



Växtskyddsteknik för ekologisk frukt- och bärproduktion
- Skadedjursbekämpning med fysikaliskt verkande
bekämpningsmedel

*Pesticide application technology for organic fruit and berry
production – physically acting biopesticides*

Sven Axel Svensson
Johannes Albertsson
Christina Johansson

Agrosystem, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2011:30

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-81-8

Alnarp 2011



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

Växtskyddsteknik för ekologisk frukt- och bärödling - Skadedjursbekämpning med fysikaliskt verkande bekämpningsmedel

*Pesticide application technology for organic fruit and berry
production – physically acting biopesticides*

Sven Axel Svensson
Johannes Albertsson
Christina Johansson

Agrosystem, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2011:30

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-81-8

Alnarp 2011

INNEHÅLL

Förord.....	1
Sammanfattning	2
Summary	4
1. Inledning.....	7
Bakgrund	7
Syfte	9
2. Litteraturstudie	9
Olika alternativa växtskyddsmetoder	9
Appliceringsteknik för fysikaliskt verkande växtskyddsmedel.....	10
Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel	11
Mineraloljor.....	11
Vegetabiliska oljor.....	17
Såpor.....	20
3. Experiment, genomförda företrädesvis i laboratoriemiljö	23
Blandningserfarenheter	23
Bekämpning av trips med rapsolja	24
Bekämpning av vita flygare med oljor och växtextrakt i kassava.....	24
Undersökning av täckningsgradens inflytande på effekten.....	29
Bakgrund	29
Syfte	29
Material och metod.....	30
Resultat.....	34
Diskussion	35

4. Experiment, genomförda företrädesvis i fält.....	36
Bekämpning av hallonängar med olja i hallon.....	36
Bakgrund.....	36
Syfte.....	36
Material och metod.....	36
Resultat.....	37
Diskussion.....	37
Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster med olja i växthushallon.....	38
Bakgrund.....	38
Syfte.....	38
Material och metod.....	38
Resultat.....	41
Diskussion.....	41
Täcknings- och inträngningsförsök i hallon på fält.....	42
Bakgrund.....	42
Syfte.....	42
Material och metod.....	42
Resultat.....	45
Diskussion.....	47
Täcknings- och inträngningsförsök i jordgubbar.....	49
Bakgrund.....	49
Syfte.....	49
Material och metoder.....	49
Resultat.....	50
Diskussion.....	51
Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster med olja i äpple.....	52

Bakgrund	52
Syfte	52
Material och metod.....	52
Resultat.....	55
Diskussion	56
Vätskemängdens inverkan i fruktodling	57
Bakgrund	57
Syfte	57
Material och metod.....	57
Resultat.....	59
Diskussion	60
5. Påverkan på nyttofauna	60
Bakgrund	60
Syfte	60
Material och metoder	60
Resultat.....	60
Diskussion	61
6. Sammanfattande diskussion	62
Verkansmekanismer och växtskyddseffekt	62
Appliceringstekniska faktorer	64
Avskräckande effekter	67
Risk för bladskador	67
Nyttodjur	67
7. Slutsatser	68
8. Tack	69
9. Referenser.....	70

Skriftliga och nätbaserade källor	70
Personliga meddelanden.....	78

Omslagsbilderna visar äppleskott med fruktträdsspinnkvalster, persikbladlöss under bekämpning samt sprutning av hallon i växthus (foto: Johannes Albertsson).

FÖRORD

Denna rapport är en redovisning för ett anslag från SLU:s Ekoforsk-satsning. Rapporten utgör samtidigt en sammanfattande redovisning av en rad projekt, som alla har haft det övergripande syftet att öka kunskapen om appliceringsteknik för fysikaliskt verkande växtskyddsmedel, d v s medel som är extremt kontaktverkande. Av den anledningen krävs en mycket god inträngningsförmåga i beståndet och en mycket hög täckningsgrad av sprutvätskan. Dessa växtskyddsmedel är högaktuella för den ekologiska odlingen, men har också en stor potential i integrerat växtskydd.

En del av de tidigare projekten har redovisats separat, men denna rapport belyser samtliga de genomförda studierna och utnyttjar dem för att ge en sammanfattande diskussion. De tidigare projekten har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning (Trädgårdsfonden) och Jordbruksverket.

De experimentella delarna har främst genomförts av Anna-Mia Björkholm (numera Hushållningssällskapet i Kristianstads län), Johan Mickelåker (numera DataVäxt AB) och Johannes Albertsson (numera Område Växtförädling och bioteknik, SLU Alnarp). Elisabeth Kärnestam (Område Växtskyddsbiologi, SLU Alnarp) har svarat för analys i nyttodjursundersökningen. Miriam Frida Karlsson (Område Växtskyddsbiologi, SLU Alnarp) har bidragit med sitt examensarbete inom hortonomprogrammet och Rikard Jansson (Tönnersjö Plantskola, Eldsberga) har bidragit med sitt specialarbete om kvalster. Christina Johansson, tidigare anställd vid Område Jordbruk, SLU Alnarp (numera Firma Utredningar & Dokumentation, Arlöv) har bidragit med kompetens inom avsnitten om organisk och fysikalisk kemi och har dessutom gjort den slutlig redigering av rapporten.

Alnarp i september 2011

Sven Axel Svensson

Projektledare

Område Agrosystem

SLU Alnarp

Erik Steen Jensen

Områdeschef

Område Agrosystem

SLU Alnarp

SAMMANFATTNING

Växtskyddsmedel med fysikalisk verkan har ett reellt utrymme i ekologisk odling, när förebyggande insatser inte längre räcker till. I konventionell odling har de vidare möjlighet att komplettera de kemiska växtskyddsmedlen och är speciellt intressanta i en kraftigare satsning på integrerat växtskydd. De fysikaliskt verkande växtskyddsmedlen baseras ofta på ämnen som kan kategoriseras som livsmedel eller hushållskemikalier och förutsätts därför innebära mindre risker för arbetsmiljö, resthalter och omgivande miljö, något som inte alltid har studerats närmare.

Dessa växtskyddsmedel är till sin natur strikt kontaktverkande och kräver därför en synnerligen god avsättning av sprutvätskan för att den önskade biologiska effekten skall erhållas. Kunskapen om lämplig appliceringsteknik och mer allmänt möjligheterna till användning av dessa växtskyddsmedel mot skadegörare inom trädgårdsnäringen är begränsad.

Projektets syfte har varit att öka kunskapen om appliceringsteknik för och användning av fysikaliskt verkande växtskyddsmedel mot skadegörare inom frukt- och bärödling. Arbetet har främst skett genom olika former av tillämpad forskning.

