

Länsi- ja Etelä-Suomen lääninhallituksen osarahoittamat ESR-projektit:
”Integroitu torjunta koristekasvituotannossa” (84231) ja ”Integroitu torjunta Etelä-Suomen koristekasvituotannossa”
(84354) (INTO)

Biorationaaliset valmisteet kasvihuonetuholaisten torjunta- aineina

Pauliina Laitinen
Agropolis Oy
12.5.2006



AGROPOLIS OY



MTT

Rikalan puutarhasäätiö

Borisoffin Puutarhasäätiö

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto.....	3
2. Perusteita.....	4
2.1. Öljyt.....	4
2.2. Saippuat.....	6
2.3. Kasviuutteet ja AGRI 50E.....	7
3. Öljyjen, saippuoiden ja kasviuutteiden teho eliöihin.....	10
3.1. Teho tuhoojiin.....	10
3.1.1. Ansarijauhiainen.....	10
3.1.2. Etelänjauhiainen.....	12
3.1.3. Punkit.....	16
3.1.4. Ripsiäiset.....	18
3.1.5. Kirvat.....	19
3.2. Haittavaikutukset biologisiin torjuntaeliöihin.....	20
5. Valmisteiden fytotoksisuudesta ja öljyjen tehosta härmään.....	23
5.1. Valmisteiden haittavaikutukset kasveihin.....	23
5.1.1. Koristekasvit.....	23
5.1.2. Vihannekset.....	24
5.2. Härmän (<i>Sphaerotheca pannosa</i> var. <i>rosae</i>) torjunta.....	25
5.3. Pohdintaa fytotoksisuudesta.....	26
6. Kasvihuoneviljelijöiden kokemuksia öljyjen käytöstä.....	27
7. Loppupäätelmät.....	29
8. Lähteet.....	31

1. Johdanto

Torjunta-ainelain toisen pykälän mukaan (2§, 1204/16.12.1994): ”Torjunta-aineita on käytettävä asianmukaisesti ottaen huomioon hyvän kasvinsuojelukäytännön ja integroidun torjunnan periaatteet.” Integroidussa torjunnassa ja resistenssinhallinnassa yhdistetään useita torjuntamenetelmiä, joihin kuuluu myös biorationaalisten valmisteiden käyttö (Hoy 1995).

Biorationaaliset valmisteet ovat torjunta-aineita, jotka eroavat koostumukseltaan ja vaikutustavaltaan selvästi perinteisistä laaja-vaikutteisista torjunta-aineista. Biorationaalisten torjunta-aineiden vaikuttavat aineet ovat luonnosta peräisin tai ne muistuttavat luonnosta peräisin olevia yhdisteitä. Niiden vaikutustapa poikkeaa perinteisten torjunta-aineiden vaikutustavasta, ja aineet tehoaa vain tiettyyn tai tiettyihin kohde-eliöihin. Ideaalinen biorationaalinen torjunta-aine on vaaraton käyttäjille, hyötyeliöille ja viljelyskasveille. Biorationaalisten aineet luokitellaan kahteen ryhmään. Biokemiallisiin aineisiin kuuluvat hormonit, entsyymit, hyönteisten sukupuoliferomonit ja hyönteisten ja punkkien kasvunsäätteet. Mikrobiologisiin aineisiin puolestaan kuuluvat sieniin, bakteereihin ja viruksiin pohjautuvat torjuntavalmisteet. Biorationaalisiin aineisiin luetaan myös myrkyttömät, fysi-

kaalisesti vaikuttavat valmisteet kuten saippuat ja öljyt. (Ware & Whitacre, 2004).

Käsittelen tässä työssä biorationaalista valmisteista saippuota, öljyä, kasviuutteita ja gelatiinivalmistetta AGRI 50E, joiden torjuntamekanismi on pääosin fysikaalinen.

INTO-projektissa resistenssin hallintaa ja sen kehittymistä on käsitelty tarkemmin kirjallisuuskatsauksissa Kasvintuhoojien torjuntaaineresistenssin hallinta (http://www.agropolis.fi/into/materiaalit/Resistenssi_kirjoitus.pdf) ja Etelänjauhiaisen (*Bemisia tabaci* Genn.) resistenssi (<http://www.agropolis.fi/into/materiaalit/BemisiaResistenssiNettiin.pdf>). Näiden töiden pohjalta voidaan todeta, että torjuntaaineresistenssin kehittyminen on todellinen ongelma. Resistenssin hallinnassa torjunta-aineiden vuorottelulla on tärkeä merkitys, mutta ehkä tärkeimmäksi nousee yksinkertainen ohje: ”Minimoi torjunta-aineiden käyttö”. Kemiallisille torjunta-aineille vaihtoehtona ovat biorationaaliset valmisteet, joilla resistenssin kehittyminen on niiden vaikutusmekanismin ansiosta epätodennäköistä.

Uusien torjunta-ainevalmisteiden kehittäminen on kallis ja monimutkainen prosessi. On arvioitu, että yhden uuden valmisteiden tuottamisprosessi kaikkine tutkimuksineen maksaa jopa 60 miljoonaa \$ (Hoy 1995) tai 25–100

miljoonaa \$ (Broadhurst 1998). Valmisteet seulotaan useiden testien avulla (Berlinger ym. 1996, Broadhurst 1998). Pakolliset koheet on määritetty kansallisessa ja EU-lainsäädännössä (91/414/ETY), lähtien tietysti tehosta kohdetuhoajaan ja haittavaikutuksista muihin eliöihin, ihmisiin ja ympäristöön. Useimmat torjunta-ainefirmat seulovat vuosittain jopa 10 000 - 100 000 yhdistettä (Broadhurst 1998). Uuden valmisteiden löytäminen ei kuitenkaan ratkaise kaikkia ongelmia. Resistenssin kehittyminen vaivaa jopa uusimpia biokemiallisia valmisteita, kuten neonikotinoideja ja pyriproksifeenia (Horowitz ym. 2005, Ishaaya ym. 2005).

Kemiallisiin torjunta-aineisiin liittyvien ongelmien takia onkin perusteltua etsiä uusia ja kerrata vanhoja biorationaalisia menetelmiä tuholaistorjunnassa. Torjunta-aineiden historiassa saippuoilla (Siegler ja Popenoe 1925) ja öljyillä on ollut merkittävä rooli ennen kemiallisten torjunta-aineiden käyttöönottoa 1900-luvun puolivälin jälkeen. Nykyään niiden tehoa on tutkittu mm. etelänjauhiaisiin (Liu ja Stansly 2000), kurkkukirvoihin ja vihannespunkkeihin (Lee ym. 2005). Kasviuutteista on tutkittu ainakin neem-puusta tehtyjä valmisteita (Madanlar ym. 2000, Simmonds ym. 2002) ja tupakkauutetta (Neal ym. 1994, Stansly ja Liu 1994). Viljelijöiden suhtautuminen biorationaalisiin valmisteisiin on hienan varauksellista johtuen mahdollisista haittavaikutuksista kasveihin. Haittavaikutuksia

onkin valmisteiden käyttöpitoisuudesta ja viljeltävästä kasvista riippuen tavattu, mutta fyto-toksisuus ei suinkaan ole biorationaalisten torjunta-aineiden yksinoikeus. Erityyppiset kemialliset torjunta-aineet hidastivat esimerkiksi maissin fotosynteesiä, vaikka käsitellyt eivät vaikuttaneetkaan maissin satoon (Godfrey ja Holtzer 1992).

Tässä työssä selvitetään valikoitujen biorationaalisten torjunta-aineiden vaikutusta useisiin tuhoojiin ja joihinkin hyötyeliöihin. Käsiteltyjä valmisteita ovat mineraali- ja kasviöljyt, saippuat, tupakasta ja neem-puusta saatavat uutteen ja gelatiinivalmiste AGRI 50E. Valmisteiden torjuntatehon lisäksi on runsaasti tietoa niiden oletetusta torjuntamekanismista. Koska fyto-toksisuus liitetään usein biorationaalisiin torjunta-aineisiin, tarkastelen sitä julkaistujen tutkimusten pohjalta. Lopussa on myös suomalaisten viljelijöiden havaintoja öljypohjaisten kiinnitteiden torjuntavaikutuksista.

2. Perusteita

2.1. Öljyt

Öljyt ovat huoneenlämmössä nestemäisiä, rasvat kiinteitä (Sams ja Deyton 2002). Tyyppillisesti rasva-aineissa glyserolin hydroksyy-liryhmiin on kiinnittynyt kaksi tai kolme rasvahappoa (Anonyymi 2006a), jotka voivat olla mm. suorita, syklistä tai aromaattisia hii-

liyhdisteitä. Tyydyttymättömissä hiiliketjuissa on vähintään yksi kaksois- tai kolmoissidos, tyydyttyneissä niitä ei ole lainkaan. Aromaatistien ja tyydyttymättömien rasvahappojen öljyt ovat toksisia, eikä niillä ole mainittavia torjuntaominaisuuksia. Suoraketjuiset tyydyttyneet rasvahapot ovat reagoimattomina vähemmän toksisia, ja niistä käytetäänkin nimeä parafiini (lat. *parum affinis*, vähäinen reaktiokyky) (Agnello 2002).

UR-arvo (unsulfonated residue) kertoo öljyn parafiinipitoisuuden eli reagoimattomien yhdisteiden osuuden öljyssä. UR ilmoitetaan prosenttina, ja fytotoksisuuden kannalta merkittävimmät prosentit ovat loput ilmoitetusta arvosta. Puutarhataloudessa käytettävien öljyjen UR pitää olla vähintään 92 %. Sen yli menevät 8 % ovat siis fytotoksisuutta aiheuttavia syklisiä, aromaattisia tai tyydyttymättömiä hiilivetyjä. Öljymolekyylit voivat hajota kasvin pinnalla UV-valon vaikutuksesta näihin haitallisempiin muotoihin, jolloin fytotoksisuuden todennäköisyys kasvaa. Lisäksi öljykäsittelyn vaikutuksesta vahingoittuneet solut tuottavat etyleeniä, jonka vaikutuksesta lehdet voivat pudota (Hodgkinson ym. 2002). Myös kuuma rikkihappo ja typpihappo voivat aiheuttaa öljymolekyylin hajoamisen, mikä lisää fytotoksisuutta (Agnello 2002). Rikityksen käyttöä kannattaa siis välttää öljykäsittelyiden yhteydessä.

Öljyjen torjuntateho perustuu kahteen mekanismiin riippuen öljyn laadusta. Tyydyttyneet hiilivedyt (öljyt) menevät hyönteisten ilmatiehyisiin tukkien ne, ja tyydyttymättömät läpäisevät hyönteisen pinnan. Fytotoksisuudesta ja huonommasta tehosta johtuen jälkimmäisiä yhdisteitä ei käytetä torjunnassa (Taverner 2002). Torjuntateho paranee valmisteen parafiinipitoisuuden kasvaessa ja keskimääräisen molekyylipainon ylittäessä 310. Öljyjen tehoa voidaan lisätä myös erottelemalla parafiiniöljy mahdollisimman hyvin raakaöljystä. Raakaöljystä ja kasviöljyistä saadaan erilaisten prosessien kautta mahdollisimman hyvin puutarhatalouteen sopivia öljyjä, mm. vetyä lisäämällä kasveille haitallisista tyydyttymättömistä öljyistä saadaan tyydyttyneitä (Agnello 2002).

Epiphyas postvittana-yökkösen toukalla tehdyssä kokeessa tutkittiin kahden erilaisen öljyn vaikutusmekanismia. Molemmat öljyt (Citrus Postharvest Dip, C15, parafiinipitoisuus pp > 99 % ja Ampol DC-Tron NR, C23, pp < 70 %) kulkeutuivat yökkösen hengitystiehyisiin. Parafiinipitoisempi ja lyhytketjuisempi C15-öljy kulkeutui syvemmälle oletettavasti alemman pintajännitteen takia. Hengitysteiden tukkeutumisen lisäksi se aiheutti myös hermostollisia häiriöitä, jotka ilmeisesti johtuivat öljyjen kyvystä sotkea hermosolujen solukalvojen toimintaa (Taverner ym. 2001).

Koska rasva-aineet eivät liukene veteen, niiden kanssa pitää käyttää fysikaalisia ominaisuuksia muuttavia lisäaineita eli kiinnitteitä. Ihanteellinen öljyseos on vesiliuoksessa pitkäikäinen emulsio, muodostaa pieniä pisaroita ja on vakaa erilaisissa ilmasto-oloissa. Kasviöljyille sopiva kiinnite pitää valita öljyn ja kiinnitteen ominaisuuksien pohjalta. Kiinnitteiden HLB-arvo (hydrofiilinen / lipofiilinen tasapaino) kertoo niiden liukoisuudesta. Arvo vaihtelee välillä 1-20, alhainen arvo kertoo rasvaliukoisuudesta, korkea vesiliukoisuudesta. Lähellä HLB-arvoa 12 kiinnitemolekyylissä on sekä hydro- ja lipofiilinen osa, ja molekyylit ovat öljyn ja veden faasien välissä alentaen molempien pintajännitettä. Tällöin öljy voi muodostaa suhteellisen pysyvän emulsion (Sams ja Deyton 2002).

Maailmalla tuotetaan 100 miljoonaa tonnia erilaisia luonnonöljyjä ja -rasvoja, joista kasviöljyjen osuus on noin 85 %, loput 15 % ovat eläinperäisiä. Ravinnoksi päätyy 80 % tuotetuista öljyistä, ja loppuja käytetään mm. maataloudessa kiinnitteenä ja torjunnassa. Kasviöljyissä on öljymolekyylien lisäksi yksittäisistä vapaita rasvahappoja. Tyypillisimpiä kasviöljyjen rasvahappoja ovat mm. palmitiini-, steariini-, linoli- ja oleiinihapot, joiden osuudet eri kasviöljyissä vaihtelevat (Sams ja Deyton 2002).

