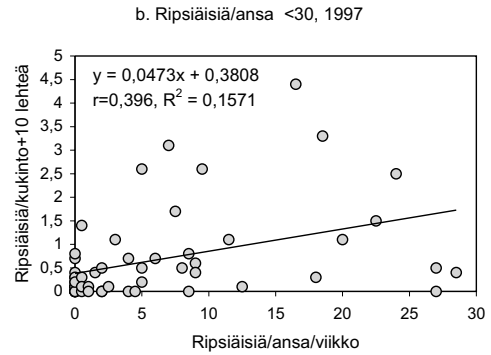


**Kuva 9a.** Kelta-ansojen viikottaisen ripsiäis-saaliin ja kasveilta löytyneiden ripsiäismäärien välinen korrelaatio 1997. Kaksi poikkeavaa havaintoa viikoilta 41 ja 48 (harmaat pallot) poistamalla korrelaatio nousi 0,737:ään ja selitysaste 55 %:iin. ( $y=0,0232 (\pm 0,002)x + 0,715 (\pm 0,154)$ ,  $F=111,03$ ,  $p=0,0001$ ). Katkoviivalla on merkitty regressiosuora, joka perustuu Casey & Parrellan (2000) vastaaventyypiseen aineistoon Kalifornian kaupallisilta ruusutarhoilta.

**Figure 9a.** Regression ( $y$  MTT) between weekly catches of WFT per sticky trap ( $x$ -axis) and number of thrips found per inspected plant parts ( $y$ -axis; 10 flowers and 50 leaves of the erect stems were inspected per compartment) in 1997. Pooled data from four compartments. Two outlier values for weeks 41 and 48 are marked with grey instead of black dots. After removal of outliers, the correlation increased to 0.737 and  $R^2$  to 55%. The dashed line shows a regression line based on the respective data of Casey & Parrella (2000) from commercial cut rose greenhouses in California.

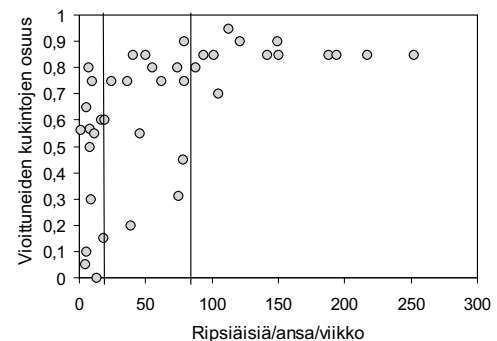
heys), korrelaatio ripsiäistiheyden ja sadon voittuneisuuden välillä oli lineaarinen (Kuva 11b).

Vuoden 1999 suhde kasveilla olleen ripsiäismäärän ja sadon voitustason välillä oli lähes lineaarinen (Kuva 12a). Tosin käytetäessä voitustason kuvaajana pahoin ja lievästi voittuneiden kukintojen yhteistä osuutta voitiin nähdä, että voittuneiden osuuden kasvu oli juuri taittumassa korkeimmilla havaituilla ripsiäistiheyksillä. Pahoin voittuneiden osuus kasvoi lineaarisesti kukintojen ripsiäistiheyden kasvaessa



**Kuva 9b.** Kelta-ansasaaliin ja kasveilla olleiden ripsiäismäärien välinen korrelaatio 1997. Aineistossa mukana vain havaintokerrat, jolloin ansoissa oli keskimäärin korkeintaan 30 ripsiäistä.

**Figure 9b.** Same data as in Figure 9a. but only those weeks are included in which the weekly trap catch was a maximum of 30 thrips per trap (the maximum observed in 1999, when no correlation was found between trap catches and thrips counts of plants).



**Kuva 10.** Viikottaisen ansasaaliin ja voittuneiden kukintojen osuuden välinen suhde 1997. Viivat osoittavat raja-arvot kolmelle eri voitustasolle (ks. Taulukko 5).

**Figure 10.** Relation between weekly trap catches of WFT ( $x$ -axis, mean of two traps per week) and proportion of flowers showing thrips damage ( $y$ -axis) in 1997. The lines separate the three damage levels (see Table 5). Pooled data from four greenhouse compartments.

**Taulukko 5.** Ruususadon vioittumisen aste kolmella ansasaaliin tasolla vuoden 1997 ko-  
keessa.

**Table 5.** Proportion of white Escimo flowers damaged by thrips in respect of three levels of yellow sticky trap catches of western flower thrips. Data from 1997 greenhouse experiment (four 38 m<sup>2</sup> compartments).

Ripsiäisiä/ansa/ viikko <i>Thrips/trap/week</i>	Vioittuneita kukintoja keskimäärin (± S.E.), % <i>% damaged flowers, mean ± S.E</i>
< 15	43 ± 9,0
15 - 80	63 ± 4,0
> 80	83 ± 2,5

nollasta 2:een (Kuva 12b). Lievästi vioittuneiden osuus kasvoi lineaarisesti, kunnes kukintojen ripsiäistiheys ylitti 1 kpl:n (Kuva 12c); tämän jälkeen lievästi vioittuneiden osuus alkoi laskea, mutta sen sijaan pahoin vioittuneiden osuus alkoi nousta.

Myös vuonna 1999 voitiin erottaa kolme sadon eri vioitustasoa suhteessa kukissa olleiden ripsiäisten määrään (Taulukko 6). Pienimmän vioitustason kynnsarvo oli lähes sama kuin 1997. Ripsiäismäärän kasvaessa vioituksen vakavuus kasvoi kuitenkin lähes kaksinkertaisella nopeudella vuoteen 1997 verrattuna silloin, kun verrattiin vioitusasteen ja ripsiäistiheyden korrelaatiota maksimiripsiäismäärän ollessa 3/kasvi (vrt. Kuvat 11b ja 12a). Vuonna 1997 50 %:n vioitustaso ylittyi tiheydellä 1,5 ripsiäistä per kukinto, mutta 1999 jo tiheydellä 0,7 per kukinto.

**Taulukko 6.** Ruususadon vioittuminen kasveilta havaituilla eri ripsiäismäärillä koevuosina 1997 ja 1999. Vuoden -99 keskimääräisen vioitusprosentin jälkeen on suluisa ensimmäisenä lievästi vioittuneiden (=nipputavarana myyntikelpoiset) osuus ja toisena pahasti vioittuneiden osuus (myntikelvottomat).

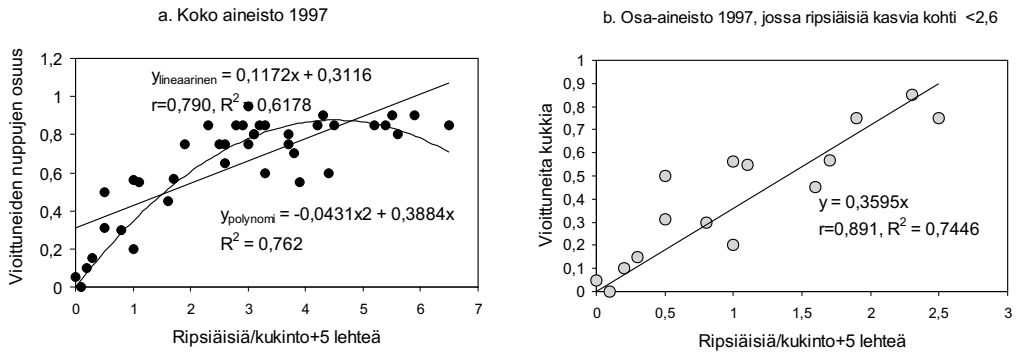
**Table 6.** Proportion of white Escimo flowers damaged by thrips in respect of number of thrips in inspected plant parts in 1997 and 1999 in four 38 m<sup>2</sup> greenhouse compartments. For 1999, % in brackets gives separate values for mildly damaged, but still saleable, flowers and for badly damaged, non-saleable flowers.

Vuosi 1997		Vuosi 1999	
Ripsiäisiä/kukka/ viikko <i>Thrips/flower/week</i>	Vioittuneita kukintoja keskimäärin ± S.E., % <sup>1</sup> <i>% damaged flowers</i>	Ripsiäisiä/kukka/ viikko <i>Thrips/flower/week</i>	Vioittuneita kukintoja keskimäärin (± S.E.), % (lievästi ja pahoin vioittuneet) <i>% damaged flowers</i>
< 0,3	7,5 ± 3	< 0,2	10 ± 1,4 (6,5% <sup>2</sup> ja 3,5% <sup>3</sup> )
0,31 – 1,7	43 ± 3,5	0,21 – 0,85	43 ± 4,5 (24% ja 19%)
> 1,7	79 ± 2	> 0,85	82 ± 2,8 (21% ja 61%)

<sup>1</sup> vioituksen vakavuutta ei ole määritelty/*level of damage not assessed*

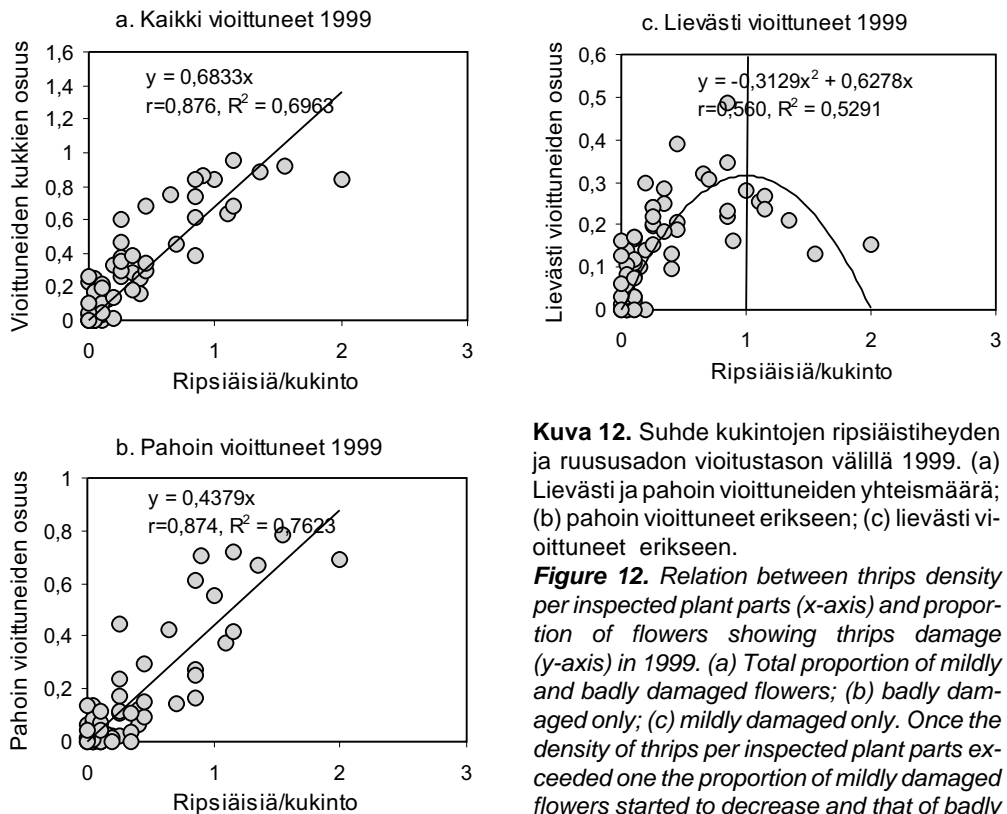
<sup>2</sup> lievästi vioittuneiden eli nipputavaraksi kelpaavan sadon osuus/*mildly damaged, but saleable as bunches*

<sup>3</sup> voimakkaasti vioittuneen myntikelvottoman sadon osuus/*badly damaged, non-saleable*



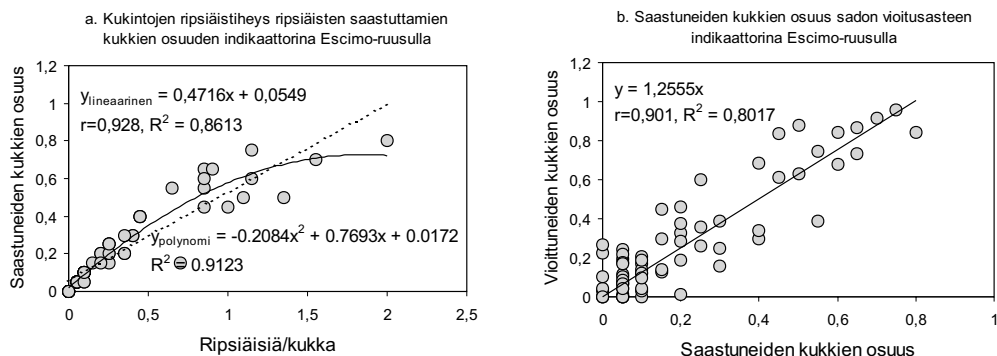
**Kuva 11.** Kasveilla olleen ripsiäistiheyden ja sadon voitustason välinen suhde 1997. (a) koko aineisto; (b) osa-aineisto, jossa ripsiäistiheys korkeintaan 2,6 per yhden kasvin havaintoyksiköt eli sama kuin vuoden 1999 maksimi.

**Figure 11.** Relation between the density of thrips on plants (x-axis, no. of thrips per flower and five leaves per stem) and proportion of flowers showing thrips damage (y-axis) in 1997. (a) whole data; (b) included are only those observations when thrips density per inspected plant parts was a maximum of 2.6, which corresponded to the maximum density observed in 1999 in the same compartments. Pooled data from four greenhouse compartments.



**Kuva 12.** Suhde kukintojen ripsiäistiheyden ja ruususadon voitustason välillä 1999. (a) Lievästi ja pahoin vioittuneiden yhteismäärä; (b) pahoin vioittuneet erikseen; (c) lievästi vioittuneet erikseen.

**Figure 12.** Relation between thrips density per inspected plant parts (x-axis) and proportion of flowers showing thrips damage (y-axis) in 1999. (a) Total proportion of mildly and badly damaged flowers; (b) badly damaged only; (c) mildly damaged only. Once the density of thrips per inspected plant parts exceeded one the proportion of mildly damaged flowers started to decrease and that of badly damaged ones increased abruptly. Pooled data from four 38 m<sup>2</sup> greenhouse compartments.



**Kuva 13.** Kukintojen ripsiäistiheyden ja ripsiäisten saastuttamien kukkien osuuden välinen korrelaatio (a) sekä saastuneiden kukkien osuuden ja ripsiäisten voittamien kukkien osuuden välinen korrelaatio (b) Escimo-leikkoruusulla 1999.

**Figure 13.** (a) Correlation between thrips density on inspected plant parts (x-axis) and the proportion of flowers with thrips (y-axis); (b) correlation between proportion of flowers infested with thrips (x-axis) and that of flowers showing thrips damage (y-axis) for cultivar Escimo in 1999. Pooled data from four 38 m<sup>2</sup> greenhouse compartments.

### 3.4 Kukkien ripsiäismäärän ja saastuneiden kukkien välinen suhde

Kukintokohtaisen ripsiäismäärän ja ripsiäisten saastuttamien kukkien osuuden välillä oli voimakas lineaarinen korrelaatio 1997 (Kuva 13a). Ripsiäisten saastuttamien kukkien osuus saavutti maksimitasonsa eli noin 80 % ripsiäistiheydellä 1,5 kpl per kukinto. Em. korrelaatiosta seuraten myös korrelaatio ripsiäisten saastuttamien kukintojen osuuden ja niiden voittamien kukkien osuuden välillä oli voimakas (Kuva 13b). Ripsiäisiä ei siis välttämättä tarvitse laskea ruusun kukista, jotta saadaan selville ripsiäisten määrä kukintoa kohti. Tällä perusteella Escimo-leikkoruusulle määritettiin kesän viljelyolosuhteissa taulukon 7 mukaiset voituskynnyksarvot.

## 4 Tulosten tarkastelu

Tulokset kalifornianripsiaisen tarkkailusta leikkoruusulla Suomen olosuhteissa ovat alustavia, koska tutkimukset on tehty vain yhdellä lajikkeella pienissä kasvihuoneosas-

toissa eikä niitä ole validoitu kaupallisten ruusutarhojen suuremmilla pinta-aloilla. Tähän mennessä saadut tulokset näyttävät silti pääosin vastaavan muissa maissa saatuja harvoja tuloksia. Hollannissa Fransen et al. (1993b) päätyivät suosittelemaan kemiallisen ripsiäistorjunnan aloittamista Frisco-ruusulajikkeella viimeistään, kun 10 %:ssa kukkia näkyy ripsiäisvioletuksia verholehdissä. MTT:n ruusuhuoneessa Escimo-lajikkeella kesäolosuhteissa raja-arvoksi, jonka jälkeen voittuneen sadon osuus nopeasti nousee, saatiin 10 % ripsiäisen saastuttamia kukkia. Tällä tasolla kukkasadosta todettiin voittuvan keskimäärin 9 %. Fransen et al. (1993b) määrittivät kemiallisen torjunnan aloituskynnykseksi 10–15 ripsiäistä/ansa/viikko (Taulukko 8). Meillä ko. ansasaaliin taso (<15 ripsiäistä/ansa/viikko) vuonna 1997 vastasi matalinta satovioletuksen tasoa. Frey (1993), joka käytti yhtä siniansaa 100 m<sup>2</sup>:llä, määritteli Sveitsin olosuhteissa leikkoruusun violetuskynnyksarvoksi 18–30 kr/ansa/vko. Kerttula (2000) määritteli käytännön kokemuksen perusteella, että ansasaaliin ylittäessä 10–15 kr viikossa leikkoruusuviljelyssä Suomen olosuhteissa oli siirryttävä biologisesta torjunnasta kemialliseen torjuntaan.

**Taulukko 7.** Kesän viljelyolosuhteissa Escimo-leikkoruusulle määritetyt vioituskynnysarvot, jotka perustuvat kukintojen tarkastamiseen periaatteella on/ei ole ripsiäisiä.

**Table 7.** Damage levels of white Escimo roses as determined on basis of presence/absence of western flower thrips in flowers.

Ripsiäisiä %:ssa kukkia <i>% thrips infested flowers</i>	Lievästi vioittunutta nipputavaraa (%) <i>% flowers mildly damaged</i>	Pahoin vioittuneita myyntikelvottomia (%) <i>% flowers badly damaged</i>	Yht. vioittuneita (%) <i>Total % of damaged flowers</i>
< 10	6,75	2,25	9
11 – 40	16	16	32
> 40	17,5	52,5	70

**Taulukko 8.** Kalifornianripsäisen vioituskynnysarvoja ja kemiallisen torjunnan aloittamisen raja-arvoja.

**Table 8.** Damage and action thresholds for *Frankliniella occidentalis* on cut roses.

Vioituskynnysarvo ripsiäisiä/ansa/viikko <i>Damage threshold thrips/trap/week</i>	Vioituskynnysarvo ripsiäisiä/kukka <i>Damage threshold thrips/flower</i>	Kemiallisen torjunnan aloittamisen kynnysarvo ripsiäisiä/ansa/viikko <i>Action threshold for chemical control thrips/trap/week</i>	Lähdeviite <i>Reference</i>
18 – 30 <sup>1</sup>			Frey (1993)
> 25 – 50 <sup>1</sup>			Casey <i>et al.</i> (1999)
45 <sup>2</sup> tai 75 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup> tai 2 <sup>3</sup>	25 <sup>2</sup> tai 50 <sup>3</sup>	Casey & Parrella (2000)
	0,2 <sup>4</sup>		Vänninen (2000)
		10 – 15 <sup>5</sup>	Fransen <i>et al.</i> (1993)

<sup>1</sup> useita lajikkeita, kaupalliset viljelmät, 1 siniänsä/100 m<sup>2</sup>/ *several cultivars, commercial nurseries, 1 blue sticky trap per 100 m<sup>2</sup>*

<sup>2</sup> vaalea- ja keltakukkaiset lajikkeet, kaupalliset viljelmät, 1 ansa/330 m<sup>2</sup>/ *cultivars with light or yellow flowers, commercial nurseries, 1 sticky trap/330 m<sup>2</sup>*

<sup>3</sup> puna-, oranssi- ja vaaleanpunakukkaiset lajikkeet, kaupalliset viljelmät, 1 kelta-ansa/330 m<sup>2</sup> (ansakoko korkeintaan 7 x 7 cm)/*cultivars with red, orange or pink flowers, commercial nurseries, 1 yellow sticky trap/330 m<sup>2</sup>*

<sup>4</sup> valkokukkainen Escimo-lajike, 2 kelta-ansaa 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneessa (ansakoko 9,5 x 16 cm)/*white Escimo, 2 yellow sticky traps (9.5 x 16 cm) in 38 m<sup>2</sup> compartment*

<sup>5</sup> Frisco-lajike, 2 siniänsää 60 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneessa (ansakoko ei tiedossa)/*cultivar Frisco, 2 blue sticky traps in 60 m<sup>2</sup> compartment (trap size not given)*

Tärkein tulosten yleispätevyyttä tukeva tulos on regressio kelta-ansojen ripsiäistiheyden ja kukintokohtaisen ripsiäistiheyden välillä, joka vastaa Casey & Parrellan (2000) saamaa tulosta Kalifornian kaupallisilta ruusutarhoilta valko- ja keltakukkaisen ruusuille. Meidän tuloksissamme leikkauspiste y-suoran suhteen oli kuitenkin korkeampi kuin Casey & Parrellan (2000) saama arvo. Meidän olosuhteissamme ansojen nollahavainnoilla havaittiin siis yhtä kasviyksikköä kohti keskimäärin enemmän ripsiäisiä kuin Kaliforniassa. Ero voi johtua siitä, että 1997 kasviyksikkökohtainen ripsiäismäärä sisälsi paitsi kukinnoista myös lehdiltä löytyneet ripsiäiset. Eron taustalla voivat kuitenkin olla myös erilaiset ilmast- olosuhteet. Vaikutti siltä, että samoilla kasveilta havaituilla ripsiäistiheyksillä aikuiset eivät lentäneet meidän kasvi- huoneosastoissamme ansoihin yhtä halukkaasti kuin Kaliforniassa. Tämä voi johtua erilaisista valo-, lämpö- ja tuuletusolosuh- teista, jotka vaikuttavat ripsiäisten lentoak- tiivisuuteen ja niiden ilmavirtojen mukana ansoihin kulkeutumiseen. Silti meidänkään koeolosuhteissamme ripsiäismäärä kukin- toa kohti ei ylittänyt viittä yksilöä per kuk- ka ennen kuin ansoihin tuli keskimäärin noin 80 ripsiäistä viikossa.

Caseyn & Parrellan (2000) mukaan vaa- lea- ja keltakukkaisten ruusulajikkeiden vi- oituskynnysarvo on 1 ripsiäinen/kukka ja puna-, oranssi- tai vaaleanpunakukkaisilla 2 ripsiäistä/kukka. Tämä vastaa heidän tu- loksissaan vaaleakukkaisilla lajikkeilla noin 45 ripsiäistä/ansa/viikko ja punakukkaisilla 75 kpl/ansa/viikko. Molemmat raja-arvot ovat korkeampia kuin Fransenin et al. (1993b) tai Freyn et al. (1994) saamat raja-arvot, mikä voi jälleen selittyä lämpö- ja valaistusolosuhteiden erilaisuudella.

Escimo-lajikkeen voittumiselle Suomen kesän 1999 olosuhteissa saatu kynnsarvo oli kuitenkin selvästi alhaisempi kuin Casey & Parrellan (2000) ilmoittama eli 0,2 ripsiäistä per kukka. Käyttämällä Casey & Parrellan (2000) raja-arvoa 1 rip- siäinen per kukka Escimo-ruusun sadosta olisi ollut vuonna 1997 voittuneita jo

30–40 % ja vuonna 1999 jo noin 60 %. Val- kokukkainen Escimo on erittäin herkkä kr:n voitukselle, joten sen voitukskynnsar- vot näyttävät olevan selvästi alempia kuin Casey & Parrellan (2000) ilmoittamat, vaikka heidän mukaansa sama regressio käy kaikille vaalea- ja keltakukkaisille ruusuille lajikkeesta riippumatta.

On kuitenkin huomattava, että me las- kimme ripsiäiset kasvihuoneessa paikan päällä. Tällöin osa ainakin pienimmistä rip- siäistoukista jää huomaamatta, joten saadut ripsiäistiheydet edustavat vain tiettyä osuut- ta kukissa todellisuudessa olleista määristä. Escimo-ruusun voitukskynnysarvo olisi to- dennäköisesti korkeampi, jos ripsiäiset olisi laskettu laboratoriossa näytteiksi kerätyistä kukista. Ripsiäisten laskentamenetelmä on siis otettava huomioon voitukskynnysarvoja sovellettaessa. Paikan päällä kasvihuoneissa tehtyihin laskentoihin perustuva menetel- mä on käytännön kannalta nopeampi kuin kukkien ottaminen näytteeksi ja kaikkien ripsiäisten erottelu niistä vasta näytteen- oton jälkeen.

Liima-ansojen käyttö kasvuston ripsiäis- tilanteen kuvastajana on osittain epäluotet- tava. Regressiot ansasaaliin ja kukkien ripsi- äistiheyden välillä saatiin tilanteessa, jossa suurimmat havaitut ripsiäistiheydet olivat 7–10 kpl kukkaa ja 250–300 kpl ansaa kohti viikossa. Alhaisemmilla, kaupallisilla viljelmillä kyseeseen tulevilla tiheyksillä vastaavaa korrelaatiota ei voi havaita, sillä hajonta on liian suuri. Tämä rajaa liima-an- sojen käytön ripsiäisten ilmaantumisaika- kohdan ja populaation muuttumistrendien yleiseen tarkkailuun (vrt. Allen 1998). Kas- veilla olevien ripsiäismäärien ennustaminen kasvihuoneen eri osissa perustuen pelkkään liima-ansaseurantaan on riskialtista. Lisäksi kukkivassa kasvustossa liima-ansat eivät toimi yhtä luotettavasti kuin kukattomassa, sillä kukkien läsnäolo heikentää huomatta- vasti ripsiäisten halukkuutta hakeutua an- soihin (Allen 1998).

Ripsiäisten tarkkailu kukista on kaik- kein luotettavin keino olla selvillä kasvus- ton ripsiäistilanteesta. Ripsiäisiä ei tarvitse välttämättä edes laskea, riittää kun niistä



merkitään muistiin ripsiäisten läsnäolo on/ei ole -periaatteella. Ripsiäisten määrä kukintoa kohti saadaan sen jälkeen laskettua saastuneiden kukkien osuudesta. Escimo-ruusulla em. suhde oli varsin suoraviivainen, mutta se saattaa riippua lajikkeesta, ennen kaikkea kukan väristä, sekä myös vuodenajasta. On/ei -periaatteella tehtävä kukkien tarkastus säästää huomattavasti työaikaa ja voi siten olla varteenotettava vaihtoehto liima-ansojen käytölle. Koska kukkivassa kasvustossa ripsiäiset eivät vielä siirry lehdille kukkien voittumisen kannalta vaarattomilla ripsiäistiheyksillä (kts. s. 16), ripsiäisiä ei tarvitse laskea ruusun lehdistä ollenkaan, mikä vähentää tarkkailuun kuluva työmäärää. Tarvittava näytemäärä suhteessa ruusuhuoneen pinta-alaan ei ole toistaiseksi tiedossa. Yleissääntönä on, että luotettavan tuloksen saamiseksi kukkia on tarkastettava sitä enemmän, mitä vähemmän niissä on ripsiäisiä. Sama sääntö pätee mm. vihannespunkkien vioitusasteen määrittämiseen leikkoruusulla (Sanderson & Zhang 1995).

Escimo-ruusun sadon vioitusaste kasvoi kesällä 1999 lähes kaksi kertaa nopeammin kuin syksyllä 1997 suhteessa kukintojen ripsiäistiheyden kasvuun. Ripsiäiset ovat valoisina ja lämpiminä kesäkuukausina aktiivisempia kuin syksyllä. Syksyllä naaraiden päivittäinen munatuotanto alenee ja ravintoa aktiivisimmin ottavan toisen touk-

ka-asteen kehitysaika pitenee (Brødsgaard 1994). Lyhyen päivän ja tasaisempien lämpötilojen vaikutuksesta kertonee se, että vuoden 1997 syksyllä toukkien osuus laski samalla kun kasveilta laskettujen aikuisten ripsiäisten määrä edelleen kasvoi – tosin osa toukkien osuuden pienentymisestä voi selittyä kahden perättäisen abamektiinikäsitteilyn vaikutuksesta toukkiin. Kesäkuukausien aikana määritetyt vioituskynnysarvot eivät selvästikään riitä ympärivuotisen viljelyn tarpeisiin. Kukintojen ripsiäistiheyden perustuvia vioituskynnysarvoja on siksi kehitettävä tarkemmiksi paitsi erityyppisillä lajikkeilla, myös eri vuodenaikoina kullakin lajikkeella.

Saadut tarkkailutulokset ovat alustavia ja niiden anti on pikemminkin tulevien tutkimusten ohjaaminen tarvittavaan suuntaan kuin käytännön tarkkailumenetelmien esittely. Liima-ansatarkkailua voidaan kuitenkin soveltaa jo nyt esitettyjen tulosten perusteella edellä kerrotuin rajoituksin. Kukkanäytteisiin perustuvaa tarkkailua ja tässä esitettyjä kynnysarvoja voidaan soveltaa toistaiseksi vain Escimo-lajikkeella kesän olosuhteissa. Tämän lajikkeen vioitusherkkyyden huomioiden nyt määritetyt kynnysarvot jättänevät kuitenkin muilla, ripsiäisiä paremmin kestäville lajikkeilla sovellettuina runsaan turvamarginaalin ripsiäisten torjunnan aloittamisesta päätettäessä.

# Kalifornianripsiäisen biologinen torjunta *Amblyseius cucumeris*- ja *Hypoaspis*-petopunkeilla ruukkuruusulta

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Jan Hulshof<sup>1)</sup> & Sari Jaaksi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
[irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [jan.hulshof@mtt.fi](mailto:jan.hulshof@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [sarijaa@jippii.fi](mailto:sarijaa@jippii.fi)

Kalifornianripsäisen biologista torjuntaa ruukkuruusulta tutkittiin 1997 kokeessa, jossa käsittelyinä olivat kontrolli, *A. cucumeris* (Ac) ja Ac+*Hypoaspis miles* (Hm). Käyttömäärät olivat 100 kpl Ac (50+25+25 kpl kahden viikon välein) ja 50 Hm per ruukku kokeen alussa. Ac+Hm teho oli lähes kaikilla käytetyillä mittareilla parempi kuin Hm:n. Ac+Hm alensi lehtien toukka-tiheyttä keskimäärin 71 %, aikuistiheyksiä 81 %, lehtien voittunutta pinta-alaa 57 % ja kokeen lopun ripsiäismääriä/häkki 46 %. Torjuntatehojen pääteltiin olleen Ac:n ansiota, sillä kokeen lopussa Ac+Hm ruukuissa oli Hm-petopunkkeja vain kahdeksasosa Hm-ruukkuihin verrattuna. Ero viit-tasi punkkilajien väliseen epäsuoraan ravintokilpailuun, jolloin Ac:n ravinnonoton jäljiltä Hm:lle ei jäänyt tarpeeksi ravintoa populaationsa kasvattamiseksi.

Vuoden 1999 12 viikkoa kestäneessä kokeessa käsittelyjä oli viisi: 1. kontrolli, 2. *H. aculeifer* (Ha; 50 kpl/ruukku kokeen alussa), 3. Ac (90 kpl lisättynä 10 kpl:n erissä kahden viikon välein), 4. Ac+Ha sekä 5. Ac+Ha toistaen (50 kpl Ha alussa ja kaksi muuta lisäystä kokeen aikana punkkitiheyden pitämiseksi 50 kpl:ssa per ruukku).

Ha-käsittely ei torjunut ripsiäisiä. Käsittelyjen 4 ja 5 parantunut teho suhteessa käsittelyyn 3 tuli näkyviin kokeen lopussa lehtien alentuneena voitus-alana eli mittarilla, joka kumuloituvasti summasi ripsiäisten ravinnonoton intensiteetin. Ha-tiheydet ruukuissa eivät nousseet alkuperäiseen 50 kpl:seen edes käsittelyssä 5. *Hypoaspis*-suvun ja *A. cucumeris* -petopunkkien yhteiskäytön ruukkuruusulla pääteltiin olevan turhaa, koska *Hypoaspikset* eivät joko lisäänty kunnolla mahdollisesta epäsuorasta ravintokilpailusta johtuen tai niiden tuottama lisäteho on liian pieni kattaakseen käyttökustannukset.

## 1 Johdanto

Gillespie & Quiring (1990) ilmaisivat ensimmäisinä ajatuksen, että kr:n biologista torjuntaa voitaisiin tehostaa käyttämällä yhtä aikaa kasvualustassa ja kasvustossa saalistavia petoja. Kr:n torjumiseksi kasvualustasta on vaihtelevalla menestyksellä kehitetty hyönteispatogeenisiä sieniä (Sermann & Kästner 1994; Helyer et al. 1995; Vester-

gaard et al. 1996; Anttila 1997; Lövhult 1998), sukkulamatoja (Tomalak 1994; Helyer et al. 1995; Chyzik et al. 1996) ja *Hypoaspis (Gaeolaelaps)*-suvun petopunkkeja (Gillespie & Quiring 1990). Näistä torjuntaeliöistä *Hypoaspis*-suvun petopunkit on tarkoitettu ensi sijassa harsosääskien (Chambers & Wright 1993; Enkegaard et al. 1997; Ydergaard et al. 1997) ja sipulipunkkien torjuntaan (Lesna et al. 1996).

*Hypoaspis*-punkit soveltuvat ennakkotorjuntaan, koska aikuiset punkit säilyvät hengissä 3 viikkoa täysin ilman ravintoakin, ja jopa 6–7 viikkoa, jos ne saavat syödä ensimmäisen viikon aikana (Wright & Chambers 1994). Niitä myydään myös kr:n ennakktorjunnassa käytettäväksi, vaikka niiden tehosta kasvualustassa elävien kr:n kehitysasteiden torjujina on vain vähän tietoa. Kanadassa kasvihuonekurkulla on saatu noin 70 %:n torjuntatulos kolmessa viikossa käytettäessä 1600 punkkia per 22 litran ruukku (Gillespie & Quiring 1990). Tämä vastaa arviolta 22 500 petoa hyötyneliötä kohti! MTT:n kokeissa osoitettiin 1996, että ainakin *Hypoaspis miles* alentaa kr:n määriä paavalinkukalla noin 50 %:sti verrattuna käsittelemättömään kontrolliin, kun punkit lisättiin kertalevityksenä ruukkuihin neljän kuukauden mittaisen kokeen alussa (Anttila 1997). Em. torjuntateho näkyi 8 viikon kuluttua punkkien lisäämisestä ruukkuihin. Anttila (1997) osoitti myös, että punkkimäärän suurentaminen 50:stä 100:aan per litran ruukku ei tehostanut torjuntaa. 50 punkkia vajaan litran ruukkua kohti (halk. 11 cm) tekee noin 4400 punkkia nettohyötyneliötä kohti, mikä on vain noin 20 % Gillespie & Quiringin (1990) käyttämästä määrästä.

Sekä *H. miles* että *H. aculeifer* -lajit syövät laboratorio-olosuhteissa kr-koteloita. Syö-

dyt määrät vuorokautta kohti ovat olleet keskimäärin 1–3 kpl riippuen punkkilajista ja siitä, mitä muuta saalista niillä on ollut samanaikaisesti saatavilla (Brødsgaard et al. 1994; Sandra Mulder, Koppert B.V., suullinen tieto). *Hypoaspis*-punkit ovat hyvin moniruokaisia (esim. Ragusa et al. 1986), joten ne voivat lisääntyä kasvualustassa ilman ripsiäisiäkin.

Kasvualustassa saalistavien kr:n torjuntaeliöiden yhteiskäyttöä kasvustoon levitetävien torjuntaeliöiden kanssa ei ollut tutkittu meidän tutkimusprojektimme alkaessa. Biologisen torjunnan koe kahden punkkilajin yhteiskäytöstä aloitettiin ruukkuruusulla tehdyllä esikokeella keväällä 1997, jotta punkkien tehosta saataisiin ensin käsitys yksinkertaisemmassa viljelysysteemissä ennen siirtymistä leikkoruusulle. Ensimmäisessä kokeessa käytettiin *H. miles* -lajia, joka oli 1997 kaupallisesti saatavilla. Projektin aikana myyntiin tuli myös *H. aculeifer*, joka lisääntyy jonkin verran *H. miles* -lajia nopeammin (ks. Barker 1969; Lobbes & Schotten 1980; Chi 1981; Zedan 1988; Enkegaard et al. 1997; Ydergaard et al. 1997). Eräät laboratoriokokeet ovat myös osoittaneet sen saalistavan ripsiäiskoteloita tehokkaammin (Sandra Mulder, Koppert B.V., suullinen tieto), mutta kaikki tulokset eivät tue tätä (Jude Bennison, ADAS, UK, suullinen tieto). *Hypoaspis aculeifer* -lajia käytettiin 1999 ruukkuruusulla tehdyssä toisessa kokeessa, jossa testattiin punkkien kahta eri levitysstrategiaa perustuen ensimmäisessä kokeessa saatuihin tuloksiin. Kasveille levitettävänä torjuntaeliönä käytettiin *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeja, jotka ovat yleisimmin kr:n torjunnassa käytettyjä torjuntaeliöitä sekä kasvihuonevihanneksilla että koristekasveilla.

## 2 Esikoe ruukkuruusulla 1997: *Hypoaspis miles* ja *Amblyseius cucumeris* yhdessä ja erikseen kalifornianripsisiäisen torjuntaeliöinä

### 2.1 Aineisto ja menetelmät

Koe tehtiin häkkikokeena 0,6 m<sup>2</sup>:n suuruisissa ja 80 cm korkeissa, harsokattoisissa pleksihäkeissä. Jokaisessa häkissä oli 5 pienilehtistä ruukkuruusua styroxlevyn päällä vedellä täytetyllä metallitarjottimella. Ruu-

suja viljeltiin normaalin viljelykäytännön mukaisesti. Koe kesti 14 viikkoa (25.3.–9.7). Koehuoneen lämpö säädettiin 20 asteeksi. Keskilämpötila oli välillä 20,1–23 °C kaikkina muina viikkoina paitsi koeviikolla 10, jolloin se nousi 25,4 asteeseen. Päivälämpötilojen maksimien keskiarvo oli välillä 21–26 °C kaikkina muina koeviikkoina paitsi koeviikolla 6 (26,7 °C) ja 10 (31,6 °C). Ruusut saastutettiin koeviikolla 0 ja 3 kalifornianripsisiäisillä. Torjuntaeliöiden levitykset aloitettiin koeviikolla 4. Käsittelyjä oli kolme (Taulukko 9).

Leseessä toimitetut *Amblyseius cucumeris* -punkit levitettiin kasveille laitetun pienen harsokangaspalan päälle, josta ne hakeutuivat kasveille. *Hypoaspis miles* -punkit ripoteltiin kantoaineena toimineessa vermikuliitissa ruukkuun turpeen päälle.

Käsittelyjen vaikutusta mitattiin seuraavilla mittareilla:

- 1) Ripsisiäisaikuiset ja -toukat sekä *A. cucumeris*-petojen liikkuvat asteet lehtinäytteistä (yksi 3-lehdykkäinen lehti per

**Taulukko 9.** Eri käsittelyihin levitetyt torjuntaeliömäärät vuoden 1997 biologisen torjunnan kohteessa yhtä ruukkuruusua kohti. Hinnat ilman ALV:a.

**Table 9.** Application rates of predators per pot and treatment costs in 1997 biocontrol experiment conducted in insect cages with potted roses as crop. Prices without VAT.

Käsittely/ Treatment	Koeviikko Experimental week			Yhteensä (kpl) Total	Hinta mk/ ruukku <sup>1</sup> FIM per pot
	4	6	8		
1. Kontrolli/control (7 häkkiä/cages)	-	-	-	-	
2. <i>H. miles</i> (Hm) (6 häkkiä/cages)	50 kpl/ruukku (pot)	-	-	50 Hm <sup>2</sup>	0,559
3. Hm1x+ <i>A. cucumeris</i> (Ac) (5 häkkiä/cages)	50 kpl Hm/ruukku (pot) 50 kpl/Ac/kasvi (plant)	25 kpl Ac/kasvi (plant)	25 kpl Ac/kasvi (plant)	50 Hm <sup>2</sup> 100 Ac	0,755

<sup>1</sup> petojen kappalehinnat perustuen vuoden 2000 keskimääräisiin, torjuntaeliöiden maahantuojien ilmoittamiin viljelijähintoihin ilman ALV:a/price of predators (FIM/one predator) as given by importers in 2000 without VAT

<sup>2</sup> nettohyötyneliötä kohti määrä vastaa 4400 kpl petoja/m<sup>2</sup> (equivalent to 4400 predators/net area of potted peat surface)

kasvi jokaisesta häkistä eli 5 lehteä per häkki) joka toinen viikko.

- 2) Aikuisten ja toukkien määrä/nappu joka toinen viikko
- 3) Ripsiäisten voittama absoluuttinen ja suhteellinen lehtipinta-ala, joka mitattiin kuva-analysaattorilla
- 4) kasvien kuivapaino kokeen lopussa.
- 5) aikuisten määrä/häkki kasvien poistamisen jälkeen kokeen lopussa. Ripsiäiset pyydystettiin kahteen siniansaan 5 päivän aikana.
- 6) *H. miles*-punkkien määrä/ruukku kokeen lopussa. Punkit eroteltiin Tullgren-suppilolaitteella (ajoaika 24 tuntia). Erotteluun käytettiin puolet eli ylin osa ruukkujen turvetilavuudesta, jossa suurin osa punkeista on (Chambers et al. 1993). Laitteen erotteluteho ( $70 \pm 2,7$  %) määritettiin erikseen erottelemalla tunnettu määrä punkkeja kasvuturpeesta. Yhteensä tutkittiin 8 kontrolliruukun, 12 *Hypoaspis*-ruukun ja 9 *Hypoaspis-Amblyseius* -ruukun punkkimäärät (1–2 ruukku/häkki).

Tuloksiin sovellettiin jakaumatarkasteleluja, minkä jälkeen tilastolliset analyysit tehtiin varianssianalyysillä käyttäen joko alkuperäisiä tai logaritmi- tai neliöjuurimuunnettuja arvoja jakaumien normalisointiseksi. Pareittaiset vertailut tehtiin tarvittaessa Student-Newman-Keuler -testillä (riskitaso 5 %). Ellei jakaumaa saatu muunnoksikin korjattua normaalijakauman mukaiseksi, analyysit tehtiin ei-parametrisellä Kruskal-Wallis -testillä ja pareittaiset vertailut Wilcoxonin järjestyssummatestillä (riskitaso 5 %). Ripsiäisten saastuttamien lehtinäytteiden ja nappujen osuutta eri käsittelyissä verrattiin  $X^2$ -testillä.

## 2.2 Tulokset

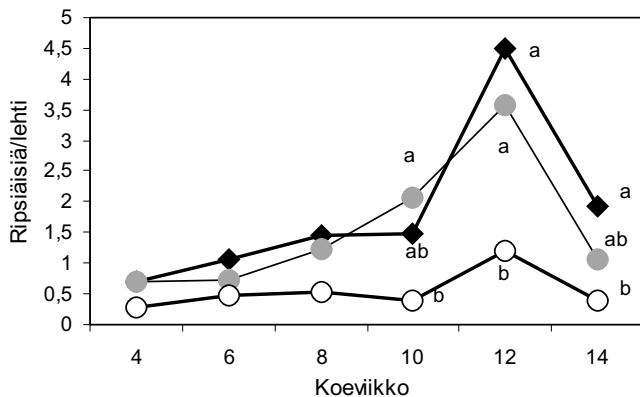
### 2.2.1 Ripsiäismäärien kehitys lehdillä ja nupuissa, lehtivioitus, kasvien kuivapaino ja häkkien ripsiäispopulaatio kokeen lopussa

Kokeen alkaessa ripsiäisiä oli kaikkien käsittelyjen häkeissä saman verran (Kuva 14). Ripsiäisten saastuttamien lehtien osuus kasvoi kontrolli- ja Ha-häkeissä alun 25–37 %:sta maksimissaan 88–91 %:iin. Ha1x+Ac -häkeissä se nousi korkeimmillaan 57 %:iin ja oli ensimmäisen näytteenoton jälkeen aina merkitsevästi pienempi kuin kontrollihäkeissä.