Av de fysikaliskt verkande växtskyddsmedlen är mineraloljor de mest studerade och utvecklade. De är idag noggrant klassificerade angående kemisk renhet. Den tidigare uppfattningen om deras kvävande förmåga har kompletterats med ny forskning, som visat att verkansmekanismerna mot skadegörare är flera, inkluderande en kemisk påverkan på nervsystemet.

Man har förutsatt att även vegetabiliska oljor och såpor verkar på samma sätt, men det är fortfarande inte grundligt utrett. Tills vidare är hypotesen att de har kvävande och hudupplösande verkan, något som delvis har bekräftats i olika forskningsresultat. Såpor och vegetabiliska oljor innehåller, beroende på sitt växtursprung, olika sammansättning av fettsyror. Olika fettsyror anses vara olika effektiva, vilket skulle betyda att vissa växter är mer lämpliga som råvarukälla. Rapsolja, med ett högt innehåll av oljesyra, är en i detta sammanhang intressant produkt. Resistensreaktioner har helt uteblivit vid användning av fysikaliskt verkande medel, förmodligen eftersom flera olika mekanismer kombineras, däribland helt fysikaliska.

Fältförsök med oljor gav i många fall god effekt, under förutsättning att behandlingarna upprepades flera gånger under säsongen (exempel: rapsolja mot hallonängar), eller skedde med höga vätskemängder (rapsolja mot fruktträdsspinnkvalster i växthushallon), eller om mineralolja användes (mineralolja mot fruktträdsspinnkvalster i äpple). I laboratorieförsök erhöles 100 % verkan, om äpplegrenar med fruktträdsspinnkvalster doppades i sprutvätska med rapsolja, vilket understryker appliceringens betydelse, även om också nyare forskning visar att de fysikaliska förutsättningarna för inträngning i skadegöraren ändras.

Under alla omständigheter krävs en stor avsättning på skadegöraren för att få effekt. Laboratorieexperiment med helt exponerade persikbladlöss visade att en täckningsgrad på 90 % (mätt med vattenkänsligt papper) endast gav en dödlighet på ca 20 %. Om samma behandling omedelbart upprepades, kunde 70 % dödlighet uppnås. Det är synnerligen svårt att uppnå dessa avsättningsnivåer i grödor med fullt utvecklade bladverk. I de svårast belägna positionerna (bladundersida i centrum av bladverket) är det svårt att komma över 10 – 15 % täckningsgrad.

Nyttodjur påverkas rimligen på samma sätt som skadegörarna av fysikaliskt verkande växtskyddsmedel. Emellertid har vi inte kunnat se några allvarliga negativa effekter, vilket väl stämmer överens med andra forskningsresultat. En viktig del i en rimlig förklaring är att nyttodjuret och skadegörarna sällan är i samma utvecklingsstadium samtidigt.

För att få god effekt av de fysikaliskt verkande växtskyddsmedlen är det otroligt viktigt att välja rätt behandlingstillfälle; när skadegörarna är exponerade och befinner sig i ett känsligt stadium. I regel är förutsättningarna goda om behandlingen kan ske innan bladen slår ut. Våra goda resultat mot fruktträdsspinnkvalster erhöles tidigt på säsongen, med i stort sett nakna träd eller plantor, med kvalstrens ägg relativt väl exponerade.

Det finns dokumenterade risker för bladskador från oljor och såpor. Behandling före bladsättning är därför en fördel. I våra försök har vi inte i något fall sett tendenser till skador.

Det bör påpekas att sprutning med olja och såpa också har en avskräckande effekt både på äggläggning och på födointag. Denna faktor har inte undersökts i projektet.

Genom projektet kan konstateras att verkansmekanismerna för vegetabiliska oljor inte är klarlagd. Därför skulle fortsatt forskning av mer djupgående natur t ex kunna inriktas på rapsolja och hur den påverkar skadedjur i olika stadier. Mer praktiskt orienterade resultat har i detta projekt erhållits genom studier av täckningsgradens inflytande. Metodik finns utvecklad, som gör det möjligt att undersöka fler arter, stadier, koncentrationer och substanser.

Kunskapen om effekt i relation till förutsättningarna i praktisk odling bör öka och sammanställas på ett strukturerat sätt, t ex genom en serie självständiga arbeten ("examensarbeten"), baserade på fältdata om aktuella växtskyddssituationer, appliceringsteknik, doser och resultat.

Projektets viktigaste bidrag till kunskap om användningen av det vi kallar växtskyddsmedel med fysikalisk verkan kan sammanfattas i följande punkter:

- Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel ger i de flesta fall en effekt mot skadegörare. Rapsolja ger i många fall en god effekt, men mineralolja ger ännu bättre effekt
- Verkan från vegetabilisk olja och såpa är dåligt utredd, men domineras förmodligen av kvävning och upplösning av huden. Mineraloljans verkan innehåller därutöver även nervpåverkande, kemiska faktorer
- Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel har inte lett till resistenssymptom
- Nyttodjur påverkas i ringa grad, förmodligen då deras känsliga utvecklingsstadier inte uppträder samtidigt som skadegörarnas
- Det krävs modern, högklassig appliceringsutrustning och -teknik och ofta höga vätskemängder för att få effekt
- Att uppnå en god inträngning och hög avsättning i täta bladverk inom frukt- och bärområdet utan luftassisterad appliceringsutrustning är mycket svårt, för att inte säga omöjligt
- Det är mycket viktigt att göra behandlingen när skadegöraren är som känsligast och som mest exponerad.

SUMMARY

Pesticides with a physical mode of action, as opposed to those with a chemical action, have a real scope in organic production, when preventive means no longer are sufficient. Further on, they have opportunities to supplement the conventional chemical plant protection products and are especially interesting for future situations with priority on integrated pest management. The physically-acting pesticides are often based on substances, categorized as food or household chemicals and are therefore assumed to result in less risk to health and safety, residues and the surrounding environment. However, this has not always been studied in detail.

These pesticides are by nature strictly contact-acting and require a thorough spray liquid coverage to obtain the wanted biological effect. The knowledge of adequate application technology is limited, as well as, in general, the possibilities for the use of this kind of plant protection products against pests in horticulture.

The objectives of the project are, based on applied research, to produce knowledge of physically-acting pesticides and of suitable application technology for these, within fruit and berry production.

Mineral oils are the most studied and developed of the physically-acting substances. They are now carefully graded for chemical purity and use. The earlier understanding of their suffocating mode of action has been supplemented with new research, revealing that their modes of action against pests are several, including a chemical effect on the nerve system.