2.2. Saippuat

Saippuat ovat rasvahappojen natriumsuoloja, jotka muodostavat vesiliuoksessa vapaita emäksiä ja rasvahappoja. Tutkimuksessa havaittiin pelkkien rasvahappojen olevan torjunta-aineina tehokkaampia kuin saippualliuoksen (Siegler ja Popenoe 1925). Kuten edellä olevassa tutkimuksessa käy ilmi, saippuota on tutkittu ja käytetty todella kauan torjunta-aineina. Tutkimus oli pitkään pysähdyksissä kemiallisten torjunta-aineiden tultua markkinoille, joten tarkasteltaessa saippuoiden torjuntamekanismeja viitataan usein peräti 1900-luvun alkupuolelta peräisin oleviin julkaisuihin. Näissä ei useinkaan ole osattu määritellä tarkasti vaikutusmekanismeja, mutta hyönteisten hengitystiehyiden tukkeutuminen on yksi oletetuista mekanismeista (Siegler ja Popenoe 1925, Imai ym. 1995a, Fournier ja Brodeur 2000). Saippuoiden käytöstä en löytänyt yhtään review-tyyppistä artikkelia, mutta saippualla tehtyjä kokeita löytyi useita, mm. persikkakirvalla (Imai ym. 1995a, Imai ym. 1996) ja jauhiaisilla (Butler ym. 1993, Stansly ja Liu 1994).

Erilaisilla kiinnitteillä tehdyssä tutkimuksessa havaittiin pintajännitteen selittävän hyvin kiinnitteiden tehoa persikkakirvaan (*Myzus persicae*). Yli 90 % populaatiosta kuoli, kun pintajännite oli alle 30 mN/m (Imai ym. 1994). Saippuan (Jetron® insecticidal soap) pintajännite pysyi lähes vakiona (25 mN/m)

tutkimuksessa, jossa testattiin veden kovuu- den vaikutusta saippuan tehoon persikkakir- voilla. Veden kovuus ei vaikuttanut saippuan tehoon 0-417 ppm välillä, vaan vasta sitä suu- remmilla arvoilla, jolloin havaittiin myös lie- vä nousu pintajännitteessä. Tämä tukee aiem- paa tutkimusta kiinnitteiden pintajännitteen vaikutuksesta persikkakirvan kuolleisuuteen (Imai ym. 1997). Oletettavasti alhainen pinta- jännite mahdollistaa nesteen kulkeutumisen aina hyönteisen hengitysteihin saakka, jolloin hyönteinen tukehtuu hapen puutteeseen (Imai ym. 1995a). Kuten Silwet L-77 - kiinnitteelläkin (Imai ym. 1995b), vaikuttaa

saippuoiden tehoon ilmankosteus (RH, relati- ve humidity) (Taulukko 1). Alhaisessa ilman- kosteudessa saippuoiden tehoa voidaan lisätä lisäämällä seokseen haihtumista estävää val- mistetta, kuten natriumasetaattia tai glyse- riiniä, tai käyttämällä vahvempaa seosta (Imai ym. 1995a). Tarkemmin pintajännitteen vai- kutuksesta torjuntatehoon on INTO- projektissa tehdyssä kirjallisuuskatsauksessa ”Organosilikonikiinnitteet torjunta-aineina” osoitteessa

http://www.agropolis.fi/into/materiaalit/OS_n ettiin.pdf.

Taulukko 1. Ilmankosteuden vaikutus Safer-saippuan tehoon persikkakirvalla (Imai ym. 1995a).

Pitoisuus	RH 30 %	RH 60 %	RH 90 %
0,06 % AI	13	25	82
0,2 % AI	62	67	95
0,6 % AI	76	80	95

2.3. Kasviuutteet ja AGRI 50E

Neem-puun (*Azadirachta indica*) siemenissä on useita torjuntavaikutteisia aineita, joista atsadiraktiini on mainittu merkittävimmäksi. Sen määrä vaihtelee siemenissä runsaasti joh- tuen mm. geneettisestä ja ympäristön vaihte- lusta. Atsadiraktiini vaikuttaa hyönteisiin mo- nella tavalla, se toimii karkottavana, syöntiä estävänä, kasvunsäätteenä sekä lisääntymistä ja kasvua haittaavana valmisteena. Koska neem-valmisteet ovat osoittautuneet vain hieman haitallisiksi torjuntaeliöille, niiden

käytöllä on mahdollisuuksia integroidussa torjunnassa (Schmutterer 1990). Esimerkiksi Azatin EC® tehoaa hyvin ansarijauhiaisiin, muttei haittaa merkittävästi jauhiaiskiilukai- sen (*Encarsia formosa*) munintaa eikä kuoriu- tumista (Simmonds ym. 2002). Valitettavasti atsadiraktiinin vaikutustapa ei ole fysikaali- nen, joten resistenssin kehittyminen on mah- dollista. Persikkakirvoille kehittyi puhtaalle atsadiraktiinille kymmenkertaisesti resistentti kanta 40 sukupolven aikana, mutta siemenistä tehdyille uutteelle resistenssiä ei kehittynyt. Ilmeisesti siemenuutteessa luontaisten aktii-

visten ainesosien sekoitus hidastaa resistenssin kehittymistä (Feng ja Isman 1995).

Eri menetelmillä saadaan neem-puun siemenistä uutettua erilaisia valmisteita, kuten kylmäpuristettu neem-uute, pentaaniuute ja atsadiraktiini-uute. Lisäksi uutteesta on tehty kaupallinen valmiste NeemAzal. Näiden valmisteiden öljy- ja atsadiraktiinipitoisuus vaihtelee, jälkimmäinen on ilmoitettu taulukossa 2. Vihannespunkin (*Tetranychus urticae*) eri kehitysvaiheisiin tehosi parhaiten pentaaniuute, jonka atsadiraktiinipitoisuus on alhaisin ja öljypitoisuus suurin (Sanguanpong ja Schmutterer 1992). Öljypitoinen Neemroc EC tehosi

vihannespunkkiin jopa synteettistä Amitraz (Mitac EC) valmistetta paremmin (Makundi ja Kashenge 2002). Mitä enemmän atsadiraktiinia eri valmisteet sisälsivät, sitä parempi torjuntateho saatiin *Peridroma saucia*-yökkösellä ja *Oncopeltus fasciatus*-yökkösillä. Näillä hyönteisillä nimenomaan atsadiraktiini toimii kasvunsäätteenä ja toukan kuoriutumisen estäjänä (Isman ym. 1990). Atsadiraktiini ei tehonnut kalifornianriipsiäisiin (*Frankliniella occidentalis*) nektariiniviljelmillä (Pearsall ja Hogue 2000). Neem-puun siemenuutteiden torjuntateho riippuu siis valmisteesta ja torjuttavasta tuhoojasta.

Taulukko 2. Neem-valmisteiden atsadiraktiinipitoisuus prosentteina (w/w) (Sanguanpong ja Schmutterer 1992).

Valmiste	Atsadiraktiini %
Pentaaniuute	0,007
Kylmäpuristettu neem-uute	0,01
Atsadiraktiini-uute	9,36
NeemAzal	35

Tupakan (*Nicotiana* sp.) luontaisia puolustusaineita muodostuu lehtien pinnan karvasoluisa (Buta ym. 1993). Lehdistä tehtyä uutetta on käytetty pitkään torjunta-aineena, ja uutteen torjuntatehoon vaikuttaa käytetty tupakkalaji. *N. gossei*-lajista tehty uute on osoittautunut hyvin tehokkaaksi. Se tehosi hyvin persikkakirvaan, ansari- ja etelänjauhiaisiin (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*) ja kohtalaisesti myös vihannespunkkiin. Vaikuttavana aineena ovat ainakin sakkaroosiesterit

(Neal ym. 1994), joita muodostuu, kun sakkaroosin hydroksyyliiryhmiin (-OH) esteröityy jokin karboksyylihappo (R-COOH) (Silvennoinen 2003). Laboratoriokokeessa testattujen neljän erilaisen sakkaroosiesterin teho etelänjauhiaisiin oli hyvä ja vaihteli valmisteiden välillä (Neal ym. 1994).

AGRI 50E:n (®Cal-Agri) vaikuttava aine on valmistajan mukaan propyleeniglykolialgi-naatti, jota valmisteessa on 28 %, reagoimat-

tomia lisäaineita 72 %. Tämä aine tunnetaan elintarviketeollisuudessa lyhenteellä E 405, ja sitä käytetään elintarvikkeissa mm. sakeuttamis- ja hyytelöaineena. Valmistajan sivuilla (www.cal-agri.com) mainitaan sen tehoavan eri jauhiaisiin, vaikutusmekanismi on fysikaalinen. Se on valmistajan mukaan myrkytön ja haitaton, tai vain hieman haitallinen useimmille hyötyeliöille, joihin lukeutuvat jauhiaisilla käytetyt loiset (*Encarsia* spp. ja *Eretmo-*

cerus spp.). Niinpä se soveltuukin hyvin integroituun torjuntaan ja on hyvä lisä resistenssinhallinnassa. Tomaatilla tehdyssä kokeessa havaittiin AGRI 50E:n tehoavan erityisen hyvin etelänjauhiaisen toukkiin ja koteloihin. Lisäksi kasvihuoneessa käsitellyillä kasveilla havaittiin normaalia enemmän aikuisten kuolleisuutta, mutta haittavaikutuksia ei havaittu mehiläisillä ja miinaajavainokaisilla *Diglyphus* spp. (Hanafi ym. 2002.

Taulukko 3. Valmisteiden vaikuttavat aineet ja niiden pitoisuus valmisteessa.

Valmiste	Vaikuttava aine	Pitoisuus %
Saf-T-Side	Mineraaliöljy	80
Whitmire oil	Mineraaliöljy	99
Sunspray 6E+	Mineraaliöljy (dormant oil)	90 - 100
Sunspray ultra-fine oil	Mineraaliöljy (summer oil)	90 - 100
Auringonkukkaöljy	Kasviöljy	-
Bionatrol (soija)	Kasviöljy	35
Carbon Kick Booster (rypsi)	Kasviöljy (kiinnite)	90
Golden Spray Oil (soija)	Kasviöljy	93
Maapähkinäöljy	Kasviöljy	-
Natur'l (puuvilla)	Kasviöljy	93
Puuvillansiemenöljy	Kasviöljy	-
Risiiniöljy	Kasviöljy	-
Soijaöljy	Kasviöljy	-
M-pede	Saippua	49
Safer	Saippua	50,5
Azatin	Atsadiraktiini	3
Margosan-O	Atsadiraktiini	0,25 (paino %)
Neemix	Atsadiraktiini	4,5 (paino %)
BioNeem	Neem-uute	0,09 (paino %)
NeemAzal	Neem-uute	10 g / l
Organica	Neem-öljy	25,00
Triact 70 EC	Neem-öljy	70
<i>N. gossei</i>	Tupakkauute	Vaihtelee.

Taulukko 4: Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen ”Torjunta-aineet 2006”-luettelon mukaiset suomalaiset torjunta-aineet, joissa tehoaine on biorationaalinen.

Valmiste	Tehoaine	Määrä	Rekisteröinnin haltija
Kevätruiskute	Mineraaliöljy	831 g/l	Kemira GrowHow Oyj
Neko torjunta-aine	Mäntysuopa, kasviuutteita 10g/l	25 g/l	Neko Oy Ab
Havu Mäntysuopaliuos	Mäntyöljyn Na- ja K-suolat	200 g/l	Henkel Norden Oy
Ei ötököitä kevätruiskute	Parafiiniöljy	840 g/l	Kemira GrowHow Oyj
Neko Kevätruiskute	Parafiiniöljy	840 g/l	Neko Oy Ab
Sun 7 E Kevätruiskute	Parafiiniöljy	988 g/l	Berner Oy

3. Öljyjen, saippuoiden ja kasviuut- teiden teho eliöihin

Valmisteet sisältävät eri määriä aktiivista ainetta, ja taulukossa 3 on lueteltu tutkimuksissa käytettyjen valmisteiden aktiivinen ainesosa tuoteselosteen mukaan. Suomalaisia biorationaalisia valmisteita on taulukossa 4. Valmisteiden tehoa tarkasteltaessa kunkin tuhoajan kohdalla on ilmoitettu vain valmisteen nimi, mikäli sellainen on tiedossa. Kaikkia kasviöljyjä ja tupakkauutteita ei ole ilmoitettu alkuperäisessä artikkelissa valmisteen nimellä. Sunsprayn mineraaliöljyissä puhtausastetta kuvaavat UR-arvot ovat Sunspray ultra-fine $\geq 92\%$ ja Sunspray 6E plus $< 92\%$. Jälkimmäistä käytetään yleensä kasvien lepo-kauden aikana lehdettömässä vaiheessa (dormant oil) sen mahdollisen fytotoksisuuden takia

3.1. Teho tuhoajiin

Torjuntatehotaulukot on tehty artikkeleissa olleiden tietojen mukaisesti. Useimmissa ar-

tikkeleissa teho on ilmoitettu kuolleisuutena, yhdenmukaisuuden vuoksi olen paikoin muuttanut LC_{50} -arvot vastaavasti 50% kuolleisuusarvoiksi ilmoitetulla pitoisuudella. Kaikkia tekstissä käsiteltyjä tuloksia ei ole taulukoissa, koska tulokset eivät olleet muunnettavissa kuolleisuusluvuiksi. Tuloksissa käytetyn yksikön ppm olen muuttanut prosentuaaliseksi pitoisuudeksi kaavalla $(\text{Pitoisuus (ppm)} / 1\,000\,000) * 100\%$. Samoin amerikkalaiset gallonat ja nesteunssit olen muuttanut litrojen kautta prosentuaaliseksi. Ripsiäisiin valmisteita on testattu vähän, eikä tietoja siten ole juuri lainkaan.

3.1.1. Ansarijauhiainen

Neem-valmisteet Organica ja NeemAzal eivät tehoa lainkaan ansarijauhiaisen muniin. Samassa kokeessa testattu itse tehty tupakkauute osoittautui tehokkaimmaksi valmisteeksi jauhiaisen muniin. Tupakkauutteella käsitellyistä munista kuoli 50% , mikä oli suuri osuus verrattuna muiden valmisteiden $0 - 8\%$ kuolleisuuteen (Madanlar ym. 2000, Taulukko 5). Sunspray 6E plus-öljyn teho muniin oli myös heikko; kuoriutuneita munia oli 720 verrattu-

na 22 kuolleeseen, eli kuolleisuus oli vain 3 %. Käsitellyistä munista kuoriutuneet toukat eivät kuitenkaan säilyneet hengissä (Larew ja Locke 1990, Taulukko 5). Neem-öljy ei tehonnut hyvin ensimmäisen asteen toukkiin joulutähdellä tehdyssä kokeessa (Lindquist ja Casey 1991, Taulukko 5).