Punkkien yhteiskäyttö alensi toukkien määrää lehdillä kokeen loppupuolella torjuntatehon ollessa 69–79 %. Aikuisten ripsiäisten lehtikohtaiset määrät eri käsittelyissä eivät eronneet toisistaan johtuen suuresta hajonnasta, vaikka punkkeja saaneissa käsittelyissä aikuisia olikin kokeen loppupuoliskolla Hm+Ac-käsittelyssä vähemmän kuin kontrollissa. Toukkien ja aikuisten yhteismäärien perusteella punkkien yhteiskäytön torjuntateho oli 73–79 % kolmena viikkona kokeen loppupuolella (Kuva 14).

Nupuista oli torjuntaeliölevitysten alkaessa saastuneita jo 57–63 %. Saastuneiden nappujen osuus kontrollihäkeissä nousi kokeen kuluessa lähes 90 %:iin, mutta pysyi petopunkkien yhteiskäyttöhäkeissä alkuuperäisellä tasolla, samaten Hm-käsittelyssä lukuunottamatta kesäkuun 6. päivän näytteenottoa. Tilastollisia eroja suhteessa kontrolliin oli kuitenkin vain viimeisenä näytteenottokertana. Nupuista löytyneiden ripsiäisten määrät eri käsittelyissä erosivat toisistaan merkitsevästi vain koeviikolla 10, jolloin *Hypoaspis*-häkkien nupuissa oli 44 % ja Ha1x+Ac -häkkien nupuissa 71 % vähemmän ripsiäisiä kuin kontrollihäkeissä.

Ripsiäisten voittaman lehtialan osuus kasvoi kontrollihäkeissä alun 1,5 %:sta loppuun 21 %:iin (Kuva 15a). Tällä mittarilla mitattuna Hm-Ac -käsittely torjui ripsiäiset noin 50 %:sti ja Hm 20 %:sti. Torjunta-



**Kuva 14.** Ripsiäistoukkien ja -aikuisten yhteenlasketut määrät lehdillä vuoden 1997 ruukkuruusukokeessa. Eri kirjaimilla merkityt käsittelyt kunakin näytteenottopäivänä eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi 5 %:n riskitasolla (ei-parametrinen Kruskal-Wallis testi ja pareittainen vertailu Wilcoxonin järjestyssummatestillä).

**Figure 14.** Number of thrips (larvae plus adults) per leaf in the 1997 pot rose experiment. Values are means for five (untreated control), seven (*H. miles*) and six (*H. miles* + *A. cucumeris*) cages. Means with different letters within sampling days differ statistically significantly at  $P < 0.05$  non-parametric Kruskal-Wallis test followed by pairwise comparisons by Wilcoxon rank sum test).

teho voituslalla mitattuna oli punkkien yhteiskäyttöhäkeissä 41–67 % ja Hm-häkeissä 26–42 % koeviikosta riippuen (Kuva 15b). Hm-käsittelyssä vaikutus tuli näkyviin myöhemmin kuin punkkien yhteiskäyttöhäkeissä eikä tehoa suhteessa kontrolliin ollut enää nähtävissä viimeisenä näytteenottokertana.

Kontrollihäkeissä kasvien kuivapaino oli keskimäärin  $13,1 \pm 2,4$  grammaa ja Hm-häkeissä  $14,3 \pm 2,3$  g eivätkä ne eronnet toisistaan. Sen sijaan punkkien yhteiskäyttöhäkeissä kasvit painoivat merkitsevästi enemmän kuin kahdessa muussa käsittelyssä eli  $17,9 \pm 3,5$  g (varianssianalyysi SAS:n GLM-ohjelmalla,  $F_{\text{käsittely}} = 4,58$ ,  $p = 0,0281$ ).

Kontrollihäkeissä siniansaan tuli 5 päivän aikana keskimäärin  $345 \pm 155$  ripsiäistä, Hm-häkeissä  $205 \pm 112$  kpl ja punkkien yhteiskäyttöhäkeissä  $164 \pm 150$  kpl. Käsittelyjen välillä oli merkitseviä eroja (varianssianalyysi logaritimuunnetuilla ar-

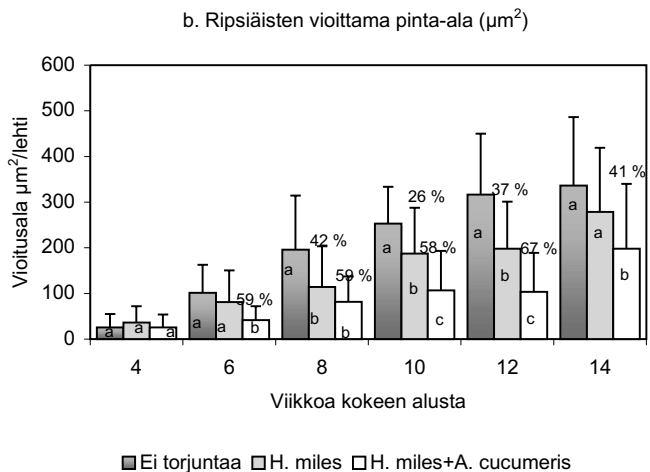
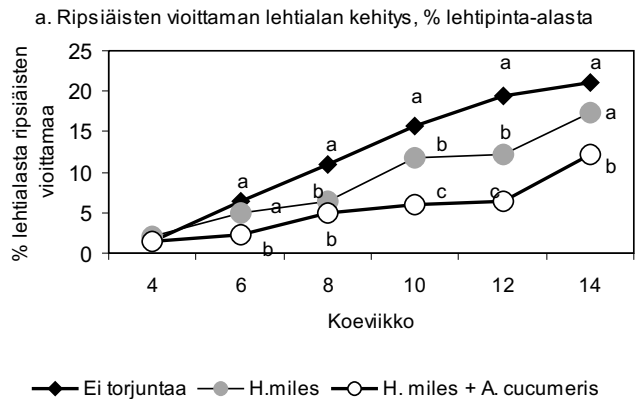
voilla,  $F_{\text{käsittely}} = 3,91$ ,  $p = 0,0246$ ). Punkkien yhteiskäyttöhäkeissä ripsiäismäärä oli merkitsevästi eli 46 % pienempi kuin kontrollihäkeissä (pareittainen vertailu SNK-testillä riskitasolla 5 %). Hm-häkkien ripsiäismäärät eivät eronnet kontrollista eikä yhteiskäsittelystä.

### 2.2.2 *Hypoaspis*-petopunkkien määrä ruukuissa kokeen lopussa

Kokeen lopussa kontrollihäkkien tarkasteista ruukuista löytyi keskimäärin  $0,9 \pm 2,01$  *H. miles* -yksilöä, Hm-häkkien ruukuista  $81,9 \pm 53,5$  kpl (8600 kpl/nettohyötyneliö) ja *Hypoaspis-Amblyseius* -ruukuissa  $10,5 \pm 12$  kpl (1155 kpl/nettohyötyneliö). Punkkien määrät erosivat merkitsevästi toisistaan kaikkien käsittelyjen välillä (ei-parametrinen Kruskal-Wallis testi:  $X^2 = 23,84$ ,  $p = 0,0001$  ja  $p < 0,0029$  kaikille pareittaisille vertailuille).

**Kuva 15.** Ripsiäisten voittaman lehtipinta-alan kehitys vuoden 1997 ruukkuruusukokeessa. (a) voittuneen alan suhteellinen osuus lehden pinta-alasta; (b) voittuneen alan pinta-ala mikroneliömetreinä ( $\mu\text{m}^2$ ). Kuvassa b eri kirjaimilla merkityt pylväät eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi 5 %:n riskitasolla (varianssianalyysi logaritimuunnetuilla arvoilla ja pareittainen vertailu Student-Newman-Keuler -testillä). Prosentit ilmoittavat torjuntatehon suhteessa käsittelemättömään kontrolliin silloin, kun vioitusala oli merkitsevästi pienempi kuin kontrollissa. Janat osoittavat keskihajonnan.

**Figure 15.** Development of leaf area showing thrips damage in the 1997 pot rose experiment. (a) damaged leaf area as proportion of total area; (b) damaged area in  $\mu\text{m}^2$ . In 15b, columns marked with different letters within the sampling days differ statistically significantly at  $P < 0.05$  (analysis of variance with logarithmic values to normalize the distribution, followed by pairwise comparison using Student-Newman-Keuler test). Percentages show control efficacy in respect of untreated control on those sampling days when damaged leaf area in the treatments was significantly less than in the untreated control. Bars show standard deviation.



### **3 Biologisen torjunnan koe ruukkuruusulla 1999: *Hypoaspis aculeifer* ja *Amblyseius cucumeris* yhdessä ja erikseen kalifornianripsiaisen torjuntaeliöinä**

#### **3.1 Aineisto ja menetelmät**

Vuoden 1999 kokeeseen sisällytettiin kaksi eri tapaa petopunkkien yhteiskäytölle. Tämä johtui siitä, että vuoden 1997 ruukkuruusukokeen tulokset viittasivat siihen, että *Hypoaspis*-punkit kärsivät epäsuorasta ravintokilpailusta käytettäessä niitä yhtä aikaa *A. cucumeris* -punkkien kanssa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa *H. aculeifer* -punkit lisättiin ruukkuihin kertakäsittelynä kokeen alussa, ja toisessa niitä lisättiin ruukkuihin vielä kokeen kuluessa niin, että ruukkukohtainen punkkimäärä olisi ollut koko ajan vähintään 50 kpl. *Hypoaspis miles* -lajin asemesta käytettiin *H. aculeifer* -lajia johdannossa mainituista syistä. Kokeeseen sisällytettiin nyt myös pelkillä *A. cucumeris*-pedoilla käsitellyt ruusut.

Viisi ruukkuruusua (lajike Mandy Kordana) laitettiin esikokeessa kuvattuihin pleksihäkkeihin, joissa ruukut seisoiivat kasvihuonepöydällä. Koe toteutettiin luonnonvalossa ja ruusuja kasteltiin ja lannoitettiin kuten vuoden 1997 ruukkuruusukokeessa. Koe alkoi 31.3., jolloin ruusut saastutettiin kr:llä. Ruusut latvottiin 20.5. Mandy Kordana kasvoi nopeasti niin, että

kasvit täyttivät häkit lopulta kokonaan. Ruusuja kasteltaessa pöydän pinta oli veden lisäämisen jälkeen paikoitellen veden peitossa.

Häkkeihin ilmaantuneet vihannespunkit torjuttiin *Phytoseiulus persimilis*-petopunkkeilla. Koehuoneen lämpötila oli säädetty 18 asteeseen. Keskilämpötila pysytteli 19–22 asteessa viikolle 23 saakka, mutta oli kolmena viimeisenä koeviikkona 23–25 astetta.

Käsittelyjä oli viisi (4 häkkiä/käsittely) (Taulukko 10). Torjuntaeliöt levitettiin kuten on kuvattu sivulla 50.

*Hypoaspisten* määrän seuraamiseksi ruukuista otettiin turvetta juuri ennen punkkien lisäämistä ja sen jälkeen kolmen viikon välein. Kaikilla muilla paitsi viimeisellä näytteenottokerralla näytteeksi otettiin turvetta neljästä ruukusta per häkki 3 cm:n syvyydeltä neljäsosan alalta ruukun pintaa. Saman häkin ruukuista otetut näytteet yhdistettiin ja punkit eroteltiin Tullgrenin erottelulaitteessa. Viimeisellä näytteenottokerralla 3 cm:n turvekerros poistettiin kaikkien häkkien jokaisesta ruukusta ruukun koko alalta. Erottelulaitteen erottelu-teho (77 %) määritettiin erikseen kokeessa käytetylle kasvualustalle Tullgren-laitteen 24 tunnin ajoajalla.

Käsittelyjen vaikutusta mitattiin seuraavilla mittareilla:

- 1) ripsiäismäärät lehdillä ja nupuissa ja ripsiäisten saastuttamien lehtien ja nuppujen osuus kahden viikon välein otetuista näytteistä (3 lehteä/kasvi/häkki eli yht. 15 lehteä/häkki, yhden kasvin lehdiltä ripsiäiset summattiin; 2 nuppua/kasvi/häkki eli yht. 10 nuppua/häkki).
- 2) ripsiäisten voittama lehtipinta-ala perustuen viikkojen 18 ja 24 lehtinäytteisiin yhdeltä lehdeltä per kasvi/häkki (=yht. 5 lehteä/häkki).
- 3) aikuisten ripsiäisten määrä/häkki kokeen lopussa ruusujen poistamisen jälkeen kuten 1997.



**Taulukko 10.** Eri käsittelyihin levitetty torjuntaeliömäärät ja hinnat vuoden 1999 biologisen torjunnan kokeessa yhtä ruukku kohti. Hinnat ilman ALV:a.

**Table 10.** Application rates of predators and treatment costs per pot in 1999 pot rose experiment. Prices without VAT.

Käsittely Treatment	Viikko Week						Yhteensä (kpl) Total	mk/ ruukku <sup>1</sup> FIM/pot
	13	15	17	19	21	23		
1. Kontrolli/ control	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>H. aculeifer</i> (Ha)	50	-	-	-	-	-	50 Ha <sup>2</sup>	0,559
3. <i>A. cucumeris</i> (Ac)	10	10	10	20	20	20	90 Ac	0,176
4. Ha1x+Ac	50 Ha 10 Ac	10 Ac	10 Ac	20 Ac	20 Ac	20 Ac	50 Ha <sup>2</sup> 90 Ac	0,735
5. Ha-toist+Ac (Ha repeatedly)	50 Ha 10 Ac	10 Ac	10 Ac	33-50 Ha, 20 Ac	20-38 Ha, 20 Ac	20 Ac	103-138 Ha <sup>3</sup> 90 Ac	1,33-1,72

<sup>1</sup> selitys kts. Taulukko 9.(for explanation, see Table 9)

<sup>2</sup> 4400 petopunkkia per nettohyöty-m<sup>2</sup> (equivalent to 4400 predators/net area of potted peat surface)

<sup>3</sup> 9100-16 600 petopunkkia per nettohyöty-m<sup>2</sup> (equivalent to 9100-16 600 predators/net area of potted peat surface)

## 3.2 Tulokset

### 3.2.1 Ripsiäismäärät, voittunut lehtiala ja häkkien ripsiäispopulaatio

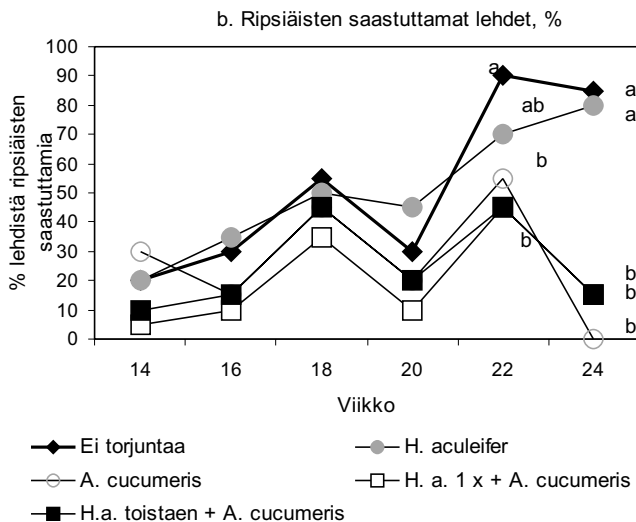
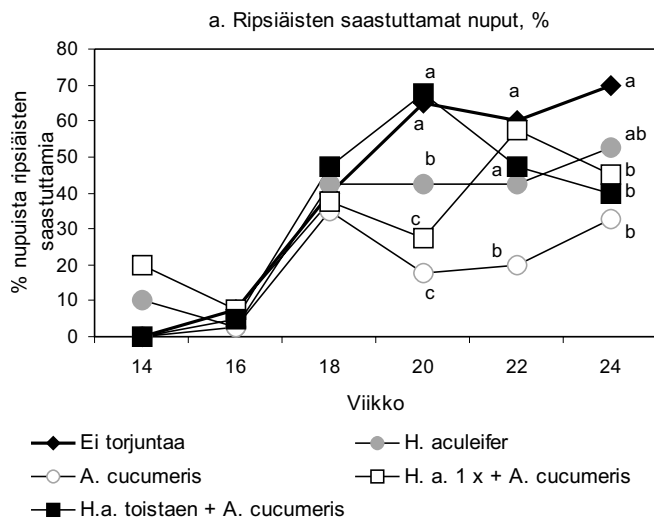
Ac-käsittely piti saastuneiden nuppujen määrän merkittävästi pienempänä kontrolliin verrattuna koko kokeen ajan viikosta 20 alkaen (Kuva 16a). Ac-Ha-käsittelyissä teho oli saastuneiden nuppujen määrällä mitattuna vaihteleva, mutta viimeisellä näytteenotokerralla saastuneiden nuppujen määrä oli niissäkin pienempi kuin kontrollissa. *Hypoaspikset* yksinään alensivat saastuneiden nuppujen määrää vain näytteenottoviikolla 20. Nuppukohtaisten ripsiäismäärien vaihtelu häkkien välillä oli liian suuri, jotta erot eri käsittelyjen välillä olisivat olleet merkittäviä.

Ripsiäisten saastuttamien lehtien osuudella mitattuna kaikki *Amblyseiuksia* saaneet käsittelyt alensivat saastuneiden lehtien määrää merkittävästi kahtena viimeisenä näytteenotokertana. Kokeen lopussa saastuneita lehtiä oli enää 0–15 % kaikissa *Amblyseiuksia* saaneissa käsittelyissä (Kuva 16b). *Hypoaspikset* yksinään eivät alentaneet

saastuneiden lehtien määrää. Lehtien ripsiäistiheyttä *Amblyseiuksia* saaneet käsittelyt alensivat merkittävästi vasta viimeisellä näytteenotokerralla torjuntatehon ollessa 92–100 % (Kuva 16b).

Ensimmäisellä mittauskerralla lehtien voitusalat eivät eronneet käsittelyjen välillä merkittävästi. Kokeen lopussa pelkkiä *Amblyseiuksia* saaneissa häkeissä torjuntateho oli 66,5 %, mikä oli merkittävästi pienempi kuin kontrollin tai *Hypoaspis*-käsittelyn (Kuva 17). *Hypoaspisten* ja *Amblyseiusten* yhteiskäyttöhäkeissä torjuntateho voittuneella lehtipinta-alalla mitattuna suhteessa kontrolliin oli 76 ja 89 %; nämä tehot olivat merkittävästi paremmat kuin pelkkiä *Amblyseiuksia* saaneissa häkeissä. Yhteiskäsittelyjen voittunut lehtiala oli 30 % ja 61 % pienempi kuin pelkkiä *Amblyseiuksia* saaneissa häkeissä.

Käsittelyjen välillä oli merkittäviä eroja kokeen lopussa siniansoihin tulleiden ripsiäisten määrissä (varianssianalyysi,  $F_{\text{käsittely}} = 9,78$ ,  $p = 0,0004$ ). Kokeen lopussa kontrollihäkeissä tuli siniansoihin keskimäärin  $631 \pm 249$  ripsiäistä/häkki (neljän häkin keskiarvo  $\pm$  keskihajonta), Ha-käsittelyssä



**Kuva 16.** Ripsiäisten saastuttamien nuppujen (a) ja lehtien (b) osuus vuoden 1999 ruukkuruusukokeessa. Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi riskitasolla 5 % ( $\chi^2$ -testi tai Fisherin nelikenttätesti).

**Figure 16.** Proportion of thrips infested (a) buds and (b) leaves in the 1999 pot rose experiment. In 16b, the sampling unit was three leaves per plant. Means with different letters within sampling days differ statistically significantly ( $\chi^2$  test of Fisher's test). "H.a. 1x" = *Hypoaspis aculeifer* applied once at the beginning of the experiment; "H.a. toistaen" = *H. aculeifer* was applied both at the beginning of the experiment and in weeks 19 and 21.

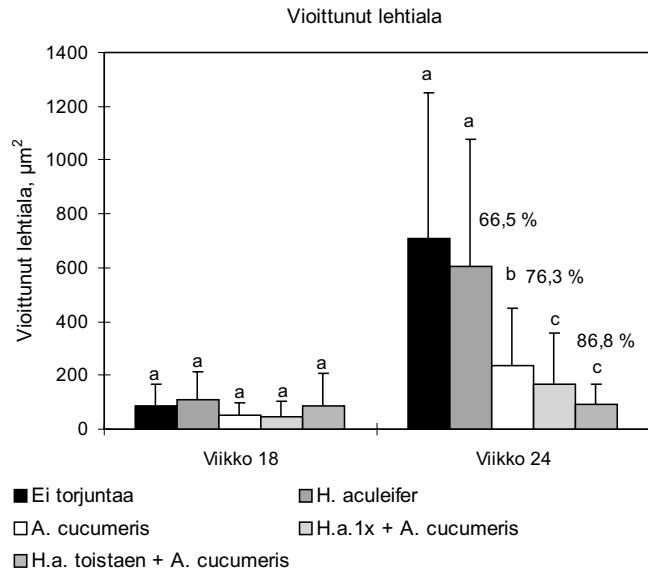
287 ± 177 kpl (torjuntateho 54,5 %), Ac-käsittelyssä 72 ± 40 kpl (torjuntateho 88,6 %), Ha1x+Ac -käsittelyssä 164 ± 106 kpl (torjuntateho 74 %) ja Ha-toist+Ac-käsittelyssä 78 ± 62 kpl (torjuntateho 87,6 %). *Hypoaspisten* ja *Amblyseiusten* yhteiskäyttö ei tällä mittarilla mitattuna tehostanut torjuntaa pelkkien *Amblyseiusten* käyttöön verrattuna. Tätä mittaria käyttäen pelkkien *Hypoaspisten* käyttö tuotti kuitenkin selvän torjuntatuloksen.

### 3.2.2 *Hypoaspis*-määrät ruukuissa kokeen aikana

*Hypoaspis*-määrät kasvoivat odotetusti nopeimmin käsittelyssä, jonka ruukkuihin punkkeja lisättiin kaksi kertaa kokeen alkamisen jälkeen. Tässäkin käsittelyssä punkkimäärät pysyivät kuitenkin koko kokeen ajan alle 20 kpl:een/ruokku toistolisäyksistä huolimatta, eivätkä määrät eronneet merkitsevästi muista *Hypoaspiksia* saaneista

**Kuva 17.** Ripsiäisten vioittama lehtipinta-ala (mikroneliometriä per lehti) vuoden 1999 ruukkuruusukokeessa kahdella eri näytteenotokerralla. Janat osoittavat keskihajonnan. Tilastollinen analyysi varianssianalyysillä logaritmimuunnetuilla arvoilla, pareittainen vertailu SNK-testillä. Eri kirjaimilla merkityt pylväät eroavat tilastollisesti merkitsevästi vähintään 5 %:n riskitasolla.

**Figure 17.** Leaf area damaged by thrips (in  $\mu\text{m}^2$ ) in the 1999 pot rose experiment. Columns are means of four cages. Bars show standard deviation. Columns marked with different letters within the sampling days differ statistically significantly at  $P < 0.05$  (analysis of variance with logarithmic values to normalize the distribution, followed by pairwise comparison using Student-Newman-Keuler test).



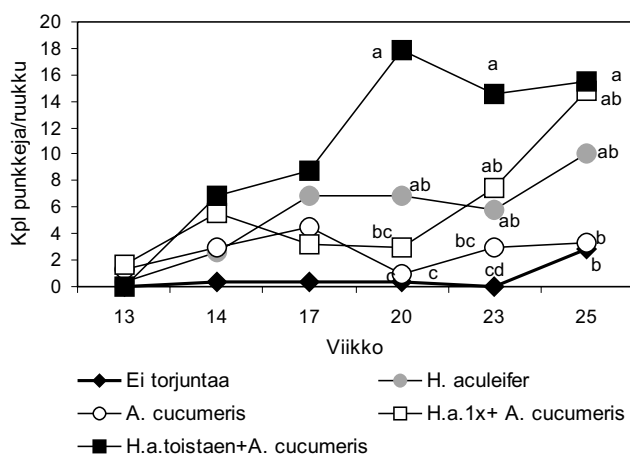
käsittelyistä (Kuva 18). Viikon 21 viimeisen toistolisäyksen jälkeen määrät eivät Hatoist+Ac -käsittelyssäkään nousseet enää viikon 20 näytteenotossa havaitusta maksimista. Maksimimäärät eli noin 15 punkkia per ruukku vastaavat noin 1575 punkkia per kasvualueen hyötyneliö. *Hypoaspis aculeifer* -punkkeja löytyi nytkin hieman kontrollihäkkien ja *Amblyseius*-käsittelyistä.

## 4 Tulosten tarkastelu

*Hypoaspis aculeifer* ja *Amblyseius cucumeris*-petopunkkien yhteiskäyttö lisäsi kr:n torjuntatehoa vain marginaalisesti ja vain vioittuneella lehtialalla mitattuna vuonna 1999 toteutetussa kokeessa. Vioittunut lehtiala kerää kumulatiivisesti ripsiäisten vioituksen kokeen ajalta ja oli siinä mielessä herkin heijastamaan ripsiäisten määrän vaihtelua eri

käsittelyissä.

Tehdyt kaksi koetta osoittivat, että jos yksinään sekä *H. miles* että *H. aculeifer* pystyivät alentamaan kr:n määrää. *Hypoaspis miles* -lajin teho 1997 kokeessa oli selvempi kuin *H. aculeifer* lajin teho vuoden 1999 kokeessa, mutta tehokkuuseron ei voi näiden kokeiden perusteella sanoa johtuvan punkkilajista, vaan mitä todennäköisimmin erilaisista punkkimääristä ja koeolosuhteista. *Hypoaspis aculeifer* lisääntyi vuoden 1999 kokeessa huonommin kuin *H. miles* 1997 todennäköisesti epäedullisten kasteluolosuhteiden takia. Toinen syy ruukkujen alhaisiin *H. aculeifer* -määriin 1999 saattoi olla se, että petopunkkeja oli paitsi ruukuissa, myös ruukkujen ulkopuolella pöydillä. Ripsiäisiä tippui koteloitumaan todennäköisesti myös pöydän pinnalle, jossa myös osa petopunkkeista oli ehkä tullut mukaan näytteisiin. *Hypoaspis*-punkkien on osoitettu leviävän yhdestä käsitellystä ruukusta käsittelemät-



**Kuva 18.** Hypoaspis aculeifer -määrät ruukku kohti kokeen aikana eri käsittelyissä vuoden 1999 ruukku-ruusukokeessa. Eri kirjaimilla merkityt keskiarvot havaintoviikoittain eroavat toisistaan merkitsevästi 5 %:n riskitasolla (Kruskal-Wallis testi ja pareittainen vertailu Wilcoxonin järjestyssummatestillä).

**Figure 18.** Number of *H. aculeifer* per pot during the 1999 pot rose experiment. Values are means of four cages per treatment. In all except the last week, a quarter of the surface soil to a depth of about 3 cm was taken from four pots per cage and pooled for extraction in Tullgren funnels. In the last week, soil was taken from all five pots per cage and extraction was done separately for all pots. Means with different letters within sampling weeks differ statistically significantly at  $P < 0.05$  (non-parametric analysis of variance with Kruskal-Wallis test, followed by pairwise comparison with Wilcoxon rank sum test).

tömiin jo kahdessa päivässä vierekkäisten ruukkujen koskettaessa toisiaan. Pedoista 75–90 % pysyttelee tällöin ruukkujen mullassa, mutta 10–25 % kulkeutuu ruukkujen ulkopinnalle ja etenkin ruukkujen alle. (Gripwall 1995). Vuonna 1997 käytetty lajike oli kasvutavaltaan paljon tiiviimpi eikä lehtimassa ulottunut samassa määrin ruukun reunojen ulkopuolelle kuin Mandy Kordanalla. Tällöin suurin osa ripsiäisistä lienee koteloitunut ruukkuihin, mikä piti myös *H. miles* -pedot niissä.

Vuonna 1997 päätelmät *H. miles* ja *A. cucumeris* -punkkien vaikutuksesta yhteiskäyttöhäkkien torjuntatulokseen oli tehtävä epäsuorasti koeasetelman epätäydellisyyden vuoksi. Ripsiäistoukkien määrä *H.*

*miles* käsittelyssä ei alentunut kontrolliin verrattuna. Tämä on ymmärrettävää, koska ripsiäistoukkiin ei *H. miles* -käsittelyssä kohdistunut saalistusta. Hm1x+Ac häikeissä ripsiäistoukkia oli sen sijaan vähemmän kuin kontroleissa. *Amblyseius cucumerishan* saalistaa lähinnä toukkavaiheen ripsiäisiä. Aikuisten määrän sen sijaan olisi pitänyt alentua kummassakin petokäsittelyssä: *H. miles* -häikeissä siksi, että pedot saalistivat maassa kotelaita estäen niiden aikuistumisen, ja yhteiskäyttöhäikeissä siksi, että pedot saalistivat sekä toukkia että kotelaita ennen niiden aikuistumista. Aikuisten määrä alenikin molemmissa punkkikäsittelyissä, mutta toukka- ja kotelovaiheen yhtäaikainen saalistus ei vähentänyt aikuisten mää-

rää enemmän kuin pelkkä koteloihin kohdistuva saalistus. Tähän oli todennäköisimmin syynä se, että kokeen kuluessa *H. milet* määrät pienenevät punkkien yhteiskäyttöhäikeissä selvästi alle sen, mitä havaittiin Hm1x - ruukuista kokeen lopussa. Käytännössä siis Hm1x+Ac -käsittelyn torjuntatulosta oli *A. cucumescikten* ansiota.

*H. poatpit* *milet* punkkien määrän vähentyminen punkkien yhteiskäyttöhäikeissä viittasi petopunkkilajien väliseen epäsuoraan ravintokilpailuun. *A. cucumescit* -petopunkit näyttivät saalistaneen toukat niin vähiin, ettei kasvualustassa eläville *H. milet* -pedoille jäänyt tarpeeksi ravintoa. Samaa ilmiötä ei kuitenkaan havaittu vuoden 1999 kokeessa, jossa torjuntaeliönä oli *H. acvleifes*. Ero vuoden 1997 kokeen tuloksiin nähdessä saattoi johtua kahdesta eri syystä. Ensimmäkin *H. acvleifes* voi pystyä ylläpitämään lukumääränsä vähäisemmällä ravintomäärällä tai hyödyntämään tehokkaammin muita ravintolähteitä, esim. hyppyhäntäisiä, kuin *H. milet*. Toinen ja todennäköisempi syy on kuitenkin viljelyolosuhteiden erilaisuus kokeissa: ruusulajikkeet eivät olleet samoja, ja sillä saattoi olla vaikutusta ripsiäisten koteloitumispaikkoihin ja sitä kautta *H. acvleifesin* hakeutumiseen ruukkujen ulkopuolelle 1999. Lisäksi ruukkujen kasteluolosuhteet 1999 todennäköisesti häiritsivät *H. acvleifes* -petojen lisääntymistä kaikissa käsittelyissä, niin ettei vuoden 1997 kaltaisia eroja käsittelyjen välille päässyt syntymään. Tähän viittaa jo se, että *H. acvleifes* -määrät eivät kohonneet yli 50 kpl:n per ruukku edes käsittelyssä, johon näitä petoja lisättiin toistuvasti.

Harsosääskiä välittömästi torjuttaessa 30 kpl *H. acvleifes* -punkkeja yhtä syklaamitai joulutähtiruukku kohti tuottaa tyydyttävän torjuntatuloksen (Chambers et al. 1993), mutta ennakkotorjuntana tätä pienempien määrien todetaan riittävän (Gripwall 1995). 30 petoa/ruukku vastaa noin 2600 punkkia hyötyneliölle. Kalifornianripsiäisen torjuntakokeissa on käytetty 50 *H. poatpit*-petopunkkia ruukku kohti eli noin 4400 kpl hyötyneliötä kohti (vuoden 1997 ja 1999 kokeet, Anttila 1997). Näillä

käyttömäärillä on päästy noin 50 %:n torjuntatulokseen. Gillespie & Quiring (1990) raportoivat noin 70 %:n torjuntatuloksesta 1,5 kk:ssa käyttömäärällä 1600 *H. aculeifer* -petoa per 22 l:n ruukku (arviolta 22 500 per hyötyneliö). Anttila (1997) osoitti lisäksi, että petomäärän nostaminen 50:stä 100 kpl:seen ruukku kohti ei parantanut torjuntatulosta. Vuoden 1999 kokeessa *H. acvleifes* -määrät vain tällä pedolla käsitellyissä häikeissä nousivat korkeintaan 10 kpl:seen/ruukku vasta kokeen lopussa. Koe saattoi päättyä itse asiassa liian aikaisin, jotta käsittelyn vaikutus olisi tullut kunnolla esiin – vaikutus ehti näkyä vasta aikuisten ripsiäisten määrän alentumisena kokeen lopussa, mutta ei ehtinyt näkyä vielä vioittuneen lehtialan pienentymisenä.

Tähän mennessä saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että kun käytetään kr:n torjuntaeliönä kaupallisesti saatavilla olevia *H. poatpit*-suvun punkkeja, tarvitaan 20–50 kpl petoja ruukku kohti (2100–4400 per hyöty-m<sup>2</sup>). Näidenkin käyttömäärien tuottama torjuntateho on liian alhainen ollakseen riittävä yksinään. *H. poatpit*-petopunkkien ja *A. cucumescit* -punkkien yhteiskäyttö ei saamiemme tulosten mukaan tehosta torjuntaa riittävästi kompensoidakseen kohonneita torjuntakustannuksia.

Kaikki tähänastiset positiiviset tulokset *H. poatpit*-suvun petopunkkien tehosta kr:n torjunnassa on saatu olosuhteissa, joissa petoja on lisätty suurina määrinä tilavuudeltaan ja pinta-alaltaan suhteellisen pieniin ruukkuihin. Tällöin havaitut hyvät torjuntatulokset voivat johtua kahdesta eri syystä tai niiden yhteisvaikutuksesta. Petopunkkeja on joko ollut suuri määrä suhteessa ripsiäismääriin ja/tai pedot voivat keskittyä saalistamaan ripsiäiskoteloita pienellä pinta-alalla, jossa saaliin löytäminen on helppoa. *H. poatpit acvleifes* on osoittautunut myös hyväksi sipulipunkkien torjuntaeliöksi sekä kasvihuoneessa pienissä kasvualustayksiköissä että avomaalla suuremmissa yksiköissä (Lesna 2000). Tällöinkin on kyseessä tilanne, jossa saalis esiintyy keskityneenä pienellä pinta-alalla, koska sipuli-

punkit oleskelevat kukkasipuleiden suomujen välissä.

Nähtävästi *H poatpit*-suvun pedoille on etua siitä, että ne saalistavat pienelle alalle keskittynyttä saalista. Yhteiskäytössä *A. cvmesit*-petojen kanssa *H poatpituen* käyttöön jäävän saaliin määrä voi kuitenkin pienentyä sellaiselle tasolle, että *H poatpituen* saalistustehokkuus yhtä saalisyksilöä kohti pienenee liikaa eivätkä ne pysty lisääntymään kyllin tehokkaasti. *H poatpituen* todellinen hyöty voi rajoittua kr:n torjuntaan ruukkukasveilla. Tällöinkään ne eivät yksinään pysty alentamaan ripsiäismääriä tarpeeksi. Toistaiseksi ei ole olemassa tutkimustuloksia siitä, millaista näiden petojen saalistuskäyttäytyminen on ripsiäisten ollessa niiden ainoa saatavissa oleva ravintolähde verrattuna siihen kun ripsiäiset muo-

dostavat ravinnosta vain osan. Lisäksi ainakin *H. acvleifes* -lajin käytön yksi ongelma on se, että petomäärä laskee 10–40 %:iin alkuperäisestä petojen levitystä seuraavan viikon aikana sekä kasvihuoneessa että avomaalla (Lesna 2000). Sipulipunkkeja ravintonaan käyttäessään *H. acvleifes* reagoi kuitenkin nopeasti saaliinsa määrän muutokseen, mikä selittyy joko tämän ravinnon erityisellä sopivuudella tai suotuisilla saalistusolosuhteilla. Jos vastaavia tuloksia halutaan saavuttaa ripsiäisten torjunnassa, on löydettävä kaupallistettuja *H poatpit*-punkkeja tehokkaampia ripsiäispetopunkkeja tai käytettävä jotain muuta – biologista tai kemiallista – torjuntakeinoa, jos halutaan alentaa ripsiäiskoteloiden määrää kasvualustassa.

# ***Amblyseius cucumeris*- ja *Hypoaspis aculeifer* -petopunkkien yhteiskäytön tehokkuus kalifornianripsisiäisen torjunnassa kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä kasvavalla Escimo-leikkoruusulla**

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Marika Linnamäki<sup>1)</sup>, & Sari Jaaksi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, *Katyiinivouannon wikimvt, Katyintvojelv*, 31600 Jokioinen,  
[isene.yanninen@mtt.fi](mailto:isene.yanninen@mtt.fi), [masika.linnamaki@mtt.fi](mailto:masika.linnamaki@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [tasijaa@jippii.fi](mailto:tasijaa@jippii.fi)

Kahden petopunkkilajin yhteiskäytön tehokkuutta tutkiva koe toteutettiin osa-osa-ruutukokeena neljässä 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneessa huhti-syyskuussa 1998 kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä. Kokeessa verrattiin ripsiäis- ja torjuntaeliömäärien kehitystä 1,2 m<sup>2</sup>:n ruusuhäkeissä viidessä eri käsittelyssä: 1. kontrolli, 2. *H. aculeifer* (Ha, 300 kpl/m<sup>2</sup> kokeen alussa), 3. *A. cucumeris* (Ac, 2450 kpl/m<sup>2</sup> pussilevityksinä 6 erässä 2–4 viikon välein pystyversoille;), 4. Ha1x+Ac ja 5. Ha-toistaen+Ac (Ha yhteensä 567–1432 kpl/m<sup>2</sup>, josta 300 kpl/m<sup>2</sup> kokeen alussa ja loput viikoilla 24 ja 30).

Ha -punkit yksinään eivät torjuneet ripsiäisiä, eikä niiden yhteiskäyttö Ac -punkkien kanssa parantanut torjuntatehoa verrattuna pelkillä Ac-pedoilla saatuun tehoon. Ha-määrät käsittelyissä 2, 4 ja 5 kasvoivat ripsiäismäärien kasvaessa kokeen loppuun mennessä avoturvepedeissä 45–170-kertai-

siksi ja kivivillassa 3–4,2-kertaisiksi verrattuna lähtömääriin. *H. aculeifer* ei siis lisääntynyt riittävän nopeasti torjuakseen ripsiäiset kummassakaan kasvualustassa, kun käsittelyt tehtiin taloudellisesti kohtuullisilla levitysmäärillä kasvien ollessa jo lievästi ripsiäisten saastuttamia.

Ac-määrät kokeen aikana käsittelyissä 3–5 saavuttivat maksiminsa viikoilla 19–20 ja 26–28. Sen jälkeen määrät taantuivat uusintalevityksistä huolimatta, ilmeisesti siksi, että tuolloin aloitettiin viikottaiset saippuaruiskutukset jauhiaisten torjumiseksi. Kivivillapedeissä käsittelyjen 3–5 torjuntatehot koeviikkojen yli summattuihin ripsiäismääriin perustuen olivat silti 39–46 % verrattuna kontrolliin. Avoturvepedeissä mikään käsittely ei alentanut ripsiäismääriä merkitsevästi johtuen ripsiäisten nopeamasta lisääntymisestä hyvien koteloitumisolosuhteiden ansiosta.

# 1 Johdanto

Vuonna 1997 toteutettu koe *Ambl teivt cv-cvmesit* ja *H poatpit milet* -petopunkkien yhteiskäytöstä ruukkuruusulla viittasi siihen, että *H poatpit*-punkkien määrä kasvualustassa väheni ratkaisevasti silloin, kun *A. cv-cvmesit* saalisti toukkia ruusujen lehdillä (kts. s. 48). Syyksi epäiltiin epäsuoraa ravintokilpailua. Tästä saatiin idea levittää *H poatpiktia* kasvualustaan toistuvasti, jotta niiden määrä pysyisi jatkuvasti korkeana huolimatta siitä, että lehdillä toukkia saalistavat ripsiäiset vievät osan niiden ravinnosta.

Vuonna 1998 toteutetussa biologisen torjunnan kokeessa verrattiin *H. acvleifesin* ja *A. cvcvmesit* petopunkkien yksinään antamaa torjuntatehoa näiden kahden petopunkkilajin yhteiskäytön torjuntatehoon avoturpeessa ja kivivillasäkeissä viljelyllä Escimo-leikkoruusulla. Liikkeelle lähdettiin lievälle harsosääskisaastunnalle suositeltuja *H poatpit*-käyttömääriä 300 punkkia/m<sup>2</sup> soveltaen, jotta käyttökustannukset pysyisivät kohtuullisella tasolla. Lisäksi oletettiin, että pedot lisääntyisivät kasvualustassa vaihtoehdoisen ravinnon (hyppyhän-täiset, harsosääsken toukat, erilaiset ei-petomaiset punkit, sukkulamadot, sienitiöt) turvin.

Punkkien yhteiskäyttöä tutkittiin kahta eri levitysstrategiaa käyttäen. *H poatpiktia* lisättiin kasvualustaan joko vain kerran tai sitten toistuvasti niin, että punkkimäärät kasvualustassa pyrittiin pitämään jatkuvasti yli 500 kpl/m<sup>2</sup>. Kasvualustojen vertailusta oltiin kiinnostuneita kahdesta syystä:

- 1) turvepitoiset kasvualustat ovat *H poatpiktille* hyviä (Chambers et al. 1993; Chambers & Wright 1993; Lesna 2000), mutta niiden menestymisestä kivivillasäkkialustoissa ei ollut saatavissa tutkimustietoa;
- 2) kr:n oli osoitettu koteloituvan huonommin kivivillasäkkipedeissä kuin avoturpeessa, joten biologisen torjunnan oletettiin toimivan kivivillasäkeissä viljelyllä leikkoruusulla paremmin kasvintuhoajan hitaamman lisääntymisen ansiosta.

# 2 Aineisto ja menetelmät

## 2.1 Ruusujen viljely ja olosuhteet kasvihuoneosastoissa

Koe perustettiin viikolla 15 ja toteutettiin huhti-syyskuussa 1998 neljässä 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneosastossa. Jokaisessa oli avoturvepeti ja kivivillasäkkipeti (kts. s. 16) ja niissä kummassakin viisi 1,2 m<sup>2</sup>:n harsohäkkiä, joissa kasvoi 12 Escimo-leikkoruusua (Huiskula Oy). Ruusuja viljeltiin kuten on kuvattu sivulla 16. Kokeen aikana ruususaatoa kerättiin normaalin keruurytmin mukaisesti, ei kuitenkaan viikonloppuisin.

Osastojen päivälämpötila asetettiin 22:een ja yölämpötila 20 °C:een ja tuuletus käynnistyi 25 °C:ssa. Elokuun 18. pnä sekä päivä- että yölämpötila asetettiin 20 asteeksi. Osastoista tehtiin lämpötilahavainnot kahdesti päivässä minimi-maksimilämpömittareilla ja havaintojen perusteella laskettiin keskilämpötilan ja minimi- ja maksimilämpötilojen viikkokeskiarvot. Ilman suhteellista kosteutta seurattiin kosteusmittareilla. Viikottainen keskilämpö oli suurimman osan ajasta välillä 21–23 °C kaikissa osastoissa. Viikottainen maksimikeskilämpö oli suurimman osan ajasta välillä 23–30 °C, minimilämpö välillä 17–20 °C ja ilman kosteuden viikkokeskiarvo 60–75 % kaikissa osastoissa.

## 2.2 Käsittelyt ja torjuntaeliöiden levitys

Koeasetelma oli viiden käsittelyn osa-osaruutukoe, jossa kasvihuoneosastot muodostivat lohkot, osaston sisällä olevat kaksi petiä osaruudut ja petien sisällä olevat viisi eri käsittelyä osa-osaruudut (Taulukko 11).

Useimmissa häkeissä ripsiäisiä oli edelliseltä kasvukaudelta. Joihinkin häkkeihin levitettiin lisää ripsiäisiä kasvatuksesta. *Ambl teivt*-pussit ripustettiin pystyversojen ala- tai keskiosaan. *H poatpikteen* levitettiin



**Taulukko 11.** Eri käsittelyihin levitetyt torjuntaeliömäärät vuoden 1998 biologisen torjunnan kohteessa neliometriä kohti.