It was also assumed that vegetable oils and soaps have the same mode of action, but it is still not thoroughly investigated. So far, the hypothesis is that they are suffocating and have skin dissolving effects, partially confirmed in various research. Soaps and vegetable oils contain, depending on their plant origin, different composition of fatty acids. As different fatty acids are considered to be different efficient, this could indicate that some plants are more suitable as raw material sources. Canola oil, with a high content of oleic acid is an interesting product in this context. No resistance reactions are noted in the use of physically-acting agents, most probably because several different modes of action are combined, including some strictly physical.

Field trials with the oils resulted often in a good effect, on conditions that the treatment was repeated several times during the season (example: canola oil against the raspberry beetle in field raspberries), or made with high liquid volume rates (canola oil against the fruit tree red spider mite in greenhouse raspberries), or if mineral oil was used (mineral oil against the fruit tree red spider mite in apples). In laboratory trials full mortality was obtained if apple shoots, infected with eggs of the fruit tree red spider mite, were dipped in spray liquid with canola oil, underlining the importance of application, even though recent research shows that 'dipping' implies change of the physical conditions for the penetration of the organism.

In any case, a high deposition is needed to get the required effect. Laboratory experiments with fully exposed green peach aphids showed that coverage of 90 % (measured by using water sensitive paper) only gave a mortality rate of about 20 %. If the same treatment was repeated immediately, 70 % mortality could be reached. It is extremely difficult to achieve these coverage or deposition levels in crops with fully developed foliage. In the most difficult

located positions (leaf underside in the center of the canopy), it is difficult to reach above 10 – 15 % coverage.

Beneficial fauna is most probably affected by physically-acting pesticides through the same modes of actions as pests. However, we have not seen any serious adverse effects, which is well in line with other research. An important part of a reasonable explanation is that beneficial fauna and pests are rarely simultaneously in the same development stage.

To get a good effect of the physically acting pesticides, it is most important to choose the right treatment ‘spray window’, when pests are exposed to the spray and are at a sensitive stage. Generally, conditions are good if the treatment could be carried out before the leaves are put out. Our good results against the fruit tree red spider mites were obtained early in the season, with virtually naked trees or plants, with the mite eggs relatively well exposed.

There are documented risks of leaf damage from oils and soaps. Treatment before leaf bloom is therefore an advantage. In our experiments, we saw no tendencies of damage. It should be noted that spraying with oil and soap also has a deterrent effect on both oviposition and feeding. This factor has not been investigated in the project.

It can be stated that the modes of action for vegetable oils is not clear. Therefore, further research of a more basic nature could focus, for example, on canola oil and its impact on pests in different stages. The more practically oriented results of this project are obtained by studying the influence of coverage on efficiency. Methods were developed, which makes it possible to examine more species, stages, concentrations and substances.

Other important fields of knowledge, concerning the conditions in practical horticulture in relation to efficiency, could be studied through a series of student theses, based on collection of field data, such as the plant protection situation, application method, dosage and results.

The main contribution to the knowledge of the use of physically-acting pesticides could be summarized as follows:

- Physically-acting pesticides provide in most cases an effect against pests. Canola oil in many cases results in a good effect, but mineral oils are even better
- The effect of vegetable oils and soaps are poorly investigated, but probably dominated by anoxia and dissolving of the skin. The mineral oil modes of action also include nerve affecting chemical modes
- No resistance symptoms developed through use of physical acting pesticides
- Beneficial fauna is affected only to a limited extent, probably because their sensitive stages of development do not occur simultaneously as pests
- Modern, high-quality application equipment and technology is needed, and often in combination with high liquid rates
- It is very difficult, if not impossible, to achieve a good penetration and high deposition in dense horticultural canopies without air assisted spray equipment
- It is very important to make the treatment when the pest is most sensitive and most exposed.

1. INLEDNING

Bakgrund

Kunskap om medicinalväxter och stärkande mineraler utgör i många fall en gemensam kunskapsbakgrund till både de moderna kemiska bekämpningsmedlen och till de ”alternativa preparaten”. Det senare begreppet kan inrymma levande organismer, växtextrakt, mineraler, såpor eller oljor, som appliceras idag i odlingar för att bekämpa skadeinsekter och sjukdomar (Casida & Quistad, 1998).

I t ex amerikansk litteratur har dessa ämnen fått ett sammanfattat begrepp: ’biopesticides’ och definieras som ”antingen mikroorganismer i sig eller produkter som har sitt ursprung i mikroorganismer, växter eller andra organismer av biologisk natur”. Det hade varit praktiskt att även ha en motsvarande definition på svenska, som tog sikte på ursprunget i stället för ett inte alltid klarlagt verkningssätt (Hall & Menn, 1999).

Dessa växtskyddsmedel har en reell potential att komplettera de konventionella kemiska bekämpningsmedlen. Det finns flera anledningar till detta. Integrerat växtskydd kommer att bli en obligatorisk grundpelare i växtskydd från 2014 inom hela EU (Europeiska unionen, 2009). Integrerat växtskydd är ett stort och mångfacetterat fält, men en viktig punkt är behovet av kunskap om det förebyggande växtskyddet, prognoser och val av korrekt bekämpningsåtgärd. I riktlinjerna formuleras också att eventuell bekämpning skall i första hand ske med biologiska eller fysiska metoder (Europeiska unionen, 2009).

En annan anledning är att allt fler odlare är intresserade av att använda biologisk bekämpning, dels för den yttre miljön, dels för den egna arbetsmiljöns skull. Miljöfrågorna får överhuvudtaget ökad betydelse, samtidigt som ekologisk odling ökar inom olika produktionsgrenar. Svensk kommersiell produktion av ekologisk frukt har under projektets löptid ökat, men omfattningen är ändå begränsad, jämfört med den konventionella (SCB, 2010). Ökningen av produktionen beror rimligen på en noterad ökning av efterfrågan och olika kampanjer om start av ekologisk frukt- och bärproduktion. Idag importeras ekologisk frukt från framför allt Italien, men även från Holland, Argentina och Sydafrika (Jakobsson M., pers. medd., 2008). Importen av ekologiska frysta bär och bär för färskkonsumtion ökar, men från en mycket låg nivå.

I trädgårdsodling utgör skadeinsekter i många fall ett hot mot produktionen. Bland viktiga skadegörare i frukt- och bärproduktion kan nämnas olika vecklare, rönnbärsmal, bladlöss, spinnkvalster, trips, ängrar, bladloppor, etc. Speciellt bekymmer är det i de fleråriga kulturerna inom frukt- och bärproduktionen. Här saknar man växtföljdens goda inverkan, varför populationer av skadedjur kan byggas upp från år till år. Å andra sidan ges det tid och möjlighet att successivt bygga upp populationer av nyttodjur.