Mineraaliöljy ja saippua (1 %) tehosivat parhaiten ansarijauhiaisen toisen ja kolmannen asteen toukkiin. Myös tupakkauute oli kohtalaisen tehokas, mutta neem-uute Margosan-O ei tehonnut toukkiin juuri lainkaan (Neal ym. 1994, Taulukko 5). Kokeessaan Lindquist ja Casey (1990) testasivat valmisteiden Sunspray, Whitmire Oil ja Margosan-O tehoa ansarijauhiaisen 1. ja 3. asteen toukkiin. Valmisteet tehosivat hyvin ja toukista kehittyi aikuisiksi 6 – 18 %, tuloksissa ei eritelty eri vaiheessa käsiteltyjä toukkia (Lindquist ja Casey 1990, Taulukko 5). Neem-valmisteet tehosivat kohtalaisesti ansarijauhiaisen kolmannen asteen toukkiin, mutta eivät haitanneet jauhiaiskiilukaisen (*E. formosa*) loisintaa. Erityisesti Azatin osoitti tehonsa jauhiaisen torjunnassa yhdessä kiilukaisen kanssa (Simmonds ym. 2002, Taulukko 5). Myös Organica ja NeemAzal tehosivat jauhiaisen toukkiin (Madanlar ym. 2000, Taulukko 5). Tupakan sakkaroosiestereiden teho ansarijauhiaisen toisen ja kolmannen kehitysvaiheen toukkiin oli erinomainen. Neljä eroteltua esteriyhdistettä tehoi paremmin yksitellen (kuolleisuus 94 – 96 %) kuin seoksena (73 %) (Buta ym. 1993).

Sunspray 6E plus mineraaliöljyllä (2 %) käsitellyt kotelot kuoriutuivat kaikki aikuisiksi (Larew ja Locke, Taulukko 5). Neem-valmisteet Organica ja NeemAzal sen sijaan tehosivat erinomaisesti koteloihin (Madanlar ym. 2000, Taulukko 5). Testatuista neem-valmisteista aikuisiin tehoosi parhaiten neem-öljy (Lindquist ja Casey 1990, Simmonds ym. 2002, Taulukko 5). Kasvihuoneessa kurkulla tehdyssä kokeessa ansarijauhiaisen populaatio pysyi parhaiten hallinnassa Bionatrol-soijaöljyllä. Safer-saippua ja Golden Spray-soijaöljy eivät tehonneet yhtä hyvin valmistajan suosituspitoisuuksilla (Lee ym. 2005, Taulukko 5). Valmistajan mukaan aikuisten ansarijauhiaisten määrä väheni merkittävästi kasvihuoneessa AGRI-50E-käsittelyn jälkeen. Laboratoriokokeissa kuolleisuus oli yli 90 % kaikilla toukkavaiheilla ja aikuisilla ja koteloidenkin kuolleisuus oli lähes 90 % (Anonyymi 2006b).

Tomaatilla tehdyssä kasvihuonekokeessa yksi Sunspray-käsittely tehoi jopa kolmen viikon ajan ansarijauhiaisen toukkiin ja koteloihin. M-pede ja Margosan-O tehosivat myös, mutta niiden vaikutus ei kestänyt yhtä kauan. Kaikkien testattujen valmisteiden pohjalta havaittiin, että mitä tehokkaampi valmiste on kyseessä, sitä enemmän siitä on haittaa kasveille. Peltoviljelyssä biorationaalisilla valmisteilla ei kuitenkaan ollut vaikutusta sadon määrään tai laatuun (Sclar ym. 1999). Valmisteita Sunspray, M-pede ja Margosan-O ruiskutet-

Taulukko 5. Eri valmisteiden teho ansarijauhaisen (*T. vaporariorum*) kehitysvaiheisiin.

Lähde	Valmiste	Pitoisuus	Kuolleisuus	Kehitysvaihe	Valmisteryhmä
Madanlar ym. 2000	Organica	2	0	Muna	Neem-öljy
"	NeemAzal	0,5	0		Neem-uute
Larew ja Locke 1990	Sunspray 6E plus	2	3		Parafiiniöljy
Lindquist ja Casey 1991	Neem Oil	1	21	1. toukka	Neem-öljy
Larew ja Locke 1990	Sunspray 6E plus	2	99		Parafiiniöljy*
Lindquist ja Casey 1990	Sunspray	1	82	1. / 3. toukka	Parafiiniöljy
"	Margosan-O	1,25	85		Neem-uute
"	Whitmire oil	1	94		Kasviöljy
Neal ym. 1994	Margosan-O	0,62	12,5	2. / 3. toukka	Neem-uute
"	<i>N. gossei</i>	10 mg / l	70		Tupakkauute
"	M-pede	1	97		Saippua
"	Sunspray ultra-fine	1	100		Parafiiniöljy
Simmonds ym. 2002	Azatin	0,05	30	3. toukka	Neem-uute
"	Neem-uute	0,05	60		Neem-uute
Madanlar ym. 2000	Organica	2	64	Toukka	Neem-öljy
"	NeemAzal	0,5	82		Neem-uute
Larew ja Locke 1990	Sunspray 6E plus	2	0	Kotelo	Parafiiniöljy
Madanlar ym. 2000	NeemAzal	0,5	90		Neem-uute
"	Organica	2	96		Neem-öljy
Simmonds ym. 2002	Neem-uute	0,01	49	Aikuinen	Neem-uute
"	Azatin	0,01	65		Neem-uute
Lindquist ja Casey 1991	Neem Oil	1	76		Neem-öljy
Lee ym. 2005	Golden Spray oil	2	39	Populaatio	Kasviöljy
"	Safer	2	45		Saippua
"	Bionatrol	0,3	96		Kasviöljy

* = Käsitellyistä munista kuoriutuneiden toukkien kuolleisuus.

tiin 3-4 päivän välein yhteensä 6-7 kertaa joulutähdellä tehdyssä kokeessa. Öljyn ja saippuan hyvä teho oli havaittavissa jo kahden viikon kuluttua ensimmäisestä käsittelystä. Neem-valmiste Margosan-O tehosi yhtä hyvin vasta reilun kuukauden kuluttua käsittelyjen aloittamisen jälkeen. Näiden valmisteiden teho ei poikennut pyretroideista Mavrik (tauluvalinaatti) ja Talstar 10 WP (bifentriini). Kokeessa havaittiin öljyn ja saippuan vaikuttavan negatiivisesti joulutähtien pituuskasvuun ja laatuun (Miller ja Uetz 1998). Kur-

kulla tehdyssä kasvihuonekokeessa viikoittain tehty lehtien yläpinnalle suunnattu kasviöljykäsittely (Carbon Kick Booster) ei vaikuttanut jauhiaisten määrään (Simula 2005).

3.1.2. Etelänjauhainen

Fenigstein ym. (2001) tutkivat maapähkinä-, puuvilla-, risiini-, soija- ja auringonkukkaöljyjen tehoa etelänjauhaisen kaikkiin kehitysvaiheisiin. Kaikki viisi öljyä tehosivat hyvin 3 % liuoksena jauhiaisen kolmeen ensimmäiseen toukkavaiheeseen. Neljäs toukkavaihe,



Rikalan puutarhasäätiö

Borisoffin Puutarhasäätiö

munat ja aikuiset olivat kehitysvaiheita, joissa tehokkaimmiksi osoittautuivat risiini- ja maa-pähkinäöljy (Taulukko 6). Aikuisiin tehosivat lisäksi puuvillansiemen- ja soijaöljy, kaikkiin vaiheisiin tehokkaimmaksi osoittautui maa-pähkinäöljy (Fenigstein ym. 2001). Parafiiniöljyllä käsitellyt munat kuoriutuivat erin-omaisesti, mutta kuoriutuneet toukat eivät säilyneet hengissä (Sieburth ym. 1998, Taulukko 6). Saippua- ja bifentriinikäsittelyillä munista kuoli vain 10–30 %, parafiiniöljyllä niiden kuolleisuus oli lähellä 90 % (Stansly ja Liu 1994).

Öljyn, saippuan ja atsadiraktiiniuutteen testi-tuloksiin vaikuttaa käytetty testimenetelmä. Ensimmäisellä toukkavaiheella tehdyssä kas-tokokeessa valmisteet tehosivat pienemmillä pitoisuuksilla kuin ruiskutuskäsittelyissä Pot-terin tornilla. Ruiskutuksessa tehoon vaikutti myös käytetyn liuoksen määrä. Tulokset tau-lukossa 6 ovat ruiskutuskokeesta, käytetyn liuoksen määrä on 3 ml. Margosan-O ja Safer tehosivat kokeessa Sunspray-öljyä paremmin (Liu ja Stansly 1995a). Safer-saippuan LC₉₀-pitoisuus jauhiaisen ensimmäisiin toukkiin on 0,84 % (Vavrina ym. 1995, Taulukko 6).

Taulukko 6. Eri valmisteiden teho etelänjauhiaisen (*B. tabaci*) nuoruvaiheisiin ja muniin.

Lähde	Valmiste	Pitoisuus %	Kuolleisuus %	Kehitysvaihe	Valmisteryhmä
Fenigstein ym. 2001	Soijaöljy	3	1	Muna	Kasviöljy
"	Auringonkukkaöljy	3	6	Muna	
"	Puuvillansiemenöljy	3	17	Muna	
"	Maapähkinäöljy	3	80	Muna	
"	Risiiniöljy	3	81	Muna	
Sieburth ym. 1998	Sunspray ultra-fine	1	7	Muna	Parafiiniöljy
"	"	1	99	Toukka*	
Fenigstein ym.	Auringonkukkaöljy	3	91	1. toukka	Kasviöljy
"	Risiiniöljy	3	92		
"	Puuvillansiemenöljy	3	96		
"	Soijaöljy	3	96		
"	Maapähkinäöljy	3	96		
Liu ja Stansly 1995a	Margosan-O	80 mg / l	86	1. toukka	Neem-uute
"	Sunspray ultra-fine	1	58	1. toukka	Parafiiniöljy
"	M-pede	0,25	47	1. toukka	Saippua
Vavrina ym. 1995	"	0,15	50		
Liu ja Stansly 1995a	"	1	79		
Fenigstein ym. 2001	Auringonkukkaöljy	3	94	2. toukka	Kasviöljy
"	Risiiniöljy	3	96		
"	Soijaöljy	3	97		
"	Puuvillansiemenöljy	3	99		
"	Maapähkinäöljy	3	99		
Liu ja Stansly 2000	M-pede	2	91	2. toukka	Saippua
"	Sunspray ultra-fine	0,5	75	2. toukka	Parafiiniöljy
Neal ym. 1994	Sunspray ultra-fine	1	96	2./3. toukka	Parafiiniöljy
"	M-pede	1	99	2./3. toukka	Saippua
Fenigstein ym. 2001	Auringonkukkaöljy	3	73	3. toukka	Kasviöljy
"	Soijaöljy	3	78		
"	Risiiniöljy	3	86		
"	Maapähkinäöljy	3	89		
"	Puuvillansiemenöljy	3	91		
Fenigstein ym. 2001	Soijaöljy	3	1	4. toukka	Kasviöljy
"	Auringonkukkaöljy	3	6		
"	Puuvillansiemenöljy	3	17		
"	Maapähkinäöljy	3	80		
"	Risiiniöljy	3	81		
Stansly ja Liu 1994	M-pede	0,15	50	Nuori toukka	Saippua
"	<i>N. gossei</i>	0,01	50		Tupakkauute
"	Sunspray ultra-fine	0,03	50		Parafiiniöljy
"	M-pede	0,51	50	Vanha toukka	Saippua
"	<i>N. gossei</i>	0,01	50		Tupakkauute
"	Sunspray ultra-fine	0,09	50		Parafiiniöljy

* = Käsitellyistä munista kuoriutuneiden toukkien kuolleisuus.

Kastokokeessa kaksi M-pede-käsittelyä tehoi hyvin etelänjauhiaisen toiseen toukkavaiheeseen (Taulukko 6). Ruiskutuskokeessa saip-

puakäsittelyllä toisen asteen toukista kuoli 67 %, Sunspray-öljyllä 75 %. Öljyn ja saippuan sekoituksen teho vaihteli kasvilajien välillä

(Liu ja Stansly 2000). Kaksi- ja kolme prosenttinen Sunspray-öljy tappoi koko toisen ja kolmannen vaiheen toukkien sekapopulaation. Myös saippuakäsittelyillä oli lähes 100-prosenttinen kuolleisuus (Taulukko 6), samassa kokeessa testatulla tupakkauutteellakin lähellä 90 %. Margosan-O tehosi kohtalaisesti tai huonosti toukkiin (Neal ym. 1994). Mineraaliöljy, saippua ja tupakkauute tehosivat kaikki hyvin etelänjauhiaisen nuoriin ja vanhoihin toukkiin (Taulukko 6), ja mineraaliöljy oli lisäksi tehokkain aikuisia ja munia vastaan (Liu ja Stansly 1994). Laboratoriokokeissa AGRI-50 (pitoisuus 0,5 -0,25 %) tappoi 93 - 96 % jauhiaisen koteloista, ja valmisteen kerrotaan tehoavan myös toukkiin. Kenttäkokeissa AGRI-50-käsittely tuhosi yli 80 % etelänjauhiaispopulaatiosta (Hanafi ym. 2002). Valmistajan kotisivuilla esiteltyjen tulosten mukaan AGRI-50E-käsittelyn jälkeen etelänjauhiaisen toukkien kuolleisuus on yli 90 %, ja teho kestää 8-12 päivää (Anonyymi 2006b).