**Table 11.** Application rates of predators per m<sup>2</sup> and treatment costs (in FIM) in 1998 cut rose experiment conducted in four 38 m<sup>2</sup> greenhouse compartments in rockwool bag and open peat beds.

Käsittely (lyhenne) (hinta/m <sup>2</sup> ) Treatment and its abbreviation (price/m <sup>2</sup> )	Viikko Week								Yht. (kpl) Total
	16	17	23	24	27	30	31	35	
1. Kontrolli/ control	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>H. aculeifer</i> <sup>a</sup> (Ha) (3,4 mk)	300 Ha	-	-	-	-	-	-	-	300 Ha
3. <i>A. cucumeris</i> <sup>b</sup> (Ac) (4,8 mk)	200 Ac <sup>c</sup>	250 Ac	500 Ac	-	500 Ac	-	500 Ac	500 Ac	2450 Ac
4. Ha1x+Ac (8,2 mk)	300 Ha								300 Ha, ja (and)
	200 Ac <sup>c</sup>	250 Ac	500 Ac	-	500 Ac	-	500 Ac	500 Ac	2450 Ac
5. Ha-toist <sup>d</sup> +Ac (11,1-20,8 mk)	300 Ha			147- 690		120- 442			567- 1432 Ha,
	200 Ac <sup>c</sup>	250 Ac	500 Ac	Ha <sup>e</sup>	500 Ac	Ha <sup>f</sup>	500 Ac	500 Ac	ja (and) 2450 Ac

<sup>a</sup> keskimääräinen kpl-hinta vuonna 2000 ilman ALV:a 0,01117 mk/mean price per one predator in 2000 without VAT FIM 0.01117

<sup>b</sup> keskimääräinen kpl-hinta vuonna 2000 ilman ALV:a 0,00196 mk/mean price per one predator in 2000 without VAT FIM 0.00196

<sup>c</sup> lehdistä ripoteltuna, muina viikkoina pussileivitykset/sprinkled onto leaves, in other weeks controlled release sachets

<sup>d</sup> *H. aculeifer* –petopunkkien toistoleivitykset/repeated releases of *H. aculeifer*

<sup>e</sup> osasto 1 (compartment 1): 572 kpl per m<sup>2</sup>/turve (in peat), 501 kpl/kivivilla (rockwool); osasto 2: 666 kpl/turve; 407 kpl/kivivilla; osasto 3: 690 kpl/turve, 360 kpl/kivivilla; osasto 4: 690 kpl/turve, 147 kpl/kivivilla

<sup>f</sup> osasto 3: 442 kpl/turve, 262 kpl/kivivilla; osasto 4: 120 kpl/kivivilla

turvetepeteihin kauttaaltaan ripotellen. Kivivillapedeissä punkkeja levitettiin sekä kivivillakuutioihin että niiden väliin pussien päälle, mutta ei kuitenkaan muovin päälle rinnakkaisten kivivillalevyjen väliselle osalle petiä. *H. poatpitien* leviäminen käsittelystä toiseen pyrittiin estämään häkkien ympärille asennetuilla matalilla muovi- ja styrox-seinämillä.

### 2.3 Eliömäärien havaintomenetelmät

Ripsiäistoukat ja -aikuiset sekä *A. cucumeris* -petopunkkien liikkuvat asteet laskettiin 5:ltä pysty- ja 5 taivutetulta versolta per

häkki tarkastamalla 1 kukinto (kukka tai nappu saatavuuden mukaan) per pystyverso sekä 2 lehteä per verso, yhteensä siis 5 kukinnosta ja 20 lehdeltä/häkki.

*H. poatpit*-määriä kasvualustassa seurattiin kasvualustanäytteistä, jotka otettiin 4–6 viikon välein. Ensimmäiset näytteet otettiin viikolla 15 ennen viikolla 16 tehtyä *H. poatpitien* levitystä. Punkit eroteltiin turpeesta ja kivivillakuutioiden palasista Tullgren-erottelulaitteella. Kivivillapedeistä imuroitiin lisäksi näytteeksi myös kariketta muovien päältä. Punkit eroteltiin karikkeesta pesumenetelmällä. Näytteistä erotellut punkkimäärät muunnettiin kappalemääräksi neliometriä kohti. Kivivillasäkkipeideissä laskettiin myös erikseen kivivilla-

kuutioissa ja muovien päällä olleiden punkkien suhteelliset osuudet.

Kukkasato luokiteltiin ripsiäisvioletusten perusteella kolmeen luokkaan:

- 0 = puhdas, myyntikelpoinen,
- 1 = lievää ripsiäisvioletusta, mutta myyntikelpoista nipputavarana,
- 2 = myyntikelvottomaksi vioittunut.

## 2.4 Muiden kasvintuhoojien torjunta kokeen aikana

Ruusunhärämä torjuttiin viikoittaisilla 40 %:silla hiililannoiteruiskutuksilla (Kekkilän hiililannoite). Koehäkkeihin ilmaantuneita jauhiaisia torjuttiin aluksi jauhiaiskii-lukaisilla, mutta viikolla 26 oli pakko aloittaa saippuaruiskutukset (Biosoop-valmiste). Kontrolli- ja *Hypoaspis*-häkkeihin ilmaantuneet *A. cucumeris* -punkkien määrät pidettiin kurissa Morestan (kinometionaatti) ruiskutuksilla, joita tehtiin tarpeen vaatiessa 1–4 viikon välein.

## 2.5 Tilastolliset menetelmät

Ripsiäisten ja *A. cucumeris* -määrien tilastollisessa analyysissä havaintoyksikkönä käytettiin yhden pysty- ja yhden taivutetun version tarkastusyksiköiltä (1 kukinto, 2 pystyversion lehteä, 2 taivutetun version lehteä) löydettyjen eliöiden keskimääräistä summaa per häkki. Havaintoviikkojen yli summatut ripsiäisten ja *Amblyseius*-määrien erot eri käsittelyiden ja kasvualustojen välillä analysoitiin osaruutukokeiden analysointiin tarkoitettulla SAS:n sekamalliohjelmalla. Siinä käytettiin Poisson-jakauman mukaista virhetermiä ja logaritmista linkkifunktiota. Torjuntakäsittelyjen tehoa verrattiin kontrollikäsittelyihin. Viikottaisia ripsiäis- ja *Amblyseius*-määriä käsitellään vain kuvailevasti ilman tilastollisia vertailuja. Myös *Hypoaspis*-punkkien määrää ja punkkimäärien välisiä eroja eri käsittelyissä tarkasteltiin SAS:n sekamalliohjelmalla käyttämällä näytteenotokertojen yli summatuina neliökohtaisia lukumääriä. Puolen

vuoden ajalta kertyneen kokonaissadon vertailu käsittelyiden ja kasvualustojen välillä tehtiin myös SAS:n sekamalliohjelmalla vertaamalla torjuntakäsittelyjen satoa kontrollihäkkien kukkasatoihin.

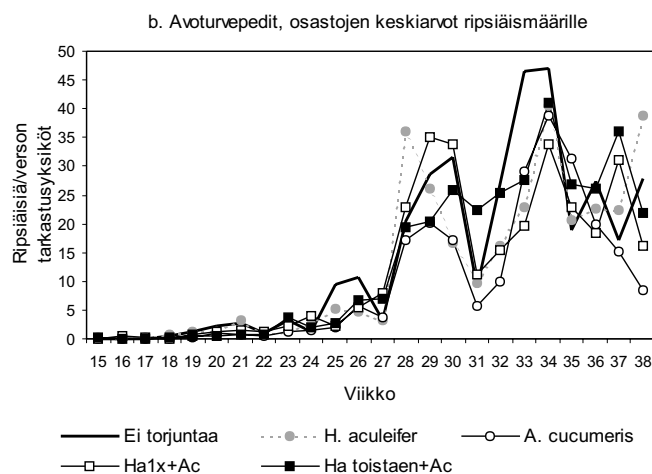
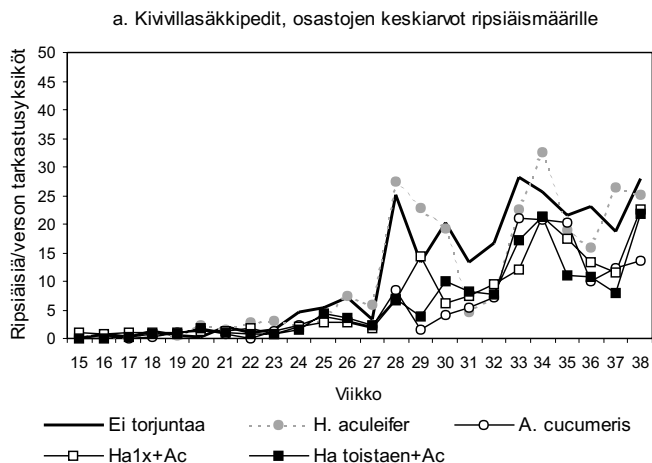
# 3 Tulokset

## 3.1 Käsittelyjen vaikutus ripsiäismääriin

Yhden kasvin havaintoyksiköitä kohti lasketut ripsiäismäärät pysyivät alle 30:n viikolle 27 asti. Sen jälkeen tiheydet lähtivät nousuun niin kontrolloissa kuin biologisen torjunnan käsittelyissäkin (Kuva 19a-b). Kivivillasäkkipetien kontrollihäkeissä ripsiäisiä oli keskimäärin 77 % avoturpeen kontrollihäkkien yli kokeen summatusta ripsiäismäärästä (kts. Kuva 20). Kivivillasäkkipedeissä ripsiäisten populaatiokoko kasvoi siis hitaammin ja jäi pienemmäksi kuin avoturpepedeissä. Biologinen torjunta tehoiikin ainoastaan kivivillasäkeissä kasvaneilla ruusuilla. Torjuntateho oli kivivillasäkkipeideissä yli 50 % 11 viikkona käsittelyssä Ac, 10 viikkona käsittelyssä Ha-toist+Ac, 7 viikkona käsittelyssä Ha1x+Ac ja vain 4 viikkona käsittelyssä Ha. Torjuntateho alkoi kivivillasäkkipeideissäkin murtua pääsääntöisesti viikon 32 jälkeen (Kuva 19a).

Koeviikkojen 18–38 yli summattujen ripsiäismäärien tilastollinen analyysi vahvisti, että torjuntateho oli parempi kivivillasäkkipeideissä kuin avoturpepedeissä (Kuva 20). Ripsiäistoukkien ja -aikuisten yhteismäärän vaihtelua ruusuilla selittivät merkitsevästi sekä kasvualusta ( $F=35,85$ ,  $p=0,0001$ ,  $df=26,93$ ) että käsittely ( $F=5,86$ ,  $p=0,0016$ ,  $ddf=26,93$ ).

*Hypoaspis*-punkit yksinään käytettyinä eivät alentaneet ripsiäismääriä edes kivivillasäkkipeideissä, eikä *Hypoaspis*-punkkien lisääminen kasvualustaan yhdessä Ac -punkkien käytön kanssa nostanut torjuntatehoa yli sen, mitä saavutettiin pelkkiä Ac -punkkeja käyttämällä.



**Kuva 19.** Ripsiäismäärien kehitys vuoden 1998 leikkoruuksukokeen eri käsittelyissä

**Figure 19.** Trend in thrips numbers in different treatments (see Table 11. for explanations) in the 1998 cut rose experiment in (a) rockwool bag beds and (b) open peat beds. Values are means of four compartments.

## 3.2 Petopunkkimäärien kehitys

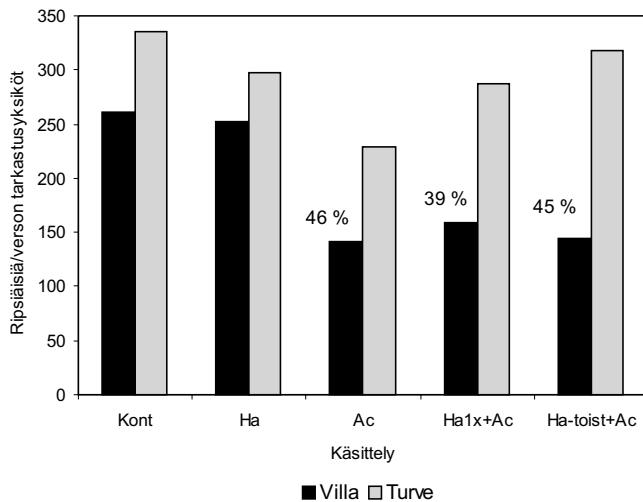
### 3.2.1 *Amblyseius cucumeris* (Ac)

*Amblyseius* määrä ei lähtenyt nousuun viikoilla 19–20 ja 26–28 havaittujen huippujen jälkeen huolimatta neljän viikon välein tehdyistä uusintaleivityksistä. Ensimmäisen huipun aikana petopunkkeja ja avoturvetien Ac-käsittelyissä enemmän suhteessa ripsiäistoukkien määrään kuin kivivillasäkkipedeissä, mutta jälkimmäisen huipun aikana suhde oli parempi kivivillapetien häkeissä. Petojen lukumäärän taantuminen viikon 28 jälkeen osui suunnilleen yksin jauhiaisten määrän vähentämiseksi tehtyjen viikoittaisten saippuauiskutusten aloittamisen kanssa (Kuva 21). Koeviikkojen yli

summattuna *Amblyseius cucumeris* -punkkien määrä kohti yhden verson tarkastettuja kasvinsosia oli samanlainen turve- ja kivivillalahkeissä (Kuva 22).

### 3.2.2 *Hypoaspis aculeifer* (Ha) ja muut *Hypoaspis*-suvun punkit

*Hypoaspis aculeifer* -petojen määrän vaihtelua selittivät merkitsevästi sekä kasvualusta ( $F=8,35$ ,  $p=0,0087$ ,  $ddf=21,1$ ) että käsittely ( $F=9,8$ ,  $p=0,0001$ ,  $ddf=21,1$ ). Alustan ja käsittelyjen välillä ei ollut yhteisvaihtelua, ts. punkkimäärät vaihtelivat samalla tavalla eri käsittelyjen välillä avoturpeessa ja kivivillasäkkipedeissä. Kivivillasäkkipedeissä *Hypoaspis* eivät levinneet käsittely-



**Kuva 20.** Ripsiäissummat yli viikkojen 18–38 kivivillasäkki- ja avoturvetietien eri käsittelyissä vuoden 1998 biologisen torjunnan ko- keessa. Pylväät ovat neljän osaston keskiarvoja. Pro- senttiluvut osoittavat tor- juntatehon käsittelyissä, joi- den ripsiäismäärät olivat merkitsevästi pienemmät kuin ko. kasvualustan kontrollin.

**Figure 20.** *Thrips sums on in- spected plant parts over weeks 18–38 in rockwool bag beds (villa) and in open peat beds (turve) in the 1998 cut rose experiment. Values are means of four compartments per treatment. Percentages show control efficacy in those treatments in which thrips sums were significantly lower than in the untreated controls of the respective growth substrate (analysis of variance using the mixed models procedure of SAS,  $P < 0.05$ ).*

häikeistä niihin häkkeihin, joihin näitä peto- ja ei lisätty (Kuva 23).

Petopunkkien lukumäärät vaihtelivat eri tavalla avoturpeessa ja kivivillasäkkipe- deissä (Kuva 24). Kolme viikkoa petojen le- vityksestä punkkien määrät olivat pudon- neet kivivillasäkkipeideissä 15–29 %:iin ja avoturpepedeissä peräti 2 %:iin alkuperäi- sestä laskennallisesta määrästä. Sen jälkeen petomäärät kasvoivat kuitenkin nopeam- min avoturpepedeissä nouden korkeim- maksi (keskimäärin 1400 kpl/m<sup>2</sup>) Ha- toist+Ac käsittelyssä, johon petoja siis li- sätettiin useamman kerran. Vaihtelu osasto- jen välillä oli kuitenkin suurta. Pelkkiä Ha-punkkeja saaneissa avoturvehäikeissä määrät jäivät jostain syystä (sattumaa?) yl- lättävän pieniksi (144–779 kpl/m<sup>2</sup> kokeen lopussa). *Hypoaspis* levisivät kokeen lop- pupuolella sekä kontrolleihin että jostain syystä erityisesti Ac-häkkeihin.

Kivivillasäkkipeideissä punkkeja oli

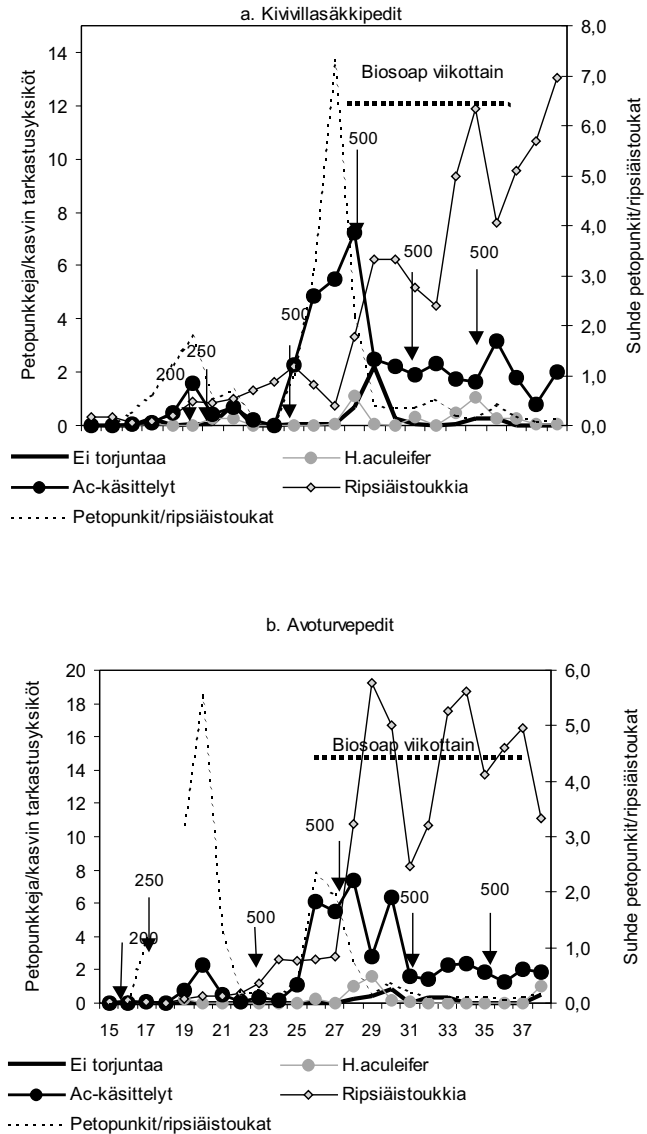
maksimissaan keskimäärin noin 600 kpl kä- sittelyssä Ha1x+Ac (Kuva 24a) ja pedot keskittyivät esiintymisessään lähes yksin- omaan kivivillakuutiioihin (Taulukko 12).

Kokeen lopussa *H. aculeifer* -tiheys oli avoturvetietien Ha-käsittelyssä 1,2-kertai- nen, Ha1x+Ac- käsittelyssä 2,3-kertainen ja Ha-toist+Ac-käsittelyssä 5,2-kertainen verrattuna kivivillasäkkipetien vastaaviin käsittelyihin. Verrattuna ensimmäisen näytteenottoviikon tuloksiin, kivivillasäk- kipeideissä *H. aculeifer* -määrät kasvoivat keskimäärin 3–4,2-kertaisiksi ja avoturpe- pedeissä 43–150-kertaisiksi 6 kk:ssa.

*Hypoaspis aculeiferin* ja ripsiäisten määri- en suhdetta tutkittiin neljän kasvualus- tanäytteenottoviikon perusteella siten, että ripsiäismäärinä käytettiin kuhunkin näyt- teenottoviikkoon mennessä kertynyttä kas- vikohtaista kumulatiivista ripsiäissummaa. Molemmassa kasvualustoissa *H. aculeiferei- den* määrä oli sitä suurempi, mitä enemmän

**Kuva 21.** Amblyseius cucumeris -määrien kehitys vuoden 1998 biologisen torjunnan kokeessa kivivillasäkkipetien (a) ja avoturvetpetien (b) eri käsittelyissä. Käsittelyt A. cucumeris, Ha1x+Ac ja Ha-toist+Ac yhdistetty selvyden vuoksi yhdeksi käsittelyksi (Ac-käsittelyt), koska petopunkkien dynamiikka oli samanlainen niissä kaikissa. Katkoviiva osoittaa petopunkkien määrän yhtä ripsiäistoukkaa kohti. Arvot ovat neljän osaston keskiarvoja. Nuolet osoittavat petopunkkien levitysviikot ja luvut levitettyjen petopunkkien lukumäärät neliometriä kohti.

**Figure 21.** Trend in *Amblyseius cucumeris* numbers in the 1998 cut rose experiment in (a) rockwool bag and (b) open peat beds. For the sake of clarity, the three treatments that received *A. cucumeris* (see Table 11) were combined, as the dynamics of *A. cucumeris* numbers were similar in them. The dashed line shows the predators to prey ratio (prey=thrips larvae). Values are means of four compartments. The arrows show the weeks when predators were applied to the crop in controlled release sachets (except week 16 when they were sprinkled onto the leaves) and the rate of application per m<sup>2</sup>.

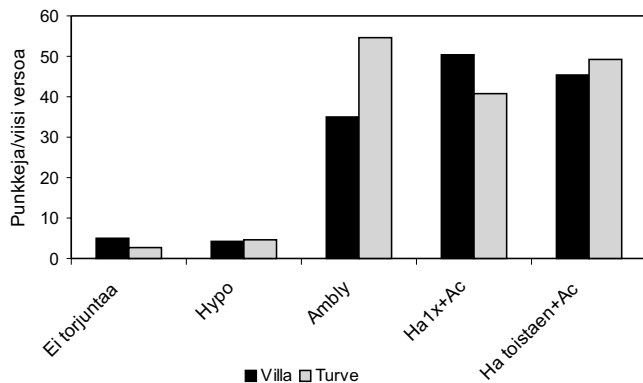


häkin kasveilta oli löytynyt ripsiäisiä näytteenottopäivään mennessä (Kuva 25a-f). *Hypoaspisten* määrä näytti siis reagoivan ripsiäismäärän kasvuun.

Sekä avoturve- että kivivillasäkkipedeissä oli *H. aculeifer* -lajin lisäksi myös jonkin verran *H. vacua* ja *H. miles* -lajia sekä erityisesti tarkemmin määrittämättömiä *Hypoaspis*-sukuun kuuluvia punkkeja (määritykset

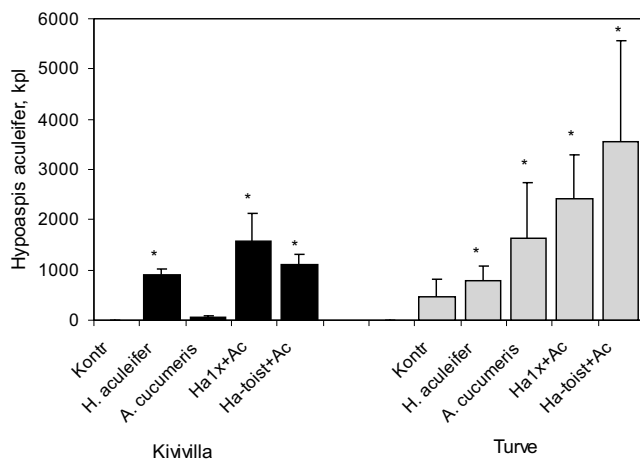
varmisti Lars Lundqvist Lundin yliopistosta). Lisäksi löydettiin *Proctolaelaps pygmaeus* -lajia läheisesti muistuttavia punkkeja sekä joitakin Ascidae ja Rhagiidae -heimoihin kuuluvia punkkeja.

*Hypoaspis* sp. määritetyt yksilöt laskettiin erikseen. Niitä löytyi kaikista käsitteleistä, mutta määrät kohosivat loppua kohti voimakkaimmin kontrolli- ja Ac-käsitte-



**Kuva 22.** *Amblyseius cucumeris* -petopunkkien määrät kasvin tarkastusyksiköitä kohti summattuna yli koeviikkojen 18–38.

**Figure 22.** Numbers of *Amblyseius cucumeris* per inspected plant parts summed over weeks 18–38 of the 1998 biocontrol experiment in white Escimo roses. Values are means of four compartments.

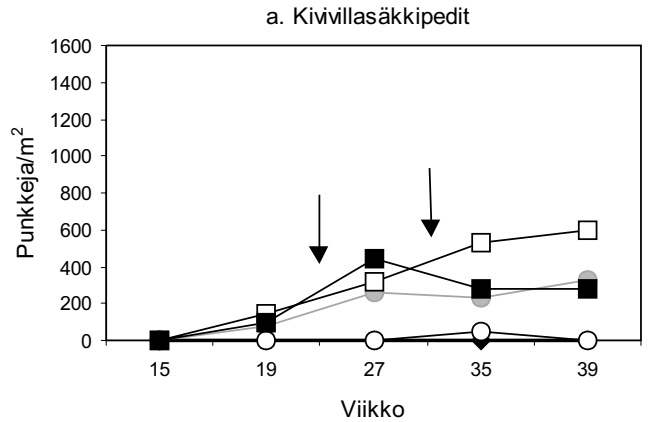


**Kuva 23.** *Hypoaspis aculeifer* -määrät kivivillasäkki- ja avoturvetien eri käsittelyissä summattuina viiden näytteenottokerran yli. Janat osoittavat keskiarvon keskiarvoon. Tähdellä merkittyjen käsittelyjen petomäärät ovat merkitsevästi suurempia kuin ko. kasvualustan kontrollihäkkien kasvualustassa olleiden petojen määrät.

**Figure 23.** Numbers of *Hypoaspis aculeifer* in different treatments of rockwool bag beds ("kivivilla") and open peat beds ("turve") summed over the five sampling occasions for *H. aculeifer*. Values are means of four compartments, bars show S.E. In treatments marked with an asterisk, the number of predators was significantly higher than that in untreated controls of the respective growth substrate (analysis of variance by the mixed models procedure of SAS,  $P < 0.05$ ).

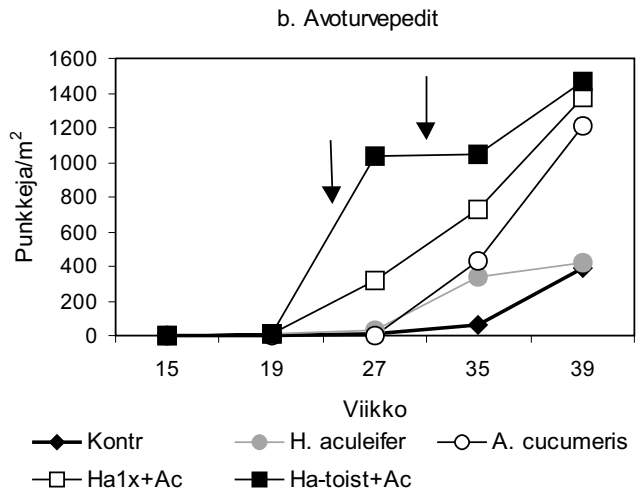
lyissä eli siis häkeissä, joihin ei ollut lisätty *H. aculeifer* -lajia. *Hypoaspis* sp. punkkien määrä oli suurempi kivivillasäkkipedeissä kuin avoturpeessa. Kivivillasäkkipetien *H. aculeifer* -punkkeja saaneissa käsittelyissä *H. aculeifer* -lajin osuus kaikista *Hypoaspis*-suvun punkeista oli kolme viikkoa ensimmäisten punkkilevitysten jälkeen 72–92 %, jos-

ta se laski kokeen loppua kohti 41–87 %:iin. Avoturvedeissä *H. aculeifer* -yksilöiden osuus kaikista *Hypoaspis*-sukuun kuuluvista punkeista oli pienin alussa ja kohosi vähitellen kokeen loppua kohti kaikissa Ha-punkkeja saaneissa käsittelyissä. Kontrolli- ja Ac-häkeissäkin *H. aculeifer* -lajin osuus oli kokeen lopussa 74–82 %, vaikka



**Kuva 24.** Hypoaspis aculeiferin (kpl/m<sup>2</sup>) määrien kehitys avoturve- ja kivivillasäkkipeitien eri käsittelyissä vuoden 1998 biologisen torjunnan koeksessa. Arvot ovat neljän osaston keskiarvoja. Nuolet osoittavat suunnilleen ne ajankohdat (viikot 24 ja 30), jolloin H. aculeifer -punkkeja lisättiin toistamiseen Ha-toist+Ac- käsittelyjen häkkeihin.

**Figure 24.** Trend in *Hypoaspis aculeifer* numbers per m<sup>2</sup> in rockwool bag and open peat beds in the 1998 cut rose experiment. Values are means of four compartments. The arrows show weeks 24 and 30, when *H. aculeifer* were reapplied to the treatment Ha-toist+Ac (see Table 11).



yksilömäärät eivät yltäneetkään samalle tasolle kuin Ha-punkkeja saaneissa käsittelyissä. *Hypoaspis aculeifer* näytti tämän perusteella pystyvän kilpailemaan lähisukulaistensa kanssa paremmin turpeessa kuin kivivillassa.

### 3.3 Kukkasato

Satorytmissä oli kolme huippua keskimäärin samaan aikaan sekä turve- että kivivilla-

pedeissä viikoilla 21, 27 ja 34. Keskimääräinen kokonaissato oli samanlainen kummasakin kasvualustassa: kivivillassa 117–140 kpl ja turpeessa 123–140 kpl. Kokeessa esiintyneillä ripsiäismäärillä puhdasta satoa ei tullut kuin aivan kokeen alussa eivätkä kaikki ruusut olleet silloinkaan myyntikelpoisia, vaan puhtaan sadon osuus jäi maksimissaan noin 40–50 %:iin. Kokeen lopussa sadosta oli puhdasta enää noin 10 % tai sen alle.

**Taulukko 12.** Kivivillakuutioista löytyneiden *Hypoaspis aculeifer* yksilöiden osuus suhteessa m<sup>2</sup>:n alalta todettuun punkkitiheyteen kivivillasäkkipetien eri käsittelyissä. Jos näytteenottoviiikon kohdalla ei ole lukua, ko. viikolla ei ole otettu kasvualustanäytteitä.

**Table 12.** Percentage of *Hypoaspis aculeifer* found in rockwool cubes relative to total no. found per one m<sup>2</sup> in rockwool bag beds in different treatments. If there is no value for a certain week, no samples were taken in that week.

Näytteenotto- viikko Sampling week	Kontrolli Control	Hypoaspis <i>aculeifer</i>	Käsittely Treatment Amblyseius <i>cucumeris</i>	Ha1x+Ac	Ha-toist+Ac (Ha repeatedly)
15					
19		87 ± 13		93 ± 6,5	84 ± 9,5
23				99 ± 1	84 ± 6
27		98 ± 1,5		99 ± 0,5	76 ± 7
31				97 ± 3,5	89 ± 7
35	100	100	100	100	95 ± 4,5
39		100		97 ± 3	93 ± 7

## 4 Tulosten tarkastelu

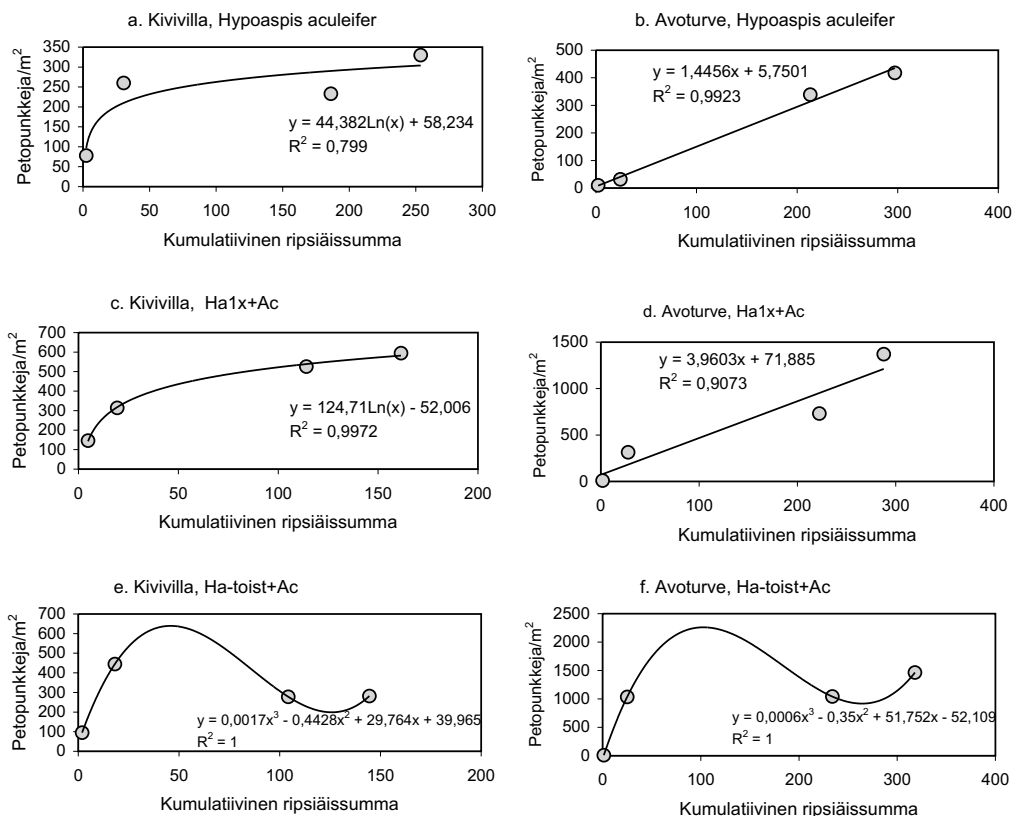
Kevät- ja kesäkuukausien olosuhteissa toteutetussa biologisen torjunnan kokeessa *H. aculeifer* ei pystynyt torjumaan kr:stä yksinään eikä tehostanut ripsiäistorjuntaa käytettynä yhdessä *A. cucumeris* -petopunkkien kanssa. Leikkoruusukokeessa havaitut biologisen torjunnan tehot olivat yksinomaan *A. cucumeris* -petopunkkien ansiota. Avoturpepedeissä tulosten tulkintaa häiritsi kuitenkin se, että varotoimenpiteistä huolimatta *H. aculeifer* -punkit levisivät jonkin verran myös kontrolli- ja Ac-käsittelyihin. Tämä tapahtui tosin vasta kokeen viimeisellä kolmanneksella, jolloin *A. cucumeriksen* torjuntateho alkoi jo muutenkin murtua.

Avoturpeessa *H. aculeiferin* määrät kasvoivat monikymmenkertaisiksi puolen vuoden aikana. Kivivillassa petojen tiheys nousi loivemmin eikä se ollut saavuttanut edes kokeen loppuun mennessä häkkeihin alunperin levitettyä tiheyttä. Lesnan (2000) kokeissa *H. aculeiferin* tiheys laski noin 40 %:iin levitetystä määrästä viikon kuluttua petopunkkien lisäämisestä kasvualustaan ja alkoi kasvaa vasta sen jälkeen. Leikkoruusukokeessa tiheyden alenema oli suurempi ja kesti pitempään, lisäksi petopunkkien lisääntyminen näytti pääsääntöisesti

olevan hitaampaa kuin muualla tehdyissä kokeissa. Gillespie & Quiring (1990) ilmoittavat sahanpurulla täytettyihin ruukkuihin lisättyjen *H. aculeiferien* määrän nelinkertaistuneen jo 40 vrk:ssa. Ruukkuruusukokeessa 1997 *H. miles*-yksilöiden määrä kasvoi turpeessa 1,6-kertaiseksi 2,5 kk kestäneen kokeen kuluessa (kts. s. 48). Sen sijaan ruukkuruusukokeessa 1999 *H. aculeiferien* määrä pieneni kokeen aikana. Kaikissa em. kolmessa tapauksessa koeyksikköinä olivat kuitenkin pinta-alaltaan suhteellisen pienet ruukut, joissa saaliin löytymisen on todennäköisesti helpompaa kuin pinta-alaltaan suuremmissa koeyksiköissä. Lesnan (2000) kokeessa koeyksiköt vastasivat pinta-alaltaan leikkoruusukokeen häkkejä, vaikkakin kasvualusta oli hiekkapitoinen. Edellä mainitussa kokeessa *H. aculeiferien* määrä kasvoi joko 33-kertaiseksi 14 viikossa ja 170-kertaiseksi 18 viikossa, kun saaliina oli sipulipunkkeja. Nämä lisääntymisnopeudet ovat lähellä leikkoruusun avoturpepedeissä havaittuja.

Käsittelyt pienillä *H. aculeifer* -tiheyksillä eivät näytä tuottavan toivottua hyötyä suhteessa lisääntyneisiin torjuntakustannuksiin ainakaan silloin, kun kasvustossa on jo hieman ripsiäisiä petopunkkeja levitettäessä. Kivivillasäkkipedeissä *H. aculeifer* -punkkien käyttö ei näytä senkään vertaa





**Kuva 25.** *Hypoaspis aculeifer* - petopunkkien ja ripsiäismäärien välinen korrelaatio vuoden 1998 biologisen torjunnan kokeessa. Ripsiäismäärät on annettu ko. näytteenottoviikkoon mennessä havaittuina kumulatiivisina ripsiäissummina näytteenottoviikkojen yli.

**Figure 25.** Correlation between the number of *H. aculeifer* per m<sup>2</sup> of open peat beds in four sampling weeks (y-axis) and the cumulative number of thrips observed on inspected plant parts up to a given sampling week (x-axis). The data are from treatments that received *H. aculeifer* either once at the beginning of the experiment or repeatedly during the experiment (see Table 11).

perustellulta. Punkkeja löytyi tuskin lainkaan muovien päältä, kun taas ripsiäisiä ko-teloitui muovienkin päälle runsaasti (kts. s. 30). Ripsiäisiäkin kuoriutuu kuutioista enemmän kuin mitä niiden pinta-ala muodostaa kivivillasäkkipedin kokonaispin-ta-alasta (kts. s. 30). Ripsiäisten keskittyminen kuutioihin ei kuitenkaan ole niin voi-makasta, että se selittäisi *H. aculeiferin* kes-kittymisen niihin. Todennäköisesti punkit keskittyvät kuutioihin siksi, että niissä kos-teusolosuhteet ja ehkä myös valaistusolot vastaavat näiden pimeästä ja kosteasta pitä-vien petopunkkien vaatimuksia paremmin kuin muovien päällä.

Avoturvepedeissä *H. aculeifer* lisääntyy puolessa vuodessa niin voimakkaasti, että punkkien käyttö taloudellisesti kannatta-vana ennakkotorjuntana ripsiäisiä vastaan voi olla perusteltua. Onnistuminen edellyt-tää kuitenkin kahta asiaa. Ensinnäkään rip-siäisiä ei saa ilmaantua ennen kuin peto-punkkimäärät ovat kasvaneet riittävästi. "Riittävä" määrä kr:n torjunnassa lienee vähintään 2500–5000 punkkia/m<sup>2</sup> ellei enemmänkin (vrt. Gillespie & Quring 1990; Anttila 1997; kts. s. 48). Toiseksi petopunkkien lisääntyminen riippuu saatavil-la olevasta ravinnosta. Tässä kokeessa *Hypo-aspis aculeifer* -petojen lukumäärän kehitys

noudatteli ripsiäistiheyden kasvua. Tämä viittaa siihen, että *H. aculeifer* käytti ravinnokseen kasvualustassa olevia kr:n kehitysasteita. Havaittu korrelaatio ei kuitenkaan ole suora todiste siitä, että *H. aculeifer* reagoi nimenomaan ripsiäismäärien kasvuun. Etenkin avoturvepedit tarjoavat maassa eläville petopunkkeille muutakin ravintoa kuten esimerkiksi erilaisia punkkeja, harsosääsken ja liejukärpäsen toukkia, hyp-pyhäntäisiä, sieni-itiöitä ja sukkulamatoja. *Hypoaspis aculeiferin* määrän kasvu kokeen aikana on siis voinut johtua lisääntymisestä muitakin ravintolähteitä kuin ripsiäiskote-loita käyttäen.

Alustavat havaintomme *H. aculeiferin* lisääntymisestä kaupallisten ruusuhuoneiden hiekkapitoisessa pohjamaassa viittaavat siihen, että näiden petopunkkien määrä ei kasva puolessa vuodessaakaan silloin kun runsaslukuisena esiintyvää ravintoa ei ole saatavilla (M. Linnamäki ja I. Vänninen, julkaisematon). Tällaisissa tilanteissa ennakkotorjuntaleivitykset ovat turhia (kts. s. 106). Eefje den Belderin (suull. tieto, Plant Protection International, Wageningen, The Netherlands) mukaan *Hypoaspis*-suvun petopunkkien käytöstä ei ole voitu osoittaa olevan hyötyä kr:n torjunnassa myöskään leikkokrysanteemin kasvualustassa. Nykyisin kaupallisesti saatavissa olevista *Hypoaspis*-suvun petopunkeista ei siis ole kr:n torjijiksi ilman suuria kustannuksia.

*Hypoaspis*-suvun petopunkkien saalistuskäyttäytymistä erityyppisissä kasvualustoissa ei tunneta toistaiseksi juuri lainkaan. Saatavilla olevan saalisvalikoiman luonne yhdistyneenä petopunkkien ripsiäisravintoon erikoistumisen asteeseen voi olla ratkaisevaa maaperässä käytettävien petojen tehokkuudelle. Moniruokaisuuden on torjuntaeliön ja sen saaliin välistä vuorovaikutussuhdetta mallitettaessa osoitettu johtavan heikompaan torjuntatehoon kuin monofaagisuuden eli yksiruokaisuuden (Beddington et al., 1978). Maaperässä elävät petopunkkilajit poikkeavat suuresti toisistaan siinä, miten moniruokaisia ne ovat (Karg 1961ab; Kevan & Scharma 1964; Schlosser & Riepert 1992). Niiden joukosta voi siksi

löytyä petoja, jotka ovat erikoistuneet ripsiäisravintoon tiukemmin kuin jo kaupallistetut petopunkit. Tätä oletusta tukee jo se, että tähän mennessä kaupallistettujen *Hypoaspis*-petojen pääravintoa ovat punkit ja harsosääsken toukat, eivät ripsiäiset. Myös petojen ekologiaa ja käyttäytymistä, maantieteellistä runsautta ja ravintoerikoistumista koskevat teoriat ennustavat, että ripsiäisiin tiukemmin erikoistuneita petopunkkeja voi löytyä. Polyfaagisetkin pedot suosivat jotain tiettyä ravintolähdettä riippuen siitä, mikä ravintolähde kulloisessakin saalistusympäristössä on toisaalta energiasällöltään ja ravintoarvoltaan pedon fysiologialle sopivin ja toisaalta helpoiten saatavissa. Mitä voimakkaammin oligo- tai polyfaaginen peto suosii jotain ravintolähdettä, sitä enemmän aikaa se käyttää tämän ravinnon etsimiseen silloinkin, kun vaihtoehtoisia, mutta laadultaan huonompia, ravintolähteitä on samanaikaisesti saatavilla (Begon et al. 1990).

Leikkoruusukokeen tulokset antoivat viitteitä siitä, että *H. aculeiferin* ja toistaiseksi määrittämättömän *Hypoaspis*-sukuun kuuluvan punkkilajin välillä oli vuorovaikutusta, jonka voimakkuus riippui kasvualustasta. Avoturve näytti suosivan *H. aculeiferin* menestymistä eräiden muiden peto(?)punkkien suhteen. On kuitenkin käytännössä mahdotonta tutkia jokaisessa käytännön kasvinsuojelutilanteessa erikseen, mitä petopunkkilajeja kasvualustassa esiintyy luontaisesti ja mikä niiden vuorovaikutus sinne levitettävien kaupallisten punkkien kanssa mahdollisesti on. Tällöin tehtyjen käsittelyjen lopputulos on hyvin sattumanvarainen, ellei ole käytettävissä sellaista kaupallista petopunkkia, joka on ripsiäisten etsijänä ja saalistajana niin erinomainen, että se pystyisi helposti syrjäyttämään kasvihuoneissa esiintyvät mahdolliset kilpailevat lajit.