Grundläggande för både integrerad produktion och ekologisk produktion är att växtskyddet i första hand utgörs av olika förebyggande åtgärder som hygien, växtföljd, sortval, gynnande av predatorer, etc. Trots dessa åtgärder sker angrepp, som måste bekämpas på något sätt för att rädda kvalitet och avkastning. I konventionell och IP-odling används insekticider som hittills givit en tillfredställande kontroll av de flesta skadedjur. Det finns naturligtvis delade meningar om prognoserna för kemiska bekämpningsmedel, men en dominerande uppfattning är att riskerna vid användning av kemiska bekämpningsmedel måste minska, om de skall ha någon framtid i skadedjursproblematiken. Ett av de viktigaste argumenten mot kemiska

bekämpningsmedel är fynden av preparatrester i mark, vatten och livsmedel, trots alla de många olika insatser och informationsprogram som genomförts (Franzén, 2007; Pirzadeh, 2011; Kreuger *et al.*, 2009). Detta faktum är också det absolut viktigaste argumentet för EU:s Temastrategi, som kommer att införas i hela EU 2014. I bakgrundsmaterialet formuleras aspekten enligt:

”Trots gällande regelverk kan fortfarande oönskade mängder av vissa bekämpningsmedel finnas i miljön (särskilt i mark, luft och vatten), och resthalter som överskrider lagstadgade gränsvärden kan fortfarande påvisas i jordbruksprodukter. Nya vetenskapliga resultat – exempelvis förmågan hos vissa kemikalier, däribland bekämpningsmedel, att störa hormonsystemens funktion även vid låga halter – understryker de möjliga risker för människor och miljö som är förknippade med användningen av dessa ämnen. (Europeiska Unionen, 2006)”

På senare tid har även publicerats skrifter med titlar som ”Jordgubbar och bekämpningsmedel, matens värstingar” (Naturskyddsföreningen, 2007). Dessa skrifter skapar opinion mot kemiska bekämpningsmedel, även om bilden inte alltid är så svartvit som man kan tro vid en första anblick.

De kemiska bekämpningsmedlen som är godkända att användas för frukt- och bärproduktion blir också allt färre. En insekticid som har haft ett viktigt användningsområde i bland annat äpple- och hallonodlingar, Gusathion, får sedan hösten 2008 inte längre användas (Kemikalieinspektionen, 2010). Ett flertal av de nu godkända medlen, framförallt pyretroider, är dessutom rödlistade i IP-odling, vilket gör att odlarna idag har ett begränsat urval av kemiska bekämpningsmedel (Jordbruksverket, 2010a). Detta leder till resistensproblem, vilket gör de tillgängliga medlen mindre effektiva på längre sikt (Casida & Quistad, 1998).

I EU pågår för närvarande ett arbete med ett nytt gemensamt regelverk för växtskyddsmedel. Enligt det senaste förslaget kommer vissa ämnen helt att förbjudas (stupstockskriteriet), medan andra ska försvinna om det finns alternativ (substitutionskriteriet). Ämnen som är cancerframkallande, mutagena, reproduktionstoxiska eller hormonstörande kommer att falla under stupstockskriteriet. Även persistenta organiska föroreningar, persistenta, bioackumulerande och toxiska ämnen och mycket persistenta och mycket bioackumulerande ämnen kommer att hamna under detta kriterium (Kemikalieinspektionen, 2008; Svenskt Växtskydd, 2008). Enligt en preliminär bedömning från Kemikalieinspektionen kommer, om det nuvarande förslaget går igenom, 23 av de 271 verksamma ämnena som ingår i Sveriges bedömning av växtskyddsmedel att omfattas av stupstockskriteriet och tas bort från marknaden på grund av sina särskilt farliga egenskaper (Kemikalieinspektionen, 2008).

I detta sammanhang kan också refereras till Svenskt Växtskydds remissvar av det svenska handlingsprogrammet. Där vänder man sig kraftigt mot att vissa ämnen grupperas som lågriskmedel utan djupare riskbedömning. Man menar, helt logiskt, att en saklig riskbedömning i användningssituationen skall göras för samtliga produkter som marknadsförs i växtskydssyfte.

Med mer kunskap om de ”fysikaliskt verkande” växtskyddsmedlen ökar möjligheten att få dem integrerade i växtskyddet, att förstå verkan och appliceringsmetoder och att slutligen ha möjlighet att bedöma riskerna med användningen.

En sammanfattning av det ovan sagda betyder att det inte erbjuds någon enkel och självklar väg att ersätta de kemiska växtskyddsmedlen. Det görs många ansträngningar att övervinna problemen. Det moderna växtskyddet bygger på kunskap i mycket högre grad än tidigare och handlar i stället mer och mer om att kombinera en rad olika metoder, där både insatsens tidpunkt och val av aktion baseras på kunskap om skadegöraren och insatsens funktion. Detta blir ytterligare understruket genom att det nya EU-direktivet så tydligt flyttar tyngdpunkten till integrerat växtskydd.

Syfte

Projektets syfte har varit att, baserat på tillämpad forskning, producera kunskap om fysikaliskt verkande växtskyddsmedel och lämplig appliceringsteknik för dessa. Projektet skall också undersöka verkan av dessa växtskyddsmedel mot nyttofaunan. Projektet skall utnyttja kontakter med spruttillverkare under projektets genomförande. Slutligen har projektet avgränsats till att gälla växtskyddsmedlen olja och såpa samt växtslagen jordgubbar, hallon och äpple.

2. LITTERATURSTUDIE

Olika alternativa växtskyddsmetoder

Tänkbara alternativ till kemiska bekämpningsmedel är: förvirring med feromoner, biologiska bekämpningsmedel (bl a levande organismer som nematoder, svampsporer, o s v), oljor, såpor, växtstärkande medel, förebyggande åtgärder, prognos- och varningssystem, etc. Dessa metoder kan användas ensamt eller i kombination med varandra. I vissa fall kan de också användas i kombination med kemiska växtskyddsmedel.

De som normalt benämns fysikaliskt verkande växtskyddsmedel består av mineraloljor, vegetabiliska oljor och olika typer av såpor. De ursprungliga uppfattningarna om verkansmekanismer är att oljorna kväver skadedjuren, medan såpan löser upp huden. Det har kommit invändningar mot dessa förklaringar och nya erfarenheter och alternativa synsätt redovisas längre fram i rapporten. Mineraloljor är de som undersökts mest och som också har använts i odling längst. Även de vegetabiliska oljorna används idag, men är inte tillnärmelsevis så noga studerade som mineraloljorna. Såpor är slutligen ett tredje alternativ. Närmare redovisning av dessa tre ämnesgrupper finns senare i rapporten.