Etelänjauhiaisen aikuisiin on testattu useita eri valmisteita. Sekä kasvi- että mineraaliöljyt tehoavat hyvin aikuisiin (Taulukko 7). Kasviöljyistä erityisesti Natur'l soijaöljy osoittautui tehokkaaksi, mutta vain väkevämällä pitoisuudella kuin samassa kokeessa ollut mineraaliöljy. Saippua ei tehonnut erityisen hyvin etelänjauhiaisen aikuisiin (Butler ym. 1993, Taulukko 7). Sunspray-öljyn LC₅₀-arvo on 0,29 % (Stansly ja Liu 1994, Taulukko 7). Sunspray-öljy oli tehokkain kastokokeessa,

jossa testattiin öljyn, saippuan ja tupakkauutteen eri pitoisuuksien vaikutusta aikuisiin. Öljy tehosi kohtuullisen hyvin jo pitoisuudella 0,5 %, jolloin kuolleisuus oli 73 % (Liu ja Stansly 1995c, Taulukko 7).

Myös jäämävaikutuskokeessa Sunspray-öljy oli tehokkain valmiste aikuisiin (Taulukko 7). Vielä viiden päivän jälkeen käsittelystä 85 % aikuisista kuoli käsitellyille lehdille. Tupakkauutteen lievä jäämävaikutus kesti muutamia päiviä, mutta saippuakäsittelyt eivät poikenneet kontrollista (Liu ja Stansly 1995d). Sunspray-öljyllä käsitellyistä neljännen asteen toukista vain 6 prosenttia kuoriutui aikuisiksi (Sieburth ym. 1998, Taulukko 7). Neemvalmiste Margosan-AO tehosi hyvin, kun käsittelyjä tehtiin ensimmäisen asteen toukista alkaen kaksi kappaletta viikon välein. Aikuisiksi kehittyi vajaa prosentti koko populaatiosta, mutta kokeessa myös kontrollin kuolleisuus oli noin 80 % (Lindquist ja Casey 1991).

Öljykäsittelyt vaikuttavat jauhiaisten käyttäytymiseen. Valintakokeessa jauhiaiset valtasivat käsittelemättömät kasvit, ja mineraaliöljykäsittelyn karkottava vaikutus näkyi vielä 11 päivän jälkeen (Larew ja Locke 1990). Jäämävaikutuskokeessa öljykäsittelyn peittävyys on merkittävä tekijä; mikäli lehdistä on käsitelty vain toinen puoli, ei käsittelyllä ole vaikutusta lehdille asettuneiden jauhiaisten määrään. Molemmiin puoliin käsitellyillä lehdillä jauhiaisten määrä oli merkittävästi kontrollia

vähäisempi. Valintakokeessa jauhiaisia oli vähiten öljyllä käsitellyillä lehdillä riippumatta siitä, oliko käsittely tehty lehden molemmille tai vain toiselle puolelle (Liang ja Liu 2002). Tupakkauutteella ja saippualla ei ollut niin voimakasta karkottavaa vaikutusta kuin

mineraaliöljyllä. Tupakkakäsittelyn vaikutus ei näkynyt edes ensimmäisenä päivänä, mutta öljyllä vaikutus näkyi vielä kolmen päivän kuluttua. Öljykäsittely vähensi yhtä paljon munintaa viidellä eri pitoisuudella välillä 0,125-2 % (Liu ja Stansly 1995b).

Taulukko 7. Eri valmisteiden vaikutus etelänjauhiaisen (*B. tabaci*) aikuisiin.

Lähde	Valmiste	Pitoisuus %	Kuolleisuus %	Valmisteryhmä
Fenigstein ym. 2001	Risiiniöljy	1,5	75	Kasviöljy
"	Puuvillansiemenöljy	1,5	78	
Butler ym. 1993	Soijaöljy	2	95	
Stansly ja Liu 1994	Sunspray ultra-fine	0,29	50	Parafiiniöljy
Liu ja Stansly 1995c	Sunspray ultra-fine	1	83	
Butler ym. 1993	Saf-T-Side	1	92	
Liu ja Stansly 1995c	Sunspray ultra-fine	2	92	
Sieburth ym. 1998	"	1	94*	
Liu ja Stansly 1995d	"	0,5	98**	
Stansly ja Liu 1994	M-pede	0	0	Saippua
Liu ja Stansly 1995d	"	2	11**	
Butler ym. 1993	"	0,5	28	
Liu ja Stansly 1995c	"	2	31	
Butler ym. 1993	"	1	66	
Liu ja Stansly 1995c	<i>N. gossei</i>	0,2	27	Tupakkauute
Stansly ja Liu 1994	"	0,59	50	
Liu ja Stansly 1995d	"	2 g AI / l	52**	

* = Käsitelty 4. toukkina.

** = Jäämävaikutus, 2h.

3.1.3. Punkit

Neem-valmisteet vähentävät vihannespunkkinaaraiden munintaa pitoisuuksilla 1 - 8 %. Valmisteista pentaaniuute oli tehokkain, sen LC₅₀-arvo naaraille on 1,33 %. Samaisella valmisteella käsiteltyjen munien kuolleisuus oli jopa 100 % (Taulukko 8), mutta vain alle päivän ikäiset munat ovat valmisteille herkkiä. Neem-utteen atsadiraktiinipitoisuudella ei ole merkitystä vihannespunkin torjunnassa

(Sanguanpong ja Schmutterer 1992, Taulukot 2 ja 8). Safer-saippua tehoaa hyvin vihannespunkin aikuisiin (LD₉₀ = 1,26 %) (Taulukko 8), mutta on valitettavasti haitallinen petopunkille *Phytoseiulus persimilis* noin puolet pienemmällä pitoisuudella (Osborne ja Pettit 1985). Tupakkauutteella käsitellyllä lehdellä vihannespunkkinaaraista kuoli kahden vuorokauden kuluessa 80 % (Taulukko 8) ja valmiste vähensi merkittävästi myös munintaa (Neal ym. 1994). Laboratoriokokeessa 2 %

Carbon Kick Booster tehosi erittäin hyvin vihannespunkin aikuisiin ja muniin, ja käsittelyjen aikuisten muninta väheni merkittävästi (Simula 2005, Taulukko 8).

Valmisteiden tehoa vihannespunkkiin on testattu runsaasti kasvihuoneissa. Bionatrol-soijaöljy tehosi vihannespunkkiin saippuaa ja Golden Spray-soijaöljyä paremmin kasvihuonekurkulla (Lee ym. 2005, Taulukko 8). Lehtien yläpinnalle ruiskutettuna Carbon Kick Booster (0,5 %) ei vaikuttanut vihannespunkkikantaan kasvihuonekurkulla tehdyssä kokeessa, jossa valmistetta käytettiin yhdessä biologisten torjuntaeliöiden kanssa (Simula 2005). Mineraaliöljy D-C-Tron Plus pitää parin viikon välein ruiskutettuna vihannespunkkikannan kurissa kasvihuoneruusuilla, muttei ole riittävän tehokas torjuntamenetelmä, mikäli populaatio on valmiiksi suuri (Nictetic ym. 2001). Kasvihuoneessa aralialla tehdyssä kokeessa M-pede vähensi tehokkaasti vihannespunkkeja ja oli yhtä tehokas kuin dienokloori Pentac. Lisäksi saippualla oli selkeä jälkivaikutus, naaraita oli käsitellyillä kasveilla vähemmän kuin käsittelemättömissä (Osborne 1984). Saippua ei kuitenkaan tehonnut hyvin ruusuilta kerättyihin torjunta-aineille resistentteihin vihannespunkkeihin laboratorioskokeessa, eikä mainittavaa jälkivaikutusta ollut havaittavissa. Samaisessa kokeessa testattu Triact 70 EC neem-kasviöljy tehosi yllättävän hyvin punkkeihin (Tjosvold ja Chaney 2001).

Neem-valmisteet (Neemros WP 0,5 %, Neemroc EC 0,03 %, Saroneem 1 % ja Neemroc combi 0,5 % atsadiraktiinia) tehosivat kaikki vihannespunkkeihin tomaatilla tehdyissä laboratorio- ja kasvihuonekokeissa. Kasvihuoneessa Neemroc oli valmisteista tehokkain, ja kasvit tuottivat jopa yhtä paljon hyvälaatuisia tomaatteja, kuin käsittelemätön punkiton kontrolli. Tässäkään tapauksessa atsadiraktiinipitoisuudella ei ollut vaikutusta valmisteen tehokkuuteen (Makundi ja Kashenge 2002). Laboratorioskokeessa neem-valmisteet Organica ja NeemAzal tehosivat hyvin neilikapunkkiin (*Tetranychus cinnabarinus*). Eriytisesti Organica tehosi hyvin, ja kokeessa testatuista biorationaalisista valmisteista se tehosi parhaiten tupakkauutteen ja saippuan ohella (Madanlar ym. 2000)

Omenapuuviljelmillä käytetään öljyjä ja saippuota hedelmäpuupunkin (*Panonychus ulmi*) torjunnassa. Kastokokeissa Sunspray ultrafine tehosi todella pienillä pitoisuuksilla (0,005 %), mutta ruiskutuskokeissa vasta pitoisuudella 0,25 oli merkittäviä vaikutuksia. Viljelmillä yksiprosenttinen liuos oli riittävän tehokas, mikäli populaatio ei ollut valmiiksi kovin suuri. Suuremmilla pitoisuuksilla populaatio pysyi hyvin kurissa, mutta lehdistä oli havaittavissa vaurioita. Ruiskutuskokeissa teho muniin oli kohtalainen, toukkiin öljy vaikutti sekä suoraan että jäämävaikutuksena voimakkaasti (Agnello ym. 1994, Taulukko 8). Laboratoriossa öljyillä Sunspray 6E ja 6E

plus käsitellyistä hedelmäpuupunkin talvehtivista munista ei sukeutunut eläviä punkkeja (Taulukko 8), mutta viljelmillä teho oli huo-

noppi. Lentoruiskutuksen jälkeen kuoriutui 20 - 30 % munista, käsiruiskutuksella vain 5-20 % (Lawson ja Weires 1991).

Taulukko 8. Valmisteiden teho eri punkkilajeihin. Tiedot on lajiteltu punkkilajeittain, kehitysvaiheittain ja kuolleisuuden mukaan. (N) = neemuute, (S) = saippua, (T) = tupakkauute, (Ö) = öljy

Artikkeli	Valmiste	Laji	Pitoisuus %	Kuolleisuus %	Kehitysvaihe
Sanguanpong ja Schmutterer 1992	Atsadiraktiiniuute (N)	Vihannespunkki	1	63	% munista ei selvinnyt hengissä.
"	NeemAzal (N)	"	1	89	"
"	Kylmäpuristettu Neem	"	1	93	"
Simula 2005	Carbon Kick Booster (Ö)	"	2	99,5	"
Schmutterer 1992	Pentaaniuute (N)	"	1	100	"
Neal ym. 1994	<i>N. gossei</i> (T)	"	10 mg/1dl	80	Aikuiset
Osborne ja Petitt 1985	Safer (S)	"	1,26	90	Aikuiset
Simula 2005	Carbon Kick Booster (Ö)	"	2	100	Aikuiset
Lee ym. 2005	Golden Spray Oil (Ö)	"	2	54	Populaatio
"	Safer (S)	"	2	65	Populaatio
"	Bionatrol soijaöljy	"	0,3	88	Populaatio
Lawson ja Weires 1991	Safer (S)	Hedelmäpuu-	2	50	Muna
Agnello ym. 1994	Sunspray ultra-fine (Ö)	punkki	0,25	56	Muna
Lawson ja Weires 1991	Sunspray 6E plus (Ö)	"	2	99	Muna
"	Sunspray 6E (Ö)	"	1	100	Muna
Agnello ym. 1994	Sunspray ultra-fine (Ö)	"	0,25	92	Toukka
"	"	"	0,5	95	Toukka*
Madanlar ym. 2000	NeemAzal (N)	Neilikkapunkki	0,5	58	Muna
"	Organica (N)	"	2	80	Muna
"	NeemAzal (N)	"	0,5	88	Toukka
"	Organica (N)	"	2	100	Toukka
"	NeemAzal (N)	"	0,5	70	Aikuiset
"	Organica (N)	"	2	100	Aikuiset

* = Jäämävaikutus toukkiin.

3.1.4. Ripsiäiset

Allen ym. 1993 testasivat erilaisten valmisteiden kykyä vähentää kalifornianripsiaisen (*Frankliniella occidentalis*) levittämää tomaatin pronssilaikkuvirusta (TSWV). Sunspray 6E vähensi huomattavasti viruksen leviämistä, muttei vähentänyt ripsiäisten aiheuttamia syöntijälkiä. Safer-saippua vähensi sen sijaan vaurioita miltei 50 %, mutta virus levisi edelleen runsaasti. Mielenkiintoista on myös se,

että saippuakäsittely näytti lisäävän kehittyneiden toukkien määrää. Koska saippua ei ollut edes ainoa positiivisesti lisääntymiseen vaikuttava valmiste, pitää luonnonmukaisia valmisteita testata huolella eri eliöihin ennen laajaa käyttöä (Allen ym. 1993). Laboratorio-kokeessa Carbon Kick Booster (2 %) ei tehonnut merkittävästi kalifornianripsiaisiin, jotka lisäksi karkailivat koeasetelmasta (Simula 2005).

Puuvillansiemenöljyt Natur'1 ja käsittelemättömän öljy tehosivat ripsiäisiin (*Frankliniella* spp.) hyvin, jopa yli 90 % populaatiosta kuoli kasvihuoneessa tehdyssä kokeessa puuvillalla (Butler ja Henneberry 1990). Kasvihuoneessa krysanteemilla tehdyssä kokeessa kalifornianripsiäisten määrä oli kontrollia alhaisempi Margosan-O-, Sunspray 6E- ja Safer-käsittelyjen jälkeen. Kokeessa tehtiin kolmen käsittelyn sarja viikon välein. Erityisesti neem- uutteen ja öljyn yhdistelmä tehoi hyvin, mutta silti kasvilla oli keskimäärin 8,5 ripsiäistä (Lindquist ja Casey 1990). Nektariiniviljelmillä atsadiraktiini- valmistetta (valmistuksessa atsadiraktiinia 4 %, käyttöpitoisuus alle 0,01 %) ei tehonnut riittävän hyvin kalifornianripsiäisiin. Sen vaikutus näkyi kuitenkin hieman suurempana kuolleisuutena ja häiriintyneenä kehityksenä, mutta tulokset vaihtelivat paljon eri koealojen välillä (Pearsall ja Hogue 2000).