*Amblyseius cucumeris* -petopunkki osoitettiin siinä mielessä tehokkaaksi torjuntaeliöksi, että se pystyi selvästi vähentämään kr:n määriä huolimatta siitä, että sen oma tiheys kärsi viikolla 26 aloitetuista saippua-ruiskutuksista. Torjuntatulokset saatiin, kun

*A. cucumeris*-punkkeja sisältävät pussit laitettiin pystyversoille eli suhteellisen lähelle kukintoja. Ero torjuntatuloksessa kasvu-alustojen välillä oli selvä. Koska olosuhteet olivat muuten samanlaiset, kasvu-alustojen

välisen eron täytyi johtua siitä, että ripsiäiset lisääntyivät hitaammin kivivillasäkkipeiteissä johtuen huonommasta koteloitumis-menestyksestä (vrt. s. 30).

# Fiproniilikäsittelyjen vaikutus kalifornianripsisiäisiin ja *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeihin

Marika Linnamäki & Irene Vänninen

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
[marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi), [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi)

Fiproniilin (Regent 80 WDG) teho kalifornianripsiaisen maassa eläviin koteloihin selvitettiin laboratorionkokeilla. Regent vaikutti pääasiassa kuoriutuneisiin aikuisiin, vaikka osa ripsiäistä kuolikin esikotelo- ja kotelovaiheissa ennen aikuistumista. Aikuistuneet ripsiäiset eivät juurikaan liikkuneet ja monet niistä makasivat kyljellään lehdellä. Laboratoriossa testattiin myös Regentin vaikutusta *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeihin. Kontrolli- ja fiproniilikäsittelyissä elossa säilyneiden *A. cucumeristen* määrät eivät eronneet toisistaan merkittävästi. Regent-käsittelyn saaneet *Amblyseiuks*et olivat kuitenkin huonokuntoisia eivätkä naaraat munineet yhtään munaa.

Neljänä perättäisenä viikkona tehdyt kivivillasäkkipetien Regent-käsittelyt (0,025 g valmistetta/m<sup>2</sup> 0,0004 %:na liuoksella, 5–6 l liuosta/m<sup>2</sup>) alensivat kalifornianripsiaisen toukkamäärää ruusuilla 60–77 %:lla alkaen kolmantena viikkona ensimmäisestä käsittelystä ja aikuisten määriä 68–71 %:sti alkaen neljäntenä viikkona ensimmäisestä käsittelystä. Kasvualustaan annetun Regentin ja lehvästöruiksutuksena annetun atsadiraktiinipohjaisen Bionim-valmisteiden yhteisteho toukkiin alkaen neljäntenä viikkona ensimmäisestä käsittelystä oli 64–84 %, aikuisiin 51–77 % ja toukkien ja aikuisten yhteismääriin 60–82 %. Bionim yksinään ei tehonnut kr:seen minään koeviik-

kona, joten kemikaalien yhteiskäsittelyssä havaittujen tehojen pääteltiin johtuneen pelkästään Regentistä. Avoturvepedeissä ripsiäismäärät olivat pienimmät Regent-käsittelyssä sekä Regentin ja Bionimin yhteiskäsittelyssä, mutta torjuntateho suhteessa kontrolliin oli merkittävä ainoastaan jälkimmäisessä alkaen neljännellä viikolla ensimmäisestä käsittelystä. Toukkia vastaan yhteiskäsittelyn teho ei ollut merkittävä, mutta aikuiset Regent ja Bionim yhdessä torjuivat 82–85 %:sti. Laboratorio- ja kasvihuonekokeiden tulosten perusteella fiproniili ei sovellu kasvualustakäsittelyinä kr:n määrien nopeaan alentamiseen.

## 1 Johdanto

Regent 80 WDG (tehoaine: fiproniili, valmistaja: Aventis CropScience, Ranska ja rekisteröinnin haltija: Aventis CropScience Nordic A/S Finland sivuliike, Tuusula) on koristekasveilla kasvihuoneissa käytettävä ripsiäisten torjunta-aine. Regent soveltuu käytettäväksi myös integroidussa ripsiäistorjunnassa, sillä valmisteiden varoaika torjuntaeliöille on noin yksi viikko. Kasvualustakäsittelynä Regent ei todennäköisesti ole haitallista kasvustossa käytettäville torjuntaeliöille.

Laboratoriokokeella haluttiin selvittää, vaikuttaako aine maassa eläviin ripsiäisen kotelosteisiin vai tehoako se vasta kuoriutuviin aikuisiin. Lisäksi testattiin valmisteen vaikutusta *A. cucumeris* -petopunkkiin. Leikkoruusulla biologinen torjunta nykyisillä menetelmillä on harvoin riittävä kr:n hallitsemiseksi, joten kemiallisia käsittelyjä joudutaan tekemään samaan aikaan, kun petopunkit ovat kasvustossa.

Regenttiä voidaan lehvästökäsittelyn lisäksi käyttää myös kasvualuekäsittelyinä (Rhone-Poulenc 1996). Puuvillan siementen fiproniilikäsittely torjuu ripsiäiset tältä kasvilta (Rhone-Poulenc 1996), mutta kasvualuekäsittelyjen tehokkuudesta kr:n torjunnassa ei ollut saatavissa tietoa. Regentin teho avoturpeessa ja kivivillasäkkipesteissä kasvavilla ruusuilla eläviin ripsiäisiin testattiin kasvihuoneessa syksyllä 1998. Samassa yhteydessä tutkittiin lehvästörusikutuksina annetun atsadiraktiinipohjaisen Bionim-valmisteen teho ripsiäisiin. Valmistee soveltuu kohtalaisen hyvin integroituun torjuntaan, mutta atsadiraktiinipohjaisten valmisteen tehosta kr:siin on ristiriitaista tietoa.

## **2 Laboratoriokokeet fiproniilikäsittelyn (Regent 80 WDG) vaikutuksista kalifornianripsiäisen esikoteloihin/ koteloihin ja *Amblyseius* *cucumeris* -petopunkkeihin**

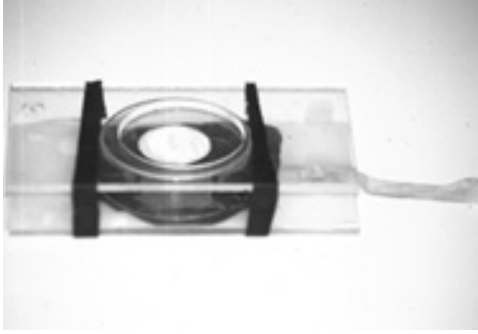
### **2.1 Aineisto ja menetelmät**

#### **2.1.1 Kalifornianripsiäisen esikotelot**

Kokeen käsittelyt olivat 0,003 %:n Regent 80 WDG (fiproniili) ja vesi (kontrollikäsittely). Molemmassa käsittelyssä oli kuusi koehäkkiä (Kuva 26). Jokaiseen koehäkkiin laitettiin kurkun (Jessica) lehdelle 10 kr:n esikoteloa. Kun esikotelot oli laitettu lehdille, lehdet ruiskutettiin laboratoriossa Potterin tornilla 10 lb/in<sup>2</sup> paineella. Käytetty ainemäärä oli 1,5 ml per lehti. Ruiskutuksen jälkeen häkit suljettiin ja laitettiin kasvatускаappiin. Ripsiäisten kehitystä seurattiin päivittäin. Koe lopetettiin, kun kaikki ripsiäiset olivat aikuistuneet tai kuolleet ennen aikuistumista. Kokeessa oli kaksi toistoa.

Valotusolosuhteet olivat 16 tunnin päivä/8 tunnin yö. Ensimmäisen toiston aikana lämpötila oli 26,1±0,4 °C ja kosteus 69,0±2,7 %. Toisen toiston lämpötila oli 25,4±0,7 °C ja kosteus oli 80,3±2,2 %.

Koska t-testin oletukset eivät toteutuneet eikä muunnoksilla pystytty korjaamaan tilannetta, tehtiin tilastolliset analyysit ei-parametrisella Wilcoxonin järjestyssummatestillä.



**Kuva 26.** Kalifornianripsäisen esikoteloiden testauksessa käytetty koehäkki. Koehäkin osat: Kaksi pleksilevyä (12,0 x 6,7 cm), joista päällimmäisessä oli halkaisijaltaan 4,5 cm:n aukko. Pieni alassuoin oleva petrimalja, jonka katossa (pohjassa) oli tiheällä harsokankaalla peitetty 2 cm:n aukko, jotta häkissä vaihtui ilma. Alimmaisen pleksilevyn päällä oli kangassuikale ja imupaperia, jonka päälle kurkun lehti laitettiin. Kangassuikaleen vapaa pää ulottui astian pohjalla olevaan veteen ja piti imupaperin kosteana ja kurkun lehden tuoreena. (Kuva: Marika Linnamäki).

**Figure 26.** Petri-dish chamber used for testing the effect of fipronil (Regent) on prepupae of WFT. The chamber consisted of two perspex plates (12.0 x 6.7 cm), of which the upper one had a hole, 4.5 cm in diameter. The diam. 5 cm Petri-dish had a 2 cm opening covered with a fine mesh for ventilation. The dish was inverted onto the cucumber leaf resting on the lower perspex plate and was secured in place with the aid of the upper perspex plate and two rubber bands. Under the leaf there was a piece of moist filter paper that was kept continuously moist with a cotton strip extending into water. (Picture: Marika Linnamäki).

### 2.1.2 *Amblyseius cucumeris* -petopunkit

Samanaikaisesti, kun testattiin hiililannoitteen (Kekkilän Hiililannoite) vaikutusta *A. cucumeriksiin*, testattiin myös Regentin vaikutusta niihin. Kokeen menetelmät ja koeolosuhteet olivat samat kuin hiililannoitekokeessa (kts. s. 81) paitsi, että Regent-käsittelyn saaneet lehdet ruiskutettiin ensin torjunta-aineella ja niiden annettiin kuivua ennen kuin ripsiäispetopunkit laitettiin leh-

dille. Hiililannoitteen vaikutus *A. cucumeriksiin* laskettiin kaavalla:  $100\% \times [(koko-naimunatuotanto\ kontrollissa - kokonai-munatuotanto\ käsittelyssä)/kokonai-munatuotanto\ kontrollissa]$  (Samsøe-Petersen 1983).

## 2.2 Tulokset

### 2.2.1 Kalifornianripsäisen esikotelot

Regent vähensi aikuistuneiden kr:sten määrää. Ensimmäisessä toistossa aikuisiksi kehittyi kontrollikäsittelyssä  $9,8 \pm 0,4$  ja Regent-käsittelyssä  $5,8 \pm 1,6$  esikoteloa per koehäkki. Ero käsittelyiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä (Wilcoxon,  $p=0,0039$ ). Toisessakin toistossa ripsiäisten kehitys aikuiseksi onnistui huomattavasti Regent-käsittelyssä ( $8,3 \pm 1,0$ ) kuin kontrollikäsittelyssä ( $9,3 \pm 1,0$ ), mutta käsittelyiden välinen ero ei ollut merkitsevä (Wilcoxon,  $p=0,1422$ ).

Vaikka kr:set aikuistuivat, ne olivat Regent-käsittelyssä kuitenkin selvästi huonokuntoisempia kuin kontrollikäsittelyssä. Aikuistuneet kr:set eivät juurikaan liikkuneet ja suuri osa niistä makasi lehdellä kyljellään.

### 2.2.2 *A. cucumeris*- petopunkit

Regent-käsittely oli haitallista *A. cucumeriksille*, mutta erot elossa säilyneiden petopunkkien määrissä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Ensimmäisessä toistossa kokeen lopussa oli elossa kontrollikäsittelyssä  $5,8 \pm 1,2$  ja Regent-käsittelyssä  $5,2 \pm 1,7$  petopunkkia (Wilcoxon,  $p=0,5626$ ). Toisen toiston tulos oli samansuuntainen eli kontrollissa oli elossa  $6,3 \pm 0,8$  ja Regent-käsittelyssä  $5,2 \pm 1,5$  petopunkkia (Wilcoxon,  $p=0,1574$ ).

Koelehdiltä löytyi kuolleena suhteellisen vähän petopunkkeja sekä kontrollikäsittelystä (13,3 %, 5,0 %) että Regent-käsittelystä (3,3 %, 3,3 %). *A. cucumeris* -peto-

punkkien määrän aleneminen kokeen loppua kohti johtui molemmissa toistoissa pääasiassa lehdiltä karanneista petopunkteista. Karanneita tai kadonneita *A. cucumeris*-punteja oli Regent-käsittelyssä (45 %, 45 %) enemmän kuin kontrollikäsitellyssä (28,3 %, 31,7 %). Vaikka petopunkkimäärät eivät eronneet kontrolli- ja Regent-käsittelyn välillä, Regentillä käsitellyillä lehdillä *A. cucumerikset* olivat kuitenkin huonokuntoisen näköisiä. Luultavasti Regent-käsittely hidasti petopunkkien kehitystä, koska naaraita ja koiraita oli vaikea erottaa toisistaan. Muissa käsittelyissä (kontrolli ja alkoholi) aikuistuneet koiraat ja naaraat pystyi helposti erottamaan koon perusteella.

Vaikka Regent-käsittely ei lisännyt merkitsevästi *A. cucumeristen* kuolleisuutta, käsittely vaikutti petopunkkien lisääntymiseen. Regentillä käsitellyillä lehdillä petopunkit eivät munineet yhtään munaa. Ero kontrollikäsitellyn  $5,1 \pm 1,2$  munaan per naaras oli merkitsevä (Wilcoxon,  $p = 0,0028$ ). Toisen toiston tulos oli samanlainen (Wilcoxon,  $p = 0,0027$ ).

Regentin haitallinen vaikutus *A. cucumeris* -petopunkkeihin naaraiden kokonaismunamäärällä mitattuna oli 100 %:nen molemmissa toistoissa.

## 2.3 Tulosten tarkastelu

Vaikka fiproniili alensi aikuistuneiden kr:sten määrää eli tappoi osan ripsiäisistä jo kotelovaiheessa, se vaikutti pääasiassa kuoriutuneisiin aikuisiin. Tämä näkyi varsinkin toisen toiston yhteydessä, kun aikuistuneet ripsiäiset eivät juurikaan liikkuneet ja suurin osa niistä makasi lehdellä kyljellään tai selällään. Koska kokeen tarkoituksena oli tutkia fiproniilin vaikutusta esikoteloihin ja koteloihin, ei kokeen seuraamista jatkettu enää ripsiäisten aikuistumisen jälkeen. Tämän vuoksi ei pystytäkään sanomaan, miten nopeasti huonokuntoiset aikuiset olisivat kuolleet lehdelle tai miten Regent-käsittely olisi vaikuttanut elossa selvinneiden lisääntymiskykyyn.

*Amblyseius cucumeris* -petopunkteille fip-

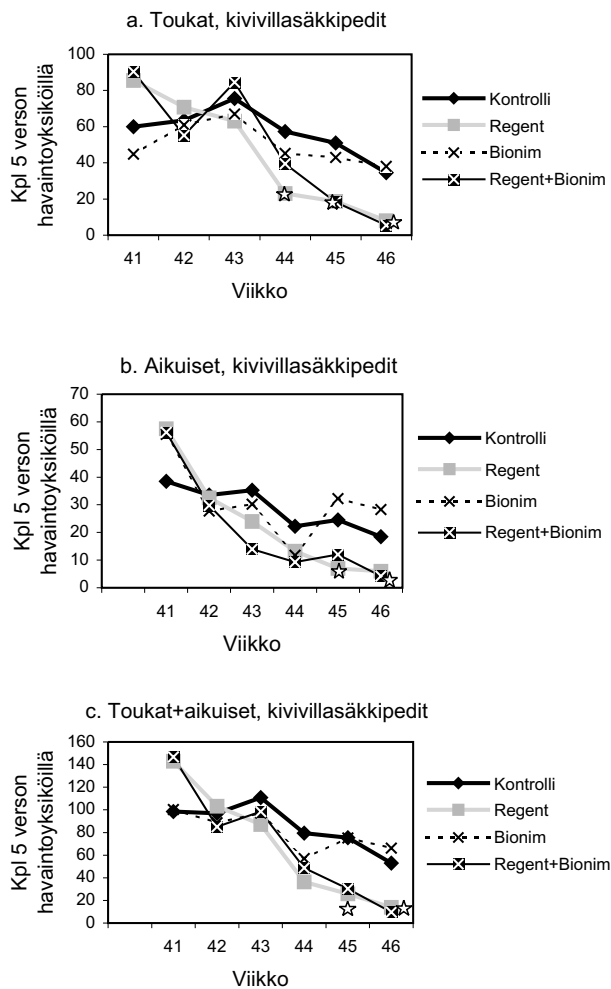
roniili on haitallista/vaarallista. Vaikka *A. cucumeris* -petopunkit pysyivät elossa, ne olivat kuitenkin huonokuntoisen näköisiä verrattuna kontrollikäsitellyn petopunkkeihin. Lisäksi fiproniili esti naaraiden munatuotannon täydellisesti. Koetta seurattiin kuitenkin vain viikon ajan, joten ei pystytäkään sanomaan, olisivatko fiproniilille altistuneet *A. cucumerikset* lopulta kuolleet ja olisivatko naaraat pystyneet myöhemmin munimaan vai eivät. Lisäksi suuri karanneiden osuus sekä kontrolli- että Regent-käsittelyissä vaikeutti tulosten tulkitsemista. On mahdollista, että osa karanneista *A. cucumeris* -petopunkteista olisi kuollut koelehdille, jos ne eivät olisi pystyneet pakenemaan. Toisaalta petopunkteja karkasi myös kontrollikäsitelystä, joten karkaaminen näyttää liittyvän enemmän petopunkkien normaaliin käyttäytymiseen ja aktiivisuuteen kuin Regent-käsittelyyn.

## 3 Fiproniilin vaikutus kalifornianripsiäisiin kasvualustakäsittelynä avoturve- ja kivivillasäkkipesteissä

### 3.1 Aineisto ja menetelmät

Koe toteutettiin viikkoina 41–46 syyskuussa 1998 päättyneen biologisen torjunnan kokeen torjuntaeliökäsittelyjen harsohäkeissä neljässä kasvihuoneosastossa. Jokaisen osaston kummassakin petityypissä oli neljä käsittelyä:

- 1) käsittelemätön kontrolli
- 2) fiproniili (Regent 80 WDG) kasvualustakäsittelynä (0,025 g valmistetta/m<sup>2</sup> kummassakin kasvualustassa, 5–6 l liuosta/m<sup>2</sup>, 0,0004 %:nen liuos)
- 3) Atsadiraktiini (Bionim-valmiste, 0,30 % atsadiraktiinia/l, Bionim Distributi-



**Kuva 27.** Kalifornianripsiaisen toukkien (a), aikuisten (b) ja toukkien ja aikuisten yhteismäärät (c) kivivillasäkkipedeissä kemiallisen torjunnan kokeen viidessä eri käsittelyssä syksyllä 1998. Tähdellä merkityt käsittelyt tietyinä havaintoviikkona eroavat merkitsevästi kontrollin määrästä vähintään 5 %:n riskitasolla (kontrollin ja käsittelyjen välisen erotuksen 95 %:n luottamusvälin testaus).

**Figure 27.** Number of WFT (a) larvae, (b) adults and (c) combined number of adults and larvae on inspected plant parts in cages placed in rockwool bag beds and receiving four weekly soil treatments with fipronil (Regent), four weekly leaf treatments with Bionim (azadirachtin), or both. Values with an asterisk differ significantly from those of untreated controls in the respective week at  $P < 0.05$  (analysis of variance with the mixed models procedure of SAS).

on Center AB, Huddinge, Ruotsi) lehvästökäsittelynä (0,6 %:nen liuos)

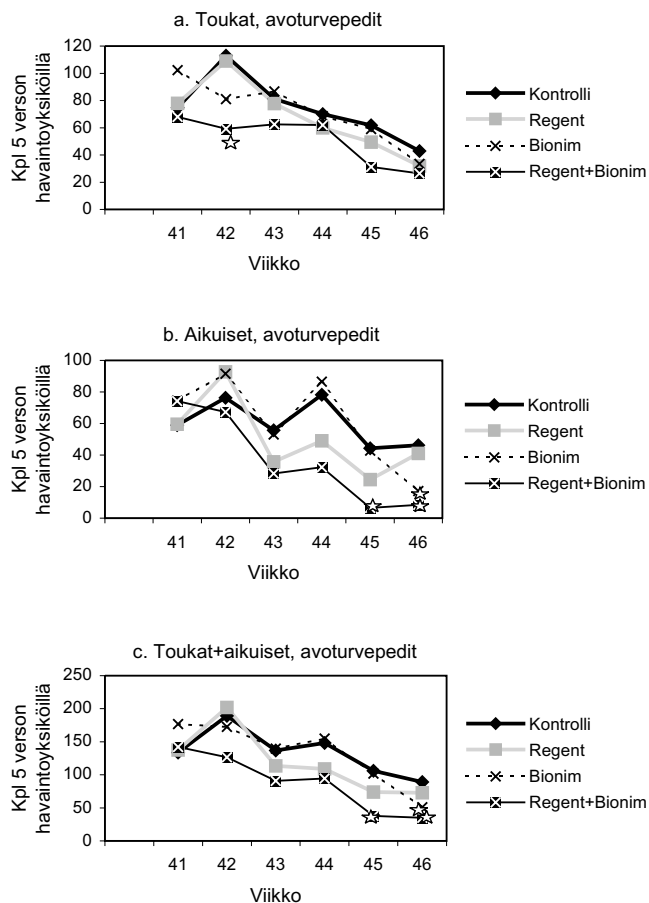
- 4) fiproniili kasvualuekäsittelynä kuten kohdassa 2 ja atsadiraktiini lehvästökäsittelynä kuten sivulla 28.

Käsittelyt tehtiin neljänä perättäisenä viikkona. Avoturpepedeissä Regent-liuos kaadettiin kastelukannulla tasaisesti harsohakin koko pinta-alalle. Kivivillasäkkipedeissä liuksella kasteltiin sekä kivivilukuutiot että muovien peittämät osat ja liuosta kaadettiin myös muovien alle kivivilukuutioiden ympärille. Kasvualueen tilavuutta kohti fiproniilin annostus oli suurempi kivivillasäkkipedeissä, koska pedit olivat osin kaksilutotteisia (säkkien väliset

muovin peittämät osat) ja säkissä olevien kivivilalevyjen paksuus oli vain noin neljäsosa 40 cm:n paksuisesta turvekerroksesta. Aineen annostuksesta erilaisiin kasvualueisiin ei kuitenkaan ollut saatavissa etukäteisohjeita, joten tässä vaiheessa koe tehtiin samalla neliöannostuksella.

Käsittelyjen tehoa verrattiin laskemalla viikottain ripsiaiset ruusun kukista ja lehdistä raportin s. 61 alkavassa osassa selostetun menetelmän mukaisesti. Ensimmäinen laskenta tehtiin ennen ensimmäistä käsittelykertaa ja loput aina ennen seuraavia käsittelykertoja. Viimeisen käsittelyn jälkeen laskentoja jatkettiin vielä kahden viikon ajan. Ripsiaisten laskennan yhteydessä laskettiin myös *A. cucumeris*-petopunkkien





**Kuva 28.** Kalifornianripsiaisen toukkien (a), aikuisten (b) ja toukkien ja aikuisten yhteismäärät (c) avoturvepedeissä kemiallisen torjunnan kokeen viidessä eri käsittelyssä syksyllä 1998. Selitykset ks. Kuva 27.

**Figure 28.** Number of WFT (a) larvae, (b) adults and (c) combined number of adults and larvae on inspected plant parts in cages placed in rockwool bag beds and receiving four weekly soil treatments with fipronil (Regent), four weekly leaf treatments with Bionim (azadirachtin), or both. For other explanations, see Figure 27.

määrät. Käsittelyjen tehoa suhteessa kontrolliin kokeen eri viikkoina testattiin SAS-ohjelmiston sekamallien analysointiin tarkoitetulla ohjelmalla.

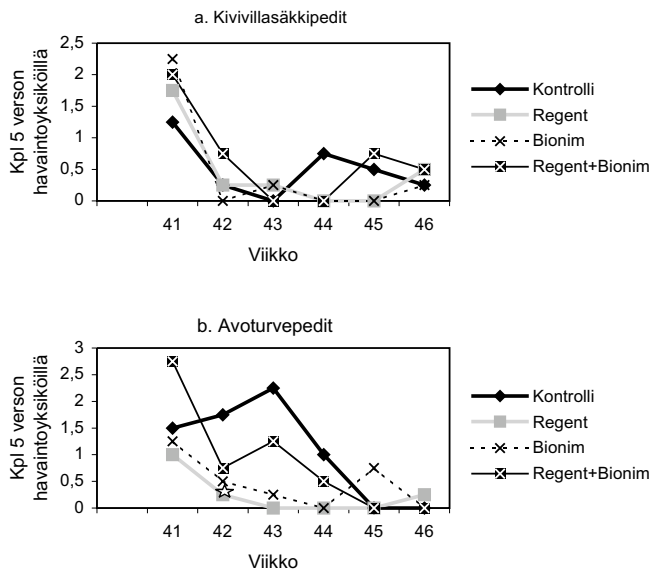
### 3.2 Tulokset

Käsittelyjen teho alkoi näkyä 3–4 viikon kuluttua ensimmäisestä käsittelystä. Kivivillassa petien Regent-käsittely torjui ripsiäistoukat 60–77 %:sti ja aikuiset 71–68 %:sti (Kuva 27a–b). Toukkien ja aikuisten yhteismäärällä mitattuna torjuntateho oli 66–74 % (Kuva 27c). Regentin ja Bionimin yhteiskäsittelyssä tehot toukkiin olivat 64–84 %, aikuisiin 51–77 % ja toukkien ja aikuisten yhteismääriin 60–82 %. Bionim yksinään ei tehonnut kr:seen.

Avoturvepedeissäkin ripsiäismäärät olivat pienimmät Regent-käsittelyssä sekä

Regentin ja Bionimin yhteiskäsittelyssä, mutta torjuntateho suhteessa kontrolliin oli merkitsevä ainoastaan jälkimmäisessä (Kuva 28a–c). Toukkia vastaan Regent ja Bionim yhdessä eivät tehonneet, mutta aikuiset tämä käsittely torjui 82–85 %:sti. Toukkien ja aikuisten yhteismäärällä mitattuna torjuntateho oli 61–64 %. Pelkän Bionim-käsittelyn teho avoturvepedeissä oli viimeisenä havaintoviikkona aikuisten määrällä mitattuna 63 %, mutta toukkien määrää käsittely ei vähentänyt. Muina viikkoina Bionim-käsittely ei alentanut ripsiäismääriä. Kivivillasäkkipedeissä Bionim ei alentanut ripsiäismääriä minään viikkona.

*Amblyseius cucumeris* -petopunkkien määrät olivat torjunta-ainekäsittelyissä samat kuin kontrollissa lukuunottamatta avoturvetien Regent-käsittelyä viikolla 42 (Kuva 29a–b).



**Kuva 29.** *Amblyseius cucumeris* -petopunkkien määrät kivivillasäkkipedeissä (a) ja avoturpepedeissä (b) kemiallisen torjunnan kokeen viides-ssä eri käsittelyssä syksyllä 1998. Selitykset ks. Kuva 27.

**Figure 29.** Number of *Amblyseius cucumeris* in (a) rockwool bag beds and (b) open peat beds on inspected plant parts in cages receiving four weekly soil treatments with fipronil (Regent), four weekly leaf treatments with Bionim (azadirachtin), or both. For other explanations, see Figure 27.

### 3.3 Tulosten tarkastelu

Neljänä perättäisenä viikkona tehty kasvualustan käsittely Regent 80 WDG -valmisteen torjui kr:t kivivillasäkkipedeistä tehokkaammin kuin avoturpeesta, mutta teho alkoi näkyä yleensä vasta viimeisen käsittelyn jälkeen eikä ollut silloinkaan kuin korkeintaan 74 % toukkien ja aikuisten yhteismäärän vähenemisellä mitattuna. Regentin ja Bionimin yhteiskäsittelyssä teho oli mitä ilmeisimmin pelkästään Regentin ansiota, koska Bionim yksinään ei vähentänyt kr:sten määrää suhteessa kontrolliin. Avoturpeessa pelkkä Regent-käsittely ei torjunut ripsiäisiä. Regentin parempi teho kivivillasäkkipedeissä selittyy todennäköisimmin sillä, että samasta annetusta ainemäärästä huolimatta kasvualustassa olevat ripsiäiset altistuivat kivivillasäkkipedeissä suuremmalle ainemäärälle. Kivivillassa aine käytännössä kaadettiin ripsiäisten päälle ainakin muovin peittämiä osia käsiteltäessä, kun taas avoturpepedeissä liuos joutui 40 cm:n paksuiseen turvekerrokseen. Lisäksi turve orgaanisena aineena saattaa sitoa osan fiproniilista rakenteeseensa, jolloin turpeessa olevat eliöt eivät altistu sille yhtä

voimakkaasti kuin toisentyypisissä kasvualustoissa.

Kokeen tulosten perusteella kasvualustan fiproniilikäsittelyt eivät olleet haitallisia kasveille eläville *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeille ainakaan mitattuna punkkien lukumäärillä, mikä on yhtenevä tulos laboratorikokeen tulosten kanssa. Vaikutusta lisääntymiseen ei kuitenkaan voitu tässä koeksessa todentaa.

Fiproniili ei sovellu kasvualustakäsittelyinä kr:n määrien nopeaan alentamiseen. Tätä tavoitellaan integroidussa torjunnassa, kun pyritään saamaan liian suuriksi kasvaneet ripsiäismäärät takaisin tasolle, jolla torjuntaeliöt saavat ne jälleen hallintaansa. Tavoitteeseen pääsemiseksi käsittelyjä olisi tehtävä useina viikkoina ja ne olisi aloitettava suhteellisen alhaisilla ripsiäismäärillä tehon ilmenemisen hitauden takia. Tällöin menetetään yksi edusta, johon biologisen ja kemiallisen torjunnan yhdistämisellä parhaimmillaan päästään eli kasvinsuojelun vaatiman ajan ja työmäärän vähentäminen. Ripsiäisten kasvualustasta kuoriutumisen tehokkaaksi vähentämiseksi käsittelyn olisi oltava teholtaan lähes sataprosenttinen ja tehon tulisi näkyä nopeasti.

# Hiililannoiteruiskutuksen sivuvaikutus ansaripetopunkkeihin (*Phytoseiulus persimilis*), ripsiäispetopunkkeihin (*Amblyseius cucumeris*) ja jauhiaiskiilukaisiin (*Encarsia formosa*)

Marika Linnamäki

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
[marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi)

40 %:ksi laimennetun hiililannoitteen (Kekkilä Oyj) vaikutusta kolmeen yleisesti käytettyyn torjuntaeliöön tutkittiin laboratorionkokeilla. Tutkittavat torjuntaeliöt olivat ansaripetopunkki (*Phytoseiulus persimilis*), *Amblyseius cucumeris* -ripsiäispetopunkki ja jauhiaiskiilukainen (*Encarsia formosa*). Hiililannoite- ja kontrollikäsittelyt (vesi) tehtiin Potterin tornilla, jolla saadaan hienojakoinen ja tasainen pisaralaskema. Käsitteletyt tehtiin, kun torjuntaeliöt olivat koelehdillä eli kyseessä oli torjuntaeliöiden suora altistus. Hiililannoitteella ei ollut haitallista vaikutusta *A. cucumeristen* eikä ansaripetopunkkien elossa pysymiseen eikä petopunkkinaaraiden munatuotantoon. Peto-  
punkkien väheneminen käsittelyissä johtui pääasiassa petopunkkien karkaamisesta, koska koemaljat olivat avonaiset ja varotoimista huolimatta erityisesti koiraita karkasi maljoilta. Jauhiaiskiilukaisille hiililannoite saattaa olla lievästi haitallista, mutta lannoitteelle altistettujen kiilukaisten lievä kuolleisuus saattoi kuitenkin osaltaan joh-

tua myös koemenetelmistä. Laboratoriokokeiden perusteella hiililannoite soveltuu käytettäväksi integroidussa torjunnassa.

## 1 Johdanto

Kekkilän Hiililannoite sisältää denaturoitua etanolia (60 til-%), aminohappoja, ureaa ja HEDTA-rautakelaattia. Kasvihuooneissa käytetään 20 tai 40 %:ksi laimennettua käyttöliuosta. Lehdet ruiskutetaan märäksi kerran viikossa. Kahden antokerran jälkeen voidaan siirtyä käyttämään 40 %:sta liuosta, jolloin ruiskutus tehdään joka toinen viikko. Härmän torjunnassa käytetään 40 %:sta liuosta. Hiililannoite tehoaa parhaiten, kun käsittely tehdään valoisaan aikaan. Polttovioituksen mahdollisuus pitää kuitenkin ottaa huomioon. Varsinkin keväällä kirkkaassa auringon paisteessa ja alhaisessa ilmankosteudessa polttovioituksen vaara on suuri. Tarkemmat käyttöoh-

jeet löytyvät esimerkiksi Kekkilän Internet-sivulta. ([www.kekkila.fi/ammatti/hiililannoite.htm](http://www.kekkila.fi/ammatti/hiililannoite.htm)).

Hiililannoiteruiskutuksilla parannetaan kasvien hiilen saantia. Haakanan et al. (2001) tutkimuksessa havaittiin etanolikäsitteilyn lisäävän miniruusun ja tillin satoa sekä parantavan niiden laatua. Kaasuuntuneella etanolilla oli voimakkaampi positiivinen vaikutus kuin lehvästökäsittelynä annettulla etanolilla.

Hiililannoitteella on saatu hyviä tuloksia härmän torjunnassa kasvihuonekurkulla ja ruusulla (Huttunen 1996). Haakanan et al. (2001) kokeessa etanolikäsitteily vähensi härmän esiintymistä miniruusuissa. Härmää vastaan ruiskutus kannattaa tehdä ennaltaehkäisevästi tai heti ensimmäisten härmäläikkujen ilmaannuttua.

Suomessa muutamat ruusun ja kurkun viljelijät käyttävät jatkuvasti hiililannoiteruiskutuksia (Haakana et al. 2001). Kun kasvustoa käsitellään hiililannoitteella ja tuhoeläimiä torjutaan samanaikaisesti biologisin menetelmin, kasveilla olevat torjuntaeliöt altistuvat hiililannoiteruiskutuksille. Tämän vuoksi tutkittiin laboratorioskokeilla, onko hiililannoitteella haitallista sivuvaikutusta torjuntaeliöihin. Kokeisiin valittiin kolme kasvihuoneviljelmillä yleisesti käytettyä torjuntaeliölajia, ansaripetopunkki, *Amblyseius cucumeris* -ripsiaispetopunkki ja jauhiaskiilukainen. Kaikkia edellä mainittuja, mutta erityisesti ansaripetopunkkia ja *A. cucumerista*, voidaan käyttää myös leikkoruusulla vihannespunkkien ja ripsiaisten torjuntaan.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Ansaripetopunkki

Kokeessa käytetyt ansaripetopunkit olivat samaa kantaa (Biobest), mitä viljelijätkin käyttävät. Aikuisia ansaripetopunkkinaaraita otettiin myyntipakkauksesta muni-

maan kasvatusastioihin. Kaksi vuorokautta ennen kokeen alkua kasvatusastioista kerättiin munia. Kokeen alkaessa munista kuoriutuneet ansaripetopunkit olivat korkeintaan 48 tunnin ikäisiä ja aikuistuivat kokeen aikana.

Kokeessa oli kaksi käsittelyä: 40 %:ksi laimennettu hiililannoite ja vesi (kontrollikäsittely). Molemmissa käsittelyissä oli kuusi koemaljaa. Kokeessa oli kaksi toistoa. Pohjasta rei'itetyille petrimaljoille (halkaisija 8,9 cm:ä) laitettiin pumpulia, jonka päälle asetettiin halkaisijaltaan noin 5,5 cm:n pavun lehti alapuoli ylöspäin. Jokaiselle lehdelle laitettiin 60 vihannespunkkia ravinnoksi petopunkkeille ja 10 nuorta ansaripetopunkkia eli molemmissa käsittelyissä oli yhteensä 60 petopunkkia.

Lehdet käsiteltiin Potterin tornissa (10 lb/in<sup>2</sup> paine), kun torjuntaeliöt oli laitettu pavun lehdille. Käytetty ainemäärä oli 1,5 ml per koemalja, jolla saatiin lehdelle tasainen pisaralasjeuma, mutta lehti ei kuitenkaan kastunut märäksi. Kunkin käsittelyn koemaljat laitettiin omalle tarjottimelleen, jossa oli vettä. Koemaljojen pumpuli pysyi koko ajan märkänä ja ehkäisi petopunkkien karkaamista. Kasvatuskaapissa, jossa koemaljoja pidettiin kokeiden ajan, oli valotus päällä 16 tuntia vuorokaudessa. Ensimmäisen toiston aikana lämpötila oli 24,5±0,5 °C sekä kosteus 73,4±2,8 % ja toisen toiston aikana lämpötila oli 25,0±0,4 °C sekä kosteus 70,9±2,7 %.

Elossa olevien petopunkkien määrää ja munatuotantoa seurattiin seitsemän päivän ajan. Kun petopunkit olivat aikuistuneet, naaraiden ja koiraiden määrät laskettiin erikseen. Myös koelehdiltä karanneet petopunkit laskettiin.

Käsittelyiden välistä eroa testattiin ei-parametrisella Wilcoxonin järjestyssummatestillä, koska t-testin oletukset eivät toteutuneet eikä muunnoksilla saatu tilannetta korjattua. Tilastollisella testillä verrattiin kokeen lopussa elossa olleiden petopunkkien määriä ja koko kokeen aikaista munatuotantoa per naaras.

Hiililannoitteen vaikutus ansaripetopunkkeihin laskettiin kaavalla: 100 % ×

{(kokonaismunatuotanto kontrollissa – kokonaismunatuotanto käsittelyssä) / kokonaismunatuotanto kontrollissa} (Samsøe-Petersen 1983).

Koemenetelmät mukailivat IOBC/WPRS työryhmän laatimia standardoituja koeohjeita ”Pesticides and Beneficial Organisms”. Tarkempia koeohjeita torjunta-aineiden vaikutusten testaamisesta ansaripetopunkille löytyy esimerkiksi Oomenin (1988) ja Samsøe-Petersenin (1983) julkaisuista. Tämä koe noudattelee Oomenin koemenetelmiä kahta poikkeusta lukuun ottamatta. Käsittelyt tehtiin ansaripetopunkkien ollessa koelehdillä ja seuranta lopetettiin kokeen seitsemäntenä eikä kahdeksantena päivänä kuten Oomenin kokeessa.

## 2.2 *Amblyseius cucumeris*-petopunkki

*Amblyseius cucumeris*en testausmenetelmät olivat muuten samat kuin ansaripetopunkkeilla, mutta kokeessa käytetyt *A. cucumeriset* (Koppert B.V.) olivat korkeintaan 72 tunnin ikäisiä, ja petopunkkien ravinnoksi laitettiin osmankäämin siitepölyä (*Typha* sp.). Siitepöly laitettiin koelehdille käsittelyn jälkeen, kun lehdet olivat kuivuneet.

Kasvatuskaapissa, jossa koemaljoja pidettiin kokeiden ajan, oli valotus päällä 16 tuntia vuorokaudessa. Ensimmäisen toiston aikana lämpötila oli  $25,3 \pm 0,5$  °C sekä kosteus  $78,4 \pm 2,7$  % ja toisen toiston aikana lämpötila oli  $25,4 \pm 0,5$  °C sekä kosteus  $78,6 \pm 2,6$  %.

## 2.3 Jauhiaiskiilukainen

Kokeessa oli kaksi käsittelyä: 40 %:ksi laimennettu hiililannoite ja vesi (kontrolli). Molemmassa käsittelyssä oli kuusi koehäkkiä. Koehäkit olivat samanlaisia kuin fiproniilikokeessa (Regent 80 WDG) kr:sten esikoteloiden testauksessa käytetyt koehäkit (kts. s. 76). Koehäkissä oli pavunlehti, jolle laitettiin 10 aikuista jauhiaiskiilukaista

(Koppert B.V.), jotka olivat korkeintaan vuorokauden ikäisiä. Lehdet käsiteltiin, kun jauhiaiskiilukat olivat lehdellä. Käsittelyt tehtiin laboratoriossa Potterin tornilla ( $10 \text{ lb/in}^2$  paine) ja käytetty ainemäärä oli 1,5 ml per koehäkki. Häkkeihin laitettiin hunajavedellä kostutettu paperinpala, josta jauhiaiskiilukat pystyivät imemään ravintoa. Saman käsittelyn koehäkit laitettiin korokkeiden päälle omalle alustalleen, jonka pohjalla oli vettä. Kokeessa oli kaksi toistoa.

Kasvatuskaapissa valotus oli päällä 16 tuntia vuorokaudessa molempien toistojen aikana. Ensimmäisen toiston aikana lämpötila oli  $26,2 \pm 0,5$  °C sekä kosteus  $68,5 \pm 2,6$  % ja toisen toiston aikana lämpötila oli  $26,0 \pm 0,4$  °C sekä kosteus  $67,1 \pm 2,8$  %.

Aikuisten jauhiaiskiilukaisten elossa pysymistä seurattiin kolme päivää. Käsittelyiden välistä eroa testattiin ei-parametrisella Wilcoxonin järjestyssummatestillä. Tilastollisella testillä verrattiin kokeen lopussa elossa olleiden jauhiaiskiilukaisten määriä. Hiililannoitteen vaikutusta jauhiaiskiilukaisen loisintaan ei testattu. Jauhiaiskiilukaisen testausohjeet torjunta-aineiden vaikutuksille löytyvät esimerkiksi Oomenin (1985) julkaisusta. Tämän kokeen menetelmät olivat hyvin yksinkertaistetut ja seuranta-aika oli lyhyt verrattuna Oomenin testausmenetelmiin.

# 3 Tulokset

## 3.1 Ansaripetopunkki

Hiililannoiteruiskutus ei alentanut ansaripetopunkkien elossa pysymistä verrattuna kontrolliin. Ensimmäisessä toistossa kokeen lopussa oli kontrollimaljoilla elossa  $8,3 \pm 1,8$  ansaripetopunkkia per koemalja ja hiililannoitemaljoilla  $8,0 \pm 2,0$  ansaripetopunkkia per koemalja (Wilcoxon,  $p=0,9352$ ). Toisessa toistossa kontrollimaljoilla ( $8,7 \pm 0,8$ ) oli elossa vähemmän ansaripetopunkkeja kuin hiililannoitemaljoilla ( $9,5 \pm 1,1$ ). Ero ei kuitenkaan ollut toisessakaan toistos-

sa tilastollisesti merkitsevä (Wilcoxon,  $p=0,1808$ ).

Lehdelle kuolleiden ansaripetopunkkien osuus oli käsittelyissä alhainen. Ensimmäisessä toistossa kuolleita oli sekä kontrolli- että hiililannoitekäsittelyissä 3,3 %. Toisessa toistossa kuolleita oli kontrollikäsittelyssä 1,7 % ja hiililannoitekäsittelyssä 3,3 %. Petopunkkimäärien väheneminen kokeen aikana johtuikin pääasiassa petopunkkien karkaamisesta koelehdiltä. Ensimmäisessä toistossa karanneita ansaripetopunkteja oli kontrollikäsittelyssä 13,3 % ja hiililannoitekäsittelyssä 16,7 %. Toisen toiston vastaavat luvut olivat 11,7 % ja 1,7 %.

Hiililannoitekäsittelyllä ei ollut vaikutusta myöskään naaraiden munatuotantoon. Ensimmäisessä toistossa kokonaismunamäärä per naaras oli kontrollikäsittelyssä  $18,0 \pm 1,3$ , joka oli hieman vähemmän kuin hiililannoitekäsittelyssä ( $19,2 \pm 1,6$ ). Ero ei ollut merkitsevä (Wilcoxon,  $p=0,3785$ ). Toisessa toistossa kokonaismunamäärä per naaras oli kontrollimaljoilla  $19,3 \pm 1,9$  ja hiililannoitemaljoilla  $18,1 \pm 1,2$  (Wilcoxon,  $p=0,2980$ ).

Hiililannoiteruiskutuksen haitallinen vaikutus ansaripetopunkkeihin perustuen naaraiden tuottamaan kokonaismunamäärään oli ensimmäisessä toistossa 10 % ja toisessa toistossa 0 %. IOBC-työryhmän määrittämien raja-arvojen mukaan hiililannoite on vaaratonta ansaripetopunkteille (vaikutus  $<50\%$ ) (Samsøe-Petersen 1983).