Biologiskt växtskydd används inom svensk konventionell och ekologisk trädgårdsodling. I växthusodling bekämpas bland annat skadedjur med olika former av rovdjur eller parasitsteklar. Dessa är för det mesta specialiserade och bekämpar ofta bara en eller ett fåtal skadegörare (t ex Jordbruksverket 2011b; 2011c). Även olika typer av insektspatogena svampar och bakterier används för att bekämpa skadedjur. Biologisk bekämpning av svampsjukdomar görs med olika mikroorganismer, som bland annat konkurrerar om näringen, producerar antimikrobiella substanser eller inducerar resistens i värdväxten (Hjeljord & Tronsmo, 1998; Zhang *et al.*, 1996). I ett projekt vid Område Agrosystem, SLU Alnarp, har en undersökning gjorts om sporer från den insektspatogena svampen *Beauveria bassiana* (produktnamn Botanigard) kan spridas i växthuskulturer med hjälp av kalldimning. Resultatet visar att preparatet överlever den omilda behandlingen i maskinen, att växtskyddseffekten är acceptabel, men att det syns mycket stora skillnader i avsättning mellan uppåtriktade och nedåtriktade ytor (Anders TS Nilsson, pers medd, 2011).

Biologiska preparat levereras oftast i en formulering som ska spädas med vatten och sedan sprutappliceras på olika sätt. En mycket viktig aspekt för levande organismer är dess vitalitet, hur de klarar lagring och hur appliceringstekniken påverkar deras överlevnad. Vitaliteten hos det ovan nämnda preparatet Botanigard har undersökts i projekt vid Område Agrosystem, SLU Alnarp,. Det visade sig dessvärre att det påträffades leveranser med låg vitalitet (20 % av utlovad). Dessutom finns det en oklarhet vad gäller olika laboratoriers möjlighet att mäta vitaliteten på ett korrekt sätt (Nilsson *et al.*, 2010; 2011). När det gäller appliceringsteknik för levande organismer är det endast ett fåtal undersökningar gjorda, jämfört med appliceringsteknikens inverkan vid kemisk bekämpning (Fife *et al.*, 2004; Laczynski *et al.*, 2004; Eriksson, 2001; Hayes *et al.*, 1999).

I inledningen nämndes medicinalväxter och mineraler. Växtextrakt är sedan länge en intressant råvara till växtskyddsmedel, t ex vitlöksolja, pyrethrum, neem, kvassiabark, etc (Isman, 2000; 2008; Rosell *et al.*, 2008; Scott *et al.*, 2003). Vissa har en dokumenterad effekt mot skadegörare och är inregistrerade växtskyddsmedel (Kemikalieinspektionen, 2009; Karlsson, 2005). Andra preparat påstås ha effekt mot en hel rad olika skadegörare. De är sällan grundligt och vetenskapligt undersökta, varför både deras växtskyddseffekt och giftighet för nyttofauna och människor är oklar. Mängden växtextrakt och kvaliteten hos extraktet som kan utvinnas varierar mellan olika år. Det gör det svårare att vetenskapligt dokumentera dessa ämnen, än syntetiskt framställda substanser. Försäljningen av växtextrakt är begränsad och det är ytterligare ett skäl till att intresset är lågt för att ta fram den dokumentation som krävs för att kunna ansöka om godkännande (Mårtensson, pers. medd. 2008). Det finns intressanta exempel utomlands. I Tyskland och Schweiz har de ekologiska fruktodlarnas organisationer fått tillstånd en kommersiell och registrerad produktion av kvassia, med tillhörande kvalitetskontroll, vad gäller innehåll av aktiv substans, m.m. I Sverige är kvassiapreparat ej registrerat, varför man måste bereda produkten själv med en osäkerhet om kvalitet (Jordbruksverket, 2005; Jordbruksverket, 2011c). Vidare har svavel, koppar (ej registrerat som växtskyddsmedel i Sverige), salter, bikarbonat och andra mineraler eller kemikalier en lång tradition som växtskyddsmedel inom trädgårdsbranschen (Marko *et al.*, 2008; Cooper & Williams, 2004; McGrath & Shishkoff, 1999)

Appliceringsteknik för fysikaliskt verkande växtskyddsmedel

Gemensamt för många av de nämnda alternativen till konventionella kemiska växtskyddsmedlen är deras extrema kontaktverkande effekt. Varken biologiska växtskyddsmedel, växtextrakt eller fysikaliskt verkande har någon systemisk verkan. Det krävs således en mycket god täckning för att få effekt. Samtidigt kan tilläggas att för både kontaktverkande och systemiskt verkande kemiska växtskyddsmedel, får man en bättre effekt med en bra täckning och fördelning i bladverket, något som kan utnyttjas för att minska doserna.

För fysikaliskt verkande växtskyddsmedel finns dålig dokumentation över vilken avsättningskvalitet som krävs för ett gott och säkert resultat. I rådgivning och i de kommersiella produkternas sprutanvisningar står att man skall spruta till ”dropp-punkten”, ”till avrinning” eller ”tillse att täckningen blir god”. Detta är oprecisa tillstånd som är svåra att beskriva och som inte ryms i de konventionella spruttekniska anvisningarna, där sprutdusgens kvalitet (droppstorlek - spridartyp), vätskemängder, tillsatsmedel och andra tydliga anvisningar anges. Det är också uppenbart att de föreslagna sprutmetoderna medför att risken för onödigt stora mängder och därmed förluster ökar. Stora vätskemängder innebär i de flesta fall en ökad arbetskostnad.

I många forskningsrapporter används sprutning till avrinning, något som försvårar bedömningen av appliceringens inverkan.

Det framgår av ovanstående, vilket också är bekräftat i litteraturen, att kvaliteten på avsättningen är en av de springande punkterna när fysikaliskt verkande växtskyddsmedel användes (Steinke & Giles, 1995). Avsättningen blir helt avgörande i alla sammanhang där kontaktverkande preparat användes i kombination med att skadegöraren sitter stilla eller gömmer sig under foderblad och i håligheter. Resultatet blir inte bättre med högre dos, utan oftast försöker man lösa bristerna med större vätskemängd, vilket ökar sannolikheten för att droppar till slut når fram. Detta gäller även för kontaktverkande kemiska bekämpningsmedel. Ett exempel är kontaktverkande preparat som skall hamna i jordgubbsblomman. För att få säker effekt måste man med traditionell lantbruksspruta tredubbla vätskemängden, jämfört med normala vätskemängder för fältgrödor. God inträngning och väl fördelad avsättning är metoder för att undvika de stora vätskemängderna som annars leder till avrinning och förluster.