3.1.5. Kirvat

Kurkulla tehdyssä kasvihuonekokeessa Bio-natrol osoittautui Safer-saippuaa ja Golden Spray-soijaöljyä tehokkaammaksi valmisteksi kurkkukirvan (*Aphis gossypii*) torjunnassa. Kokeessa mukana ollut Golden Spray sisältää enemmän vaikuttavaa ainetta soijaöljyä, muttei ole lähellekään yhtä tehokas suuremmasta pitoisuudesta huolimatta (Lee ym. 2005). Syytä aineiden erilaiseen tehoon voitaneen

etsiä valmisteiden erilaisista ”reagoimattomista” lisäaineista.

Fournier ja Brodeur (2000) testasivat Bio-neemin ja Safer-saippuan tehoa eri kirvalajeihin (*M. persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* ja *Nasanovia ribisnigri*) sekä laboratoriossa että kasvihuoneissa. LC₅₀-arvojen pitoisuudet ovat taulukossa 9. Valmisteista BioNeem esti tehokkaimmin kirvojen lisääntymistä. Laboratorio- ja kasvihuonekokeiden tulokset olivat erilaiset; laboratoriossa persikkakirvan LC₅₀-arvo Safer-saippualla oli 0,75 %, mutta kasvihuoneessa se ei tehonnut juuri lainkaan. Saalatilla tehdyssä kasvihuonekokeessa ei kumpikaan valmisteista ollut riittävän tehokas. Koekasveissa oli aluksi kuitenkin normaalia kasvihuonetilannetta runsaammin kirvoja, ja valmisteet voivat tehotta riittävän hyvin, mikäli populaatiokoko ei ole ennen käsittelyä räjähdysmäisen suuri (Fournier ja Brodeur 2000). Laboratoriossa 2 % Safer tehoi erittäin hyvin persikkakirvoihin, kuten tupakka-uute ja Sunspray-öljykin (Taulukko 9). Niiden aiheuttama kuolleisuus oli miltei kaksinkertaista verrattuna kemiallisiin valmisteisiin malationi, asefaatti ja kinopreeni (Neal ym. 1994).

Puuvillansiemenöljy (5 %) tehoi hyvin persikkakirvoihin sekä yksin että sekoituksena Safer-saippuan (2 %) kanssa. Pelkkä Safer-käsittely ei eronnut kontrollista (Butler ja Henneberry 1990). Persikka- ja nektariinivil-

jelmillä tehdyssä kokeessa persikkakirvoilla kaksi parasta luonnonmukaista valmistetta oli pyretriini ja mineraaliöljy Sunspray. Öljykäsittely ei kuitenkaan pitänyt jo kasvanutta populaatiota kurissa. Samassa kokeessa testattu neem-uute Neemix ei tehonnut sanottavasti

persikkakirvoihin (Lo ym. 1999). Laboratoriokokeissa *Acyrtosiphon pisum*-kirvaan tehoivat parhaiten neem-uutteet NeemAzal ja Organica, lisäksi itse tehty tupakanlehtiute ja saippuat olivat tehokkaita (Madanlar ym. 2000, Taulukko 9).

Taulukko 9. Eri valmisteiden teho kirvoihin. Tiedot on lajiteltu kuolleisuuden ja kehitysvaiheen mukaisesti. (N) = neemute, (S) = saippua, (T) = tupakkauute, (Ö) = öljy

Lähde	Valmiste	Kirvalaji	Pitoisuus %	Kuolleisuus %	Kehitysvaihe
Lee ym. 2005 (Kuolleisuus arvioitu kuvista)	Golden Spray Oil (Ö)	<i>Aphis gossypii</i>	0,3	22	Populaatio
	Safer (S)	"	0,3	23	Populaatio
	Golden Spray Oil (Ö)	"	2	42	Populaatio
	Safer (S)	"	2	55	Populaatio
	Bionatrol (Ö)	"	0,2	85	Populaatio
	Bionatrol (Ö)	"	0,3	92	Populaatio
Fournier ja Brodeur 2000	BioNeem (N)	<i>M. persicae</i>	0,0024	50	3. toukka
	Safer (S)	"	0,75	50	3. toukka
Neal ym. 1994	Sunspray ultra-fine (Ö)	"	1	87	Vanha toukka
"	M-pede (S)	"	2	97	Vanha toukka
"	<i>N. gosseii</i> (T)	"	10 mg/1dl	99	Vanha toukka
"	Sunspray ultra-fine (Ö)	"	2	100	Vanha toukka
Imai ym. 1995	M-pede (S)	"	0,06 % AI	82	Populaatio
	M-pede (S)	"	0,2 % AI	95	Populaatio
	M-pede (S)	"	0,6 % AI	95	Populaatio
Madanlar ym. 2000	Organica (N)	<i>A. pisum</i>	2	96	Nuori toukka
	NeemAzal (N)	"	0,5	100	Nuori toukka
	Organica (N)	"	2	92	Vanha toukka
	NeemAzal (N)	"	0,5	98	Vanha toukka
Fournier ja Brodeur 2000	BioNeem (N)	<i>M. euphorbiae</i>	0,0021	50	3. toukka
	Safer (S)	"	0,21	50	3. toukka
	BioNeem (N)	<i>N. ribisnigri</i>	0,0038	50	3. toukka
	Safer (S)	"	3,55	50	3. toukka

3.2. Haittavaikutukset biologisiin torjuntaeliöihin

Bentz ja Neal (1995) tutkivat saippuan, tupakkauutteen ja neem-valmisteen haittavaikutuksia jauhiaiskiilukaisiin (*E. formosa*). Suoraan kiilukaisen loisimaan ansarijauhiaistoukkaan ruiskutettu saippua oli testatuista valmisteista haitallisin. Jäämävaikutuskokeissa saippualla käsitellylle lehdelle kuoli eniten aikui

sia kiilukaisia. Tupakkauutteella ja neem-valmisteella käsitellyillä kasveilla loisintaprosentti ei poikennut kontrollista vuorokauden kuluttua käsittelystä, kun taas saippua vähensi loisintaa miltei puoleen verrattuna kontrolliin. Valintakokeessa kontrollin jälkeen eniten kiilukaisia oli neem-valmisteella käsitellyillä kasveilla (Bentz ja Neal 1995, Taulukko 10). Neem-valmisteiden Azatin (sis. 1 % atsadi-

raktiinia) ja neem-uute (sis. 3 % atsadiraktiinia) teho ansarijauhiaisiin on hyvä (Taulukko 5). Valmisteiden LD₅₀-arvo kiilukaisille on noin kymmenkertainen verrattuna ansarijauhiaisen LD₅₀-arvoon, eli kiilukaiset selviävät hengissä pienillä pitoisuuksilla, kun jauhiaiset jo kuolevat. Loisuista jauhiaisen koteloista kiilukaisia kuoriutui 75 -90 % huolimatta neem-käsittelyistä (Simmonds ym.

2002, Taulukko 10). Kasvihuoneessa tehdyssä kokeessa testattiin viikoittaisten Carbon Kick Booster-käsittelyiden (0,5 %) vaikutuksia loispistiäisen kuoriutumiseen kurkkukasvustoon levitetyiltä levityskorteilta. *E. eremicus*-loispistiäiset kuoriutuivat hyvin huolimatta öljykäsittelyistä, mutta jauhiaiskiilukaisten kuoriutuminen väheni merkittävästi toisesta käsittelykerrasta alkaen (Simula 2005).

Taulukko 10. Luonnonmukaisten valmisteiden vaikutus jauhiaiskiilukaisiin (*E. formosa*).

Lähde	Valmiste	Pitoisuus %	Kuolleisuus %	Kehitysvaihe	Lisätietoja
Bentz ja Neal 1995	<i>N. gossei</i> (T)	0,624	34	Toukka	Suora altistus
"		0,624	10	Aikuinen	3h
"		0,624	8	"	1,5h
"		0,624	7	"	1h
"	M-pede (S)	0,1	67	Aikuinen	1h
"		0,1	60	Toukka	Suora altistus
"		0,1	22	Aikuinen	1,5h
"		0,1	7	"	3h
"	Margosan-O (N)	2	28	Toukka	Suora altistus
"		2	14	Aikuinen	1h
"		2	0	"	1,5h
"		2	0	"	3h
Simmonds ym. 2002	Neem-uute (N)	0,05	24	Kotelo	
"	Azatin (N)	0,05	16	Kotelo	
"	Neem-uute (N)	>0,1	50	Aikuiset	Epäsuora
"	Azatin (N)	>0,1	50	Aikuiset	altistus

(N) = neemute, (S) = saippua, (T) = tupakkauute, (Ö) = öljy

Leppäpikkoihin kuuluva *Nephaspis oculatus* on jauhiaisten peto, jonka herkkyys öljylle, tupakkauutteelle ja saippualle on taulukossa 11. Kaikkien valmisteiden jäämävaikutus aikuisiin ruiskutuskäsittelyn jälkeen on erittäin vähäinen, eivätkä käsittelyt eroa kontrollista vuorokauden tai kahden kuluttua ruiskutuk-

sesta. Käsittelyistä munista kuoriutui normaalisti toukkia. Eniten nuoria ja vanhoja toukkia kuoli saippuakäsittelyn jälkeen, lisäksi öljy oli hieman haitallista vanhoille toukille. Koteloihin käsittelyillä ei ollut vaikutusta (Liu ja Stansly 1996, Taulukko 11).

Taulukko 11. Valmisteiden vaikutus *N. oculatus*-pedon kehitysvaiheisiin, tulokset kuolleisuusprosentteja.

Valmiste	Muna	Nuori toukka	Vanha toukka	Kotelo	Aikuiset
Sunspray ultra-fine 0,2 % (öljy)	30	13	27	11	3
<i>N. gosseii</i> 0,2 g AI / l (tupakkauute)	7	14	8	20	7
M-pede 0,5 % (saippua)	14	85	66	11	3

Biorationaalisten valmisteiden Azatin, Sunspray ja M-pede haittavaikutuksia testattiin leppäpölköihin kuuluville pedoille *Hippodamia convergens*, *Coleomegilla maculata*, *Harmenia axyridis* ja *Cryptolaemus montrouzieri*. Haitallisin aineista oli tässäkin tapauksessa M-pede-saippua, joka vaikutti jossain määrin

haitallisesti kaikkiin lajeihin. Taulukossa 12 on valmisteiden vaikutukset petoihin kolmen vuorokauden kuluttua käsittelystä. Toistojen välillä oli merkittäviä eroja, ja taulukkoon on valittu vain yhden toiston tulokset (Smith ja Krischik 2000).

Taulukko 12. Valmisteiden vaikutukset eri leppäpölkölajeihin.

Valmiste	<i>H. convergens</i>	<i>H. axyridis</i>	<i>C. montrouzieri</i>	<i>C. maculata</i>
Azatin 0,125 % (neem-uute)	4	4	1	9
Sunspray 2 % (öljy)	11	5	26	7
M-pede 2 % (saippua)	30	12	85	43

Laboratoriokokeessa saippua osoittautui haitallisemmaksi ansaripetopunkin aikuisille (*P. persimilis*) kuin vihannespunkeille. Petopunkin LD-arvot ovat reilusti alle puolet vihannespunkin arvoista. Saippuakäsittely ei vaikuttanut kuitenkaan petopunkin munien kuoriutumiseen, mutta vihannespunkin munien kuoriutuminen häiriintyi. Kasvihuoneessa yhdistelmänä saippuakäsittelyt ja petopunkkien levittäminen toimivat tehokkaammin kuin pelkkä petopunkkien levittäminen (Osborne ja Petitt 1985). Saippuakäsittely ei vaikuttanut petopunkin kuluttamaan vihannespunkin munamäärään eikä naaraiden munintaan kokees-

sa, jossa ei ollut vaihtoehtoista ravintoa saatavana (Petitt ja Karan 1991). Laboratoriokokeessa Carbon Kick Booster (2 %) vaikutti haitallisesti ansaripetopunkkeihin ja niiden lisääntymiseen. Ripsiäispetopunkkien (*Amblyseius cucumeris*) kuolleisuuden käsittelyt eivät vaikuttaneet, mutta lisääntyminen kuitenkin väheni. Viikoittaiset Booster-käsittelyt (0,5 %) kurkkukasvustossa eivät vaikuttaneet petopunkkien (*P. persimilis*, *A. cucumeris* ja *A. swirskii*) määrään merkittävästi. Käsittely kohdistettiin lehtien yläpinnalle, mikä todennäköisesti säästi petopunkkeja (Simula 2005).



Rikalan puutarhasäätö

Borisoffin Puutarhasäätö

Vihannespunkin torjunnassa ansaripetopunkin ja D-C-Tron plus -mineraaliöljyn (0,5 % kahden viikon välein) yhtäaikainen käyttö osoitautui tehokkaaksi torjuntamenetelmäksi kasvihuoneruusuilla. Koko kasvuston käsittelyn sijaan öljykäsittely kannattaa kohdistaa vain kasvuston yläosaan. Kokeessa torjuntateho ei eronnut kokonaan käsiteltyjen tai vain yläkasvustoon suunnattujen käsittelyjen välillä. Pelkän yläkasvuston käsittelyllä vähenee ruiskutukseen käytetty aika ja käytetyn öljyn määrä, mikä vähentää kulujen lisäksi haittavaikutuksia kasveille. Samalla taivutetussa osassa säilyy riittävästi ravintoa petopunkeille ja ne säilyvät varmemmin hengissä. Tutkimuksessa öljykäsittelyillä ei havaittu negatiivisia vaikutuksia petopunkkien määrään (Nicetic ym. 2001).