### 3.2 *Amblyseius cucumeris* -petopunkki

Hiililannoiteruiskutuksella ei ollut haitallista vaikutusta myöskään *A. cucumeris* -petopunkkeihin. Ensimmäisessä toistossa kokeen lopussa oli kontrollikäsittelyssä elossa  $5,8 \pm 1,2$  petopunkkia eli merkitsevästi vähemmän kuin hiililannoitekäsittelyssä ( $7,7 \pm 1,5$ ) (Wilcoxon,  $p=0,0513$ ). Toisessa toistossa *A. cucumeris* -petopunkteja oli elos-

sa kontrollikäsittelyssä  $6,3 \pm 0,8$  ja hiililannoitekäsittelyssä  $6,2 \pm 1,5$  (Wilcoxon,  $p=1,0000$ ).

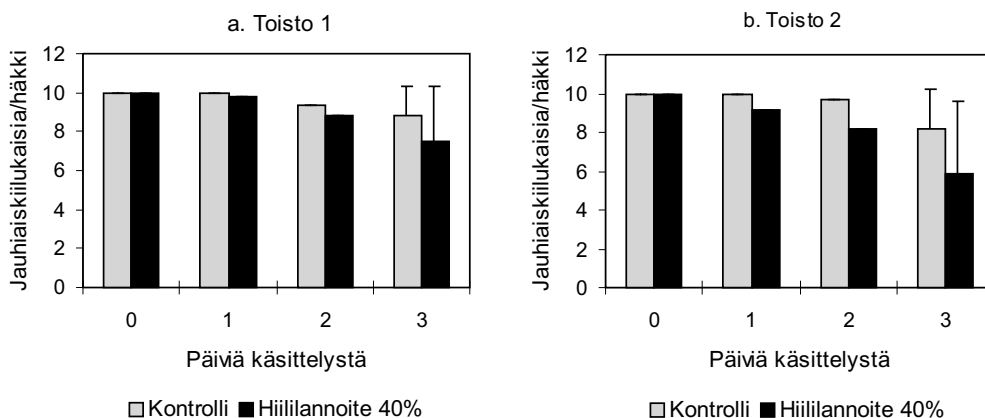
Kuolleiden petopunkkien osuus oli suhteellisen alhainen. Ensimmäisessä toistossa kuolleita *Amblyseius cucumeris* -petopunkteja oli kontrollikäsittelyssä 13,3 % ja hiililannoitekäsittelyissä 5,0 %. Toisen toiston vastaavat luvut olivat 5,0 % ja 11,7 %. Karanneiden petopunkkien osuus oli tässäkin kokeessa suuri. Molemmissa toistoissa karanneita *A. cucumeris* -petopunkteja oli kontrollikäsittelyssä (28,3 % ja 31,7 %) enemmän kuin hiililannoitekäsittelyssä (18,3 % ja 26,7 %).

Hiililannoitekäsittelyllä ei ollut vaikutusta naaraiden munimien munien määrään. Ensimmäisessä toistossa kokonaismunamäärä per naaras oli kontrollikäsittelyssä  $5,1 \pm 1,2$  ja hiililannoitekäsittelyssä  $5,1 \pm 0,9$  (Wilcoxon,  $p=1,0000$ ). Toisessa toistossa munamäärä per naaras oli kontrollikäsittelyssä  $4,8 \pm 0,9$  ja hiililannoitekäsittelyssä  $4,2 \pm 1,2$  (Wilcoxon,  $p=0,3350$ ).

Hiililannoitteen haitallinen vaikutus oli ensimmäisessä toistossa 0 % ja toisessa toistossa 4,9 %. Hiililannoite ei ollut haitallista (vaikutus  $<50\%$ ) *Amblyseius cucumeris* -petopunkteille.

### 3.3 Jauhiaiskiilukainen

Ensimmäisessä toistossa jauhiaiskiilukaisia oli kokeen lopussa elossa kontrollikäsittelyssä  $8,8 \pm 1,5$  ja hiililannoitekäsittelyssä  $7,5 \pm 2,8$  (Wilcoxon,  $p=0,3602$ ). (Kuva 30a). Toisessa toistossa jauhiaiskiilukaisia oli elossa kontrollimaljoilla  $8,2 \pm 2,0$  ja hiililannoitemaljoilla  $5,8 \pm 3,8$  (Wilcoxon,  $p=0,1542$ ) (Kuva 30b). Käsittelyn sisällä vaihtelut koemaljojen välillä olivat suuria. Varsinkin toisen toiston hiililannoitekäsittelyssä elossa olevien jauhiaiskiilukaisten määrä vaihteli kokeen lopussa (kolmantena tarkastuspäivänä) 0:sta 10:een kiilukaiseen per malja.



**Kuva 30.** Elävien jauhiaiskiilukaisten määrä per koehäkki vedellä ja 40 %:lla hiililannoitteella käsitellyissä maljoissa ( $n=6$  maljaa/käsittely) kokeen kahdessa toistossa (a,b). Kokeen lopussa (päivä 3) elossa olleiden jauhiaiskiilukaisten määrää testattiin tilastollisesti, siksi vain kolmannen päivän pylväisiin on merkitty näkyviin keskiarvojen keskihajonnat.

**Figure 30.** Number of living *Encarsia formosa* adults per replicate dish ( $n=6$  per treatment) treated with ethanol-based carbon fertilizer, 40% dilution, ("hiililannoite 40 %") or with water only ("kontrolli") on the days following the treatment. Two similar experiments were conducted ("toisto 1" and "toisto 2"). Bars show S.E. of the means on the last day of the experiment, when treatment values were statistically tested.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 *Amblyseius cucumeris* -petopunkki ja ansaripetopunkki

Laboratoriokokeissa 40 %:ksi laimennetulla hiililannoitteella ei ollut haitallista vaikutusta ansaripetopunkkeihin eikä *Amblyseius cucumeriksiin*. Vaikka hiililannoite ei sinällään ole haitallista petopunkkeille, niin käsiteltäessä kasvusto märeksi hiililannoiteliuoksella, kuten käyttöohjeissa neuvotaan, osa petopunkkeista voi hukkua lehdille tai huuhtoutua kasvustosta maahan. Haakanan et al. (2001) kokeissa kaasuuntunut etanoli tehoi kasveilla yhtä hyvin ja pääasiassa jopa paremmin kuin lehvästökäsittelynä annettu etanoli. Kaasuuntunut etanoli ja lehvästökäsittely tehosivat yhtä hyvin myös härmään. Haakanan et al. (2001) mukaan etanolikäsittelyt kannattaisikin tehdä korkeapaineruiskulla, jolloin pisaralaskema olisi pienijakoista, mikä edesauttaisi etanolin kulkeutumista kasvisolukkaan kaasumaisena. Korkeapaineruiskun käyttö

olisi hyödyllistä myös torjuntaeliöiden kannalta, koska pienen pisarakoon vuoksi torjuntaeliöillä ei olisi huuhtoutumis- eikä hukkumisvaaraa.

Sekä ansaripetopunkkikokeissa että *A. cucumeris* -kokeissa koiraiden osuus oli oletettua suurempi. Karanneiden suhteellisen suuri osuus petopunkkikokeissa selittyi koiraiden suurella määrällä. Koiraat liikkuvat maljoilla enemmän ja kevyempinä pysyivät paremmin kulkemaan märän pumputin päällä ja näin karkaamaan koelehdiltä. Naaraiden määrä pysyi koemaljoilla suhteellisen vakiona. Koiraat ovat herkempiä torjunta-aineille kuin naaraat (Hof et al. 1995, Matthews 1997). Koska koiraat eivät vahingoittuneet hiililannoitekäsittelystä, tulos vahvistaa sitä, että hiililannoiteruiskutus ei vaikuta petopunkkeihin haitallisesti.

Suoran altistuksen periaatetta noudattavien laboratoriokokeiden jälkeen torjunta-aineiden sivuvaikutustestauksissa siirrytään yleensä kasvihuonekokeisiin, mikäli laboratoriokokeet osoittavat, että torjuntaeliöt kärsivät torjunta-aineesta (Oomen 1988). Alkoholiruiskutukset eivät haitanneet ansaripetopunkkeja.

ripetopunkkeja eivätkä *A. cucumeris* -petopunkkeja suoranakaan altistuksena, joten käytännön olosuhteita simuloiviin kasvihuonekokeisiin ei ollut tarvetta mennä.

## 4.2 Jauhiaiskiilukainen

Kokeen perusteella näyttäisi siltä, että hiililannoiteruiskutukset voivat olla lievästi haitallisia jauhiaiskiilukaisille, vaikka vaikutus ei ollutkaan tilastollisesti merkitsevä koeyksiköiden välisen suuren hajonnan vuoksi. Jauhiaiskiilukaiset ovat torjuntaeliöistä herkimpiä torjunta-aineille, joten hiililannoitteella saattaa olla niihin lievä haitallinen vaikutus. Toisaalta kokeen tulokseen saat-

toi kuitenkin vaikuttaa myös jauhiaiskiilukaisten ravinnon saanti. Koehäkeissä olleet hunajavedellä kostutetut paperit eivät pysyneet koko aikaa kosteana, jolloin ravinnon puute saattoi aiheuttaa kuoleman. Toisinaan hunajavesipaperi oli taas liiankin märkä, jolloin kiilukaiset saattoivat tahrata itsensä tai pahimmassa tapauksessa hukkua paperille. Haitallinen vaikutus voikin joutua pelkästään liian yksinkertaistetuista koemenetelmistä. Tämän kokeen perusteella ei siis voitu varmasti sanoa, ovatko hiililannoiteruiskutukset haitallisia jauhiaiskiilukaisille vai eivät. Mahdollinen haitallinen vaikutus näyttää kuitenkin pieneltä.



# Kalifornianripsiäisen biologinen ja integroitu torjunta Escimo-leikkoruusulla kesäaikaan – koe käytännön viljelyä vastaavissa olosuhteissa

Irene Vänninen<sup>1)</sup>, Marika Linnamäki<sup>1)</sup> & Sari Jaaksi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi)  
<sup>2)</sup> [sarijaa@jippii.fi](mailto:sarijaa@jippii.fi)

*Amblyseius cucumeris* -petopunkkien tehoa kalifornianripsiäisiin kesäkuukausina tutkittiin neljässä 38 m<sup>2</sup>:n ruusuhuoneessa. Kahdessa osastossa käytettiin vain petopunkkeja. Kahdessa kasvualusta käsiteltiin lisäksi fiproniililla kahtena perättäisenä viikkona ripsiäismäärien lähdettyä nousuun (=integroitu torjunta). Petopunkkipusseissa levitettiin kahden viikon välein yhteensä 4500–7000 punkkia/m<sup>2</sup>.

Regent-käsittelyt eivät tehostaneet torjuntaa. Integroidun torjunnan osastojen kokonaiskukkasadosta 86 % oli puhdasta, 9 % lievästi vioittunutta nipputavaraa ja 5 % myyntikelvottomia. Biologisen torjunnan osastoista saadusta yhtä suuresta kokonaisadosta 62 % oli puhdasta, 15 % nipputavaraa ja 23 % oli myyntikelvottomia. Biologisen torjuntakäsittelyn huonompi tulos johtuu siitä, että yhdessä osastossa ripsiäistihetydet olivat korkeat ja petopunkit lisääntyivät siellä heikosti. Toisessa biologisen torjunnan osastossa myyntikelpoisia ruusuja saatiin yhtä paljon kuin integroidun tor-

junnan osastoissakin.

Petopunkkien määrän kasvu lehdillä reagoi lehtien ripsiäistoukkien määrän kasvuun välittömästi, mutta kukissa vasta viikon viiveellä. Kokeen loppupuolella ripsiäismäärien romahdettua petojen määrä kukissa nousi vasta 2–3 viikon kuluttua uusien pussien ripustamisesta.

Riittävinä määrinä käytettynä *A. cucumeris* pystyy suojaamaan ripsiäisvioletukselle erittäin herkän Escimo-lajikkeen jopa kesällä, mutta torjuntakustannukset ovat korkeat (11–17 mk/m<sup>2</sup>). *Amblyseius cucumeris*-petopunkkien käytön ongelmat leikkoruusulla liittyvät petojen levitysmenetelmiin ja petojen leviämiseen kasvustossa. Pussien neljän viikon levitysväli oli liian pitkä otettaessa huomioon viive petopunkkien kukkiin hakeutumisessa. Pusseja tehokkaampi *A. cucumeriksen* käyttötapana leikkoruusulla voi olla levitys suoraan lehdille, mikä mekanisoiduna saattaa olla jopa vähemmän työlästä kuin pussien tiheään tehty ripustaminen kasvustoon.

# 1 Johdanto

Vuosina 1997–98 toteutetuissa kokeissa osoitettiin, että *Hypoaspis*-suvun kaupallisesti saatavilla olevilla kannoilla ei voida tehostaa kr:n torjuntaa ruusulta, vaikka näitä punkkeja käytettäisiin yhdessä *Amblyseius cucumeris*-petopunkkien kanssa. Leikkoruusulla toteutetussa biologisen torjunnan kokeessa nähtiin, että *A. cucumeris* yksinään tuotti keskimäärin 45–50 %:n torjuntatehon kesäolosuhteissa. Tältä pohjalta toteutettiin vuonna 1999 koe, jossa käytettiin torjuntaeliönä ainoastaan *A. cucumeris* -petopunkkeja. Sen lisäksi kahdessa osastossa käytettiin kasvualustassa olleiden ripsiäisten määrän vähentämiseksi fiproniililla tehtyjä kasvualustakäsittelyjä. Fiproniili oli tulossa Suomen torjunta-ainemarkkinoille kokeen toteuttamisvuonna. Koska *Hypoaspis*-suvun petopunkeista ei ollut apua, haluttiin kokeilla, onko kasvualustan kemiallisesta käsittelystä hyötyä, kun se yhdistetään ruusujen lehdillä saalistavien petopunkkien käyttöön. Suorassa altistuksessa fiproniili on haitallista *A. cucumeris* -petopunkeille, sillä se estää niiden lisääntymisen, mutta kasvualustakäsittely ei vähentänyt punkkien määriä (kts. s. 74).

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Ruusujen viljely

Koe toteutettiin neljässä 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneosastossa MTT:ssa viikkoina 21–37. Jokaisessa osastossa oli yksi kivivillasäkkipeti ja yksi avoturvepeti (kts. s. 16). Yhtä petiä kohti istutettiin 40 kpl valkokukkaisesta Escimo-ruusua (Schetelig Oy). Ruusuja valotettiin tarvittaessa klo 2 ja 22 välisenä aikana. Petiä kohti oli avointa koealaa noin 7,2 m<sup>2</sup>. Huoneissa oli kokeen alkaessa lievä kr-saastunta edelliseltä kasvukaudelta, joten niihin ei tuotu ripsiäisiä kasvatuksista.

Osastojen asetustilämpötila oli 20 °C, tuuletus käynnistyi 21 °C:ssa. Osastojen keskilämpötila oli suurimman osan koetta välillä 22–24 °C. Ilman suhteellinen kosteus vaihteli enimmäkseen välillä 60–75 % eli oli petopunkkien toiminnan kannalta siedettävissä rajoissa.

### 2.2 Torjuntakäsittelyt

Kaksi huoneista tuli arvonnassa pelkän biologisen torjunnan käsittelyiksi. Loput kaksi osastoa tulivat integroidun torjunnan käsittelyiksi, joissa käytettiin *A. cucumeris* -punkkeja yhdistettynä kasvualustan fiproniilikäsittelyihin. Petopunkit levitettiin pusseissa, jotka asetettiin pystyversojen keski- ja alaosaan. Levitysmäärät vaihtelivat hieman osastoittain riippuen niiden ripsiäistiheyden ja sadon voittuneisuuden kehityksestä kokeen aikana (Taulukko 13). Ruusunhärnä torjuttiin viikottaisilla hiililannoiteruiskutuksilla (Kekkilä Oy), jota käytettiin 40 %:na liuoksena.

Kasvualustan kemialliset käsittelyt tehtiin Regent 80 WDG-kauppavalmisteella. Valmisteen käyttöväkevyys oli avoturvepedeissä suurempi kuin kivivillasäkkipedeissä, koska vuoden 1998 fiproniilikokeessa käytetyllä yhdenmukaisella pitoisuudella (0,025 g valmistetta/m<sup>2</sup>) ei ollut vaikutusta turvepetien ripsiäismääriin (kts. s. 74).

### 2.3 Havaintomenetelmät

Kasveilta laskettiin viikoittain ripsiäistoukkien ja -aikuisten sekä petopunkkien määrät 10:ltä pysty- ja 10:ltä taivutetulta versolta per peti. Laskennat tehtiin 10:stä kukasta/nupusta sekä 40:ltä lehdeltä (2 lehteä per verso) per peti. Ripsiäisten määrää seurattiin myös Catch-it -merkkisillä kelta-ansoilla (9 × 14 cm). Sato kerättiin normaalin satorytmin mukaisesti 1–2 päivän välein ja jaoteltiin kolmeen luokkaan (eivät vastaa ruusujen virallista laatuluokitusta):

- 1) puhtaat myyntikelpoiset (ei ripsiäisvioletuksia);

**Taulukko 13.** Koeosastoihin levitetyt *Amblyseius cucumeris* -määrät neliometriä kohti vuoden 1999 biologisen ja integroidun torjunnan kokeessa sekä integroidun torjunnan osastoissa tehdyt kasvualustan kemialliset käsittelyt. Hinnat ilman ALV:a.

**Table 13.** Application rates of *Amblyseius cucumeris* per m<sup>2</sup> in compartments of biological and integrated thrips control in 1999 in cut roses (white Escimo), plus application weeks of fipronil (Regent) to growth substrate in two integrated control compartments. Prices without VAT.

Viikko Week	Integroidun torjunnan osastot <i>Integrated thrips control</i>		Biologisen torjunnan osastot <i>Biological thrips control</i>	
	Osasto 1 Comp. 1	Osasto 3 Comp. 3	Osasto 2 Comp. 2	Osasto 4 Comp. 4
21	500	500	500	500
23	500	500	500	500
25	1000	1000	1000	1000
26	fiproniili <sup>a</sup> fiproniili	fiproniili fiproniili	-	-
27	1000	1000	1000	1000
29	1000	2000	2000	2000 + 1000 <sup>b</sup>
33	500	500	500	1000
Yhteensä/m <sup>2</sup> Total/m <sup>2</sup>	4500	5500	5500	7000
Torjuntaeliöiden hintaa yht., mk/m <sup>2</sup> Total treatment price/m <sup>2</sup> , FIM	8,82	10,78	10,78	13,72

<sup>a</sup> avoturveteihin 0,0007 %:sta liuosta 5-6 l/m<sup>2</sup>, kivivillasäkkipeteihin 0,00044 %:sta liuosta/in open peat beds, 5-6 l of 0.0007% suspension, in rockwool bag beds, 5-6 l of 0.00044% suspension

<sup>b</sup> 1000 kpl/m<sup>2</sup> pulloissa toimitettuja punkkeja pussilevitysten lisäksi/ 1000 predators per m<sup>2</sup> sprinkled onto leaves from bottle

- 2) lievästi ripsiäisten voittamat, mutta myyntikelpoiset nipputavarana; ja
- 3) pahoin voittuneet, myyntikelvottomat kukat.

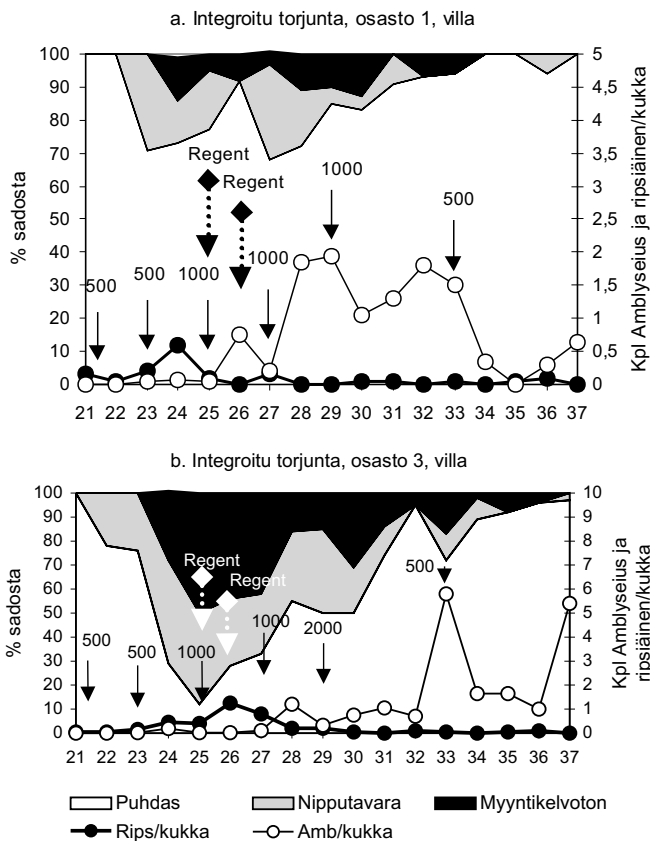
## 3 Tulokset

### 3.1 Ripsiäis- ja petopunkkimäärien kehitys

Osastoissa 1, 2 ja 3 ripsiäisten määrä kukintoa kohti oli maksimissaan vain 0,6-0,9 kpl per kukka. Osastossa 4 (toinen biologisen torjunnan osastoista) ripsiäiset lisääntyivät kaikkein voimakkaimmin ja maksimisaas

tunnan aikana niitä oli 1,5 kpl per kukka. Ripsiäisvioletukselle erittäin herkällä Escimo-lajikkeella petopunkit eivät täysin pysyneet estämään ripsiäismäärien nousua saatoa voittavalle tasolle (Kuvat 31 ja 32).

Huolimatta kahden viikon välein tehdyistä petopunkkilevityksistä petopunkkien määrä kukissa ei kohonnut sanottavasti ennen kuin ripsiäistoukkien määrä kukissa alkoi nousta (Kuva 33). Petopunkkien määrän kasvu kukissa seurasi toukkien määrän nousua yleensä noin viikon viiveellä. Paljain silmin havaittavien toukkien määrä putosi nollaan viikosta 28 alkaen integroidun torjunnan osastoissa ja viikosta 31-32 alkaen biologisen torjunnan osastoissa. Tämän jälkeen pussien levittämisen jälkeisellä viikolla petomäärät saattoivat jopa laskea edelliseen



viikkoon verrattuna. Viikolla 29 tehdyistä levityksistä kului 2–3 viikkoa, ennen kuin petojen määrä kukissa alkoi selvästi nousta. Viikolla 33 tehdyn viimeisen levityksen jälkeen, jolloin minkään huoneen kukissa ei

enää ollut ripsiäistoukkia, kului myös 2–3 viikkoa ennen kuin petojen määrät kukissa alkoivat nousta (Kuva 33).

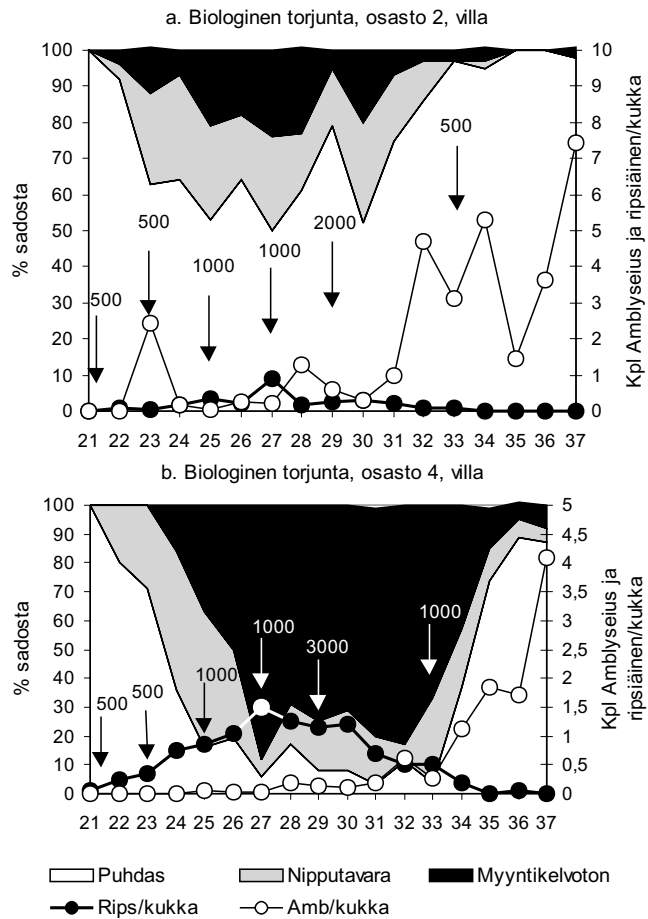
Lehdillä ripsiäisiä havaittiin hyvin vähän ja niillä petopunkkien määrät alkoivat

**Kuva 31a ja b.** Ripsiäis- ja petopunkkimäärien dynamiikka Escimo-ruusun kukissa vuoden 1999 integroidun torjunnan osastojen kiviviljasäkkipedeissä sekä sadon jakautuminen kolmeen luokkaan. Ripsiäismäärät ovat toukkien ja aikuisten yhteismääriä. Nuolet ja luvut osoittavat petopunkkien levitysjankohdan ja -määrän neliometriä kohti. Katkoviivanuolet osoittavat fiproniililla (Regent) tehtyjen kasvu-aluekäsittelyjen ajankohdat integroidun torjunnan kahdessa osastossa. Kyseisten osastojen avoturvepedeissä ripsiäis- ja petopunkkimäärien dynamiikka oli samanlainen kuin kiviviljasäkkipedeissä.

**Figure 31a and b.** Dynamics of WFT (combined number of adults and larvae) and *Amblyseius cucumeris* populations in flowers of Escimo roses grown in rockwool bag beds, and the distribution of the weekly flower crop in three quality classes in the two compartments of integrated thrips control of the 1999 cut rose experiment. The arrows and the associated numbers show the application date and rate of predators applied in controlled release sachets in the erect stems of the crop. The dashed line arrows show the fipronil (Regent) treatments in these compartments. Dynamics of WFT and *Amblyseius cucumeris* populations were similar in open peat beds than rockwool bag beds in these compartments.

**Kuva 32a ja b.** Ripsiäis- ja petopunkkimäärien dynamiikka Escimo-ruusun kukissa vuoden 1999 biologisen torjunnan osastojen kivivillasäkkipeiteissä sekä sadon jakautuminen kolmeen luokkaan. Kyseisten osastojen avoturpepeiteissä ripsiäis- ja petopunkkimäärien dynamiikka oli samanlainen kuin kivivillasäkkipeiteissä. Selitykset ks. kuva 31a ja b.

**Figure 32a and b.** Dynamics of WFT (combined number of adults and larvae) and *Amblyseius cucumeris* populations in flowers of Escimo roses grown in rockwool bag beds, and the distribution of the weekly flower crop in three quality classes in the two compartments of biological thrips control of the 1999 cut rose experiment. Dynamics of WFT and *Amblyseius cucumeris* populations were similar in open peat beds than rockwool bag beds in these compartments. For other explanations, see Figure 31a and b.



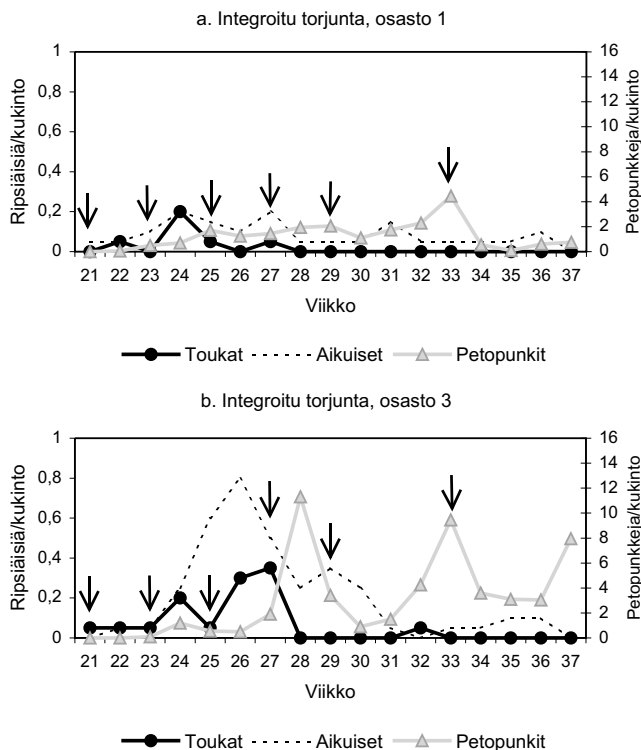
yleensä nousta samaa tahtia tai jopa ennen kuin ripsiäistoukkien määrä alkoi kasvaa (Kuva 34). Lehtien ja kukkien petopunkki-dynamiikat erosivat siten selvästi toisistaan.

### 3.2 Petopunkkien ja ripsiäistoukkien jakautuminen kukkiin ja lehdille

Petojen kykyä seurata saalistaan tutkittiin laskemalla, mikä osuus kasveilla nähdystä ripsiäistoukista ja pedoista oli kukissa ja mikä lehdillä kokeen ensimmäisellä puoliskolla, jolloin kukista vielä havaittiin toukkia. Lisäksi suhteutettiin petojen ja saaliin em. osuudet toisiinsa.

Petojen kukissa oleva osuus korreloi positiivisesti kukissa olleen ripsiäistoukka-

osuuden kanssa, joskin ripsiäistoukkien kukissa ollut osuus selitti vain puolet petojen kukissa esiintymisestä ( $r=0,736$ ,  $R^2=0,541$ ). Kukissa olleiden petojen osuuden vaihtelu johtui siis muustakin kuin yksinomaan kukissa olleiden ripsiäistoukkien osuuden vaihtelusta. Ylälehdillä olleiden ripsiäistoukkien osuus selitti sen sijaan paremmin niillä olleiden petopunkkien osuutta ( $r=0,851$ ,  $R^2=0,724$ ). Petopunkit näyttivät siis reagoivan voimakkaammin ylälehdillä kuin kukissa olleiden toukkien runsauteen. Ylälehdille keskittyminen näytti kuitenkin edistävän petopunkkien menemistä kukkiin, sillä mitä suurempi osa petopunkteista oli ylälehdillä, sitä suurempi osuus niistä oli myös kukissa ( $r=0,872$ ,  $R^2=0,761$ ). Kukissa petopunkkien määrät alkoivat kasvaa vasta viikon viiveellä siitä,



**Kuva 33a ja b.** Ripsiäistoukkinen ja -aikuisten sekä petopunkkien määrän kehitys Escimo-ruusun kukissa vuoden 1999 integroidun torjunnan osastoissa. Arvot ovat avoturve- ja kivivillasäkkipeidin keskiarvoja osastoittain. Nuolet osoittavat petopunkkien levitysviikot (petomäärät kts. Kuva 31a ja b).

**Figure 33a and b.** Trend in WFT larval and adult numbers and numbers of *Amblyseius cucumeris* in flowers of Escimo roses in the two compartments of integrated thrips control of the 1999 cut rose experiment. Values are means of rockwool bag and open peat beds by compartment. The arrows show the weeks when the predators were released (for rates, see Figure 31a and b).

kun ripsiäistoukat alkoivat runsastua kukissa. Ylälehdillä taas petojen määrä kasvoi jo samalla viikolla, kun toukkien määräkin lähti nousuun (kts. Kuvat 31. ja 32). Alalehdille pedot hakeutuivat sattumanvaraisesti riippumatta saaliin runsaudesta siellä.

### 3.3 Petopunkkien ja ripsiäisten määrasuhde

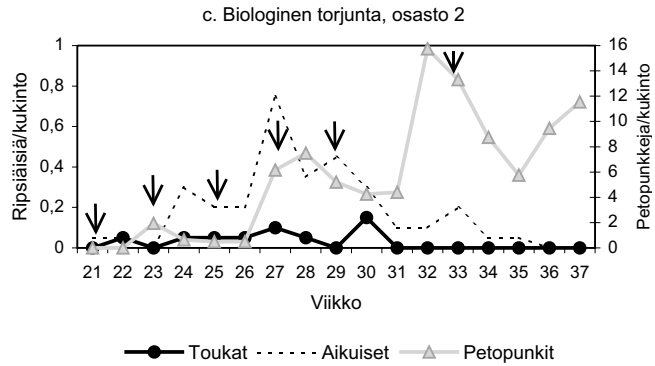
Viikkoina 21–32, jolloin kukista havaittiin ripsiäistoukkia, petopunkkeja oli yhtä toukkaa kohti 4–39 -kertainen määrä osastosta riippuen. Näiden viikkojen yli summatut petomäärät suhteessa toukkien määrään on esitetty kuvassa 35. Petopunkkien ja ripsiäistoukkien määrasuhteella mitattuna biologinen torjunta toimi tehokkaimmin osastossa 2. Huonoiten petopunkkien määrä kehittyi ja biologinen torjunta toimi osastossa 4, erityisesti ottaen huomioon, että siellä oli ripsiäistoukkia eniten tarjolla saaliiksi.

### 3.4 Regent-käsittelyjen vaikutus

Kasvialustan kaksi perättäistä Regent-käsittelyä eivät ratkaisevasti parantaneet kr:n torjuntaa. Ainoa havaittava ero biologisen torjunnan osastoihin oli se, että ripsiäistoukkien määrät putosivat Regentillä käsitellyissä osastoissa nolleen 3–4 viikkoa aikaisemmin kuin biologisen torjunnan osastoissa.

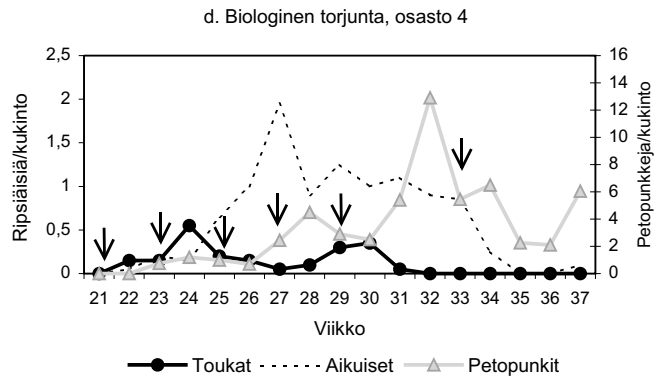
### 3.5 Ruususadon määrä ja laatu

Kaikkien osastojen satorytmisissä oli huiput keskimäärin neljän viikon välein. Kokonaisato kokeen ajalta ja sadon jakautuminen eri viotusluokkiin käsittelyittäin ja kasvialustoittain on esitetty kuvassa 36. Escimo-ruusun herkkyyttä kr:lle kuvaa se, että sadosta oli muutama prosentti lievästi viotuneita vielä kokeen lopussakin, jolloin toukkia ei ollut enää löytynyt tarkastetta-



**Kuva 33c ja d.** Ripsiäistoukkinen ja -aikuisten sekä petopunkkien määrän kehitys Escimo-ruusun kukissa vuoden 1999 biologisen torjunnan osastoissa. Selitykset kts. Kuva 33a ja b.

**Figure 33c and d.** Trend in WFT larval and adult numbers and numbers of *Amblyseius cucumeris* in flowers of Escimo roses in the two compartments of biological thrips control of the 1999 cut rose experiment. For other explanations, see Figure 33a and b.



vilta kasvosilta moneen viikkoon, mutta aikuisia oli harvakseltaan kukissa.

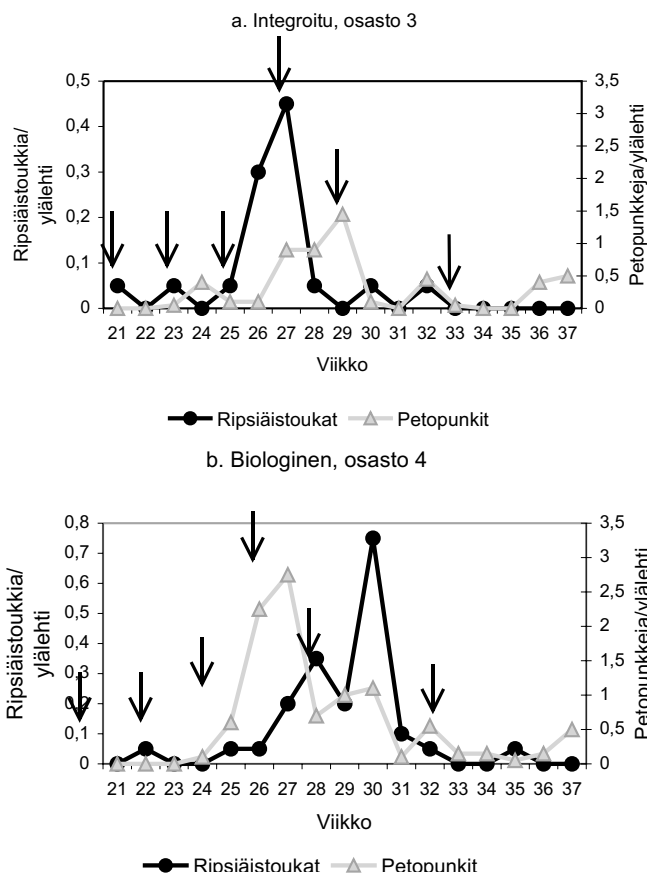
Integroidun torjunnan osastojen kokonaissadosta 86 % oli puhdasta, 9 % lievästi vioittunutta nipputavaraa (eli yhteensä 95 % myyntikelpoisia) ja 5 % myyntikelvottomia. Biologisen torjunnan osastoista saatiin 62 % puhdasta satoa, 15 % nipputavaraa (yhteensä 77 % myyntikelpoisia) ja 23 % oli myyntikelvottomia. Biologisen torjuntakäsittelyn alhainen keskimääräinen myyntikelpoisen sadon osuus selittyy osaston 4 korkeammilla ripsiäistiheyksillä ja petopunkkien huonommalla lisääntymisellä suhteessa ripsiäisten tiheyteen kuin muissa osastoissa. Osastossa 2 myyntikelpoisia ruusuja saatiin yhtä paljon kuin integroidun torjunnan osastoissakin. Tilastollisesti mitattuna myyntikelpoisen sadon keskimääräinen osuus oli vain melkein merkitsevästi suurempi integroidun torjunnan käsittelyissä verrattuna biologisen torjunnan käsittelyyn (t-testi,  $p=0,0561$ ). Käytännön

viljelyn kannalta ajateltuna 20 prosenttiyksikön ero myyntikelpoisen sadon osuuksien keskiarvojen välillä on tietysti tuntuva.

## 4 Tulosten tarkastelu

*Amblyseius cucumeris* -petopunkkeja käyttämällä Escimo-leikkoruusun sato saatiin pysymään keskimäärin yli 90 %:sti myyntikelpoisena kolmessa osastossa neljästä lämpimänä kesäkuukausina toteutetussa koeksessa. Käytetyt petopunkkimäärät nousivat kuitenkin korkeiksi ja torjunnan kustannukset tulivat siksi olemaan 11–17 mk per  $m^2$ . Koe osoitti kuitenkin, että riittävinä määrinä käytettynä *A. cucumeris* pystyy suojaamaan valkokukkaisen Escimo-lajikkeen kr:siltä jopa lämpimänä kesäaikana.

Koe osoitti, että *A. cucumeris* -petopunkkien levitysmenetyksessä ja niiden käyttäytymisessä leikkoruusulla on selviä ongel-



**Kuva 34a ja b.** Ripsiäistoukkien ja petopunkkien määrä Escimo-ruusun pystyversojen lehdillä vuoden 1999 kokeen kahdessa osastossa. Nuolet osoittavat petopunkkien levitysviikot.

**Figure 34a and b.** Number of WFT larvae and *Amblyseius cucumeris* on the leaves of erect stems of Escimo roses. Cut rose experiment in 1999. The arrows show the application weeks of predators.

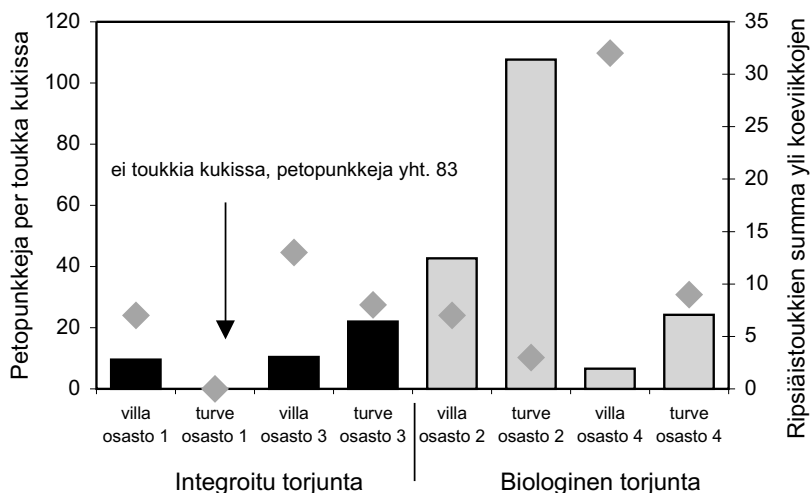
mia. Huolimatta kahden viikon välein tehdyistä petopussien lisäyksistä kokeen ensimmäisellä puoliskolla petopunkkien määrä kasveilla ei noussut ratkaisevasti ennen kuin toukkien määrä kukissa oli ylittänyt tietyn rajan eli 0,1–0,3 toukkaa per kukka. Tämä tiheys oli liian suuri, jotta ruusurato olisi säilynyt voittumatta. Kahtena ensimmäisenä levityskertana kasvustoon lisättiin vähemmän petoja kuin myöhemmillä keroilla, mikä saattaa selittää liian alhaisen peto-saalissuhteen kokeen alkuvaikeina. Levitysmäärän noustua 1000 kpl:seen per m<sup>2</sup> petojen määrä kukissa nousi nopeasti, joskin samanaikaisesti kukkien toukkatiheyden nousun kanssa.

Ei voida siis varmuudella sanoa, liittyikö petomäärien ensimmäinen selvä huippu suurentuneisiin levitysmääriin sinänsä vai ko petojen lisääntymiseen kasveilla ripsiäisravinnon turvin. Mahdollisesti molemmat

tekijät vaikuttivat. Osastossa 1, jossa ripsiäistiheys oli alhaisin, petomäärät eivät kuitenkaan vielä viidennenkään levityskerran jälkeen olleet alkaneet selkeästi nousta. Tämä viittaa siihen, että kasveilla olevat toukat ovat tärkeitä. Ne joko edistävät petojen lisääntymistä tai houkuttelevat niitä lehdille ja ylempäs kohti kukintoja. Tällöin kasveilta havaittujen petojen määrän kasvaminen johtuu siitä, että pedot leviävät tehokkaasti pusseista kasvuston eri osiin ja kerääntyvät saaliin esiintymispaikkoihin. Petojen ja toukkien osuuksien positiivinen korrelointi ylälehdillä ja kummankin eliön suhteellisen runsauden samanaikainen kasvu ylälehdillä viittaa siihen, että pedot pusseista ulos tultuaan nimenomaan kerääntyvät lehdille, joilla on toukkia, ja päätyvät sieltä noin viikon viiveellä kukkiin.