Kvaliteten på avsättningen kan uttryckas i termer av total avsättningsmängd, täckningsgrad och fördelning i bladverket. Kvaliteten påverkas genom att man arbetar med ett antal tekniska faktorer som vätskemängd, droppstorleksfördelning, luftströmmens eller droppduschens energi och körhastighet (= verkanstid).

I frukt- och bärsammanhang är bladverken ofta täta och stora. Detta ställer extra höga krav på appliceringsmetoden. De tekniska svårigheterna ligger i att få sprutvätskans droppar att penetrera bladverket och fördela sig jämnt både i bladverket och på de enskilda bladen eller knopparna. Erfarenheter från tidigare forskning, både vid SLU och internationellt, visar att applicering in i jordgubbsplantor i detta avseende innebär en utmaning, men också att inträngningen kan förbättras med en förnuftig riktning av luftströmmar eller användning av ”förbom” (Elisson & Svensson, 1987; Nordmark *et al.*, 1993; Kappel, 2011; Bjugstad & Sonstebj, 2004; Vandermerch *et al.*, 2000).

Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel

Mineraloljor

Petroleumbaserade mineraloljor har sitt ursprung i fossilt material och består av en blandning av kolväten. Dessa kan förenklat delas in i paraffiner (raka), isoparaffiner (grenade), naftener (ringstruktur) och aromatiska (ringstruktur). Det som påverkar kolvätenas egenskaper är kolkedjornas längd och molekylvikt, struktur och graden av omättnad d v s antal dubbelbindningar.

Mineraloljorna har dominerat användningen sedan långt tillbaka. Under början av 1900-talet användes mineraloljor allmänt i fruktodling, främst i USA. På den tiden gav de orenade oljorna allvarliga bladskador och man begränsade sig därför mestadels till att använda metoden till vintersprutning mot skadegörarnas ägg, s k dormant spraying.

Oljorna utvecklades efterhand genom framstegen inom kolvätekemi och reningsteknik. Omfattande forskning ledde till kunskapen att det huvudsakligen var aromater och omättade kolväten som orsakade växtskadorna, medan kolvätenas struktur och molekylvikt spelade roll för effekten mot skadegörarna (Agnello, 2002).

Dagens mineraloljor är oljor, speciellt framtagna för bekämpningsändamål, såsom högraffinerade oljor. De är därigenom mer enhetliga till sin sammansättning för att ha de önskade egenskaperna, alternativt erhålla de önskade växtskyddseffekterna. Den kemiska renheten och sammansättningen definieras mycket noggrant. De används som växtskyddsmedel regelmässigt, inte bara i ekologisk odling. De stora föregångsländerna är Australien, Sydafrika och USA. Växtskyddseffekten är hög, samtidigt som man aldrig har kunnat spåra någon resistensbildning (se till exempel Beattie *et al.*, 2002).

Klassificeringssystem

I Kuhlman & Jacques (2002) finns ett förslag till klassificeringssystem för mineraloljor för bekämpningsändamål. Detta är ett system i tre nivåer för att fastställa kriterier för oljor med stigande renhet, Mineral Oils (MO), Agricultural Mineral Oils (AMO) och Horticultural Mineral Oils (HMO).

Lägsta nivå, Mineral Oils (MO)

För att definiera en miniminivå på kraven finns det redan minimikriterier för 'Mineral Oils' satta av the US Food and Drug Administration (USFDA). Genom att ställa krav på ursprung, så att produkten kan uppfylla kriterierna för '*virgin petroleum distillate*', förhindrar man att spillolja och annan återvunnen olja används eller blandas in. Endast jungfruliga destillat är alltså tillåtna. Genom att definiera lägsta kokpunkten till 232 °C och färg, utesluter man vissa aromater och andra föroreningar. Enbart kravet på lägsta kokpunkt utesluter lättare oljor med fytotoxisk verkan. Genom att ställa krav på UV-absorbansen minskar man oljans innehåll av kända och misstänkt cancerogena aromater.

Förslag till standard för Mineral Oils:

- Källa: Virgin petroleum distillate
- Lägsta kokpunkten: 232 °C
- Färg (ASTM D 1500): $\geq 5,5$
- UV-absorbans: uppfyllt enligt USFDA 21CFR178.3620

Mellannivå, Agricultural Mineral Oils (AMO)

För att öka effektiviteten hos mineraloljor som pesticid eller tillsats i bekämpningsmedel och även minska riskerna för fytotoxiska skador, krävs snävare definitioner av molekylernas storlek och form. I ett andra steg finns kriterier för att sälla fram en olja med ytterligare renhet, såsom 'Agricultural Mineral Oils' (AMO). Oljor som klassificeras som AMO är lämpliga att användas för växande grödor som tål ett bredare spektrum av oljor. Användningsområdet blir grödor som inte används färskt som livsmedel, till exempel spannmål, oljeväxter, etc.

För att säkra renheten ställs krav på att oljan ska komma från och uppfylla kraven för MO. Man har kunnat visa att paraffiner och isoparaffiner (raka och grenade kolvätekedjor) har en bättre effekt vid bekämpning än naftener (ringstrukturer), varför det ställs krav på att paraffin-innehållet skall vara minst 60 %. Vidare inför man ett renhetskrav genom att UR skall vara minst 92 % (UR = *unsulfonated residues*, dvs den andel av oljan som inte reagerar med svavelsyra vid UR-bestämningen).

Förslag till standard för AMO:

- Kraven för Mineral Oils ska vara uppfyllda
- Källa: råolja med högt paraffininnehåll, vätebehandlade/hydrokrackade basolja
- Paraffininnehåll: minst 60 %
- UR: minst 92 % (källa: <http://www.astm.org/Standards/D483.htm>)

Högsta nivån, Horticultural Mineral Oils (HMO)

I ett tredje steg anges kriterier för att erhålla en olja med ytterligare renhet, så att den kan användas för bekämpning i färskvarugrödor, 'Horticultural Mineral Oils' (HMO). För att säkra renheten ställs krav på att oljan ska komma från och uppfylla kraven för både MO och AMO. Förutom dessa kriterier införs Median nCy, som är ett mått på medelvärdet av kolvätenas längd i blandningen, och nCy-range, som är spridningen kring detta medelvärde. Kraven är att Median nCy skall vara definierat till 21, 23 eller 25 samt att nCy-range skall ligga mellan 5 och 6, d v s första gruppen kolväten ska ha ett medelvärde på antal kolatomer mellan 18 och 24. Ju snävare nCy-range, desto mer lika är kolvätena och desto renare är blandningen. Dessa oljor kan kallas renade paraffinolja.