Biorationaalisten valmisteiden sopivuudesta integroituun torjuntaan on jokseenkin ristiriitaista tietoa. Laboratoriokokeissa valmisteet voivat olla todella haitallisia biologisille torjuntaeliöille, mutta käytännössä kasvihuoneissa torjuntaeliöt voivat menestyä hyvin, mistä on osoituksena mm. edellinen ansaripetopunkkiesimerkki ruusutarhoilta. Mineraaliöljy on mainittu haitalliseksi petopunkeille ja jauhiaiskiilukaisille (Topliff ym. 2006), mutta kasvihuonetuotannossa sitä voi käyttää ainakin petopunkkien kanssa (Nicetic ym. 2001). Ehkä merkittävin luonnonmukaisten valmisteiden hyöty on niiden fysikaalinen vaikutustapa ja lyhyt vaikutusaika kasvustossa, eli

kasvustoon voi levittää biologisia torjuntaeliöitä melko pian torjuntakäsittelyn jälkeen.

5. Valmisteiden fytotoksisuudesta ja öljyjen tehosta härmään

5.1. Valmisteiden haittavaikutukset kasveihin

5.1.1. Koristekasvit

Kolme kertaa viikon välein tehty Safer-saippuakäsittely ei vaikuttanut merkittävästi käsitellyistä huonekasveista vuoripalmuun, kissukseen, ihmepensaaseen, kirjovehkaan, loistoaraliaan ja reunustraakkipuuhun. Vahvimalla pitoisuudella 24,8 g AI / l käsitellyt muratti ja jättiliuska-aralia eivät kelvanneet enää myytäväksi. Tuloksista ilmeni myös, etteivät kontrollikäsittelyt vesi tai dienokloori olleet välttämättä laadultaan erinomaisia (Osborne 1984).

Ruukkukukilla Azatin 0,47 %, M-pede 2 % ja Sunspray 2 % eivät vaikuttaneet kasvien laatuun tai korkeuteen, käsittelyjä tehtiin viikoittain kuuden viikon ajan. Taimikasvatuskokeessa kahden öljykäsittelyn jälkeen petunian lehdissä oli havaittavissa lieviä vaurioita, mutta neljän käsittelyn jälkeen kokeen lopussa vaurioita ei enää näkynyt. Saippuakäsittelyillä oli lieviä vaikutuksia petunian kukkiin. Samettikukan ja ahkeraliisan taimiin neljän viikoittaisen käsittelyn sarjalla ei ollut vaikutusta. Kolmestatoista viherkasvista vain kol-

mella havaittiin kasvupisteessä vaurioita kuuden käsittelyn sarjan jälkeen; öljy vaikutti juorun kasvuun, Azatin posliinikukkaan ja juorukin lehdissä oli kaikkien käsittelyjen jälkeen vaurioita. Vioitus ei erottunut kasveista enää kahden viikon kuluttua käsittelyjen loputtua (Miller ja Uetz 1998).

Yksittäinen mineraaliöljykäsittely (1 %) ei aiheuttanut vaurioita joulutähdellä (Butler ym. 1993, Head ym. 2004). Toisessa joulutähdellä tehdyssä kokeessa käsittelyjä tehtiin yhdeksän viikon ajan viikoittain tai kahdesti viikossa Sunspray-öljyllä (2 %), M-pedellä (2 %) ja Azatiinilla (0,47 %). Kokeen ajan öljyllä ja saippualla käsiteltyjen kasvien ylimmissä ja alimmissa lehdissä oli polttovioitusta ja lehdet jopa putoilivat, mutta Azatiinilla ei ollut vastaavia ongelmia. Lajikkeella oli vaikutusta siihen, miten nopeasti vauriot alkoivat näkyä kasvustossa. Öljy- ja saippuakäsiteltyjen joulutähtien keskipituus ja laatu oli kaikilla lajikkeilla kontrollia alhaisempi, Azatinilla käsitellyt kasvit eivät eronneet kontrollista. Viikoittain tai kahdesti viikossa käsiteltyjen kasvien laatu ei eronnut merkittävästi toisistaan (Miller ja Uetz 1998). Kasvihuonekrysanteemilla ei havaittu fytotoksisuutta neljällä viikoittaisella Sunspray 6E Plus käsittelyllä, testattuja pitoisuuksia oli viisi välillä 0 – 4 % (Larew ja Locke 1990).

5.1.2. Vihannekset

Tomaatilla tehdyssä laboratoriokokeessa tutkittiin erilaisten kiinnite- ja öljykäsittelyiden vaikutusta lehtien kuntoon. M-pede (jopa 3 %), Sunspray-, puuvillansiemen- ja kasviöljy (0,5-1 %) eivät aiheuttaneet näkyviä vaurioita tomaatin lehdelle, mutta torjuivat tehokkaasti etelänjauhiaisia. Kiinnitteistä mm. Silwet L-77 tehoi myös hyvin jauhiaisiin, mutta käsittelyjen jälkeen lehdissä oli tummia laikkuja (Liu ja Stansly 2000). Yksiprosenttinen yksittäinen öljykäsittely ei aiheuttanut näkyviä oireita tomaatin lehdille pienimuotoisessa kasvihuonekokeessa. Lisähyötynä kokeessa havaittiin öljyn lisäävän *Steinernema feltiae*-sukkulamadon tehoa etelänjauhiaisen toukka- vaiheisiin (Head ym. 2003). Kasvihuonekokeissa M-pede, Natur'l-soijaöljy ja mineraaliöljy (1 %) eivät aiheuttaneet vioitusta tomaatin lehtiin (Butler ja Henneberry 1993).

Fytotoksisuutta tarkasteltiin myös saippuan (M-pede 0,5 -1 %), öljyn (Sunspray 0,5 -1 %) ja tupakkauutteen (0,05 - 0,5 %) osalta tomaatilla. Ainoastaan Sunspray-öljy aiheutti lehdissä vaurioita pitoisuudella 2 % (Liu ja Stansly 1995c). Sunspray-öljy (3 %) ja tupakkauute (> 0,2 %) aiheuttivat tomaatin nuorilla lehdillä epäsäännöllisiä laikkuja, reunojen tai koko lehden kuivumista. Alhaisemmilla pitoisuuksilla ja saippuakäsittelyillä ei havaittu lehtivioitusta (Liu ja Stansly 1995d). Kasvihuonekokeissa M-pede (2 %) ja Margosan-O

(0,67 %) eivät aiheuttaneet kahden käsittelyn jälkeen erityisen voimakkaita näkyviä vaurioita tomaatin lehdille. Kaksiprosenttiset Sunspray-öljy, rapsiöljy ja auringonkukkaöljy vaurioittivat noin 21-40 % lehdistä. Tutkimuksessa havaittiin valmisteiden olevan sitä haitallisempia kasveille, mitä tehokkaampia ne ovat ansarijauhiaisiin (Sclar ym. 1999).

Kurkun lehtien kasvu pysähtyi, lehdet kuivui-
vat eivätkä kukat auenneet, kun soijaöljyä Golden Pest Spray Oil (GPSO) ja Safer-saippuaa ruiskutettiin käyttösuosituspitoisuudella 2 %. Samat valmisteet eivät aiheuttaneet vaurioita 0,2 -0,3 % liuoksina. Bionatrol ei aiheuttanut suosituspitoisuudella 0,3 % vauri-

oita kukkiin eikä eri-ikäisiin lehtiin. Saippua- ja GPSO-käsittelyt vähentävät käyttösuosituspitoisuudella voimakkaasti lehtien yhteyttä-
mistä, mutta laimeampana käytettävän Bionatrolin vaikutukset ovat huomattavasti pie-
nemät (Lee ym. 2005, Taulukko 13). Yhdellä öljykäsittelyllä (1 %) ei ollut vaikutusta kurkun lehtiin (Head ym. 2004). Puuvillan-
siemenöljy 5 -10 % ei aiheuttanut lehtivauri-
oita munakoisolle, porkkanalle tai salaatile. Samoilla pitoisuuksilla koristekurpitsalla ja parsalla ilmeni lehtivioitusta. Vioituksen määrä vaihteli salaattilajikkeiden välillä ja öljypitoisuuden kasvaessa vauriot lisääntyivät (Butler ja Henneberry 1990).

Taulukko 13. Soijaöljyt ja saippua vähentävät kurkun lehtien yhteyttämistä (vähenee % CO₂ assimilaatiosta) (Lee ym. 2005).

Valmiste	1 %	2 %
Bionatrol (*0,2 ja **0,3 %) (öljy)	2-3*	4-6**
Safer (saippua)	50	85
Golden Pest Spray Oil (öljy)	35	65

5.2. Härmän (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) torjunta

Mineraaliöljy Atpolan EC tehosi ruusun härmään (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) paremmin kuin auringonkukka- tai rapsiöljy. Kasviöljyjen korkean linolihappopitoisuuden on havaittu korreloivan sienitautien torjuntatehon kanssa, ja tässäkin tapauksessa auringonkukkaöljyn linolihappopitoisuus on suu-

rempi ja teho parempi kuin rapsiöljyn. Kasviöljyt (> 1 %) ja Atpolan (0,25 -4 %) tehosi-
vat paremmin kuin kemiallinen valmiste Sap-
rol 190 EC. Kasvihuonekokeissa öljyt olivat pitoisuudella 2 % haitallisia ruusuille (lajike 'Madelon'), mutta peltoviljelyssä haittavaikutuksia ei havaittu testatuilla pitoisuuksilla (Wojdyła 2002). Sunspray-öljyn (1 %) ja ruokasoodan (0,063 M natriumbikarbonaatti) yhdistäminen lisäsi molempien valmisteiden

tehoa härmään useilla eri ruusulajikkeilla, mukaan lukien härmälle erittäin altis 'Samantha'. Kokeen aikana viikoittain ruiskutettu kemiallinen torjunta-aine propikonatsoli (Suomessa Tilt 250 EC) tehoi kohtalaisen huonosti härmään, ja merkittävä vaikutus näkyi vasta kahdeksan viikon kuluttua (Horst ym. 1992).

Ruusulla tehdyssä kasvihuonekokeessa havaittiin saippuan, neem- uutteen, risiini- ja mineraaliöljyn tehoavan hyvin tai kohtalaisesti härmään. Saippua- ja mineraaliöljykäsittelyllä havaittiin lehtien vioitusta muutamilla viljelmillä, käsittelyjen määrä vaihteli viljelmien välillä (Pasini ym. 1997). Jojobaöljykäsittelyt tehosivat hyvin härmään, mutta useampi käsittelykerta aiheutti lehtien ja terälehtien reunojen ruskettumista. Härmää havaittiin käsittelyjen jälkeen lehtien alapintojen käsittelemättömissä kohdissa, eli öljykäsittelyn härmätehoon vaikuttaa voimakkaasti ruiskutuksen peittävyys (Tjosvold ja Koike 2001). Norjalaisessa kokeessa ruusun härmää torjuttiin kolmella käsittelyllä viikoittain, valmistena mm. Carbon Kick Booster (0,5 %), NeemAzal (0,3 %) ja mineraaliöljy (Florina Proff, 0,7 %). Kymmenestä kasvusta tarkastettiin viisi lehteä, joista arvioitiin härmän peittävyysprosentti. Ruusulajikkeella 'Vino Rosso' valmistetut tehosivat kaikki yhtä hyvin; kontrollilehdillä härmää esiintyi noin 2-5 %, kaikkien käsittelyjen jälkeen härmän peittävyys oli alle 1 %. 'Trixx!'-lajikkeella härmää

ei esiintynyt riittävästi luotettavien tulosten saamiseksi. Jälkimmäisen lajikkeen lehvästö kärsi kuitenkin voimakkaasti käsittelyistä. Asteikolla 1-5 (1 = ei vaikutusta, 5 = suuri haittavaikutus) mineraaliöljykäsittelyn haittavaikutus oli 4 ja Boosterin 3 (Toppe ym. 2004).

5.3. Pohdintaa fytotoksisuudesta

Öljjien, saippuoiden ja kasviuutteiden mahdollinen fytotoksisuus herättää viljelijöiden keskuudessa runsaasti kysymyksiä. Koristekasvituotannossa on kasvin terve ulkonäkö erityisen tärkeää, eiväthän käsittelyistä johtuvat laikkuiset lehdet ole kenenkään salainen unelma. Toivottavaa on myös se, etteivät käsittelyt hidasta kasvin kasvua ja siten tuottoa. Edellä on selkeästi osoitettu luonnonmukaisien valmisteiden hyödyt tuhoojien ja tautien torjunnassa unohtamatta mahdollisia haittavaikutuksia kasveihin ja biologisiin torjunta-eliöihin. Erityisesti öljykäsittelyillä on merkittäviä hyötyjä torjuntavaikutuksen lisäksi; kasvihuoneruudulla öljykäsittely (0,5 % D-C-Tron plus) on edullinen tapa torjua mm. vihannespunkkeja, koska samalla saadaan härmä kuriin. Noin kahden viikon välein tehdyt käsittelyt (yhteensä 13) pitivät härmän niin hyvin kurissa, ettei muuta tautitorjuntaa tarvittu. Kemiallisessa punkkitorjunnassa jouduttiin torjumaan kemiallisesti myös tauteja, mistä syystä kemiallisen torjunnan kokonaiskulut olivat noin kaksinkertaiset verrattuna

torjuntaan öljyllä (Nicetic ym. 2001). Myös saippua, kasviöljy ja neem-uute tehoavat tuhoajien lisäksi härmään (Pasini ym. 1997).

Pohdinta luonnonmukaisten valmisteiden fyto toksisuudesta on paikallaan, muttei pidä unohtaa kaikkien muidenkin valmisteiden mahdollisia haittavaikutuksia kasveihin. Esimerkiksi maissilla tehdyssä tutkimuksessa useat eri kemialliset torjunta-aineet vaikuttivat negatiivisesti fotosynteesiin. Yksi valmisteista alensi fotosynteesiä jopa 19 % ja vaikutus kesti puolentoista kuukauden ajan (Godfrey ja Holtzer 1992). Toisaalta alfalfan ja soijan fysiologia ei muuttunut merkittävästi, kun kasveja käsiteltiin tunnetuimpiin torjunta-aineryhmiin kuuluvilla valmisteilla (Haile ym. 1999).