Osaston 4 heikko torjuntatulokset näyttivät selittyvän petopunkkien pienellä määrällä





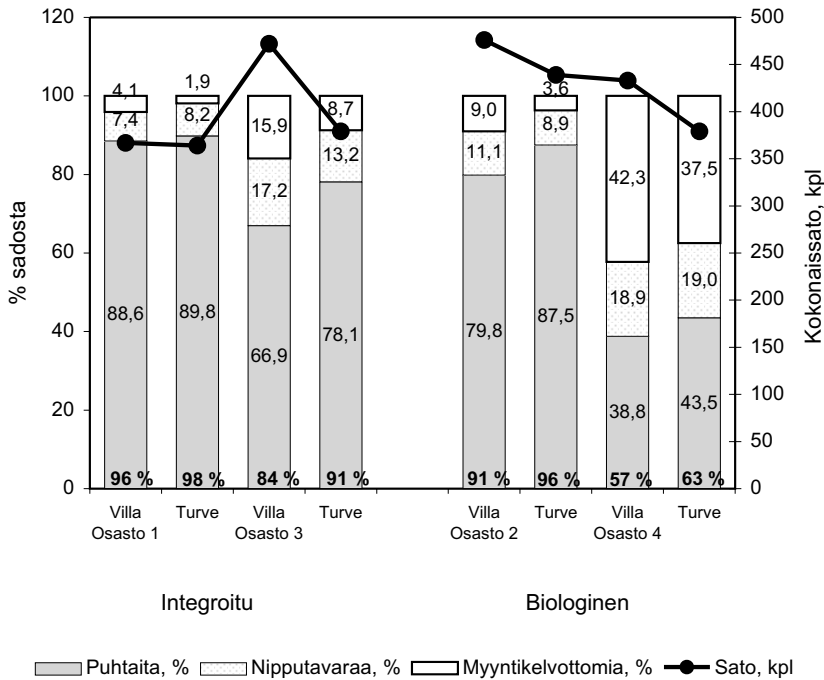
**Kuva 35.** Petopunkkien määrä yhtä ripsiäistoukkaa kohti (pylväät) Escimo-ruusun kukissa sekä ripsiäistoukkien määrä (harmaat vinoneliöt) integroidun ja biologisen torjunnan käsittelyjen kivivillasäkki- ja avoturvepedeissä 1999. Petojen ja toukkien määräsuhde on laskettu kukista kokeen ensimmäisellä puoliskolla löytyneiden eliösummien perusteella yli niiden koeviikkojen, jolloin kukissa oli ripsiäistoukkia (maks. viikko 32). Ripsiäistoukkien summat on laskettu satojen viikkojen yli.

**Figure 35.** The ratio of *A. cucumeris* to larval WFT ( $y_1$ -axis for columns) in flowers of Escimo roses, and the number of WFT larvae ( $y_2$ -axis for grey rectangles) in rockwool bag and open peat beds of the integrated and biological thrips control compartments in 1999. The predator to prey ratio was calculated from WFT and predators counted on plants as summed over the weeks (up to week 32) when larval thrips were still seen in flowers. The sum of WFT was obtained similarly.

suhteessa ripsiäisten määrään sekä ripsiäisten voimakkaaseen lisääntymiseen. Tämän osaston olosuhteet ovat suosineet kr:n lisääntymistä kaikissa siellä tehdyissä kokeissa, myös muissa kuin leikkoruusulla toteutetuissa. Osaston lämpötila ja ilmankosteus eivät poikenneet ratkaisevasti muiden osastojen vastaavista, joten ripsiäisiä suosivat olosuhteet näyttävät selittyvän osaston valo-oloilla. Osasto rajoittuu kahdelta seinältään ulkoilmaan ja se saa siksi eniten luonnonvaloa erityisesti puolenpäivän jälkeen. Petopunkit eivät kuitenkaan hyötyneet osaston olosuhteista samalla tavalla kuin ripsiäiset, joten petojen ja ripsiäisten määräsuhde jäi heikommaksi kuin muissa osastoissa. Ripsiäisten voimakkaan lisääntymisen takia tässä osastossa on voinut vai-

kuttaa ns. käänteinen predaatio, eli ripsiäisaikuiset suhteellisen runsautensa ansiosta saalistivat petopunkkien munia siinä määrin, etteivät pedot lisääntyneet yhtä hyvin kuin muissa osastoissa. Tätä on kuitenkin vaikea todistaa, mutta käänteisen predaation merkitys ja yleisyys kr:sen ja sen toukkia saalistavien petopunkkien vuorovaikutuksessa olisi kuitenkin hyvä tutkia.

Kokeen loppupuolella petopussien lisäysväli oli pidempi eikä kasveilta enää löytynyt ripsiäisiä. Tällöin nähtiin selvästi petopunkkipusseihin liittyvä ongelma: petopunkit tulivat ulos pusseista viikon, kahden ja jopa kolmen viikon viiveellä pussien kasveille ripustamisen jälkeen. Sopivin pussien levitysväli näyttäisikin olevan korkeintaan kaksi viikkoa, mutta tällöinkään ei näytetä



**Kuva 36.** Kumulatiivinen ruususato vuoden 1999 biologisen ja integroidun torjunnan kokeen eri osastojen avoturve- ja kivivillasäkkipedeissä sekä sadon jakautuminen eri voitusluokkiin. Alimmainen lihavoitu prosenttiluku ilmoittaa myyntikelvoisen sadon osuuden (=puhtaat + nipputavara).

**Figure 36.** Cumulative rose crop (“kokonaissato, kpl”) in rockwool bag and open peat beds of the two compartments of integrated (“integroitu”) and biological (“biologinen”) thrips control in 1999, plus the distribution of the crop in different quality classes. “Puhtaita”=clean, undamaged flowers; “nipputavaraa”=mildly damaged, but saleable in bunches; “myyntikelvottomia”=badly damaged, unsaleable.

täysin välttävän “notkahduksilta” petojen kasveilla olevissa määrissä. Kesäaikaan tehty koe osoitti, että em. viiveestä huolimatta *A. cucumeris* hakeutui pusseista runsain määrin leikkoruusun lehdistä ja kukiin, ainakin kun pussit ripustettiin niin lähelle kukkia kuin mahdollista. Petopunkkipussit voivat toimia myös eräänlaisena reservinä, joka on nopeasti otettavissa käyttöön, jos ripsiäisten määrä kukissa lähtee nousuun. Ne voidaan tällöin avata ja petopunkit ripotella nopeasti sinne, missä ripsiäismäärien havaitaan lähteneen nousuun.

Talvella ja keväällä ripsiäispetopunkit näyttävät leviävän pusseista ruusukasvustoon heikosti. Se on vakava riski petopunk-

kien ennaltaehkäisevän käytön onnistumiseksi (kts. s. 106). Kasvihuonekurkulla petopussien käyttö ei kuitenkaan tuota tässä suhteessa ongelmia. Petojen hakeutumista pusseista kasveille eivät välttämättä ehkä selitä samat tekijät kaikilla kasvilajeilla, mutta tästä ei ole ruusun osalta tutkimustuloksia olemassa.

Kasvualustan kaksi kertaa tehty käsitteily Regentillä ei ollut riittävän tehokas alentamaan ripsiäisten määriä tarpeeksi nopeasti. Vaikka ripsiäistoukkien määrä laski nolnaan Regent-osastoissa nopeammin kuin biologisen torjunnan osastoissa, siihen kului aikaa useita viikkoja toisesta käsittelestä. Regent tappaa maksimissaan vain 30–40 % koteloista, jotka altistuvat aineelle esi-

kotelovaiheessa, mutta aikuisiksi asti selvinneet ovat huonokuntoisia (kts. s. 74). Optimiolosuhteissa tehokkailla ja nopeasti vaikuttavilla aineilla tehdyt kasvualuekäsittelyt pystyvät tappamaan jopa yli 90 % kr:n maassa olevista kehitysasteista (Helyer *et al.* 1995).

Biologisen ripsiäistorjunnan kustannusten alentamiseksi leikkoruuksella tutkimusta tulisi suunnata:

- (1) eri petopunkkilajien käyttäytymisen tutkimiseen leikkoruuksella ja erityisesti siihen, mitkä tekijät houkuttelevat pedot asuttamaan kasvinsuojelun kannalta kriittiset kasvinosat eli kukat. Massakasvatuksensa helppoudesta ja halpuudesta huolimatta *A. cucumeris* ei välttämättä sovellu kaikille kasvilajeille yhtä hyvin. Beard ja Walter (2001) osoittivat, että samallakin alueella elävät *Amblyseius* (*Neoseiulus*)-suvun petopunkit ovat tiukasti sitoutuneet saalistamaan vain tietyillä puulajeilla. Tähän perustuen kaikkein suositeltavin tapa ruusulle soveltuvan petolajin löytämiseksi olisi etsiä petopunkkeja alueilta, joissa ruusuja kasvaa luonnossa ja joista olisi siksi mahdollista löytää nimenomaan ruusulla saalistamaan sopeutuneita hyötyeläimiä.
- (2) punkkien käyttäytymisen manipulointiin siten, että ne leviävät kasvustossa helposti ja hakeutuvat myös kukkiin niinäkin vuodenaikoina, jotka näyttävät olevan *A. cucumeris* -lajille kriittisiä Suomen oloissa.
- (3) viljelykasvin manipulointiin sen tarjoamien olosuhteiden muuttamiseksi petopunkkien spesifisten vaatimusten mukaiseksi (vrt. Beard & Walter 2001).
- (4) petopunkkien levitysmenetelmiin, jotta ne saataisiin kätevästi kohdistetuksi mahdollisimman lähelle kukkia. Tulisi tutkia, saadaanko petopunkit paremmin ja tasaisemmin kukkiin levittämällä ne ruusuille muulla tavoin kuin pussessa käyttämällä, eli ripottelemalla kukkivaan kasvustokerrokseen joko käsin tai puhaltamalla ne sinne mekaanisesti, ja onko tällaisten käsittelyjen teho sama kuin pussilevitysten.
- (5) petopunkkien ja muiden ripsiäisiä syövien torjuntaeliölajien yhteiskäyttöön.

# Moottorisoidun reppuruiskun ja sähkösuulakkeella varustetun moottorisoidun reppuruiskun aikaansaaman torjunta-ainelaskeuman peittävyys ruusun lehdillä korotettujen petien viljelyssä

Irene Vänninen<sup>1)</sup> & Sari Jaaksi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
[irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi)

<sup>2)</sup> [sarijaa@jippii.fi](mailto:sarijaa@jippii.fi)

Sähkösuulakkeella (Spectrum® Electrostatic Back-Pack Conversion Kit, Spectrum Electrostatic Sprayers, Inc., San Antonio, Texas, USA) varustetun reppuruiskun aikaansaaman torjunta-ainelaskeuman peittävyttä ja pisarakokoa tutkittiin kahdessa kokeessa. Suppeassa esikokeessa 0,05 %:sta pymetrotsiiniliuosta (Plenum 25 WP), johon oli lisätty 5 g Tinopalia/l (optinen kirkaste) ruiskutettiin Solo-reppuruiskulla ruusujen lehdille. Lehdille laskeutunut pisaramäärä ja pisaroiden peittävyys lehtien pinta-alasta mitattiin ottamalla lehtinäytteitä petien ulkoreunoista ja sisäosista ja mittaamalla em. parametrit fluoresenssimikroskooppia ja kuva-analysointia käyttäen. Kaupallisella ruusuviljelmällä torjunta-ainelaskeumaa mitattiin vastaavalla tavalla, mutta suurempaa ruiskutuspainetta käyttämällä korotetuissa pedeissä viljellyllä ruusulla. Torjunta-ainelaskeuma mitattiin

pystyversojen ulkoreunoilta ja sisäosista sekä taivutetun kasvuston osan ulko- ja sisäosista otetuista lehtinäytteistä.

Esikokeessa sähkösuulakkeen käyttö suurensi fluoresoivien Tinopal-pisaroiden määrän noin 1,6-kertaiseksi verrattuna ilman sähkösuulaketta tehtyyn käsittelyyn. Pisaroiden peittävyys suhteessa lehtialaan ei suurentunut. Varsinaisessa kokeessa sähkösuulakekäsittely ei muuttanut torjunta-ainelaskeuman ominaisuuksia. Tulos johtui teknisistä ongelmista, jotka estivät pisaroiden sähköistymisen. Torjunta-ainelaskeuman erot ruusukasvuston ulko- ja sisäosista otettujen lehtien välillä sekä lehtien ylä- ja alapinnoilla olivat hydraulisilla ruiskuilla tehdyille kokeille tyypilliset. Itse koejärjestely ja laskeuman mittausten menetelmä toimivat siis hyvin.

Teknisten ongelmien takia kokeen aikana jäi torjunta-ainelaskeuman kvantita-

tiivisen ja objektiivisen mittausmenetelmän käyttöönotto. Menetelmä mahdollistaa suuren lehtinäytemäärän käsittelyn lyhyessä ajassa. Sähköruiskujen käytön tutkimuksia voidaan jatkaa ko. näytteenottomenetelmää käyttäen, mutta se soveltuu ylipäättään torjunta-ainelaskeuman vertailuun erilaisen ruiskujen käsittelytehokkutta mittavissa kokeissa.

## 1 Johdanto

Tavalliset kasvinsuojelussa käytettävät hydrauliset pisara-, sumu- ja uturuiskut tuottavat sähkövarauksettomia torjunta-ainepisaroita. Ne laskeutuvat joko vaakatasossa oleville pinnoille painovoiman vaikutuksesta tai ajautuvat pystysuorille pinnoille (esim. kasvien varret) ilmavirtojen kuljettamina. Halkaisijaltaan alle 100 mikronin pisarat kulkeutuvat helposti ilmassa ohi kiinteiden kohteiden päätyttä lainkaan kasveille. Alle 100 mikronin pisaratkin voidaan kuitenkin sähköisesti varaamalla saada ohjattua ruiskutuskohteeseen. Pisarat saadaan varautuneiksi käyttämällä erityisiä sähköruiskuja, joissa varauksen syntyminen perustuu joko induktioon, ionisaatioon tai suoraan sähkölähteeseen. (Matthews 1989).

Sähköruisku voi varata pisarat joko miinus- tai plusmerkkisiksi. Pisarapilvessä samanmerkkisen varauksen omaavat pisarat karkottavat toisiaan. Siitä seuraa, että pilvi laajenee tehokkaasti pisaroiden pyrkiessä pois toistensa läheisyydestä. Pisaroiden kulkeutuminen ilmavirtausten mukana sivullepäin vähenee verrattuna tavallisen ruiskun aikaansaamiin pisaroihin. Sähköruiskun suuttimen ollessa riittävän lähellä käsiteltävää kasvia, pisaroihin kohdistuvat sähköiset voimat ovat paljon suuremmat kuin niihin kohdistuva painovoima. Siksi pisarat eivät vajoa heti maata kohti, vaan ohjautuvat lähimpään vastakkaismerkkisen varauksen omaavaan maadoitettuun kohteeseen eli kasviin. Sähköisesti varautuneet pisarat voivat kulkeutua jopa ylöspäin silloin,

kun lähin vastakkaisen varauksen omaava kiinteä kohde on pisanan yläpuolella olevan lehden alapinta. (Matthews, 1989).

Sähköruiskuilla saadaan seuraavia etuja tavallisiin hydraulisiin ruiskuihin verrattuna - kaikissa ruiskutustilanteissa näitä etuja ei kuitenkaan ole voitu havaita:

- 1) Torjunta-aineesta suurempi osa ohjautuu kasvien pinnalle (Inculet *et al.* 1981; Law 1982; Arnold *et al.* 1984; McKinlay 1985; Sopp *et al.* 1989; Sopp & Palmer 1990; Bayat *et al.* 1994; Gupta & Duc 1996).
- 2) Lehtien pinnoille päätyvän torjunta-aineen määrä ja peittävyys kasvin eri osissa (ylä-, keski- ja alalehdet, lehvästön ulko- ja sisäosat) on tasaisempi (Inculet *et al.* 1981; Sopp & Palmer 1990; Perez *et al.* 1995; Gupta & Duc 1996).
- 3) Torjunta-aineen päätyminen lehtien alapinnoille tehostuu (Adams & Palmer 1986; Sopp *et al.* 1990)
- 4) Torjuntateho paranee tai on sama kuin perinteisillä ruiskutusmenetelmillä, vaikka käytettäisiin vähemmän tehoainetta tai mikrobiologista valmistetta (Law 1982; Sopp *et al.* 1990; Perez *et al.* 1995; Adams & Palmer 1989; Sopp & Palmer 1990; Cayley *et al.* 1984; Welty *et al.* 1995; Palumbo & Coates 1996; Law & Mills 1980).

Sähköruiskujen käytöstä ei tietäksemme ole Suomessa aikaisempaa kokemusta. Ulkomaisilla markkinoilla on nykyisin saatavina suulakkeita, jotka voidaan liittää tavallisiin hydraulisiin kasvinsuojeluruiskuihin sähköisten pisaroiden muodostamiseksi. Suulakkeet ovat hinnaltaan edullisia verrattuna erillisten sähköruiskujen hankkimiseen, joten projektin asettamien taloudellisten resurssien puitteissa kokeiltavaksi hankittiin sähkösuulake. Sen vaikutusta torjunta-ainepisaroiden laskeumaan 1999 testattiin yhdessä esikokeessa, joka tehtiin MTT:n pienissä kasvihuoneosastoissa leikkoruusulalla, ja yhdessä varsinaisessa kokeessa, joka toteutettiin kaupallisella ruusuviiljelmällä. Tavoitteena oli tutkia, miten hyvin em. ruiskutusmenetelmällä saadaan käsiteltyä

leikkoruusun lehtien ylä- ja alapinnat torjunta-ainepisaroiden taivutettujen versojen muodostaman lehvästömässän ulkoreunoilla ja sisäosissa sekä pystyjen versojen muodostaman kasvuston osan ulko- ja sisäosissa. Oletuksena oli, että sähköruiskuilla saataisiin lisätyksi pisaralasketta lehdillä, etenkin lehtien alapinnoille ja pystyissä versosissa, mutta mahdollisesti myös taivutetuissa versoissa.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Ruiskutus

Kokeessa käytettiin saksalaisvalmisteista Solo-reppuruiskua, joka muutettiin sähköruiskuksi asentamalla siihen ilma-avusteinena elektrostaattinen suulake (Spectrum® Electrostatic Back-Pack Conversion Kit, Spectrum Electrostatic Sprayers, Inc., San Antonio, Texas, USA). Reppuruiskun tuottamien torjunta-ainepisaroiden määrän lehdillä on osoitettu kasvavan 100 %:lla ja pisaroiden koon pienenevän merkittävästi verrattuna käsittelyyn, joka tehtiin samalla ruiskulla, mutta ilman sähköistä suulaketta (Brown *et al.* 1997; ruiskutusvolyyymi kokeessa oli 252 ml/min).

Torjunta-ainelaskeuman peittävyys ruusun lehdillä tutkittiin levitettäessä pymetrosiiniliuosta (Plenum 25 WP, Novartis, 250 g pymetrosiinia/kg, käyttökonentraatio 0,05 %) ilman elektrostaattista suutinta ja sen kanssa. Ruiskutusliuokseen lisättiin 5 g/l Tinopal- CBS-X jauhetta (Ciba-Geigy Specialty Chemicals, Basel), joka on optinen kirkaste. Tinopalia sisältävät torjunta-ainepisarot näkyvät UV-valossa kirkkaina pisteinä, joiden määrä ja koko voidaan mitata mikroskoopin kautta kuva-analysaattoria käyttämällä.

### 2.2 Esikoe

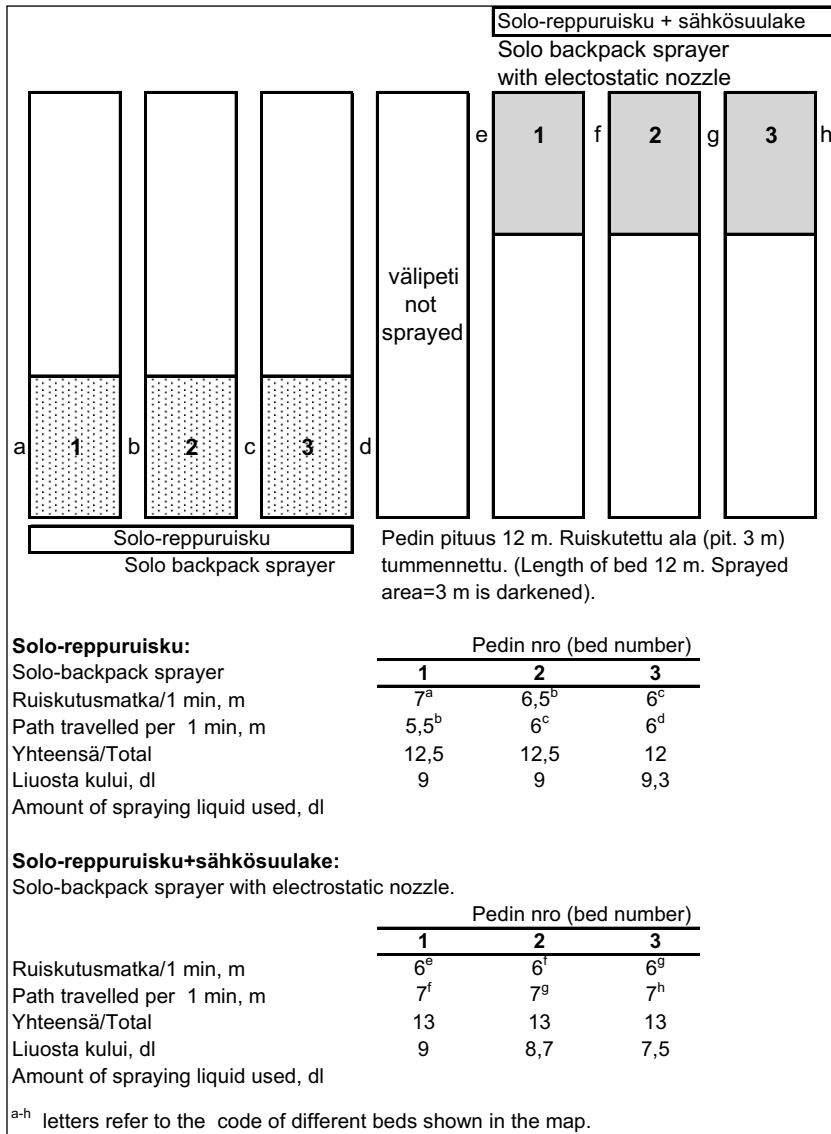
Esikoe tehtiin kahdessa 38 m<sup>2</sup>:n kasvihuoneosastossa MTT:ssa käyttäen suulakkeenä ruiskun 4-suulaketta (1,3 litraa ruiskutusnestettä/min, ilmavirta suuttimen edessä 21 m/s). Yhdessä osastossa käsiteltiin yksi ruusupeti normaalilla ruiskutusmenetelyllä, toisessa yksi peti sähkösuulaketta käyttäen. Ruiskuttajan kävelynopeus ja ruiskutusaika vakioitiin samoiksi molemmissa osastoissa. Kasvuston annettiin kuivata noin puoli tuntia. Sen jälkeen otettiin lehtinäytteet (10 lehteä pystyversoista kummankin käsitellyn pedin ulkoreunalta ja 10 pedin sisäosista), joita säilytettiin yksittäin muovipusseissa + 8 °C:ssa ennen mittauksia.

### 2.3 Kasvihuonekoe kaupallisella viljelmällä

Ruiskutusvolyymiksi valittiin Solo-reppuruiskun 1-suulakkeella saatava 440 ml/min. Esikokeen suuremmasta minuuttiannostuksesta siirryttiin pienempään, jotta ruiskutusvolyyymi olisi ollut vertailukelpoisuuden vuoksi mahdollisimman lähellä Brown *et al.* (1997) ilmoittamia lukuja. Valitulla ruiskutusvolyyymillä ruusukasvusto saatiin sopivan kosteaksi kävelemällä keskimäärin 6 m/min. Ruiskun suuttimen kulma ja liikkeet pidettiin eri petejä ruiskutettaessa mahdollisimman samanlaisina. Koelueella kasvoi korotetuissa pedeissä kivivillassa viljeltyä Mercedes-ruusua.

#### 2.3.1 Koejärjestely ja näytteenotto

Koejärjestely, josta näkyvät käytetyt liuosmäärät per peti, minuutissa kävelty matka ja kulunut liuosmäärä per 3 m:n petiosuus, on esitetty kuvassa 37. Jokaista 2 minuutin ruiskutusjaksoa varten valmistettiin etukäteen vakiokokoinen annos ruiskutusliuosta. Petien välistä käytävää edettäessä ruiskutettiin ensin pedin toinen puoli. Minuutin tultua täyteen ruiskuttaja vaihtoi käytävää



**Kuva 37.** Sähköruiskukokeen koejärjestely kaupallisella ruusutarhalla.  
**Figure 37.** The set-up of the electrostatic sprayer experiment conducted at a commercial rose nursery.

ja käsitteli saman pedin toisen puolen samalla nopeudella. Kahden minuutin ruiskutusajan kuluttua umpeen kävelty kokonaismatka mitattiin.

Lehtinäytteet otettiin 2 tunnin kuluttua käsittelystä kasvuston kuivahdettua. Jokaisesta pedistä otettiin kolmesta eri kohdasta näytteeksi 2 lehteä sekä pystyversoja että

taivutetun lehvästömässän uloimmasta ja sisimmästä osasta, mikä teki 24 lehteä/peti ja 72 lehteä/käsittely. Lehdet laitettiin yksittäin pieniin muovipusseihin ja varastoitettiin + 8 °C:ssa korkeintaan 2 viikkoa ennen laskeumamittauksia. Kylmiössä varastoinnin vaikutusta Tinopalin hajoamiseen ruusun lehdillä tutkittiin erikseen, eikä las-

keumien havaittu vähenevän ko. lämpötilassa kahden viikon aikana.

### 2.3.2 Pisaralasjeumien mittaus

Ruusun lehdille osuneiden torjunta-ainepisaroiden määrä ja pinta-ala mitattiin käyttämällä fluoresenssimikroskooppia (Leitz Diaplan 3- $\lambda$ -PLOEMOPAK) ja mitaamalla pisarat kuva-analysointorilla (Galai Production Ltd:n "Densi"-ohjelma, Olympus Image Analyser Cue-2, kamerana Sonyn CUE CCD Video Camera malli XC-57CE No. 11835 ja TV-monitorina Sonyn Trinitron Super fine pitch). Tinopalin ekskitaatio ja emissio-ominaisuuksien mukaan käytettiin API-suodinsarjaa (Diaplanin A-suodinsarja, ekskitaatio-suodin BP340–380, dikromaattinen peili RKP 400, vaimennussuodin LP430), joka päästää lehden pintaan 330 nm:n UV-valon ja ohjaa kameraan Tinopalista emittoituvan 490 nm:n aallonpituuden.

Jokaisesta lehdestä sekä ylä- että alapinnalta mitattiin kaksi 0,52 mm<sup>2</sup>:n kokoista näkökenttää, jotka valittiin aina suurinpiirtein samasta kohtaa lehden keskeltä lehti-ruodin yhdeltä puolelta. Jokaisesta lehdestä mitattiin ensin yläpinnan laskeuma. Kuva-analysointori tunnistaa mitattavat kohteet taustana olevasta lehtipinnasta etukäteen määritettyjen harmaa-asteikkojen avulla. Silmävaraisen arvion perusteella fluoresoivien Tinopal-pisteiden mittaussessa käytettiin harmausasteikon alempana kynsarvona 30 ja ylempänä 254 pikseliä.

## 3 Tulokset

### 3.1 Esikoe

Esikokeessa käytettäessä sähkösuulaketta pisaratiheys lehdillä kohosi keskimäärin 1,6-kertaiseksi verrattuna ilman sähkösuulaketta saatuaan pisaratiheyteen (Kuva 38). Pisaratiheys kasvoi saman verran pedin sisä- ja ulko-osien lehdillä. Pisaroita oli yhtä pal-

jon lehtien ylä- ja alapinnoilla (4300–5170 kpl/cm<sup>2</sup>) ruiskutyypistä riippumatta. Vaikka pisaratiheys kasvoi sähköruiskua käytettäessä, pisaroiden peittävyys pysyi samalla tasolla kuin ilman sähkösuulaketta. Peittävyys oli ylipäättään alhainen eli keskimäärin vain 5,4–5,7 % lehden pinnasta. Vaikka pisaroiden määrä siis suureni, niiden koko pieneni samalla selvästi sähkösuulaketta käytettäessä.

### 3.2 Koe kaupallisella ruusutarhalla

Torjunta-ainepisaroita oli neliösentiä kohti keskimäärin viisi kertaa enemmän kuin esikokeessa eli noin 25 000 kpl/cm<sup>2</sup>. Varsinaisessa kokeessa ei havaittu mitään eroja pisaratiheydessä ja pisaroiden kokojakaumassa käytettäessä reppuruiskua sähkösuulakkeen kanssa ja ilman (Kuva 39). Pisaratiheyteen vaikuttivat merkittävästi vain kasvuston osa ja lehden pinta. Pisaroita oli lehtien alapinnalla 46–59 % yläpinnalla olleesta määrästä. Kasvuston eri osissa pisaratiheys oli suurin taivutetun kasvuston osan ulko-osassa ja pienin taivutetun kasvuston osan sisäosissa ja pystyverso-osan sisäosissa (Kuva 40).

Pisaroiden keskimääräinen peittävyys oli sama eli keskimäärin 8,5 % molemmissa käsittelyissä ja se riippui merkittävästi vain kasvuston osasta ja lehden pinnasta. Yhdysvaikutusta ei näiden tekijöiden välillä ollut eli ylä- ja alapinnan pisaratiheyden suhde oli samanlainen kasvuston osasta riippumatta (Kuva 41).

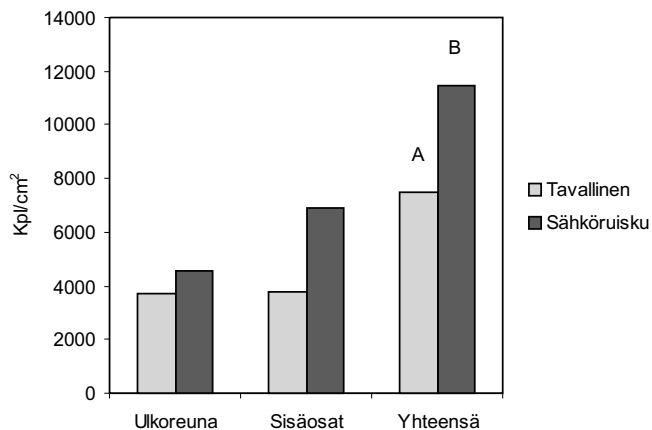
## 4 Tulosten tarkastelu

Esikoe antoi viitteitä siitä, että torjunta-ainepisaroiden tiheys lehtipinta-alaa kohti kasvoi, kun kasvusto käsiteltiin sähkösuulakkeella varustetulla reppuruiskulla. Pisaratiheyden kasvu ei ollut aivan yhtä suuri kuin Brown *et al.* (1997) ilmoittama, mutta lähenteli sitä erityisesti pedin sisäosissa. Pisaratiheyden kasvu ei johtanut laskeuman



**Kuva 38.** Fluoresoivien Tinopal-pisaroiden määrä ne-liösenttiä kohti ruusupetien ulko- ja sisäosista otetuilla leh-dillä esikokeessa. A- ja B-kir-jaimilla merkittyjen pylväiden arvot eroavat toisistaan tilas-tollisesti merkitsevästi 5 %:n riskitasolla (GLM- varianssi-analyysi ja pareittainen vertailu SNK-testillä).

**Figure 38.** Number of fluores-cent Tinopal drops per cm<sup>2</sup> on leaves taken from the outer (“ulkoreuna”) and inner parts (“sisäosat”) of rose beds in the preliminary experiment. The beds were sprayed either with a normal backpack sprayer (“tavallinen”) or with the same sprayer equipped with an electrostatic nozzle (“sähkö-ruisku”). Columns marked with A and B differ statistically sig-nificantly at  $P < 0.05$  (GLM analysis of variance followed by pairwise comparison of means with SNK test).

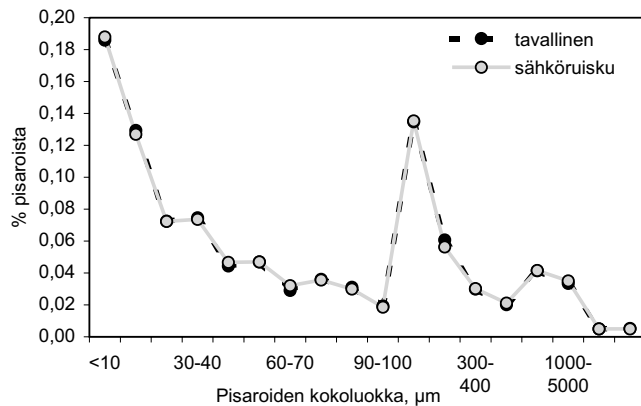


peittävyiden kasvuun, joten sähkösuulakkeen käyttö pienensi pisarakokoa. Tämä on yhtenevä tulos Brown *et al.* (1997) saamien tulosten kanssa. Lehtien alapinnalle osunut pisaroiden määrä suhteessa yläpinnan vastaan- taavaan ei kuitenkaan muuttunut.

Kaupallisella ruusutarhalla toteutetussa kokeessa sähkösuulakkeen käyttö ei muut-tanut pisaralaskeman ominaisuuksia mis-sään kasvuston osassa. Pisaratiheys sen si-jaan oli noin viisinkertainen esikokeeseen verrattuna, ja pisaroiden peittämä osuus lehtialasta oli hieman suurempi johtuen to-dennäköisesti suuremmasta ruiskutuspai-neesta. Koska pisaratiheyden kasvusta ei seurannut lehtialan peittävyiden kasvua, pisaroiden koko oli pienempi varsinaisessa kokeessa esikokeeseen verrattuna. Pisaroi-den sähköistämisen etujen tulisi näkyä ni-menomaan pienellä pisarakoolla, koska sähköistämisen edesauttaa erityisesti hal-kaisijaltaan alle 100  $\mu\text{m}$ :n kokoisten pisa-roiden hakeutumista ruiskutuskohteeseen

(Matthews 1989). Sähkösuulake ei ilmeises-ti ollut toiminut kokeessa ollenkaan tekni-sen vian takia, sillä pisaroiden kokoja-kaumat olivat eri käsittelyissä samankaltai-set. Reppuruiskun käynnistämässä oli ol-lut kokeen aikana ongelmia ja syyksi oli to-dettu tulppien kastuminen. Tuomainen *et al.* (2000) mittasivat torjunta-ainelas-keumaa käyttämämme sähkösuulakkeen kanssa ja sitä ilman tehdyn ruiskutuksen jälkeen kasvihuoneessa ja saivat viit-teenomaisia tuloksia siitä, että laskeuma kasvihuoneen pohjamaahan väheni säh-kösuulaketta käytettäessä. Sähkösuulake siis toimi mitä ilmeisemmin Tuomainen *et al.* (2000) kokeessa. Siinä ei kuitenkaan mi-tattu torjunta-ainelaskeumaa kasveilta.

Muulla saatuja tuloksia vastaava pisa-ratiheyden erilaisuus kasvuston ulko- ja si-säosissa sekä ero laskeumassa lehtien ylä- ja alapinnan välillä (vrt. Sopp & Palmer 1990) osoittavat, että fluoresenssimikroskooppiin ja kuva-analyysaattoriin perustuva pisaralas-

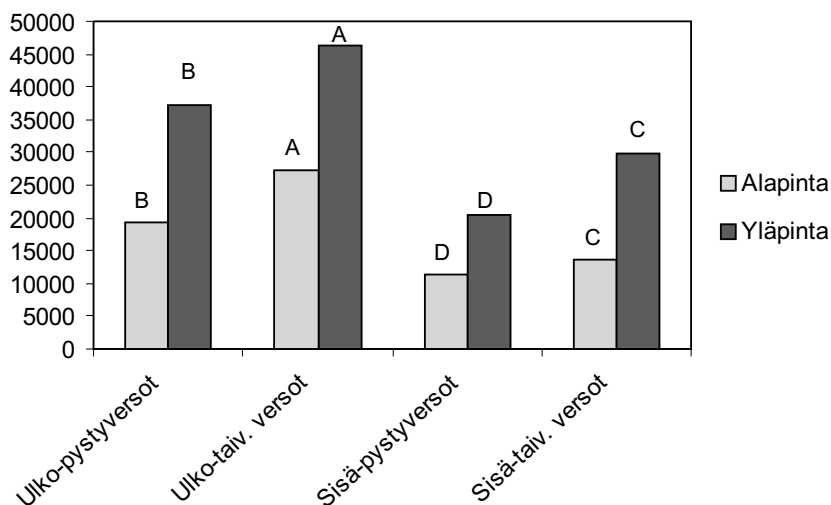


**Kuva 39.** Fluoresoivien Tinopal-pisaroiden suhteellinen frekvenssi pisaroiden eri kokoluokissa käytettäessä ruiskutukseen reppuruiskua sähkösuulakkeen kanssa ja ilman (=tavallinen). Koe kaupallisella ruusutarhalla.

**Figure 39.** Relative frequency of fluorescent Tinopal drops of different sizes (µm) on rose leaves when sprayed with a Solo backpack sprayer used either without ("tavallinen") or with an electrostatic nozzle ("sähköruisku"). Experiment in a commercial rose greenhouse.

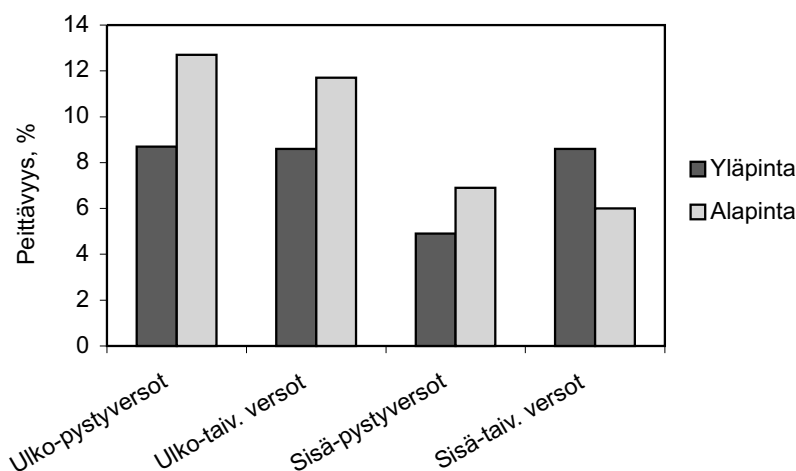
keuman mittausmenetelmä sinänsä toimi kokeessa hyvin. Pisaroiden koko oli sekä esikokeessa että varsinaisessa kokeessa hyvin pieni ja pisaratiheys neliösenttiä kohti hyvin suuri verrattuna muualla kasvihuoneissa tehdyissä sähköruiskukokeissa saatuihin tuloksiin. Muualla tehdyissä kokeissa on yleensä käytetty vesierkkiä papereita pisaralasteumien mittaamiseen (esim. Sopp *et al.* 1989; Sopp & Palmer 1990). Fluoresoivaan Tinopaliin, fluoresenssimikroskoopiin ja digitaaliseen kuvankäsittelyyn perustuva mittaustekniikka voi pystyä saamaan näkyviksi kaikkein pienimmätkin pisarat, joita vesierkillä papereilla ja silmävaraisen laskentaan perustuvalla pisaroiden laskennalla ei pystytä erottamaan erillisiksi. Toinen mahdollisuus on, että Tinopal liukenee veteen sen verran epätasaisesti, että mittaustekniikan erottamat "pisarat" eivät todellisuudessa kaikki olekaan erillisiä pisaroita, vaan samassa pisarassa olleita, mutta nesteen kuivuttua erillisten pisaroiden vaikutelman luovia Tinopal-kiteiden kasaumia. Jos tämä pitää paikkansa, Tinopalin käyttöön perustuva menetelmä soveltuu lähinnä vain vertaamaan eri ruiskutusmenetelmillä aikaansaatuja pisaralasteumia ruiskutuskohteen pinnalla.

Nyt saatujen tulosten arvo on lähinnä vain siinä, että otettiin käyttöön fluoresenssimikroskoopiin ja kuva-analysaattoriin perustuva torjunta-ainelasteuman mittausmenetelmä. Se mahdollistaa suhteellisen nopeana suurienkin lehtimäärien analysoinnin ennen kuin lehdille päätynyt fluoresoiva aine ehtii hajota. Menetelmää voidaan soveltaa ylipäättään tutkimuksissa, joissa tarvitsee tietää ruiskutuskohteeseen päätyneiden pisaroiden tiheys kohteen pinnalla. Sen hienosäätö edellyttää kuitenkin vielä tutkimuksia siitä, miten hyvin fluoresenssimikroskoopilla näkyviksi saatavat Tinopal-pisarat kuvastavat itse torjunta-aineen jakautumista ruiskutuskohteen pinnalla, ts. voidaanko sitä käyttää torjunta-ainepisaroiden jakauman kvantitatiiviseen määrittämiseen vai rajoittuuko menetelmän käyttö eri ruiskutusmenetelmillä aikaansaatuja pisaralasteumien vertailuun. Tinopal liukenee veteen suhteellisen hyvin, mutta kun ruiskutetun kasvuston lehtien annetaan kuivua ruiskutuksen jälkeen, fluoresenssimikroskoopilla saadaan esiin lehtien pinnalle jääneet Tinopal-jäämät, jotka eivät välttämättä täysin suoraan vastaa itse tehoainepisaroiden alkuperäistä kokoa lehdillä.



**Kuva 40.** Fluoresoivan Tinopal-laskeuman määrä (kpl pisaroita/cm<sup>2</sup>) ruusun lehtien ylä- ja alapinnoilla eri osista kasvustoa otetuilla lehdillä. Eri kirjaimilla merkityt ala- tai yläpinnan pisaratiheyttä kuvaavat pylväät eroavat toisistaan merkitsevästi vähintään 5 %:n riskitasolla (GLM-varianssianalyysi ja pareittaisen arvojen vertailu SNK-testillä). Koe kaupallisella ruusutarhalla.

**Figure 40.** Number of fluorescent Tinopal drops per cm<sup>2</sup> of leaf surface on upper (“yläpinta”) and lower leaf surfaces (“alapinta”) in different parts of the crop. Values with different letters within a leaf surface category differ statistically significantly (GLM analysis of variance followed by pairwise comparison of means with SNK test). Experiment in a commercial rose greenhouse. “Ulko-pystyversot”=outer part of bed, erect stems; “ulko-taiv. versot”=outer part of bed, bent canes; “sisä-pystyversot”=inner part of bed, erect stems; “sisä-taiv. versot”=inner part of bed, bent canes.



**Kuva 41.** Fluoresoivien Tinopal-pisaroiden peittävyys ruusupetien ulko- ja sisäosista otettujen lehtien ylä- ja alapinnasta. Koe kaupallisella ruusutarhalla.

**Figure 41.** Coverage of fluorescent Tinopal drops on leaves of roses sampled from the outer and inner parts of beds. For other explanations, see Figure 40.

# *Amblyseius cucumeris* -petopunkkien leviäminen pusseista leikkoruusukasvuston eri osiin korotettujen petien viljelyssä

Irene Vänninen & Marika Linnamäki

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu,  
31600 Jokioinen, [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi), [marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi)

Ripsiäispetopunkkien leviämistä taivutettuun kasvustonosaan sijoitetuista petopunkkipusseista ruusuille seurattiin korotettujen petien viljelyssä kaupallisen ruusutarhan neljässä osastossa tammikuusta-kesäkuuhun. Petopusseja levitettiin kuuden viikon välein 225 petoa/m<sup>2</sup>. Petopunkkien leviämistä ruusuille seurattiin viikottain kukista ja lehdiltä.

Kaikkien osastojen liima-ansoihin tuli ulkoa yleistäripsäistä (*Frankliniella intonsa*) viikolta 18 alkaen, mutta kasveilta niitä havaittiin vain kahdessa osastossa erittäin pieniä määriä. Petopunkkien saatavilla ei siis ollut ripsiäisravintoa kokeen aikana, mutta vihannespunkkiravintoa oli runsaasti kahdessa osastossa ja jonkin verran myös kahdessa muussa osastossa. Tästä huolimatta ripsiäispetopunkkeja löytyi vain alle 1 %:lta tarkastettuja kasvinosia viikkoina 1–15. Pusseissa oli kuitenkin petoja vielä kahdenkin kuukauden kuluttua ripustamisesta. Viikosta 16 alkaen petopunkkeja löytyi maksimissaan 19 %:lta tarkastettuja kasvinosia. Petopunkkeja esiintyi ensin säännöllisesti taivutettujen versojen lehdillä, siitä kahden viikon kuluttua pystyversojen

lehdillä, ja vasta viiden viikon kuluttua kukissa. Suomen talven ja alkukevään olosuhteissa *A. cucumeris* siirtyi siis pusseista vain vastahakoisesti ruusukasvustoon.