Förslag till standard för HMO:

- Kraven för Mineral Oils ska vara uppfyllda
- Kraven för Agricultural Mineral Oils ska vara uppfyllda
- Median nCy: 21, 23, 25
- nCy – range: 5 - 6

Mineraloljans verkansmekanismer

Den ursprungliga användningen av mineralolja som bekämpningsmedel handlade om att spruta mer eller mindre renad råolja, mot några få skadegörare, främst i form av vinterbesprutning av fruktträd. Under de senaste 50 – 75 åren har kvalitet och ingående komponenter radikalt förändrats. Utvecklingen, stödd av nya kemisk-tekniska landvinningar, har till stor del handlat om att eliminera de komponenter hos mineraloljan som gav skador på växterna. Därigenom blev man inte längre begränsad till vinterbesprutning, utan kunde även använda oljorna i växande grödor.

Mindre intresse har ägnats åt att klarlägga verkansmekanismerna. Den något slarviga uppfattningen som gällt, är att insekterna kvävs av oljan och att det fungerar ungefär lika bra med mineralolja som med vegetabiliska oljor (bl a Agnello, 2002). Denna förklaring härrör från början av 1900-talet, baserat på några få insektsarter och bekämpningssituationer. Som framgår av beskrivningen av oljornas kvalitetsutveckling ovan, är det inte längre tal om denna typ av produkter.

Davidson *et al.* (1991) ger med en lång lista på tänkbara verkansmekanismer exempel på att det inte längre handlar om enkel kvävning:

Ägg

- Oljan förhindrar det normala gasutbytet för ägg
- Oljan gör äggskalet hårdare och stör kläckningen, alternativt löser upp ytterskalet
- Oljan tränger genom äggskalet och påverkar enzym- eller hormonsystem
- Oljan påverkar vattenbalansen hos äggen

Larver, nymfer och vuxna

- Oljan kväver skadegöraren, genom att täppa till andningsvägarna
- Oljan tränger in i skadegörarens vävnader och löser upp dem
- Oljan, innehåller flyktiga, giftiga ämnen som påverkar genom gasverkan

Övrigt

- Oljan verkar repellerande eller störande på normalt uppträdande, inklusive äggläggning
- Oljan förhindrar födointag och svälter ihjäl skadegöraren

Oljorna används idag i betydligt fler bekämpningssituationer och mot många olika skadegörare och deras olika utvecklingsstadier. Trots detta anses olika varianter av kvävningsteorin vara den mest accepterade. Speciellt intressant är att oljorna sannolikt utnyttjar flera olika mekanismer, beroende på typ av skadegörare och utvecklingsstadium (Stadler & Buteler, 2009). Detta är förmodligen en viktig pusselbit i att man hittills inte har kunnat se någon resistensutveckling mot mineraloljan.

I tre nyligen publicerade artiklar (Taverner *et al.*, 2001; Najar-Rodriguez *et al.*, 2008; Stadler & Buteler, 2009) ifrågasätts dessa hypoteser. Man menar att olika forskare har observerat många olika förgiftningssymptom, beroende på skadegörare, stadium och typ av olja. Dessa observationer har sedan i olika sammanhang blivit generaliserade och formulerade i ett antal förmodanden, där kvävningen har blivit dominerande. En anledning till detta kan vara att oljor har flera olika verkansmekanismer, som i sin tur är beroende av deras egenskaper och på interaktionen med målorganismernas egenskaper, samt om de är ägg, nymfer, larver eller vuxna.

Ganska tidigt kom ytterligare synpunkter på att skadegörarna kunde torka ut genom att oljan löste upp cellmembranen och lät vatten tränga ut. Det finns också iakttagelser som tyder på att oljor kunde ha en repellerande inverkan som påverkar födosök och äggläggning (Taverner *et al.*, 2001).

Studie 1

Taverner *et al.* (2001) hade i tidigare experiment noterat att doppning i en mineralolja gav en oväntad snabb ”knock-down”-effekt på Australienvvecklare (*Epiphyas postvittana*, W. (Naturhistoriska Riksmuseet, 2011)), som tydde på annan verkan än kvävning. Man utvidgade experimenten, där det ingick dels en lätt mineralolja (nC15), dels en normal, kommersiell olja (nC23) mot larven av samma vecklare (5:e larvstadiet).

Man kunde se hur den lättare oljan trängde snabbare och djupare in i larverna (5:e larvstadiet). De grövre trakéerna blockerades inte, utan oljan låg mer som en hinna på insidan av kanalerna. De finaste trakeolerna kunde fyllas. I båda fallen låg nervmembran mycket nära och oljan tog sig snabbt in i nervvävnaden (mindre än 10 min efter exponering).

Larvernars symptom överensstämde med en snabb narkos eller nervpåverkan. Forskarna hade svårt att avgöra exakt vilka mekanismer som dominerade. Även blockering av trakéerna, med en följande förhöjd halt av CO₂, skulle kunna ge motsvarande symptom.

Författarna sammanfattar att en lättare olja tränger snabbare in i vävnaderna, mestadels genom trakéerna och orsakar därigenom en högre dödlighet än den normala, kommersiella oljan. Man drar slutsatsen att verkansmekanismen bör vara en kombination av kvävning och nervpåverkan.

Det skall understrykas att författarna inte använder sig av helt generella förutsättningar, eftersom man a) koncentrerade sitt intresse till effekterna av en lätt olja (som knappast är aktuell, eftersom den skulle ha orsakat bladskador), b) doppade larverna i sprutvätskan under 30 sekunder, vilket enligt nästa avsnitt har en mycket stor inverkan på inträngningsförloppet. Slutligen ges inga aspekter på vegetabiliska oljor.

Studie 2

Najar-Rodriguez *et al.* (2008) använde inledningsvis en mer normalt förekommande mineralolja (nC24) mot gurkbladlusen (*Aphis gossypii*, G. (Nedstam, 2007)). Lössen dog inom 10 minuter, efter att ha blivit orörliga och slappa direkt efter kontakt med oljan. Uttorkning skedde därefter snabbt. Symptomen tydde på annan verkansmekanism än kvävning, som tar betydligt längre tid (timmar). De fortsatte sina experiment med en större organism, larven av asiatiskt bomullsfly (3:e larvstadiet) (*Spodoptera litura*, F. (Anonym, 1987)). Vidare ingick två lätta mineraloljor och en rapsolja. Mineraloljornas emulgeringsmedel undersöktes separat (Najar-Rodriguez *et al.*, 2008).