Sekä luonnonmukaisten että kemiallisten valmisteiden fyto toksisuus on riippuvainen mm. pitoisuudesta, annostuksesta, ympäristöoloista, vaikutusajasta, kasvilajista ja -lajikkeesta. Sadalla lajilla tehdyssä öljyjen haittavaikutustutkimuksessa havaittiin suuria lajienvälisiä eroja; osa lajeista ei kärsinyt lainkaan käsittelyistä, mutta esimerkiksi sianaiset eivät sietäneet lainkaan öljykäsittelyitä (Zheng ym. 2002). Valmistajan käyttösuosituspitoisuuksia noudattamalla ongelmia ei pitäisi tulla. Pitkään jatkuvat, toistuvat öljykäsittelyt voivat kuitenkin aiheuttaa vioitusta (Miller ja Uetz 1998), vaikka yksittäisil-

lä käsittelyillä vaikutuksia ei näkyisikään (Butler ym. 1993, Head ym. 2004).

Valmisteeseen lisätyt aineet voivat lisätä tai vähentää haittavaikutuksia. Kaksi erilaista soijaöljyä tehosivat vain hieman toisistaan poikkeavasti eri tuhoajiin, mutta niiden haitalliset vaikutukset kasveihin poikkesivat merkittävästi. Bionatrol-öljyä käytetään pitoisuudella 0,2 -0,3 %, eivätkä käsittelyt vaikuttaneet kurkun kasvuun. Golden Pest Spray-soijaöljyn käyttösuosituspitoisuus on 2 %, mikä alensi voimakkaasti kurkun lehtien kaasuaineenvaihduntaa. Bionatrolin hiukkaskoko on pienennetty sekä lisäaineiden että lämpökäsittelyn avulla huomattavasti pienemmäksi kuin Golden Pest Sprayn (Lee ym. 2005).

6. Kasvihuoneviljelijöiden kokemuksia öljyjen käytöstä

Carbon Kick Oy:n valmistamalla rypsiöljy-pohjaisella kiinnitteellä Carbon Kick® Booster (90 % rypsiöljyä, käyttöväkevyys 0,5-2 %) on havaittu olevan sivuvaikutuksia tuholaisiin. Eräällä ruusuviljelmällä (Puhelu 22.3.2006) Boosteria käytetään viikoittain vihannespunkin torjunnassa. Peruskäyttöpitoisuus on 0,5 %, ja pitoisuutta nostetaan kahteen prosenttiin ongelmakohdissa. Muuta vihannespunkkitorjuntaa ei ole tarvittu, mutta kesän koittaessa suunnitelmissa on jokin kemiallinen käsittely. Käsittely tehdään vain, jos

punkkeja esiintyy erityisen runsaasti öljykäsittelyistä huolimatta. Näin voidaan vähentää runsaan öljyn käytön aiheuttamaa kasvien öljyyntymistä ja mahdollista fytotoksisuutta. Kasvien öljyyntymisen ja kiillon takia Boosterin rakennetta on muokattu siten, ettei öljyyntymisestä pitäisi enää olla haittaa. Lajikkeet kestävät eri tavoin öljykäsittelyitä, herkkiä lajikkeita ovat mm. 'Corvette' ja 'Red Corvette'. Näillä ongelmia aiheuttaa erityisesti vahvempi pitoisuus (2 %). Tammikuun lopusta alkaen he ovat käyttäneet Boosterin lisänä Silwet Gold-kiinnitettä 10-20ml/100l vettä, mikä on vähentänyt myös jauhiaisongelmia. Rikityksen ja öljyn yhtäaikaista käytöllä on kasveissa havaittu haittavaikutuksia, joten sitä vältetään. Ruiskutuksen peittävyys on erityisen tärkeää. Lehtilannoituksen yhteydessä käytettynä torjuntatehoa ei ole havaittu, koska tällöin ruiskutus kohdistetaan vain lehden yläpinnalle. Punkit ja jauhiaiset pysyvät öljyllä kurissa, mutta ripsiäisiin öljyllä ei ole havaittu tehoa.

Toisella ruusuviljelmällä (Puhelu 23.3.2006) on käytetty viikoittain Boosteria vihannespunkin torjunnassa syyskuusta 2005 alkaen. Pitoisuudella 0,5 % punkit ovat pysyneet hyvin kurissa, eikä kemiallista torjuntaa ole tarvittu lisänä. Ripsiäisistäkin he pääsivät eroon, kun ruiskutus kohdistettiin huolellisesti joka puolelle kasvustoon, kasvualustaan ja jopa seinille. Ripsiäisen kotelovaiheen torjunnassa ruiskutuksen kohdistaminen myös seinustoille

on tärkeää. Tammikuun 2006 jälkeen he ovat lisänneet Boosteriin Silwet Goldia 0,05 %, jonka jälkeen myös ansarijauhiaisongelma hävisi. Heidän mukaansa 0,025 % Silwet Gold ei tehonnut riittävän hyvin jauhiaisiin käytettynä yhdessä öljyn kanssa. Syksyn 2005 jälkeen ei ole esiintynyt merkittävästi härmääkään. Auringon vioittavan vaikutuksen minimoimiseksi he ovat käyttäneet verhoja öljykäsittelyn jälkeen. Puoliprosenttinen öljykäsittely ei aiheuta haittavaikutuksia kasvustoon, mutta yksiprosenttinen liuos öljysi liikaa ruusujen lehtiä. Kesän koittaessa he joutunevat tekemään muutaman kemiallisen käsittelyn, koska öljykäsittelyt eivät ehkä riitä pitämään punkkipopulaatiota kurissa.

Boosteria on käytetty satunnaisesti vihannespunkkien torjunnassa kemiallisten torjunta-aineblokkien välissä eräällä ruusuviljelmällä (Sähköposti 30.3.2006). Käsittelyjä (Booster 0,5 % + Silwet Gold 0,025 %) on tehty korkeintaan kolme perättäin, koska useammilla koko kasvuston peittäville käsittelyillä on havaittu kasvuston öljyyntymistä. Jossain vaiheessa he havaitsivat myös alimpien lehtien oudon runsasta kellastumista, jopa tippumista. Heidän arvionsa mukaan lehtien kellastumiseen/tippumiseen on vaikuttanut kasvihuoneen olosuhteet yhdessä öljynkäsittelyjen kanssa. Tuote on hyvä väliaineena siirryttäessä torjunta-aineblokkista toiseen, se on pitänyt punkkimäärät alhaisena, mutta edellyttää viikoittaista käyttöä. Pienellä alalla kokeiltuna

myös härmä on pysynyt kurissa (Hiililannoite 20 % + Booster 0,25 %).

Kurkkuviljelmällä (Puhelu 24.3.2006) Boosteria on käytetty ainakin kahden vuoden ajan härmän ja ripsiäisten torjunnassa. Viikoittainen käsittelypitoisuus on 0,5 %, tarvittaessa käytetään voimakkaampaa pitoisuutta (1,5 %). Pahassa härmäsaastunnassa he ovat keilleet niinkin vahvaa pitoisuutta kuin 5 %, eikä edes sillä tullut lehtivioitusta. Lajikkeena heillä on tällä hetkellä 'Armada', joka on herkkä härmälle. Ripsiäisten torjunnassa oleellista on ruiskuttaa kasvusto hyvin joka puolelta. Kaksi vuotta sitten ripsiäisiä oli runsaasti, ja vasta vuoden 2005 syksyllä tilanne rauhoittui. Muita torjunta-ainekäsittelyjä ei ole tarvittu, vain tyhjat huoneet on puhdistettu kemiallisilla valmisteilla.

Toisella kurkkuviljelmällä (Puhelu 24.3.2006) Boosteria (0,5 %) on käytetty viikoittain yhdessä lehtilannoitteen Carbon Kick® Assimilator (20 %) kanssa kiinnitteenä. Koska lehtilannoiteruiskutus kohdistetaan vain lehtien yläpinnalle, ei erityisen selkeää torjuntavaikutusta ole havaittu. Viljelijän arvioiden mukaan vihannespunkkien liikkuvuus kuitenkin vähennee merkittävästi, ja ne pysyvät helposti torjuttavina pesäkkeinä. Assimilatorin pitoisuus on sen verran suuri, että ruiskutus lehtien molemmille puolille haittaa heidän mukaansa kurkun kasvua. Tällöin kurkun lehdet tukehtuvat, kasvu hyytyy ja lehti kupruilee. Ruisku-

tuksen kohdistuessa vain lehtien yläpinnalle kasvusto pysyy pidempään elinvoimaisena ja tuottaa runsaasti satoa. Viljelmällä käytetään biologista torjuntaa, mm. petopunkkeja *Amblyseius cucumeris*, *A. swirskii*, *Phytoseiulus persimilis* ja petoluteita *Orius* spp. Pedot toimivat hyvin huolimatta viikoittaisista ruiskutuksista, jopa paremmin, koska tuholaiset pysyvät käsittelyjen takia pesäkkeissä. Jauhiaisia tai kirvoja tarhalla ei ole ollut vähään aikaan.

Eräällä kurkkuviljelmällä Boosteria käytetään viikoittain lähinnä härmän torjunnassa pitoisuuksilla 0,5 -2 % (Puhelu 24.3.2006). Punkeista ja ripsiäisistä ei ole ollut haittaa, ja ansarijauhiaisen kanssa on pärjätty. Ruusuviljelmillään he käyttävät öljyä vain pahan härmäsaastunnan torjunnassa, koska kasvusto on käsittelyjen jälkeen liian öljyinen. Muu tuholaiсторjunta on ruusuilla kemiallista.

7. Loppupäätelmät

Biorationaalisten valmisteiden teho tuhoojiin vaihtelee riippuen mm. lajista ja kehitysvaiheesta. Edellä eri tuhoojille tehdyissä taulukoissa valmisteiden teho on jaoteltu kehitysvaiheittain. Näin taulukoista näkee selkeästi, mikä valmiste tehoaa parhaiten kyseisen tuhoajan tiettyyn kehitysvaiheeseen. Käytännössä taulukoiden avulla voi tehdä päätelmiä siitä, millä valmisteella tuhoajan tiettyä kehitysvaihetta kannattaa torjua.

Tuhoojille kehittyy myös uusimpiin kemiallisiin torjunta-aineisiin resistenttejä kantoja. Biorationaalisille valmisteille ei resistenssiä pitäisi kehittyä, mikäli torjuntamekanismi on fysikaalinen. Resistenssin kehittymisen myötä uusia kemiallisia valmisteita joudutaan tuottamaan jatkuvasti, vaikka niiden kehittäminen on pitkä ja kallis projekti. Biorationaalisten valmisteiden käyttö vuorotteluna kemiallisten torjunta-aineiden kanssa hidastaa resistenssin kehittymistä ja pidentää siten kalliiden kemikaalien käyttöikä.

Kosketusvaikutteisuuden takia ruiskutuspeittävyys muodostaa merkittävän osan biorationaalisten aineiden tehosta tuhoojiin. Fysikaalisen vaikutuksen lisäksi valmisteilla voi olla pitkäaikaisiakin karkottavia vaikutuksia. Kasviuoneen kuiva ilma voi vaikuttaa valmisteiden torjuntatehoon, koska kuivassa neste haihtuu nopeammin, eikä siten ehdi tukehduttaa kohdettaan. Valmisteet näyttävät tehoavan parhaiten ennaltaehkäisevinä torjunta-aineina, mahdollisuuksien mukaan ennakkotorjuntaa voi tehdä yhdessä biologisten torjuntaeliöiden kanssa. Todella suuria tuhoojapopulaatioita kannattaa torjua valikoivilla kemikaaleilla.

Biorationaalisten valmisteiden käytössä on tarkkailtava tehon lisäksi mahdollisia haittavaikutuksia kasveihin. Kokeile aina pienialai-

sesti valmisteen mahdollisia haittavaikutuksia kasvustoon ennen laajempaa käyttöönottoa. Kemiallisten ja biorationaalisten torjunta-aineiden perättäistä tai yhtäaikaista käyttöä ei ole juuri tutkittu, mutta ainakin yhdellä tarhalla epäiltiin (todellinen syy on siis epävarma) Euparenin ja öljyvalmisteen perättäisellä käytöllä olevan voimakkaita vioittavia vaikutuksia. Myös rikityksen ja öljyn yhtäaikainen käyttö voi vioittaa kasvustoa.

Valmisteiden torjuntatehoon liittyvää tietoa on runsaasti tarjolla. Siksi tutkimuksen suunnittaminen käytännön kokeisiin viljelmillä ja fytotoksisuuden tarkasteluun onkin jo aiheellista. Tähän asti kasviuonekokeissa on yleensä testattu vain yhtä valmistetta kerrallaan, vaikka käytännössä torjuntatehoon ja lehtivioitukseen vaikuttanee eri valmisteiden perättäinen käyttö ja seokset. Biorationaalisis- sa valmisteissa ei ole yhtä, tietyn tuhoojan kaikkiin kehitysvaiheisiin vaikuttavaa valmistetta. Vuorottelemalla eri aineita peräkkäin voidaan torjua useampia kehitysvaiheita samanaikaisesti, toistuvien käsittelyjen avulla saadaan tiettyyn kehitysvaiheeseen kehittyneet tuhoojat kuriin. Vuorottelulla voitaneen vähentää valmisteiden haittavaikutuksia kasveihin, koska silloin voidaan välttää saman aineen perättäisen käytön aiheuttama vioitusvaikutus.