Vaikka nykyisin käytössä olevien petopunkkien lisääntyminen ei esty lyhyen päivän oloissa, keinovalaistus yhdistyneenä tiettyyn kasvilajiin voi vaikuttaa ehkäisevästi petojen liikkumishalukkuuteen. Nähtävästi ripsiäispetopunkkien käyttäytyminen, halukkuus liikkua kasvustossa ja mahdollisesti myös lisääntymisnopeus saaliin läsnäollessa on ruusulla toisenlainen kuin esim. kasvihuonekurkulla. Talvella ja alkukevästä ripsiäispetopunkkipussien rooli ruusulla voi siksi parhaimmillaan olla eräänlaisen petoreservin ylläpitäjänä: kasvustossa valmiina olevista pusseista petoja saadaan nopeasti siirrettyä sinne, missä ripsiäisiä havaitaan.

## 1 Johdanto

Kalifornianripsäisen osoitettiin olevan suhteellisen tehokkaasti torjuttavissa leikko-

ruusulta *A. cucumeris* -pusseja käyttämällä kesäkuukausina, joskin tarvittavat punkkimäärät muodostuvat suuriksi (kts s. 87). Suomessa on kuitenkin kovaa vauhtia yleistyvä ympärivuotinen, keinovalojen käyttöön perustuva ruusunviljely (Kauppa-putarhaliitto 1998). Lisäksi leikkoruusua viljellään yhä yleisemmin korotetuissa pe-deissä (Raukko 1997). Jos petopunkkipusseja käytetään korotettujen petien viljelyssä, on ne käytännön syistä ripustettava taivutettuun kasvuston osaan tai aivan pystyversojen tyvelle, jolloin niitä ei tarvitse siirrellä toiseen paikkaan kerätessä kukallisia pystyversoja pois. Tällöin petopunkit joudutaan kuitenkin laittamaan kauas kukista.

*Amblyseius cucumeris*en käyttäytymisestä leikkoruusulla keinovalossa Suomen talven ja kevättalven olosuhteissa ei ole ollut aikaisemmin saatavissa tietoa. Mielenkiinto kohdistui siihen, miten hyvin petopunkit leviävät pusseista kasveille ja missä vaiheessa ne saavuttavat kukinnot, kun pussit joudutaan sijoittamaan taivutettuun kasvustonosaan.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Petopunkkien levitys

*Amblyseius cucumeris* -petopunkkien leviämistä pusseista leikkoruusukasvustoon seurattiin Riihikoskella sijaitsevan Piltin Puutarhan neljässä osastossa, joihin levitettiin petopunkkeja Koppert B.V.:n suosittelemia ennakkotorjuntamääriä soveltaen (Taulukko 14). Torjuntaeliöiden käytön aikana ruusunhärkä torjuttiin hiililannoite-ruiskutuksilla, jotka ovat torjuntaeliöille vaarattomia (kts. s. 81). Osastoissa 6 ja 7 ei käytetty rikitystä lainkaan, osastoissa 1 ja 2 rikittimet olivat päällä silloin tällöin 3–4 tuntia yössä.

### 2.2 Petopunkkien ja ripsiäisten havainnointi

Osastot jaettiin noin 250 m<sup>2</sup>:n tarkkailu-alueisiin (TA). Yksi TA käsitti osastosta riippuen 7–10 petiä. Jokaisen TA:n keskelele ripustettiin yksi kelta- ja yksi siniansa (Horiver<sup>TM</sup>, Koppert B.V.), joiden alareuna oli kukintojen tasalla. Ansat tarkastettiin viikoittain ja vaihdettiin tarvittaessa uusiin.

Kasvustosta ripsiäisiä ja petopunkkeja tarkkailtiin 1–2 satunnaisesti valitusta kukasta per peti siten, että tarkastettavia kukkia oli aina 30 kpl osastoa kohti. Kasvustotarkastukset tehtiin valon määrän ja tarkastajan lähinäkökyvyn mukaan joko paljaalla silmällä tai käyttäen apuna suurennuslasia. Jos avonaisia tai avautumassa olevia kukkia ei ollut, tarkastettiin nappuja. Eliöt laskettiin kukintojen pinnalta sekä uloimpien terälehtien välistä niin pitkälle kuin se oli mahdollista tuhoamatta kukan rakennetta.

Kukkien lisäksi tarkastettiin 5:stä kohdasta per TA kaksi pystyversion ja kaksi taivutetun kasvustonosan lehteä (ylä- ja alapinta, yhteensä 10 pystyversion ja 10 taivutetun version lehteä per TA).

## 3 Tulokset

Osastoista 1 ja 2 saatiin tulokset koko kokeen ajalta. Osastoissa 6 ja 7 *A. cucumeris*-levitykset lopetettiin viikolta 8 alkaen, koska niissä jouduttiin aloittamaan kemialliset käsittelyt vihannespunkin torjumiseksi torjuntaeliöille haitallisilla aineilla. Osastossa 2 hiiret repivät osan pusseista rikki aina niiden ripustamisen jälkeen, mikä selittää alhaisemmat petopunkkimäärät.

Kaikkiin osastoihin ilmaantui yleistäripsiäistä (*Frankliniella intonsa*) viikolta 18 alkaen. Kasveilla näitä ripsiäisiä havaittiin vain kerran, silloinkin vain yksi ripsiäinen yhdestä kukasta per osasto. Petopunkkien saatavilla ei siis ollut ripsiäisravintoa seuranta-aikana. Sen sijaan vihannespunkkeja oli erityisesti osastoissa 6 ja 7 ja jonkin verran myös eräissä osastojen 1 ja 2

**Taulukko 14.** Kasvihuoneosastot, niiden pinta-alat, ruusulajikkeet, Amblyseius cucumeris-petopunkkipussin levitysjankohdat ja petojen levitysmäärät Piltin puutarhalla tammi-kesäkuussa 2000.

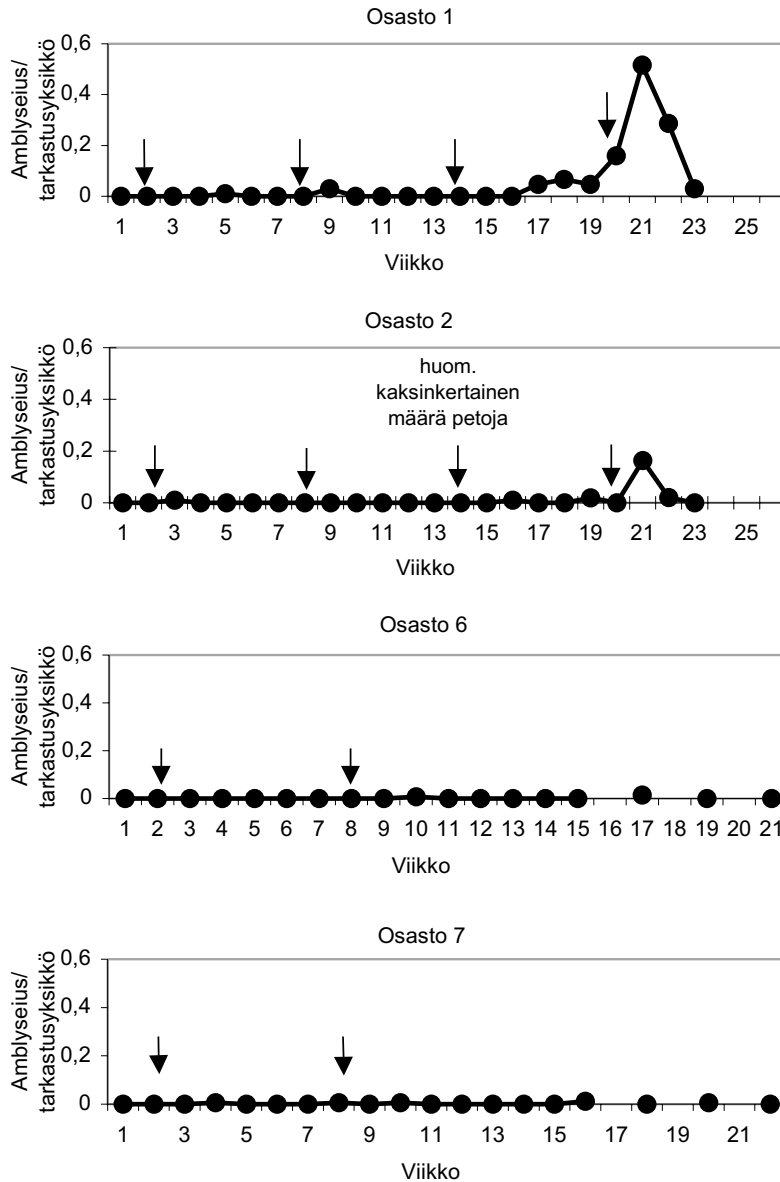
**Table 14.** Greenhouse compartments, their areas (m<sup>2</sup>), rose cultivars, release dates and rates of *Amblyseius cucumeris* (in controlled release sachets placed in bent canes of crop) and chemical treatments at Piltti nursery in January-June 2000.

Osaston nro ja sen asetus-lämpötila <i>Compartment no. and temperature</i>	Pinta-ala, m <sup>2</sup> <i>Area</i>	Ruusulajike <i>Rose cultivar</i>	Petopunkkipussin levitysviikot, petoja kpl/m <sup>2</sup> <i>Week of predator release, rate/m<sup>2</sup></i>	Muiden kasvinsuojellusten käsittelyiden ajankohta (viikko), valmisteen nimi ja torjuttava kasvintuhooja <i>Other plant protection treatments (week), chemical name and pest</i>	
1 (20 °C)	800	lohenpunainen <i>Saphir</i>	2	225 <sup>a</sup>	14-16 <i>Phytoseiulus persimilis</i>
			8	225	15 Vertimec (3 petiä, vihannespunkki)
			14	450 <sup>b</sup>	20 Plenum (kirvat, paikalliskäsittely)
2 (20 °C)	800	tummanpunainen <i>Kardinal</i>	20	225	21 Admire (kirvat)
			2	225	14-16 <i>Phytoseiulus persimilis</i>
			8	225	2 Admire (jauhaiset)
6 (20 °C)	1000	tummanpunainen <i>Kardinal</i>	14	225	15 Topas (ruusunruoste)
			20	225	
			2	8 <sup>c</sup>	2 Admire (jauhaiset)
7 (18 °C)	1200	vaalean oranssin-sävyinen <i>Dream</i>			4-6 <i>Phytoseiulus persimilis</i>
					5-6 Nissorun (vihannespunkki)
					12-13 Torque (vihannespunkki)
					14 Vertimec (vihannespunkki)
					15 Pentac (vihannespunkki)
					18 Vertimec (vihannespunkki)
					18 Topas (ruusunruoste)
					18 Pentac (vihannespunkki)
					Topas (ruusunruoste)
					18 Topsisin (ruusunhärnä)
					2 Admire (jauhaiset)
					3-6 <i>Phytoseiulus persimilis</i>
					6 Nissorun (vihannespunkki)
		8 Plenum (kirvat, paikalliskäsittely)			
		11 Nissorun (vihannespunkki)			
		12-13 Torque (vihannespunkki)			
		14-15 Vertimec (vihannespunkki)			
		18 Vertimec (vihannespunkki)			
		20 Vertimec (vihannespunkki)			
		Pentac (vihannespunkki)			
		Topas (ruusunhärnä)			

<sup>a</sup> petopunkkien määrä per m<sup>2</sup> pussissa sen ripustamishetkellä olleen petomäärän mukaan. Yhdessä pussissa oli 500 petopunkkia, joten pusseja tuli keskimäärin 0,4 kpl/m<sup>2</sup>. / *No. of predators per m<sup>2</sup> at time of hanging it in crop. One sachet contained 500 predators, thus density of sachet was 0.4 per m<sup>2</sup>*

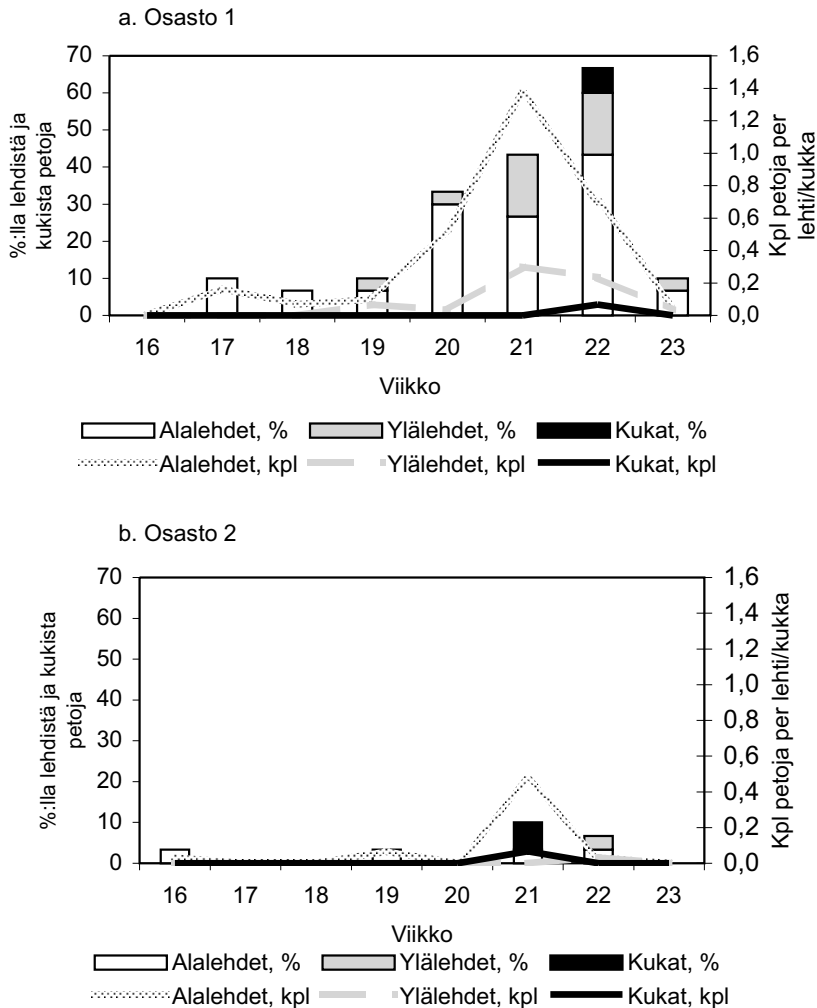
<sup>b</sup> osastoon 6 tarkoitetut pussit ripustettiin osastoon 2, kun biologisen torjunnan kokeilu osastoissa 6 ja 7 jouduttiin lopettamaan viikolla 7 vihannespunkkiongelman takia/sachets meant for compartment 6 were hung in compartment 2 instead, because biocontrol trial in compartments 6 and 7 had to be stopped in week 7 due to heavy spider mite infestation

<sup>c</sup> biologinen torjunta lopetettiin viikolla 7 vihannespunkkiongelman takia, joka vaati torjuntaeliöille haitallisten kemikaalikäsitteilyjen aloittamista. Kasvustotarkkailua tehtiin vain kahden viikon välein viikoilla 16-22./*biocontrol trial in compartments 6 and 7 was stopped in week 7 due to chemical treatments needed to combat spider mites. Crop monitoring in 6 and 7 continued biweekly in weeks 16-22.*



**Kuva 42.** Amblyseius cucumeriksen liikkuvien kehitysasteiden määrä per tarkastettu kasvinosa Piltin puutarhan seurantakokeessa tammi-kesäkuussa 2000. Nuolet osoittavat petopunkkipussien ripustamisviikot.

**Figure 42.** Number of *Amblyseius cucumeris* per inspected plant part in four compartments ("osasto") at the Piltti rose nursery in January-June 2000. Values are means of 10 flowers, 10 erect stem leaves and 10 bent cane leaves per one 250 m<sup>2</sup> pest management unit. The arrows show weeks when controlled release sachets of *A. cucumeris* were hung on the bent canes of the rose crop.



**Kuva 43.** *Amblyseius cucumeris* -petopunkkien esiintyminen taivutettujen ja pystyversojen lehdillä sekä kukissa Piltin puutarhan seurantakokeessa osastoissa 1 (a) ja 2 (b) viikkoina 16–23.

**Figure 43.** Occurrence of *A. cucumeris* on leaves of erect (“ylälehdet”) and bent canes (“alalehdet”) and in flowers (“kukat”) at the Piltti nursery in weeks 16–23 in compartments (a) 1 and (b) 2. “Kpl”=number of mites.

pedeissä. Tästä huolimatta petoja näkyi kasveilla erittäin niukasti ennen huhtikuun loppupuolta (Kuva 42). Sitä ennen nähdyt yksittäiset petopunkit olivat yhtä lukuunottamatta taivutettujen versojen lehdillä (vain yksi oli kukassa) eikä tarkastetuista kasvinosista ollut petopunkkien asuttamia kuin alle 1 %. Viikosta 16 alkaen petopunkteja löytyi osastossa 1 maksimissaan 19 %:lta tarkastettuja kasvinosia, osastossa

2 (jossa hiiret verottivat pusseja) noin 4 %:lla.

Osastossa 1 petopunkit asuttivat ensin taivutettujen versojen lehdet ja sitten pystyversojen lehdet. Petopunkit menivät kukkiin vasta viisi viikkoa sen jälkeen, kun niitä oli alkanut esiintyä säännöllisesti taivutettujen versojen lehdillä (Kuva 43a). Osastossa 2 tilanne ei kehittynyt yhtä systemaattisesti, mutta järjestyksessä oli pääsääntöisesti



sama (Kuva 43b). Sielläkin petopunkkeja löytyi kukista vasta viisi viikkoa taivutettujen versojen lehtien pysyvän asuttamisen alkamisesta.

Kasvustoa tarkastettaessa tarkastettiin joka kerta myös 5–10 satunnaisesti valittua petopunkkipussia jokaisessa osastossa sen toteamiseksi, että niissä oli edelleen punkkeja. Punkkeja näkyi yleensä jopa pusseissa, jotka olivat olleet kasvustoon ripustettuna jo kaksi kuukautta. Samalla havaittiin myös, että ennen huhtikuun loppua petopunkkeja tuli kyllä ulos pusseista, mutta ne kerääntyivät pussin ripustinkoukun tueksi pussin yläosaan kiinnitetyn pahvilapun päälle ja alle.

## 4 Tulosten tarkastelu

Piltin puutarhassa tehdyt havainnot petopunkkien leviämisestä pusseista leikkoruusuille viittaavat vahvasti siihen, että Suomen talven ja alkukevään olosuhteissa *Amblyseius cucumeris* siirtyy pusseista vain vastahakoisesti kasvustoon. Punkit yleistyivät kasveilla vasta kun ilma ulkona lämpeni ja luonnonvalon määrä lisääntyi. Yleisenripsiäisen tulolla kasvihuoneisiin ei todennäköisesti ollut merkitystä sille, että petopunkit alkoivat siirtyä pusseista kasveille. Yleinenripsiäinen siirtyi ulkoa kasvihuoneisiin säiden lämmitessä, mutta valtaosa ripsiäisistä meni liima-ansoihin eikä kasveille. Tähän viittaa se, että ripsiäisiä löytyi kasveilta vain kerran ja silloinkin erittäin pieninä määrinä. Periaatteessa potentiaalisen saaliin läsnäolo kasveilla voi houkutellessa petopunkit leviämään pusseista kasvustoon tehokkaammin, etenkin jos saalisyhönteinen voittaa kasvia, minkä seurauksena kasvusta erittyy petopunkkeja houkuttelevia signaaliaineita (Cortesero et al. 2000). Ruusun erittämien aineiden vaikutusta *A. cucumeris*-lajiin ei tunneta. On kuitenkin erittäin epätodennäköistä, että kokeen loppupuolella huoneisiin ilmaantuneet yleisetripsiäiset olisivat voittaneet kasveja niin paljon, että niistä olisi erittynyt petopunkkien

käyttäytymiseen vaikuttavia aineita.

Levitetyt petopunkkimäärät neliötä kohti olivat Piltin puutarhassa tehdyssä seurantakokeessa paljon pienemmät kuin 1999 MTT:ssa toteutetussa kokeessa. Pienet petomäärät yhdistyneenä näytteenottoon, jossa lehtimassasta tutkittiin vain hyvin pieni osa, lisäävät tietysti sitä mahdollisuutta, että punkkeja ei osunut näytteisiin ennen kuin niiden esiintymisfrekvenssi tarkastettua kasvinosaa kohti ylitti tietyn rajan. Petoja saattoi siis olla kasveilla jo ennen kuin niitä ylipäärtään oli mahdollista havaita käytetyllä tarkkailumenetelmällä. Tämä ei silti poista sitä tosiasiaa, että pedot jäivät taivutettuun kasvustonosaan pitkäksi aikaa vielä silloinkin, kun sääolot suosivat punkkien liikkumista.

Tällä hetkellä kaupalliset *A. cucumeris*-petopunkit ovat peräisin populaatioista, joilla ei ole lyhyen päivän aiheuttamaa lisääntymisdiapaussia talvella (Van Houten et al. 1995). Sen ansiosta niitä voidaan käyttää mm. kasvihuonekurkulla jo talvikaudena. Vaikka pedot lisääntyvät myös lyhyen päivän oloissa, keinovalaistus yhdistyneenä tiettyyn kasvilajiin voi kuitenkin vaikuttaa ehkäisevästi petojen liikkumishalukkuuteen. *Amblyseius cucumeris*-petopunkkien käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä leikkoruusuilla ja eri ruusulajikkeilla ei tunneta lainkaan. Kasvihuonekurkulla on havaittu, että itse kasveilla *A. cucumeris* lisääntyy paljon hitaammin kuin laboratorio-oloissa, vaikka sopivaa eläinravintoa olisikin saatavilla (ks. Sabelis & Van Rijn 1997 ja sen viitteet). Kasvien anatomia ja kasvustossa vallitsevat mikroklimaattiset olosuhteet eroavat eri kasvilajeilla ja voivat vaikuttaa ratkaisevasti petopunkin saalistustehokkuuteen ja jälkeläiskuolleisuuteen (Cortesero et al. 2000; de Courcy Williams et al. 2000). Samat levitysmenetelmät tai petolajit eivät sen vuoksi automaattisesti sovellu eri kasveilla käytettäviksi. Jopa edullisissa lämpötila- ja valaistusolosuhteissa kestää 2–3 viikkoa, ennen kuin pedot siirtyvät suurempina määrinä pusseista leikkoruusukasvustoon (kts. s. 87).

Saadut tulokset viittaavat vahvasti sii-

hen, että talvella ja alkukeväästä pussilevityksinä tehdyt *A. cucumeris* -käsittelyt eivät sovellu käytettäväksi leikkoruusulla kahdesta syystä:

- 1) vuodenaika näyttää vaikuttavan ratkaisevasti näiden petopunkkien liikkumisaktiivisuuteen ja halukkuuteen siirtyä pusseista tai niiden läheltä kasveille, ja
- 2) punkit leviävät taivutettuun kasvustonsaan sijoitetuista pusseista vain hi-

taasti pysty- ja ylälehdille silloinkin, kun lämpötila- ja valaistusolosuhteet edistävät punkkien liikkumista. Talvella ja alkukeväästä petopunkkipussien rooli voisi parhaimmillaan olla eräänlaisen petoreservin ylläpidossa: kasvustossa valmiina olevista pusseista petoja saadaan nopeasti siirrettyä sinne, missä ripsiäisiä havaitaan.

# Biologisen ripsiäistorjunnan kustannukset leikkoruusulla nykymenetelmillä

Marika Linnamäki & Irene Vänninen

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen,  
[marika.linnamaki@mtt.fi](mailto:marika.linnamaki@mtt.fi), [irene.vanninen@mtt.fi](mailto:irene.vanninen@mtt.fi)

Kokonaan biologisen, *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeihin perustuvan ripsiäistorjunnan hinnaksi ympärivuotisessa ruusunviljelyssä tuli 5,3–14,5 mk/m<sup>2</sup>/v. Hinta vaihteli riippuen siitä, perustuiko laskelma ennakkotorjuntamääriin (noin 225 kpl/m<sup>2</sup> 4–6 viikon välein 8 kk:n ajan) vai lisättiinkö ennakkotorjuntaan (8 kk) kesäaikana tarvittut suuret petomäärät (yhteensä 4500–7000 kpl/m<sup>2</sup> 4 kk:n aikana, levitykset kahden viikon välein). Em. kustannuksissa ovat mukana vain torjuntaeliöiden hankintahinnat. Nykyisillä biologisen torjunnan menetelmillä siis jo pelkästään ripsiäisten torjuntaan tarvittavat torjuntaeliöt maksavat 2–4 -kertaisesti sen, mitä leikkoruusun keskimääräiset vuotuiset kasvinsuojelun kokonaiskustannukset (3–4 mk/m<sup>2</sup> ilman työ-kustannuksia) ovat. Torjuntaeliöiden hankintakustannukset nousevat arviolta 15–25 mk:aan/m<sup>2</sup>/v, jos muutkin tuhoeläimet (jauhiaiset, kirvat, vihannespunkit, harsosääsket) torjutaan biologisesti. Tapauskohtaiset kustannukset riippuvat tietysti siitä, miten paljon ja missä vaiheessa vuotta tuhoeläimiä ruusunviljelmälle ilmaantuu. Ainakin ripsiäisvioletukselle herkimmillä ruusulajikkeilla, kuten valkokukkaisella Escimolla ja muillakin vaalea- ja keltakukkaisilla lajikkeilla, biologinen ripsiäistorjunta tulee kesäkuukausina nykymenetelmillä kalliiksi, jos ripsiäismäärät alkavat

nousta ja petopunkkien levitysmääriä joudutaan nostamaan. Kustannukset jäänevät alhaisemmiksi punakukkaisilla lajikkeilla, joissa ripsiäisvioletus ei näy yhtä herkästi ja joilla ripsiäiset ylipäätään eivät lisäänty yhtä nopeasti kuin vaaleakukkaisilla lajikkeilla. Biologisen ripsiäistorjunnan kustannukset voisivat alentua ja torjuntatuloksen luotettavuus parantua, jos löydettäisiin torjuntaeliö, joka olisi tehokkaampi kuin *Amblyseius cucumeris* -petopunkkilaji, sopeutuisi sitä paremmin ruusulle ja asuttaisi tehokkaasti nimenomaan ruusun kukat.

## 1 Johdanto

Ruusun tuhoeläinten integroidun ja biologisen torjunnan kustannukset laskettiin kahdesta kokeesta: kaupallisella ruusutarhalla toteutetun ennakkotorjuntasuunnitelman perusteella ja kokeilun toteutuneiden käyttömäärien perusteella sekä MTT:ssa 1999 toteutetun kr:n integroidun torjunnan perusteella. Kaupallisella ruusutarhalla ennakkotorjuntasuunnitelmassa oletettiin tarvittavan torjuntaeliölevityksiä ripsiäisiä, vihannespunkteja, jauhiaisia ja kirvoja vastaan. Käytännössä päädyttiin kuitenkin käyttämään biologista torjuntaa vain ripsiäisten ja vihannespunkkien ennak-

kotorjuntaan, muut kasvintuhoojat torjuttin kemiallisesti. Vihannespunkkien ilmaannuttua kahteen osastoon niiden välittömään torjuntaan levitettiin ansaripetopunkkeja neljänä perättäisenä viikkona, mutta ne eivät asuttaneet kasvustoa pysyvästi, todennäköisesti alhaisen ilmakehän takia.

## 2 Kustannukset biologisen ennakkotorjuntasuunnitelman perusteella kaupallisella ruusutarhalla

Taulukossa 15 esitetyt leikkoruusun biologisen kasvinsuojelun kustannuslaskelmat

**Taulukko 15.** Biologisen torjunnan ennakkotorjuntalaskelmat puolen vuoden ennakkotorjuntaohjelman perusteella 1000 m<sup>2</sup>:n ruusuhuoneeseen. Kustannusten laskemiseen on käytetty kahdelta torjuntaeliötoimittajalta saatuja keskihintoja (paitsi *Aphidius colemani*:n ja *A. ervi*:n hinnat yhden toimittajan hintoja). Torjuntaeliöhinnat ilman ALV:a.

**Table 15.** Rates of preventative introduction of beneficials and their cost per 1000 m<sup>2</sup> against pests of cut roses as given by one producer of beneficials. Prices are means (without VAT) of two importers, except for *Aphidius colemani* and *A. ervi*, for which prices are from one importer only.

Torjuntaeliö <i>Beneficial</i>	Torjuntaeliön Kpl-hinta, mk <i>Price per one specimen, FIM</i>	Kpl/m <sup>2</sup> <i>Rate/m<sup>2</sup></i>	A-hinta mk/1000 m <sup>2</sup> <i>Price/1000 m<sup>2</sup></i>	Kertoja <i>No. of releases in 6 months</i>	Hinta mk/1000 m <sup>2</sup> Yhteensä 6 kk <i>Price/1000 m<sup>2</sup> in 6 months</i>
<i>Amblyseius cucumeris</i>	0,00196	225	441,00	6	2646
<i>Hypoaspis aculeifer</i>	0,01117	100	1117,00	1	1117
<i>Amblyseius californicus</i>	0,13570	3	407,10	2	814
<i>Encarsia formosa</i>	0,06154	1,5	92,31	12	1108
<i>Aphidius colemani</i>	0,16400	0,5	82,00	12	984
<i>Aphidius ervi</i>	0,71600	0,5	358,00	12	4296
Yhteensä					10 965 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> koko vuodelle laskettuna 21,9 mk/m<sup>2</sup>, olettaen että levitysmääriä ei tarvitse suurentaa suunnitelman mukaisista/price for whole year would be FIM 21.9 per m<sup>2</sup>, assuming preventative introduction rates for whole year

perustuvat yhden kaupallisen torjuntaeliötuottajan suositteluihin ennakkotorjuntamääriin puolen vuoden ajalle (tammi-kesäkuu 2000). Ruusuviljelmälle oletetaan ilmaantuvan ripsiäisiä, vihannespunkkeja, jauhiaisia ja kirvoja.

## 3 Kustannukset toteutuneen biologisen torjunnan perusteella kaupallisella ruusutarhalla

Taulukossa 16 on esitetty yhdellä kaupallisella ruusutarhalla toteutuneen biologisen ennakkotorjunnan ja välittömän torjunnan kustannukset 5,5 kk:n ajalta tammi-kesäkuussa 2000. Ripsiäistorjuntaan käytettiin koko ajan ennakkotorjuntamääriä, mutta

**Taulukko 16.** Torjuntaeliökustannukset Piltin puutarhalla vuoden 2000 tammikuusta kesäkuun puoliväliin kestäneessä leikkoruusun tuholaisen integroidun torjunnan kokeilussa. Hinnat ilman ALV:a.

**Table 16.** Realized costs (without VAT) of beneficials at Piltti nursery from January to June 2000 in trial of IPM on cut roses.

Torjuntaeliö <i>Beneficial</i>	Huone 1 <i>Comp. 1</i> 800 m <sup>2</sup>	Huone 2 <i>Comp. 2</i> 800 m <sup>2</sup>	Huone 6 <i>Comp. 6</i> 1000 m <sup>2</sup>	Huone 7 <i>Comp. 7</i> 1200 m <sup>2</sup>	Yhteensä (mk) 5,5 kk/3800 m <sup>2</sup> <i>Total (FIM)</i> <i>per 3800 m<sup>2</sup></i> <i>in 5.5 months</i>	Hinta (mk) 5,5 kk/1000 m <sup>2</sup> <i>Cost (FIM) per</i> <i>1000 m<sup>2</sup> in 5.5</i> <i>months</i>
<i>Amblyseius cucumeris</i>	1924,72	2122,68	878,08	1052,52	5978,00	1573,16
<i>Hypoaspis aculeifer</i>		1340,40	1117,00		2457,40	646,68
<i>Amblyseius californicus</i>			271,40	542,80	814,20	214,26
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	210,00	210,00	1470,00	1785,00	3675,00	967,11
Yhteensä mk <i>(total FIM)</i>	2134,72	3673,08	3736,48	3380,32	12 924,60	3401,21 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 7,4 mk/m<sup>2</sup>/v, jos samat levitysmäärät ympäri vuoden. Huom. kuitenkin että vihannespunkkeja ei saatu torjuttua käytetyillä levitysmäärillä, todennäköisesti koska ilmankosteus oli liian alhainen petopunkkien lisääntymiselle. *for the whole year, FIM 7,4 per m<sup>2</sup>, assuming given application rates. Note, however, that spider mites could not be controlled with P. persimilis, probably because air humidity was too low*

vihannespunkkien torjunnassa jouduttiin siirtymään välittömään torjuntaan. Se ei kuitenkaan toiminut riittävän hyvin, vaan oli otettava kemiallinen torjunta avuksi. Lisäksi myös ansarijauhiaisia ja kirvoja vastaan käytettiin kemiallista torjuntaa ajoittain ja paikallisesti.

## 4 Torjuntaeliökustannukset MTT:n kokeessa 1999

Raportin sivulla 87 kuvatun kokeen ripsiäistorjunnan kustannukset on ilmoitettu taulukossa 17. Kustannukset nousivat korkeiksi, koska koeaika sijoittui kokonaisuudessaan kesäkuukausiin (25.5–17.9). Lisäksi kesä -99 oli poikkeuksellisen lämmin ja Escimo -lajike on erittäin herkkä vioituksille. Biologisen torjunnan osastojen ripsiäispetopunkkimäärillä (kpl/m<sup>2</sup>) neljän kauden torjuntaeliökustannus olisi 1000 m<sup>2</sup> huoneessa keskimäärin 12 250 markkaa.

Vastaava kustannus integroidun torjunnan osastojen käyttömäärillä olisi keskimäärin 9800 markkaa.

## 5 Muut kuin torjuntaeliökustannukset

Integroidun torjunnan kustannuksiin sisältyvät torjuntaeliökustannusten lisäksi torjunta-ainekustannukset sekä työaikakustannukset (torjuntaeliöiden levitys ja tarkkailu, torjunta-aineruiskutukset). Tässä yhteydessä ei paneuduta tarkemmin työ- eikä torjunta-ainekustannuksiin, koska niistä on liian vähän tietoa ruusun integroidun kasvinsuojelun osalta. Piltin puutarhalla seurattiin kuitenkin alustavasti tuhoeläinten tarkkailuun (ansat ja kasvusto) ja torjuntaeliöiden levitykseen kuluva aikaa s. 106 alkavassa raportin osassa kuvattuja menetelmiä käytettäessä. Tarkkailumenetelmiä ei kuitenkaan ole kehitetty lopullisesti kaikille tuhoeläimille, joten tiedot tarkkailuun kuluva ajasta ovat vain suuntaa antavia.

**Taulukko 17.** Integroidun ja biologisen torjunnan koeosastoissa (á 38 m<sup>2</sup>) kesällä -99 käytettyihin torjuntaeliömääriin perustuvat kustannuslaskelmat 1000 m<sup>2</sup>:ä kohti neljän kesäkuukauden ajalta. *Amblyseius cucumeris*:n kappalehinta (Kpl-hinta) on käytetty kahden torjuntaeliötoimittajan keskihintaa. Hinnat ilman ALV:a.

**Table 17.** Costs (without VAT) of beneficials per 1000 m<sup>2</sup> used for western flower thrips control in four 38 m<sup>2</sup> greenhouse compartments in four summer months of 1999. The price per specimen of *A. cucumeris* is the mean of two importers.

Compartment	Kpl-hinta Price/ specimen	Kpl/m <sup>2</sup> Rate/m <sup>2</sup>	Kertoja No. of releases	Kpl/m <sup>2</sup> Rate/m <sup>2</sup>	Kertoja No. of releases	Kpl/m <sup>2</sup> Rate/m <sup>2</sup>	Kertoja No. of releases	mk/1000 m <sup>2</sup> Yhteensä 4 kk FIM/1000 m <sup>2</sup> in 4 summer months
Biologinen	0,00196	500	3	1000	2	2000	1	10 780
Biologinen	0,00196	500	2	1000	4	2000	1	13 720
Integroitu	0,00196	500	3	1000	3	2000	0	8 820
Integroitu	0,00196	500	3	1000	2	2000	1	10 780 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> osastosta riippuen 8,8-13,7 mk/m<sup>2</sup> neljän kesäkuukauden aikana eli keskimäärin 11,03 mk/m<sup>2</sup>. Jos muina aikoina (= 8 kk) selvittäisiin taul. 12.1 annetuilla ripsiäispetopunkkien ennakkotorjuntamäärillä (=5,3 mk/m<sup>2</sup>/v eli 3,5 mk/m<sup>2</sup> 8 kk:ssa), biologisen ripsiäistorjunnan vuosikustannukseksi tulisi arviolta 14,53 mk/m<sup>2</sup>.

Depending on compartment, the cost of beneficials was FIM 8.8-13.7 (average FIM 11.03) per m<sup>2</sup> of greenhouse area during the four summer months. If at other times of the year (=8 months) thrips could be controlled with preventative release rates given in Table 12.1. (= FIM 3.5/8 months), the costs of biological thrips control only (excluding other pests) would be FIM 14.53 per m<sup>2</sup>.

Yhden 250 m<sup>2</sup>:n tarkkailualueen tarkastamiseen (kasvusto ja ansat) kului aikaa keskimäärin 19–21 min. (1,16–1,24 h/1000 m<sup>2</sup>). Tarkastukseen kuluva aika vaihteli paljon riippuen tuhoeläinten määrästä sekä kasveilla että ansoissa. Jos kasvustossa oli tuhoeläimiä, 1000 m<sup>2</sup>:n huoneen tarkkailuun kulunut aika vaihteli välillä 55 min–2 h 10 min, mutta puhtaan/lähes puhtaan kasvuston tarkastukseen kului vain 53 min–1 h 48 min/1000 m<sup>2</sup>. Yhden ansan tarkastukseen kului aikaa 1,5–1,7 min suhteellisen puhtaissa huoneissa. Yleisenripsiäisen tultua huoneeseen tarkastukseen kuluva aika kasvoi selvästi. Ripsiäisten laskemiseen kuluvan ajan lisäksi on otettava huomioon niiden tunnistamiseen kuluva aika. Ansatarkkailuun kuluvaa aikaa suurilla tuhoeläintihyöksillä on mahdollista vähentää laskeamalla tuhoeläimet vain osasta ansaa – menetelmiä on kehitetty mm. jauhiaisten laskemiseen kuluvan ajan vähentämiseksi.

Ripsiäispetopunkkipussien (*Amblyseius cucumeris*) ripustaminen 800 m<sup>2</sup>:n huonee-

seen kesti keskimäärin 1 tunnin (1–1,5 h) levitysmäärällä 0,4 pussia ja 225 petoa/m<sup>2</sup>. Ripustamiseen kuluva aika on paljon riippuvainen kasvuston kasvuvaiheesta. Jos pedeissä on sato päällä, levitys tällaiseen tiheään kasvustoon kestää kauemmin kuin harvassa kasvustossa. Myös pussien ripustustiheys/m<sup>2</sup> vaikuttaa vaadittavaan aikaan. Pullosta kasvustoon levitettävien ansaripetopunkkien (*Phytoseiulus persimilis*) levitys oli Piltin puutarhalla huomattavasti nopeampaa kuin ripsiäispetopunkkipussien ripustus. Esimerkiksi 1000 m<sup>2</sup> huoneeseen ansaripetopunkkien levitys kesti 35 minuuttia (levitys painottuen saastuneille alueille).

Torjunta-aineruiskutuksiin (liuoksen valmistus ja ruiskutus sekä välineiden pesu) kuluva aika on riippuvainen torjuttavasta tuholaisesta. Vihannespunkin torjuntaan kuluu 1000 m<sup>2</sup> huoneessa aikaa noin 2 tuntia, kun esimerkiksi kirvojen torjunta hoiuu puolta lyhyemmässä ajassa.

## 6 Biologisen torjunnan kustannusten tarkastelua

Vuonna 1992 tehdyn kyselytutkimuksen mukaan leikkoruusu- ja ruusu- ja kasvinuohojelma-aineisiin (sisältäen sekä tuhoeläinten ja kasvitautien torjunnan) keskimäärin  $3,8 \pm 0,7$  mk/m<sup>2</sup> (n=9 ruusu- ja kasvinuohojelmaa, pinta-ala 0,08–4,5 ha). Tilanne ei näytä ratkaisevasti muuttuneen vuoteen 2000 mennessä, jolloin kaupallisten ruusu- ja kasvinuohojelmien puhelin- ja kyselyssä ilmoittamat kasvinuohojelma- ja torjuntakustannukset (ilman työkustannuksia) olivat 3–4 mk/m<sup>2</sup>. Tätä taustaa vasten jo yksinomaan biologisen torjunnan vaatimat vuotuiset neliökustannukset ympärivuotisessa ruusu- ja kasvinuohojelmissä (ennakkotorjunta 5,3 mk/m<sup>2</sup>; välitön torjunta 4 kesäkuukautena ja oletettu ennakkotorjunta muina aikoina: 14,5 mk/m<sup>2</sup>) ovat korkeita. Kerttula (2000) ilmoittaa biologisen, pääasiassa ennakoivan torjunnan kustannuksiksi 6,5–8,9 mk/m<sup>2</sup> vuodessa leikkoruusu- ja kasvinuohojelma- ja torjuntakokeilussa, joka tehtiin ruusu- ja kasvinuohojelma- ja torjuntakokeeseen yhteydessä MTT:n puutarhatuotannon tutkimuksen yksikössä. Kaikkien ruusu- ja kasvinuohojelma- ja torjuntakokeilujen esiintyneiden tuhoeläinten (ripsiaiset, vihannespunkit, jauhiaiset, harsosääsket) biologinen torjunta tuli Kerttulan (2000) raportoinnissa kokeilussa maksamaan 15,1–24,6 mk/m<sup>2</sup>/v. Kustannuksia nosti jonkin verran se, että osastojen pinta-ala- ja tuotannon takia joitain torjunta- ja torjuntakokeiluita oli tilattava tarvittavaa määrää enemmän, koska sopivia pakkauskoikoja ei ollut saatavissa.

Ainakin ripsiäisvoitukselle herkimmillä ruusu- ja kasvinuohojelma- ja torjuntalajikkeilla, kuten valkokukkaisella Escimolla ja muillakin vaalea- ja keltakukkaisilla lajikkeilla, biologinen torjunta tulee kesäkuukausina nyky menetelmillä kohtuuttoman kalliiksi, jos ripsiäismäärät alkavat nousta ja petopunkkien levi- tysmääriä joudutaan nostamaan. Kustannukset ovat todennäköisesti alhaisemmat punakukkaisilla lajikkeilla, joissa ripsiäisvi-

oitus ei näy yhtä herkästi ja joilla ripsiäiset ylipäättään eivät lisääntyneet nopeasti kuin vaaleakukkaisilla lajikkeilla.

Kesäkuukausina täysin biologiseen torjuntaan nojaava leikkoruusu- ja kasvinuohojelmastrategia tuntuu jo kustannusten takia vaikealta toteuttaa. Lisäksi biologisen torjunnan teho pottuu helpoiten juuri kesällä, kun kasvintuhoajat lisääntyvät nopeasti. Kesäkuukausina on siksi lähes pakko turvautua integroituihin torjunta- ja torjuntajärjestelmiin eli sisällyttää kemikaalit kasvinuohojelmaan. Ripsiäisten osalta tilannetta hankaloittaa se, että ripsiäisiin tehoavat, Suomessa tällä hetkellä rekisteröidyt kemikaalit (Regent, Vertimec, Mesuro) vahingoittavat torjunta- ja torjuntajärjestelmiä.

Pitkällä aikavälillä biologisen torjunnan kustannuksia erityisesti leikkoruusu- ja kasvinuohojelmissä voidaan kuitenkin joiltain osin alentaa. Se tosin edellyttää kaikin puolin toimivan integroidun kasvinuohojelmastrategian olemassaoloa. Vihannespunkkien torjunnassa aloittamiskustannukset ovat helposti korkeat, koska ansaripetopunkkien pysyvä jääminen kasvustoon edellyttää yleensä suuria levitysmääriä. Petopunkkien asutettua ruusu- ja kasvinuohojelma- ja torjuntajärjestelmän pysyvästi ne toimivat siellä omin avuin ilman että niitä tarvitsee levittää lisää kuin satunnaisesti (Gough 1991; Michael Parrella, kommentti kokouksessa "International workshop on thrips management", Niagara-on-the-Lake, 20–23 June, 2000). Ripsiäistorjunnassa tilanne ei välttämättä hoidu samalla tavalla. Koska ripsiäiset voittavat suoraan myytävää satoa, niitä voidaan sallia kasvustossa vain hyvin pieniä määriä. Torjunta- ja torjuntajärjestelmiin kuuluva rahamäärä voitaneen ripsiäistorjunnassa parhaiten vähentää sillä, että viljelyn aikana käytetään kaikkia mahdollisia muitakin keinoja kuin pelkkiä torjunta- ja torjuntajärjestelmiä ripsiäisten populaatiokoon hidastamiseksi. Yksi biologiseen ripsiäistorjuntaan välttämättä yhdistettävä menetelmä on avonaisten kukkien jatkuva 100 %:nen poistaminen, mikä leikkoruusu- ja kasvinuohojelmissä hidastaa kr:n populaatiokoon kehitystä ratkaisevasti pitkällä aikavälillä (Teerling & Murphy, 2000) ja edesauttaa sitä kautta torjunta- ja torjuntajärjestelmien

mahdollisuuksia saada ripsiäispopulaatio hallintaansa.