8. Lähteet

- Agnello AM, Reissig WH, Harris T, 1994: Management of summer populations of European red mite (Acari: Tetranychidae) on apple with horticultural mineral oil. – *J. Econ. Entomol.*, 87(1): 148 - 161.
- Agnello AM, 2002: Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. – *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. Toim: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae DJ, Spooner-Hart RN, University of Western Sydney, 2 - 18.
- Allen WR, Tehrani B, Luft R, 1993: Effect of horticultural oil, insecticidal soap, and film-forming products on the western flower thrips and the tomato spotted wilt virus. – *Plant Dis.*, 77: 915 - 918.
- Anonyymi 2006a: Rasva-aineet. Osoitteessa: <http://www.uku.fi/laitokset/anaat/sob/rasvat.htm> 22.2.2006.
- Anonyymi 2006b: Safe effective control of whitefly pests; proven safety against natural enemies. Osoitteessa: http://www.cal-agri.com/Guides/Agri50E_Fact_Sheet.pdf. 7.3.2006.
- Bentz J-A, Neal JW, 1995: Effect of a natural insecticide from *Nicotiana glauca* on the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). – *J. Econ. Entomol.*, 88(6): 1611 - 1615.
- Berlinger MJ, Lebiush-Mordechi S, Dahan R, Taylor RAJ, 1996: A rapid method for screening insecticides in the laboratory. – *Pestic. Sci.*, 46: 345 - 353.
- Broadhurst MD, 1998: The influence of the molecular basis of resistance on insecticide discovery. – *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 353: 1723 - 1728.
- Buta JG, Lusby WR, Neal JW, Waters RM, Pittarelli GW, 1993: Sucrose esters from *Nicotiana glauca* active against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. – *Phytochemistry*, 32(4): 859 - 864.
- Butler GD Jr., Henneberry TJ, 1990: Cottonseed oil and safer insecticidal soap: effects on cotton and vegetable pests and phytotoxicity. – *Southwestern Entomologist*, 15(3): 257 - 264.
- Butler GD Jr., Henneberry TJ, Stansly PA, Schuster DJ, 1993: Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly: (Homoptera: Aleyrodidae). – *Florida Entomologist*, 76(1): 161 - 167.
- Feng R, Isman MB, 1995: Selection for resistance to azadirachtin in the green peach aphid, *Myzus persicae*. – *Experientia*, 51(8): 831 - 833.
- Fenigstein A, Eliyahu M, Gan-Mor S, Veierov D, 2001: Effects of five vegetable oils on the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*. – *Phytoparasitica*, 29(3): 197 - 206.
- Fournier V, Brodeur J, 2000: Dose-response susceptibility of pest aphids (Homoptera:Aphididae) and their control on hydroponically grown lettuce with the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*, azadirachtin, and insecticidal soap. – *Environ. Entomol.*, 29(3): 568 - 578.
- Godfrey LD, Holtzer TO, 1992: Effects of soil-incorporated insecticides and foliar-applied chemicals on corn gas exchange parameters. – *Crop Protection*, 11: 427 - 432.
- Haile FJ, Peterson RKD, Higley LG, 1999: Gas-exchange responses of alfalfa and soybean treated with insecticides. – *J. Econ. Entomol.*, 92(4): 954 - 959.
- Hanafi A, Bouharroud R, Murphy B, 2002: Evaluating a new non-toxic pesticide for integrated control of *Bemisia tabaci* in protected agriculture in Morocco. – *IOBC/wprs Bulletin*, 25(1): 89 - 92.
- Head J, Lawrence AJ, Walters KFA, 2004: Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against *Bemisia tabaci* in relation to plant species. – *J. Appl. Entomol.*, 128(8): 543 - 547.
- Hodgkinson MC, Johnson D, Smith G, 2002: Causes of phytotoxicity induced by petroleum-derived spray oil. – *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. Toim: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae DJ, Spooner-Hart RN, University of Western Sydney, 170 - 178.

- Horowitz AR, Kontsedalov S, Khasdan V, Ishaaya I, 2005: Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxyfen resistance. – *Arch. Ins. Biochem. And Phys.*, 58: 216 - 225.
- Horst RK, Kawamoto SO, Porter LL, 1992: Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. – *Plant Dis.*, 76: 247 - 251.
- Hoy MA, 1995: Multitactic resistance management: an approach that is long overdue? – *Fla. Entomol.*, 78 (3): 443 - 451.
- Imai T, Tsuchiya S, Morita K, Fujimori T, 1994: Surface tension-dependent surfactant toxicity on the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). – *Appl. Entomol. Zool.*, 29 (3): 389 - 393.
- Imai T, Tsuchiya S, Fujimori T, 1995a: Humidity effects on activity of insecticidal soap for the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). – *Appl. Entomol. Zool.*, 30 (1): 185 - 188.
- Imai T, Tsuchiya S, Fujimori T, 1995b: Aphicidal effects of Silwet L-77 organosilicone non-ionic surfactant. – *Appl. Entomol. Zool.*, 30 (2): 380 - 382.
- Imai T, Tsuchiya S, Fujimori T, 1996: Effect of water hardness on the activity of insecticidal soap for the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). – *Appl. Entomol. Zool.*, 32 (1): 245 - 246.
- Ishaaya I, Kontsedalov S, Horowitz AR, 2005: Biorational insecticides: mechanism and cross-resistance. – *Arch. Ins. Biochem. And Phys.*, 58: 192 - 199.
- Isman MB, Koul O, Luczynski A, Kaminski J, 1990: Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. – *J. Agric. Food Chem.*, 38: 1406 - 1411.
- Larew HG, Locke JC, 1990: Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. – *HortScience*, 25(11): 1406 - 1407.
- Lawson DS, Weires RW, 1991: Management of European red mite (Acari: Tetranychidae) and several aphid species on apple with petroleum oils and an insecticidal soap. – *J. Econ. Entomol.*, 84(5): 1550 - 1557.
- Lee K, Chung SJ, Kim HK, 2005: Effectiveness of Bionatrol on the control of two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae*), aphid (*Aphis gossypii*), and whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on greenhouse grown cucumber (*Cucumis* spp, KASA). – *J. Korean Soc. Hort. Sci.*, 46(4): 241 - 245.
- Liang G, Liu T-X, 2002: Repellency of a kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, Sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. – *J. Econ. Entomol.*, 95(2): 317 - 324.
- Lindquist RK, Casey ML, 1990: Evaluation of oils, soaps, and natural product derivatives for leaf miner, foxglove aphid, western flower thrips, and greenhouse whitefly. – *Ohio Florists' Association Bulletin*, 727: 3 - 5.
- Lindquist RK, Casey ML, 1991: Evaluation of conventional and biorational pesticides for sweetpotato and greenhouse whitefly control on poinsettia. – *Ohio Florists' Association Bulletin*, 741: 11 - 14.
- Liu T-X, Stansly PA, 1995a: Deposition and bioassay of insecticides applied by leaf dip and spray tower against *Bemisia argentifolii* nymphs (Homoptera: Aleyrodidae). – *Pest. Sci.*, 44: 317 - 322.
- Liu T-X, Stansly PA, 1995b: Oviposition by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato: effects of leaf factors and insecticide residues. – *J. Econ. Entomol.*, 88(4): 992 - 997.
- Liu T-X, Stansly PA, 1995c: Toxicity and repellency of some biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* on tomato leaves. – *Entomol. Exp. Appl.*, 74: 137 - 143.
- Liu T-X, Stansly PA, 1995d: Toxicity of biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato leaves. – *J. Econ. Entomol.*, 88(3): 564 - 568.

- Liu T-X, Stansly PA, 1996: Toxicological effects of selected insecticides on *Nephaspis oculatus* (Col., Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Hom., Aleyrodidae). – *J. Appl. Ent.*, 120: 369 - 373.
- Liu T-X, Stansly PA, 2000: Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards and tomato. – *Pest Manag. Sci.*, 56: 861 - 866.
- Lo PL, Bradley SJ, Murrell VC, 1999: Evaluation of organically-acceptable pesticides against the green peach aphid (*Myzus persicae*). – *Proc. 52nd N.Z. Plant Protection Conf.*, 85 - 79.
- Madanlar N, Yoldas Z, Durmusoglu E, 2000: Laboratory investigations on some natural pesticides for use against pests in vegetable greenhouses. – *IOBC wprs Bulletin*, 23(1): 281 - 288.
- Makundi RH, Kashenge S, 2002: Comparative efficacy of neem, *Azadirachta indica*, extract formulations and the synthetic acaricide, Amitraz (Mitac), against the two spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on tomatoes, *Lycopersicum esculentum*. – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 109 (1): 57 - 63.
- Miller F, Uetz S, 1998: Evaluating biorational pesticides for controlling arthropod pests and their phytotoxic effects on greenhouse crops. – *HortTechnology*, 8(2): 185 - 192.
- Neal JW Jr., Buta JG, Pittarelli GW, Lusby WR, Bentz J-A, 1994: Novel sucrose esters from *Nicotiana glauca*: Effective biorationals against selected horticultural insect pests. – *J. Econ. Entomol.*, 87(6): 1600 - 1607.
- Nicetic O, Watson DM, Beattie GAC, Meats A, 2001: Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. – *Exp. Appl. Acarology*, 25: 37 - 53.
- Osborne LS, 1984: Soap spray: an alternative to a conventional acaricide for controlling the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in greenhouses. – *J. Econ. Entomol.*, 77: 734 - 737.
- Osborne LS, Pettitt FL, 1985: Insecticidal soap and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis*, Acari: Phytoseiidae), used in management of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse grown foliage plants. – *J. Econ. Entomol.*, 78: 687 - 691.
- Pasini C, D'aquila F, Curir P, Gullino ML, 1997: Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. – *Crop Protection*, 16(3): 251 - 256.
- Pearsall IA, Hogue EJ, 2000: Use of azadirachtin as a larvicide or feeding deterrent for control of western flower thrips in orchard systems. – *Phytoparasitica*, 28(3): 219 - 228.
- Pettitt FL, Karan DJ, 1991: Influence of pesticide treatments on consumption of *Tetranychus urticae* [Acarina: Tetranychidae] eggs by *Phytoseiulus persimilis* [Acarina: Phytoseiidae]. – *Entomophaga*, 36(4): 539 - 545.
- Sams CE, Deyton DE 2002: Botanical and fish oils: history, chemistry, refining, formulation and current uses. – *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. Toim: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae DJ, Spooner-Hart RN, University of Western Sydney, 19 - 28.
- Sanguanpong U, Schmutterer H, 1992: Laborversuche über die Wirkungen von Niemöl und Niemsamenextrakten bei der gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 99 (6): 637 - 646.
- Schmutterer H, 1990: Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. – *Ann. Rev. Entomol.*, 35: 271 - 297.
- Sclar DC, Gerace D, Tupy A, Wilson K, Spriggs SA, Bishop RJ, Cranshaw WS, 1999: Effects of application of various reduced-risk pesticides to tomato, with notes on control of greenhouse whitefly. – *HortTechnology*, 9(2): 185 - 189.

- Sieburth PJ, Schroeder WJ, Mayer RT, 1998: Effects of oil and oil-surfactant combinations on silverleaf whitefly nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards. – *Florida Entomologist*, 81(3): 446 - 450.
- Siegler EH, Popenoe CH, 1925: The fatty acids as contact insecticides. – *J. Econ. Entomol.*, 18: 292 - 299.
- Silvennoinen L, 2003: Orgaanisen kemian perusteet. – Lääketieteellisen biokemian ja molekyylibiologian laitos, Oulun yliopisto, 134 s. Osoitteessa: <http://www.student oulu.fi/~timoruot/orgaaninen.pdf>. 23.2.2006.
- Simmonds MSJ, Manlove JD, Blaney WM, Khambay BPS, 2002: Effects of selected botanical insecticides on the behaviour and mortality of the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*. – *Entomol. Exp. Appl.*, 102: 39 - 47.
- Simula M, 2005: Carbon Kick Booster-kiinnitteen vaikutus vihannespunkkiin (*Tetranychus urticae*), kalifornianripsäiseen (*Frankliniella occidentalis*), ansariPETOPUNKKIIN (*Phytoseiulus persimilis*), ripsäisPETOPUNKKIIN (*Neoseiulus cucumeris*), *Amblyseius swirskii*-PETOPUNKKIIN, jauhiAISKIILUKAISEEN (*Encarsia formosa*) ja *Eretmocerus eremicus*-loispistiäiseen. – Tutkimus, Agropolis Oy. 22 s.
- Smith SF, Krischik VA, 2000: Effects of biorational pesticides on four coccinellid species (Coleoptera: Coccinellidae) having potential as biological control agents in interiorscapes. – *J. Econ. Entomol.*, 93(3): 732 - 736.
- Stansly PA, Liu TX, 1994: Activity of some biorational insecticides on silverleaf whitefly. – *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 107: 167 - 171.
- Taverner PD, Gunning RV, Kolesik P, Bailey PT, Inceoglu AB, Hammock B, Roush RT, 2001: Evidence for direct neural toxicity of a “light” oil on the peripheral nerves of lightbrown apple moth. – *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 69: 153 - 165.
- Taverner P, 2002: Drowning or just waving? A perspective on the ways petroleum-derived oils kill arthropod pests of plants. – *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. Toim: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae DJ, Spooner-Hart RN University of Western Sydney, 78 - 87.
- Tjosvold SA, Chaney WE, 2001: Evaluation of reduced risk and other biorational miticides on the control of spider mites (*Tetranychus urticae*). – *Acta Hort.*, 547: 93 - 96.
- Tjosvold SA, Koike St, 2001: Evaluation of reduced risk and other biorational fungicides on the control of powdery mildew on greenhouse roses. – *Acta Hort.*, 547: 59 - 67.
- Topliff LA, Pinkston KN, Broembsen SL von, Schnelle MA, Smolen MD, 2006: Using biocontrol agents in the commercial greenhouse. Osoitteessa: <http://mastergardener.okstate.edu/factsheets/f-6713.pdf>. 10.3.2006.
- Toppe B, Herrero M, Berland M, Gislerød HR, 2004: Utprøvnng av kjemiske og alternative midler mot mjøldogg i roser. – *Gartneryrket*, 10: 16 - 17.
- Zheng JH, Nicetic O, Beattie GAC, Watson DM, 2002: Phytotoxicity of an nC24 horticultural mineral oil to selected ornamentals. – *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. Toim: Beattie GAC, Watson DM, Stevens ML, Rae DJ, Spooner-Hart RN, University of Western Sydney, 203 - 230.
- Ware, GW, Whitacre, DM, 2004. Biorationals – 21st Century Pesticides. In, *The Pesticide Book*. 6th Edition. Meister Media. pp. 293-316. http://www.pesticidebook.com/pdfs/chapter24_pages293-295.pdf.
- Wojdyła AT, 2002: Oils activity in the control of rose powdery mildew. – *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 67(2): 368 - 376.