Biologisen ripsiäistorjunnan kustannukset voisivat alentua ja torjuntatuloksen luotettavuus parantua, jos löydettäisiin torjuntaeliö, joka olisi tehokkaampi kuin *Amblyseius cucumeris* -petopunkkilaji ja asuttaisi tehokkaasti nimenomaan ruusun kukat. Australiasta löydettyjen uusien, ripsiäisiä kasveilla saalistavien petopunkkien (Goodwin & Steiner 1996, Steinerin esitelmät tuloksessa "International workshop on thrips management", Niagara-on-the-Lake, 20–23 June, 2000) mahdollisuudet leikkoruuksilla ovat vielä kokonaan tutkimatta, mutta ne saattaisivat lämpötilavaatimustensa ansiosta toimia hyvin jopa kesäolosuhteissa. Myös *Amblyseius limonicus*-lajin biologiaa ja käyttäytymistä ruusulla kannattaa tutkia, koska kasvihuonekurkulla tämän punkkilajin on todettu saalistavan kr:n toukkia tehokkaammin kuin *A. cucumeriksen* ja myös liikkuvan aktiivisemmin (van Houten 1996). Yhdellä kas-

vilajilla saadut tulokset eivät välttämättä päde muilla kasveilla, koska kasvuston rakenne ja kasvustossa vallitsevat mikroklimaattiset olosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti torjuntaeliön biologiaan ja käyttäytymiseen (de Courcy-Williams et al. 2000; Beard & Walter 2001)) sekä kasvintuhoojan ja torjuntaeliön kohtaamismahdollisuuksiin (Cortesero et al. 2000). Ripsiäisiin erikoistuneen ja samalla ruusulla saalistamaan sopeutuneen petopunkkilajin löytäminen on ehkä utopiaa, mutta teoriassa sellaista käyttämällä voisi todennäköisesti tehostaa biologisen torjunnan tulosta tuntuvasti. *Amblyseius cucumeris* on ns. yleispeto eli generalisti, joka syö muutakin ravintoa kuin ripsiäisiä, jopa siitepölyä. Generalistit eivät keräänny tarjolla oleviin saalislaikkuihin yhtä tehokkaasti kuin ravintonsa suhteen erikoistuneet pedot eli specialistit (Zhang & Sanderson 1997) ja ovat jo siinä mielessä tehottomampia kasvintuhoojien määrän nopeina alentajina kuin spelialistit.



# Johtopäätökset tiivistetysti

1. Kalifornianripsäinen lisääntyy nopeammin avoturvepedeissä kuin kivivillasäkkipedeissä johtuen siitä, että kivivillasäkkipedeissä ripsiäisten koteloitumismenestys on heikompi. Tämä edesauttaa biologisen torjunnan onnistumista kivivillasäkkipedeissä viljellyllä leikkoruusulla, koska torjuntaeliöiden on helpompi saada hitaammin lisääntyvä ripsiäispopulaatio hallintaansa.
2. Kasvualustatyyppistä riippumatta kalifornianripsiäisiä kuoriutuu kasvualustasta vielä kolmen viikon ajan sen jälkeen, kun niiden kehittyminen kasvustossa estetään esim. tehokkaalla kemikaalikäsittelyllä. Kalifornianripsäisten täydellinen hävittäminen kasvihuoneesta edellyttää siksi kasvuston torjunta-ainekäsittelyä vähintään kolmen viikon ajan.
3. Kalifornianripsäisen tarkkailu ja kemiallinen torjunta voidaan kohdentaa kukkiin, koska sekä toukka- että erityisesti aikuisvaiheen ripsiäisten esiintyminen keskittyy voimakkaasti kukkiin, toissijaisesti pystyversojen lehdille ja vasta viimeiseksi ja vähäisessä määrin taivutettuun kasvustonosaan. Ripsiäisten esiintyminen keskittyy tällä tavalla sekä osittain taivuttamalla viljellyllä leikkoruusulla perinteisessä viljelyssä että uudessa, korotettujen petien tekniikkaan perustuvassa viljelyssä.
4. Liima-ansat ennustavat tyydyttävästi kalifornianripsäisten runsautta kasveille, mutta eivät riitä ripsiäisesiintymien paikallistamiseen kasvihuoneessa. Liima-ansoja on oltava vähintään 1 kpl/250–300 m<sup>2</sup>. Liima-ansat ennustavat vain huonosti kasvuston ripsiäisrunsautta silloin, kun kalifornianripsiäisiä on kasvihuoneessa vähän. Kaupallisilla viljelmillä sallittavilla ripsiäistiheyksillä liima-ansojen käyttö yksinään ei ole tarpeeksi luotettava keino kalifornianripsäisen runsauden muutosten seurantaan. Ripsiäismäärien seuranta kukista on suositeltavin keino kalifornianripsäisten runsauden seurantaan leikkoruusuviljelmillä.
5. *Hypoaspis*-suvun kasvualustaan levitetävät, tällä hetkellä kaupallisesti saatavilla olevat lajit/kannat eivät pysty tehostamaan kalifornianripsäisen torjuntaa yhdistettyinä kasveilla saalistavien *Amblyseius cucumeris*-petopunkkien käyttöön. *Hypoaspis miles* ja *H. aculeifer* torjuvat kalifornianripsiäisiä vasta niin suurina tiheyksinä, että punkkien käyttö tulee liian kalliiksi. Kun *Hypoaspis*-suvun kaupallisia punkkikantoja lisätään ennakkotorjuntaan tarkoitettuina pienempinä määrinä, ne lisääntyvät liian hitaasti sekä avoturve- että kivivillasäkkipedeissä, jotta ne voisivat ratkaisevasti rajoittaa kalifornianripsäismääriä. Petopunkkien määrä näyttää kyllä reagoivan ripsiäismäärien kasvuun, mutta ei riittävän nopeasti. Ripsiäisravintoon tiukemmin erikoistuneiden petopunkkien löytyminen saattaa parantaa kasvualustaan levitettävien petojen tehokkuutta.
6. *Amblyseius cucumeris* -petopunkkien käytössä pussilevityksinä kalifornianripsäisen torjuntaan leikkoruusulla on selviä ongelmia. Jos pussit käytännön saanelemista syistä sijoitetaan taivutettuun kasvuston osaan, petopunkit eivät juuri leviä kasveille Suomen olosuhteissa ennen kuin huhtikuun lopulta alkaen. Tällöinkin kestää viisi viikkoa, ennen kuin petopunkkeja alkaa löytyä säännöllisesti kukista, joihin kalifornianrip-

siäiset ensimmäiseksi menevät. Pysty-versoille ripustetuista pusseista petopunkit päätyvät kuitenkin kukkiin vain noin viikon viiveellä siitä, kun ripsiäis-toukkia ilmaantuu kukkiin. Jos ripsiäis-toukkia ei ole kukissa, kesän olosuhteis-sa kestää 2–3 viikkoa uusien pussien ri-pustamisen jälkeen, ennen kuin peto-punkit asuttavat kukat, vaikka pussit olisi sijoitettu pystyversoillekin. Jotta petopunkkien ulosvirtauksessa pusseis-ta kasveille ei tule taukoja, uusia pusseja on ripustettava leikkoruusulle vähin-tään 2 viikon välein yleensä suositellun 4–6 viikon välein tehtyjen ripustusten asemesta. Tämä lisää työmäärää tuntu-vasti. Suoraan kasveille mahdollisim-man lähelle kukkia levitettävät peto-punkit ovat todennäköisesti tehok-kaampi tapa saada kalifornianripsiäisen torjunta leikkoruusulta onnistumaan. Ripsiäispetopunkkipussien paras rooli voi olla eräänlaisena petoreservinä toi-miminen: kasveilla olevista pusseista, joissa petopunkit voivat lisääntyä jopa 8–10 viikkoa, saadaan nopeasti petoja sinne, missä ripsiäisiä havaitaan. Teki-jät, jotka määräävät *Amblyseius cucumeris* -lajin leviämistä pusseista ruusukasvus-toon, tunnetaan huonosti. Niitä pitäisi tutkia, jos tämän petolajin ja käyttö-menetelmän tehokkuutta ripsiäistor-junnassa leikkoruusulla halutaan paran-taa.

7. Jos *Amblyseius cucumeris* -petopunkkeja halutaan käyttää pussilevityksinä, on ennakkotorjuntaan käytettävä vähin-tään 250–300 petoa/m<sup>2</sup> siten, että pus-seja tulee yksi kahta neliötä kohti. Ennakkotorjuntaa talvella ja alkuke-väästä haittaa kuitenkin petopunkkien haluttomuus siirtyä pusseista kasveille, joten petopunkkien levittäminen pul-loista kasvustoon säännöllisin väliajoin voi olla tehokkaampi keino. Huhtikuun lopusta alkaen käyttömäärät on nostet-tava vähintään 1000 petopunkkiin/m<sup>2</sup> heti kun ripsiäisiä havaitaan ja mie-luummin jo aikaisemmin, jos ripsiäison-gelmat viljelmällä ovat tavallisia. Kesä-kuukausina käyttömäärät on nostettava jopa 2000 kpl:seen/m<sup>2</sup> ja uusia pusseja on ripustettava joka toinen viikko. Bio-logiseen torjuntaan on ehdottomasti lii-tettävä ripsiäismäärien tarkkailu sekä kaikkien avonaisten kukkien systemaat-tinen poistaminen, koska jo sillä saadaan pitkällä aikavälillä hidastetuksi ripsiäis-populaation kasvua.
8. Kasvuston ruiskutukset 40 %:ksi lai-mennetulla, etanolia sisältävällä hiili-lannoitteella soveltuvat ruusunhärmän torjuntaan leikkoruusulta silloinkin, kun käytetään biologista tuhoeläintor-juntaa, sillä ruiskutukset eivät vahingoita torjuntaeliöitä. Fiproniiliruiskutukset ovat haitallisia ripsiäispetopunkeille, sil-lä niiden suora altistuminen aineelle es-tää niiden lisääntymisen vähintään vii-koksi.
9. Leikkoruusun biologista ripsiäistorjun-taa voitaneen tehostaa ja halventaa tut-kimalla, onko löydettävissä *Amblyseius cucumeris* -lajia parempia petopunkkila-jeja, joiden biologiset ja käyttäytymi-seen liittyvät ominaisuudet soveltuvat nimenomaan leikkoruusun tarjoamiin olosuhteisiin. *Amblyseius cucumeris* ei ai-nakaan Suomen olosuhteissa harjoite-tussa ympärivuotisessa ruusunviljelyssä ole paras laji kalifornianripsiäisen tor-juntaeliöksi. Tutkimuksen on keskityt-tävä torjuntaeliöiden käyttäytymiseen ja biologiaan tietyllä koristekasvilajilla ilman että kasvihuonevihanneksille tai muille koristekasvilajeille kehitettyjä me-netelmiä tai edes petolajeja siirretään sel-laisinaan kukkaviljelyyn. Eri punkkilajien lisäksi on tutkittava mahdollisuuksia ma-nipuloida petopunkkien toimintaympä-ristöä niin, että petojen leviäminen kas-veilla ja erityisesti kukkiin meno tehostuu jo ilman saaliin läsnäoloa. Manipulointiin voi antaa mahdollisuuden ruusuissa kei-notekoisesti aikaansaatu sellaisten ainei-den tuotanto, joita kasveissa tiedetään syntyvän kasvintuhoojien vioittaessa kas-veja ja jotka houkuttelevat paikalle kas-vintuhoojien luontaisia vihollisia (ns. in-dusoitu resistenssi).

# Kirjallisuus

---

- Adams, A. J. & Palmer, A.** 1986. Deposition patterns of small droplets applied to a tomato crop using the Ulvafan and two prototype electrostatic sprayers. *Crop Protection* 5: 358–364.
- & **Palmer, A.** 1989. Air-assisted electrostatic application of permethrin to glasshouse tomatoes: droplet distribution and its effect upon whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*) in the presence of *Encarsia formosa*. *Crop Protection* 8: 40–48.
- Allen, W.** 1998. Management of the western flower thrips-virus complex on greenhouse crops. The effect of population dynamics, dispersal behaviour, crop and pesticides on thrips monitoring. Canadian greenhouse conference. 13 p + 33 Figs.
- Anttila, A.** 1997. Kalifornianripsisäisen torjunta *Paeclomyces fumosoroseus* -sienen ja *Hypoaspis miles* -petopunkkien avulla. Hämeen ammattikorkeakoulu, Lepaan puutarhaoppilaitos. 45 p. Opinnäyte-tö.
- Arnold, A. J., Cayley, G. R., Dunne, Y., Etheridge, P., Griffiths, D. C., Phillips, F. T., Pye, B. J., Scott, G. C. & Vojvodic, P. R.** 1984. Biological effectiveness of electrostatically charged rotary atomizers. I. Trials on field beans and barley, 1981. *Annals of Applied Biology* 105: 353–359.
- Barker, P. S.** 1969. The response of a predator, *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Acarina, Laelapidae), to two species of prey. *Canadian Journal of Zoology* 47: 343–345.
- Bayat, A., Zeren, Y. & Ulusoy, M. R.** 1994. Spray deposition with conventional and electrostatically charged spraying in citrus trees. *AMA (Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 25(4): 35–39.
- Beard, J. & Walter, G.** 2001. Host plant specificity in several species of generalist mite predators. *Ecology* (in press).
- Beddington, J. R., Free, C. A. & Lawton, J. H.** 1978. Characteristics of successful natural enemies in models of biological control of insect pests. *Nature* 273: 513–519.
- Beekman, M., Fransen, J. J., Oetting, R. D. & Sabelis, M. W.** 1991. Differential arrestment of the minute pirate bug, *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthoridae), on two plant species. *Mededelingen van de faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 56(2a): 273–276.
- Begon, M., Harper, J. L. & Townsend, C. R.** 1990. *Ecology. Individuals, populations and communities.* 2nd edition. Cambridge: Blackwell Scientific Publications. 945 p. ISBN 0-86542-111-0.
- Bennison, J. & Jacobson, R.** 1991. Integrated control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in UK cucumber crops – evaluation of a controlled release system of introducing *Amblyseius cucumeris*. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent* 56/2a: 251–258.
- Bertaux, F.** 1993. Lutte biologique contre le thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. en culture de rosier sour serre. *Bulletin OILB/SROP* 16(8): 22–28.
- Bethke, J. A., Redak, R. A. & Paine, T. D.** 1994. Screens deny specific pests entry to greenhouses. *California Agriculture* 48(3): 37–40.
- Biobest, 1999. Rose. Cited 22.11. 1999. Available from Internet: <http://www.biobest.be/en/index.htm>
- Brødsgaard, H.** 1993. Cold hardiness and tolerance to submergence in water in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 22: 647–653.
- 1994. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 117: 498–507.
- Brødsgaard, H. F.** 1995. “Keep-down”, a concept of thrips biological control in ornamental pot plants. In: Parker, B. L., Skinner, M. & Lewis, T. (eds.). *Thrips biology and management.* NATO ASI Series 276. New York, London: Plenum Press. p. 221–229. ISBN 0-306-45013-5.
- , **Sardar, M. A. & Enkegaard, A.** 1994. Prey preference of *Hypoaspis miles* (Berlese) (Acarina: Hypoaspidae): non-interference with other beneficials in glasshouse crops. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(1): 23–26.
- Brown, J. R., William, D. C., Melson, R. O. & Gwinn, T.** 1997. An electrostatic backpack sprayer: potential for mosquito control. *Journal of the American Mosquito Control Association* 13(1): 90–91.
- Butt, T. M. & Brownbridge, M.** 1997. Fungal pathogens of thrips. In: Lewis, T. (ed.). *Thrips as crop pests.* Wallingford: CAB International. p. 399–433. ISBN 0-85199-178-5.

- Casey, C., Murphy, B. & Parrella, M.** 1999. Development of an integrated pest management program for fresh cut roses in US greenhouses. IOBC/WPRS Bulletin Vol. 22(1): 29–31.
- , & **Parrella, M.** 2000. Development and implementation of an integrated pest management program for greenhouse cut roses. Poster. Thrips research workshop. Niagara-on-the-Lake, Ontario, Canada, July 20–23, 2000. Agriculture and Agri-Food Canada Research Branch and Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Cayley, G. R., Etheridge, P., Griffiths, D. C., Phillips, F. T., Pye, B. J. & Scott, G. C.** 1984. A review of the performance of electrostatically charged rotary atomizers on different crops. *Annals of Applied Biology* 105: 379–386.
- Chambers, R. & Wright, E.** 1993. The birth of a new mighty mite. *Grower*, March 4: 16–18.
- Chambers, R. J., Wright, E. M. & Lind, R. J.** 1993. Biological control of glasshouse sciarid flies (*Bradyia* spp.) with the predatory mite, *Hypoaspis miles*, on cyclamen and poinsettia. *Biocontrol Science and Technology* 3: 285–293.
- Chi, H.** 1981. Die Vermehrungsrate von *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acarina, Laelapidae) bei Ernährung mit *Onychiurus fimatus* Gisin (Collembola, Onychiuridae) unter verschiedenen Temperaturen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 3 (1–3): 122–125.
- Chyzik, R., Glazer, I. & Klein, M.** 1996. Virulence and efficacy of different entomopathogenic nematode species against western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Phytoparasitica* 24(2): 103–110.
- Contreras, J., Lacasa, A., Lorca, M., Sanchez, J. A. & Martinez, M. C.** 1996. Localización de la ninfosis de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en los cultivos de habas de verdeo. *Bol. San. Veg. Plagas* 22: 351–360.
- Cortesero, A. M., Stapel, J. O. & Lewis, W. J.** 2000. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biological control* 17: 35–49.
- De Courcy Williams, M., Sunderland, K., Skirvin, D., Wright, E. & Kravar-Garde, L.** 2000. Towards the biological control of western flower thrips in flower crops. Poster. Thrips research workshop. Niagara-on-the-Lake, Ontario, Canada, July 20–23, 2000. Agriculture and Agri-Food Canada Research Branch and Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Degheele, D., Gerin, C., Lebrun, Ph., Van de Veire, M. & Van Impe, 1997.** Le thrips californien, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Écologie et contrôle intégré. Bruxelles: Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture. Administration Recherche et Développement (DG6). Division Recherche. 70 p.
- De Jager, C. M., Butot, R. P. T., De Jong, T. J., Klinkhamer, P. G. L. & Van der Meijden, E.** 1993. Population growth and survival of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera, Thripidae) on different chrysanthemum cultivars: two methods for measuring resistance. *Journal of Applied Entomology* 115: 519–525.
- Ekoisti 8.1.1999. Kotimaisia ruusuja ilman myrkköjä ympäri vuoden. Yleisradio. Cited 25.01.2000. Available from Internet: <http://www.yle.fi/ekoisti/>
- Enkegaard, A., Sardar, M. A. & Brødsgaard, H.** 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: biological and demographic characteristics on two prey species, the mushroom sciarid fly, *Lycoriella solani*, and the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82: 135–146.
- Erfurth, P.** 1988. Erfahrungen beim Einsatz von Raubmilben in Rosen under Glas. *Gartenbau* 35(1): 7–8.
- Fransen, J. J., Boogaard, M. & Tolsma, J.** 1993a. The minute pirate bug, *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), as a predator of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in chrysanthemum, rose and Saintpaulia. *Bulletin OILB/SROP* 16(8): 73–77.
- , **Tolsma, J., Marck, M. & Breugem, A.** 1993b. Waarnemen belangrijk instrument bij bestrijding. *Vakblad voor de Bloemisterij* 36(1993): 30–33.
- Frey, D. E.** 1993. Damage threshold levels for Western Flower Thrips on ornamentals. *IOBC/WPRS Bulletin* 16(8): 78–81.
- Frey, J. E., Cortada, R. V. & Helbling, H.** 1994. The potential of flower odours for use in population monitoring of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae). *Biocontrol Science and Technology* 4: 177–186.
- Gaum, W. G., Giliomee, J. H. & Pringle, K. L.** 1994. Resistance of some rose cultivars to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research* 84: 487–492.

- Gerin, C., Hance, Th. & Van Impe, G.** 1994. Demographical parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 118: 370–377.
- Gillespie, D. R.** 1989. Biological control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris*. *Entomophaga* 34: 185–192.
- & **Quiring, D. M. J.** 1990. Biological control of fungus gnats, *Bradysia* spp. (Diptera: Sciaridae), and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in greenhouses using a soil-dwelling predatory mite, *Geolaelaps* sp. nr. *aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae). *Canadian Entomologist* 122: 975–983.
- & **Vernon, R. S.** 1990. Trap catches of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) as affected by colour and height of sticky traps in mature greenhouse cucumber crops. *Journal of Economic Entomology* 83: 971–975.
- Goodwin, S. & Steiner, M.** 1996. Survey of Australian native natural enemies for control of thrips. *IOBC/wprs Bulletin* 19(1): 47–50.
- Gough, N.** 1991. Long-term stability in the interaction between *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* producing successful integrated control on roses in southeast Queensland. *Experimental & Applied Acarology* 12: 83–101.
- Gripwall, E.** 1995. *Hypoaspis miles* – ett rovkvalster för bekämpning av sorgmyggor. *Viola* Nr. 4, Februari 1995: 8.
- Grönroos, J.** 1994. Ympäristövaikutusten vähentäminen puutarhatuotannossa. Esiselvitys puutarhatuotannon ympäristöohjelmaa varten. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro. 577. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 24 p. ISSN 0783-3288, ISBN 951-47-9133-9.
- Gupta, C. P. & Duc, T. X.** 1996. Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer. *Transactions of the ASAE* 39(5): 1633–1639.
- Haakana, K., Särkkä, L. & Somersalo, S.** 2001. Gaseous ethanol penetration of plant tissues positively effects the growth and commercial quality of miniature roses and dill. *Scientia Horticulturae* 88: 71–84.
- Helyer, N. I., Brobyn, P. J., Richardson, P. & Edmondson, R. N.** 1995. Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) pupae in compost. *Annals of Applied Biology* 127: 405–412.
- Hiltunen, T.** 1999. Kasvinsuojeluaineiden käyttörajoitukset yllimitoitettuja? *Kasvinsuojelulehti* 3/1999: 67.
- Hof, A., Heimann, J. & Rombke, J.** 1995. Further development for testing the side effects of pesticides on wolf spiders. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 31(3): 264–270.
- Huttunen, J.** 1996: Hiillannoitus – vai että viinaa kasvihuoneisiin? *Puutarha-Uutiset* 23: 6.
- Inculet, I. I., Castle, G. S. P., Menzies, D. R. & Frank, R.** 1981. Deposition studies with a novel form of electrostatic crop sprayer. *Journal of Electrostatics* 10: 65–72.
- Jacobson, R. J.** 1995. IPM in cucumbers – prevention of establishment of *Frankliniella occidentalis*. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent* 60/3a: 857–863.
- 1997. Integrated pest management (IPM) in glasshouses. In: Lewis, T. (ed.). *Thrips as crop pests*. Wallingford: CAB International. p. 639–666. ISBN 0-85199-178-5.
- Jalkanen, J.** 1995. Ympäristöystävällisyydestä tulee keskeinen tekijä markkinoilla pysymisestä. Ympäristöystävälliset tuotantotavat kohtalonkysymys Hollannin viljelylle. *Puutarha-Uutiset* 50/1995: 8.
- 1996a. Kotimainen ruusu piti pintansa ensimmäisenä jäsenyysvuonna. *Puutarha-Uutiset* 21/96: 4–5.
- 1996b. Ympäristöasioista kilpailuvaltti kotimaiselle kukkaviljelyllekin? *Puutarha-Uutiset* 26/96: 4–5.
- Kanniainen, T.** 1995. Hollannissa kasvihuoneet suuria pistekuormittajia. *Puutarha-Uutiset* 20/1995: 16.
- Karg, W.** 1961a. Ökologische Untersuchungen von edaphischen Gamasiden (Acarina, Parasitiformes). 1. Teil. *Pedobiologia*, Bd. 1: 53–74.
- 1961b. Ökologische Untersuchungen von edaphischen Gamasiden (Acarina, Parasitiformes). 2. Teil. *Pedobiologia*, Bd. 1: 77–98.
- Kauppapuutarhaliitto 1998. Valo, villa ja turve. Viljelytapa. Ruusujaoston tiedustelut. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto. 7 p.
- Kerttula, R.** 2000. Ruusun integroitu kasvinsuojelu MTT:n puutarhatuotannossa. Lepaan puutarhatekniikan päivien ruusunviljelyn ammattiseminaarimoniste. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto. 3 p.

- Kevan, K. M. & Sharma, G. D.** 1964. Observations on the biology of *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini, 1884), apparently new to North America (Acarina: Mesostigmata: Laelapidae). *Acarologia*, t. VI, fasc. 4: 647–658.
- Kiers, E., Kogel, De, W. J., Balkema-Bloomstra, A. & Mollema, C.** 2000. Flower visitation and oviposition behaviour of *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripidae) on cucumber plants. *Journal of Applied Entomology* 124: 27–32.
- Law, S. E.** 1982. Spatial distribution of electrostatically deposited sprays on living plants. *Journal of Economic Entomology* 75: 542–544.
- Law, E. S. & Mills, H. A.** 1980. Electrostatic application of low-volume microbial spray on broccoli plants. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 105: 774–777.
- Lesna, I.** 2000. Biological control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini*, by the predatory mite, *Hypoaspis aculeifer*, on lilies: predator-prey dynamics in the soil under greenhouse and field conditions. *Biocontrol Science and Technology* 10: 179–193.
- , **Sabelis, M. W., Bolland, H. R. & Conijn, C. G. M.** 1995. Candidate natural enemies for control of *Rhizoglyphus robini* Claparède (Acari: Astigamata) in lily bulbs: exploration in the field and pre-selection in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 19: 655–669.
- , **Sabelis, M. & Conijn, C.** 1996. Biological control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini*, by the predatory mite, *Hypoaspis aculeifer*, on lilies: predator-prey interactions at various spatial scales. *Journal of Applied Ecology* 33: 369–376.
- Lindqvist, I.** 1996. Kymmenen vuotta IP-ruusun tuholaistorjuntatutkimusta Itävallassa. *Puutarha-uutiset* 48, 33: 15.
- Lindquist, R., Buxton, R. & Piatkowski, J.** 1994. Biological control of sciarid flies and shore flies in greenhouses. In: *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Vol. 3, Pests and Diseases*. Brighton 21–24 November, 1994. Farnham: British Crop Protection Council. p. 1067–1072. ISSN 0955-1506, ISBN 0-948404-83-3.
- Lobbes, P. & Schotten, C.** 1980. Capacities of increase of the soil mite *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Mesostigmata: Laelapidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 90: 9–22.
- Loomans, A. J. M., Tolsma, J., Van Heest, J. P. N. F. & Fransen, J. J.** 1995. Releases of parasitoids (*Ceranisus* spp.) as biological control agents of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) in experimental greenhouses. *Mededelingen Faculteit Lanbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent* 60 (3a): 869–877.
- , **Tamotsu, M. & Greene, I. D.** 1997. Interactions with hymenopterous parasitoids and parasitic nematodes. In: Lewis, T. (ed.). *Thrips as crop pests*. Wallingford: CAB International. p. 355–397. ISBN 0-85199-178-5.
- Ludwig, S. W. & Oetting, R. D.** 1998. Control of thrips and fungus gnats in potting media. *Proceedings of SNA Research Conference* 43: 166–169.
- Lövhult, G.** 1998. Effekten av den insektspatogena svampen *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas mot jordlevande stadier av *Frankliniella occidentalis* Pergande. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtskyddsvetenskap. 50 p. Examensarbete inom Hortonomprogrammet 1998: 9.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1996. Puutarhayritysrekisteri. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1998. Puutarhayritysrekisteri. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö.
- Matthews, G. A.** 1989. Electrostatic spraying of pesticides: a review. *Crop Protection* 8 (1): 3–15.
- 1997. Techniques to evaluate insecticide efficacy. In: Dent, D. R. & Walton, M. P. (eds.). *Methods in ecological & agricultural entomology*. Oxon: University Press. p. 243–264. ISBN 0-85199-131-9, 0-85199-132-7.
- McKinlay, R. G.** 1985. Pattern of insecticide deposition and control of aphids on potatoes after spraying with hydraulic, rotary cage atomizer and controlled droplet application sprayers. In: *Symposium on Application and Biology: British Crop Protection Council Monograph* 28, p. 21–31. Croydon: BCPC.
- Mollema, C., Steenhuis, G. & Van Rijn, P.** 1990. Development of a method to test resistance to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) in cucumber. *IOBC/WPRS Bulletin*. 13(6): 113–116.
- Nawrocka, B. & Szwejda, J.** 1999. Influence of soilless cultures on development and control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) occurring on glasshouse vegetable crops. *Vegetable Research Bulletin* 50, Research Institute of Vegetable Crops, Skierniewice: 47–54.
- Oomen, P. A.** 1985. Guideline for the evaluation of side-effects of pesticides. *Encarsia formosa*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 15: 257–265.

- 1988: Guideline for the evaluation of side-effects of pesticides. *Phytoseiulus persimilis*. Bulletin OILB-SROP 11(4): 51–63.
- Palumbo, J. C. & Coates, W. E.** 1996. Air-assisted electrostatic application of pyrethroid and endosulfan mixtures for sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) control and spray deposition in cauliflower. *Journal of Economic Entomology* 89(4): 970–980.
- Parrella, M., Murphy, B., Von Damm-Kattari, D., Von Damm-Kattari, G. & Casey, C.** 1999. Better pesticide management with directed sprays. *GrowerTalks*, January 1999: 92–95.
- Perez, C. J., Shelton, A. M. & Derksen, R. C.** 1995. Effect of application technology and *Bacillus thuringiensis* subspecies on management of *B. thuringiensis* subsp. kurstaki-resistant diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology* 88(5): 1113–1119.
- Piatkowski, J.** 1997. Biological control of sciarid flies (*Bradysia* spp.) with the predatory mite *Hypoaspis aculeifer* on poinsettia crops in greenhouses. *IOBC/wprs Bulletin* 20(4): 221–224.
- Pickett, C. H., Wilson, L. T. & Gonzales, D.** 1988. Population dynamics and within-plant distribution of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae), an early-season predator of spider mites infesting cotton. *Environmental entomology* 17: 551–559.
- Pleininger, S. & Blumel, S.** 1999. Implementation and development of IPM in greenhouse crops in Austria. *IOBC/wprs Bulletin* 22(1): 193–196.
- Pow, E. M., Bennison, J. A., Birkett, M. A., Luszniak, M. J., Manjunatha, M., Pickett, J. A., Segers, I. S., Wadhams, L. J., Wardlow, L. R., Woodcock, C. M., Vierbergen, G. & Tunccedilla, I. D.** 1998. Behavioural responses of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) to host plant volatiles. In: *Proceedings of the Sixth International Symposium on Thysanoptera*, Akdeniz University, Antalya, Turkey, 27 April– 1 May, 1998. Antalya: Akdeniz University. p. 121–128. ISBN 975-94047-0-2.
- Ragusa, S., Zeda, M. A. & Sciacchitano, M. A.** 1986. The effects of food from plant and animal sources on the development and egg production of the predacious mite *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Parasitiformes, Dermanyssidae). *Redia* 69: 481–488.
- Raukko, E.** 1996. Kustannussäästöjen kierre jatkuu ruusunviljelyssä. *Puutarha-Uutiset* 43/96: 4–5.
- 1997. Ruusua yhä enemmän korotetuilla pedeillä. *Puutarha&Kauppa* 13/97: 9.
- Rhone-Poulenc 1996. Fipronil. *Worldwide technical Bulletin*. USA Rhone-Poulenc Inc. 21 p.
- Robb, K. L.** 1989. Analysis of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses. University of California, Riverside. 135 p. Ph.D. dissertation.
- Sabelis, M. W. & Van Rijn, P. C. J.** 1997. Predation by insects and mites. In: Lewis, T. (ed.). *Thrips as crop pests*. Wallingford: CAB International. p. 259–354. ISBN 0-85199-178-5.
- Samøse-Petersen, L.** 1983. Laboratory method for testing side effects of pesticides on juvenile stages of the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina, Phytoseiidae) based on detached bean leaves. *Entomophaga* 28(2): 167–178.
- Sampson, C.** 1998. The commercial development of an *Amblyseius cucumeris* controlled release method for the control of *Frankliniella occidentalis* in protected crops. In: *The 1998 Brighton Conference – Pests and Diseases. Conference Proceedings Volume 2*. Farnham: The British Crop Protection Council. p. 409–416. ISSN 0955-1506, ISBN 1 901396 51 7.
- Sanderson, J. P. & Zhang, Z.-Q.** 1995. Dispersion, sampling and potential for integrated control of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse roses. *Journal of Economic Entomology* 88: 343–351.
- Sauer, A.** 1997. Populationsdynamik von Thysanopteren und Befallsunterschiede bei Rosen im Gewachshaus. *Proceedings of the German Society for General and Applied Entomology*, Bayreuth, Germany, 18-22 March 1997. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11: 1–6, 337–340.
- Schlosser, H. J. & Riepert, F.** 1992. Entwicklung eines Prüfverfahrens für Chemikalien an Bodenraubmilben (Gamasidae). Teil 1: Biologie der Bodenraubmilbe *Hypoaspis aculeifer* Canestrini, 1883 (Gamasina) unter Laborbedingungen. *Zoologische Beiträge, N. F.* 34: 395–412.
- Sermann, H. & Kästner, U.** 1994. Effectiveness of a soil application of *Verticillium lecanii* on soilborne stages of *Frankliniella occidentalis*. *IOBC/WPRS Bulletin* 17(3): 230–233.
- Servomaa, K., Tuomainen, A., Ahokas, A., Sojakka, P., Breilin, O. & Kangas, J.** 2001. Torjunta-aineiden ja ravinteiden kulkeutuminen kasvihuoneista maaperään ja pohjaveteen. *Eu-projekti SMT CT96-2048*. Suomen ympäristö 516.

Helsinki: Ympäristöministeriö. 82 p. (in press).

**Shipp, J. L. & Zhang, Y.** 1999. Using greenhouse microclimate to improve the efficacy of insecticide application for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 92: 201–206.

**Sopp, P. I. & Palmer, A.** 1990. Deposition patterns and biological effectiveness of spray deposits on pot plants applied by the Ulvafan and three prototype electrostatic sprayers. *Crop Protection* 9: 295–302.

–, **Gillespie, A. T. & Palmer, A.** 1989. Application of *Verticillium lecanii* for the control of *Aphis gossypii* by a low-volume electrostatic rotary atomizer and a high volume hydraulic sprayer. *Entomophaga* 34: 417–428.

–, **Gillespie, A. T. & Palmer, A.** 1990. Comparison of ultra-low volume electrostatic and high-volume hydraulic application of *Verticillium lecanii* for aphid control on chrysanthemums. *Crop Protection* 9: 177–184.

**Tasala, K.** 1999. Kalifornianripsiaisen kotoeläimien leikkoruusulla. Hämeen ammattikorkeakoulu, puutarhatalouden koulutusohjelma. 35 p. Opin- näytetyö.

**Taulavuori, T.** 1996. Sadonlisäys kattaa ruusun ympärivuotisen viljelyn kustannukset. *Puutarha-Uutiset* 47/96: 9.

**Teerling, C. & Murphy, G.** 2000. Effect of flower removal on thrips control in greenhouse cut roses. Poster. Thrips research workshop. Niagara-on-the-Lake, Ontario, Canada, July 20-23, 2000. Agriculture and Agri-Food Canada Research Branch and Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

**Tomalak, M.** 1994. Genetic improvement of *Steinernema feltiae* for integrated control of the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*. IOBC wprs Bulletin 17(3): 17–20.

**Tuomainen, A., Kangas, J. & Mäkinen, M.** 2000. Kasvihuonetyöntekijän ja ympäristön altistuminen torjunta-aineille. Raportti Työsuojelurahastolle ja sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosastolle. 21 p. + liitteet.

**Van Houten, Y. M.** 1996. Biological control of western flower thrips on cucumber using the predatory mites *Amblyseius cucumeris* and *A. limonicus*. IOBC/wprs Bulletin 19: 59–62.

–, **Van Stratum, P., Bruin, J. & Veerman, A.** 1995. Selection for non-diapause in *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius barkeri* and exploration of the effec-

tiveness of selected strains for thrips control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 289–295.

**Van der Knaap, R.** 1992. Moet spuittechniek door milieu-eis anders? *Groenten+Fruit/Glasgroenten* 3/92: 10–11.

**Vernooy, C. J. M.** 1992. Op weg naar een schonere glastuinbouw 2. Het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen op praktijkbedrijven. Landbouw-Economisch Instituut (LED-DLO), Afdeling Tuinbouw. Publikatie 4.132. 68 p.

**Vestergaard, S., Gillespie, A. T. & Eilenberg, J.** 1996. Control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in gerbera by incorporating the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* into the growth medium. *Bulletin OILB/SROP* 19(9): 240–246.

**Vuori, E.** 1996. Luomuruusuja Japanin herkkusuille. *Puutarha-Uutiset* 48/96: 6.

**Vänninen, I.** 1993. Matkakertomus osallistumisesta IOBC:n (International Organization of Biological Control) työryhmän "IPM in glasshouses" kokoukseen (Monterey, Kalifornia 25.- 29.4.1993) ja sen retkiohjelmaan. Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinsuojelu. 8 p.

– 1994. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/94. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 30 p. ISSN 0359-7652.

– 1997. Ympäristönsuojelu. In: Koivunen, T. (ed.). Tehokkaasti kasvihuoneesta. Helsinki: Opetushallitus. p. 267–284. ISBN 952-13-0066-3.

– 1998. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläinongelmat vaikeutuneet hälyttävästi. *Puutarha & kauppa* 2, 18/1998: 6–7.

–, **Lindqvist, I., Hulshof, J. & Linnamäki, M.** 1997. Joulutähden biologisen ja integroidun tuhoeläintorjunnan ohjeisto. Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinsuojelun tutkimuslaitos, moniste. 34 p. + liitteet 10 p.

**Welty, C., Alcaraz, S. & Ozkan, H. E.** 1995. Evaluating insecticide application techniques to control aphids in vegetable leaf crops. *HortTechnology* 5(4): 317–326.

**Wright, E. M., & Chambers, R. J.** 1994. The biology of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Acari: Laelapidae), a potential biocontrol agent of *Bradysia paupera* (Dipt.: Sciaridae). *Entomophaga* 39: 225–235.



- Ydergaard, S., Enkegaard, A. & Brødsgaard, H.** 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: temperature dependent life table characteristics on a diet of sciarid larvae, *Bradysia paupera* and *B. tritici*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82: 177–187.
- Ympäristöministeriö 1999. Vesiensuojelun toimenpideohjelma vuoteen 2005. Suomen ympäristö 402. Helsinki: Ympäristöministeriö. 48 p. ISBN 952-11-0712-X.
- Yudin, L.S., Mitchell, W. L. & Cho, J. J.** 1987. Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphidae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. *Journal of Economic Entomology* 80: 51–55.
- Zedan, M. A.- A.** 1988. Studies on the predator-prey interactions between *Hypoaspis aculeifer* Canestrini (Acarina: Laelapidae) and *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. & Rob.) (Acarina: Acaridae) under laboratory conditions. *Journal of African Zoology* 102: 381–387.
- Zhang, Z.-Q. & Sanderson, J. P.** 1997. Patterns, mechanisms and spatial scale of aggregation in generalist and specialist predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology* 21: 393–404.



31600 JOKIOINEN

		Julkaisun sarja ja numero MTT:n julkaisuja. Sarja A 102
		Julkaisu-aika (kk ja vuosi) Marraskuu 2001
<b>Tekijä(t)</b> Irene Vänninen, Marika Linnamäki, Sari Jaaksi ja Jan Hulshof	<b>Tutkimushankkeen nimi</b>	
	<b>Toimeksiantaja(t)</b> MTT	
<b>Nimike</b> Kalifornianripsiaisen ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ) hallinta torjunta-aineiden käytön minimoivassa leikkoruu- sutuotannossa (1997–99)		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Kalifornianripsiaisen torjuntaa leikkoruu- sulla pyrittiin tehostamaan seuraavilla tavoilla: (1) tut- kimalla ripsiäisten biologiaa; (2) tutkimalla <i>Amblyseius cucumeris</i> -ripsiaispetopunkkien yhteis- käyttöä kasvualustassa saalistavien <i>Hypoaspis</i>-petopunkkien ja kasvualustan kemiallisten käsitte- lyjen kanssa; (3) testaamalla kasvinsuojeluaineiden sivuvaikutuksia hyötyeliöihin. Tutkimus osoitti, että aikuisten ja toukkien suhteellinen jakautuminen kukkien ja lehtien välille voidaan en- nustaa avonaisten kukkien osuuden perusteella. Leikkoruu- sulla kr:t koteloituvat aina kasvualus- taan. Siitä huolimatta <i>Hypoaspis</i>- ja <i>A. cucumeris</i> -petopunkkien yhteiskäyttö ei tehostanut ripsiäs- torjuntaa kuin marginaalisesti. <i>Amblyseius</i> toimivat tehokkaammin kivivillasäkkipedeissä kuin avoturvepedeissä kasvavilla ruusuilla johtuen ripsiäisten huonommista koteloitumisolosuhteista kivivillasäkkipedeissä.</p> <p>Kesällä <i>A. cucumerisen</i> pussilevitykset Escimo-leikkoruu- susta pystyversioille (4500–7000 kpl/m<sup>2</sup>/4 kk) pitivät kokonaiskukkasadon yli 90 %:sti myyntikelpoisena. Biologisen ripsiäisten ennakkot- orjunnan hinnaksi tuli 5,3 mk/m<sup>2</sup>/v (225 kpl/m<sup>2</sup> 4–6 viikon välein/8 kk). Kun tähän lisättiin ke- sän suuret käyttömäärät, hinta oli 14,5 mk/m<sup>2</sup>/v. Pelkät <i>A. cucumeris</i>-petopunkkien hankintakus- tannukset olivat siten 2–4 -kertaa suuremmat kuin leikkoruu- susta kemiallisen kasvinsuojelun ko- konaiskustannukset (3–4 mk/m<sup>2</sup> ilman työ- kustannuksia). Tammi-huhtikuussa <i>A. cucumeriset</i> le- visivät ruusukasvuston taivutettuun osaan ripustetuista pusseista kasveille huonosti. Tehok- kaampien ja taloudellisempien ripsiäispetopunkkien löytämiseksi on tutkittava eri petopunkkilai- kien biologiaa ja käyttäytymistä leikkoruu- sulla sekä petojen käyttäytymisen manipuloitima- hdollisuuksia, jotta ne asuttaisivat kukinnot nopeammin.</p>		
<b>Avainsanat</b> ruusut, tuhoeläimet, kalifornianripsiainen, <i>Frankliniella occidentalis</i> , petopunkit, <i>Amblyseius cucumeris</i> , <i>Hypoaspis</i> spp., kasvinsuojelu, biologinen torjunta, integroitu torjunta		
<b>Toimintayksikkö</b> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen		
<b>ISSN</b> 1239-0852 1239-0844	<b>ISBN</b> 951-729-634-7 (Painettu) 951-729-635-5 (Verkkajulkaisu)	<b>Saatavuus</b> <a href="http://www.mtt.fi/asarja">http://www.mtt.fi/asarja</a>
<b>Myynti</b> MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhelin (03) 4188 2327 Telekopio (03) 4188 2339 Sähköposti <a href="mailto:julkaisut@mtt.fi">julkaisut@mtt.fi</a>		<b>Sivu- ja</b> 127 s.

Jyväskylän yliopistopaino 2001

ISBN 951-729-634-7 (Painettu)  
ISBN 951-729-635-5 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1239-0852 (Painettu)  
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)

<http://www.mtt.fi/asarja>