Studierna var mycket ingående och baserades på direkt behandling (sprutning) och mikroskopi, med undersökning på organnivå med fluorescerande spårämnen. Dessutom undersöktes hur enskilda nerver påverkades hos bomullsflylarver, men även hos padda och råtta.

Mineraloljan + emulgeringsmedel ledde till högst dödlighet, följt av den rena oljan. Enbart emulgeringsmedlet gav sämst effekt, trots en orimligt hög dos. Tiden tills effekt uppnåddes mättes också. Verkan var omedelbar för mineraloljan, medan det tog betydligt längre tid för rapsoljan och de lättare oljorna.

Exempel:

För bladlössen: 5,5 min för mineralolja; 1 tim för rapsolja

För larver: 10 min för mineralolja; 12 tim för rapsolja

Symptomen för mineraloljeprodukten var typiska för nervskador, med spasmiska benrörelser, etc, något som inte noterades för rapsoljan eller de lätta oljorna. Direkt nervpåverkan hos nervceller hos bomullsflylarven, padda och råtta påvisades också, men här undersöktes inte påverkan från rapsoljan.

Forskarnas slutsatser var:

- Att mineralolja inte i första hand dödade genom kvävning. Deras argument var den snabba effekten och inga tecken på inträngning i trakée-systemet
- Att störning av eller avbrott på nervbanorna, cellförgiftning och allmän uttorkning var viktigare dödsorsaker. Detta skedde genom att mineraloljan penetrerade kutikulan och därigenom ändrades dess egenskaper och genomsläpplighet. Vatten förlorades snabbt och insekterna torkade ut. Olja som trängt in genom kutikulan ackumulerades i fettvävnad och nervganglier
- Att rapsoljan hade effekt föreslogs ”bero på dess innehåll av fettsyror som möjligen kunde jämföras med mineraloljans omättade kolväten”. Detta förslag formulerades endast i en enda mening och någon djupare analys gjordes inte.

Studie 3

Stadler & Buteler (2009) presenterade en kunskapssammanställning om hur mineraloljor tränger in i skadegörare.

Författarna koncentrerade sig på två huvudfaktorer:

- Diffusion av mineraloljor genom insektens kutikula
- Inflöde och diffusion av mineraloljor genom spiraklerna och trakéesystemet.

De menar att mineraloljan orsakade mikroskopiska hål i kutikulans skyddande hölje av vax och sänkte smältpunkten, som dels gjorde att vatten kunde tränga ut, dels gjorde det möjligt för oljan att tränga in. Vattenavgången orsakade uttorkning och oljan kunde sprida sig via fettvävnader i insektskroppen. När det gällde blockeringen av trakéerna var det snarare så att oljan av kapillärkraften trängde in, delvis uppbruten i droppar, men orsakade i de flesta fall en oljehinna på insidan av kanalerna och förmådde blockera först de finaste trakeolerna.

Man visade, med hjälp av grundläggande teori från hydrodynamik, att det var troligare att en hinna utbildades i spiraklerna, vilket hindrade inflöde i trakéerna, åtminstone så länge skadegöraren inte var helt dränkt eller doppades i sprutvätskan. Detta är en avgörande förklaring till varför det i stort sett alltid har erhållits mycket bättre resultat vid doppning i laboratorium än vid sprutning i fält.

Författarna menar att det var de olika inträngningsmekanismerna genom kutikulan till inre vävnader som dominerade och att det är mindre troligt att blockering av trakéerna har någon stor inverkan. Detta stöds också av att det tar lång tid att kväva en insekt, men ofta har man fått snabb effekt, i många fall ”knock-down”-effekt av mineraloljan, d v s inom några minuter.

Författarna anser också att den generella uppfattningen att mineralolja är ofarlig för ryggradsdjur måste revideras. Huduppbyggnaden hos ryggradsdjur är i och för sig helt annorlunda och de skadliga fenomenen borde därför inte uppträda. Man anser därför att risken för skadliga fenomen är liten.

Slutsats

De nya rönen om mineraloljans verkansmekanismer stödjer uppfattningen att mineraloljan utnyttjar en serie olika mekanismer. Beroende på interaktion mellan oljans egenskaper och skadegörarens egenskaper kan olika mekanismer dominera och samverka. Klart är emellertid

att det, förutom de fysikaliska fenomenen, också finns toxiska, nervpåverkande mekanismer. Det är därför inte helt korrekt att kalla mineralolja för fysikaliskt verkande, eftersom denna effekt inte är allenaordande.

Att oljan innehåller flyktiga och giftiga ämnen som verkar genom gasverkan borde kunna avskrivas, eftersom dessa komponenter har renats bort i dagens produkter.

Inte i något fall har resistensbildning kunnat kopplas till oljor. Förmodligen kan man dra slutsatsen att mångfalden av mekanismer är en viktig anledning till detta.

De presenterade artiklarna illustrerar mycket tydligt att forskningens fokus finns på mineraloljornas egenskaper. Trots att en vegetabilisk olja (rapsolja) finns med i ett av experimenten, klarläggs inte speciellt mycket om dess verkan.

Vegetabiliska oljor

Vegetabiliska fetter och oljor, vars sammansättning beror på oljans ursprung, består huvudsakligen av blandningar av olika triglycerider till skillnad från mineraloljor som främst är blandningar av olika kolväten. Utbudet av vegetabiliska oljor är stort och det borde finnas goda möjligheter att hitta de önskvärda egenskaperna genom att välja "rätt" växt som ursprungsmaterial. Det finns också goda kunskaper om att odla exempelvis raps med olika egenskaper och som kan ge oljor med olika sammansättning (Sams & Deyton, 2002).

Ur kemisk synpunkt är de vegetabiliska oljorna inte alls uppbyggda på samma sätt som mineraloljorna. Det är därför svårt att dra direkta paralleller när det gäller växtskyddseffekten. De vegetabiliska oljorna är huvudsakligen triglycerider, som består av glycerol (alkohol) och fettsyror (karboxylsyror). Glycerolen är gemensam för samtliga, medan skillnaden ligger i fettsyredelen, se Formel 1. Exempel på olika oljors sammansättning presenteras i Tabell 1. På samma sätt som mineraloljornas kolväten, kan fettsyornas struktur variera beroende på antal kolatomer, hur dessa sitter kopplade till varandra och antal enkel- respektive dubbelbindningar. När vi talar om fettsyror brukar vi särskilja mättade fettsyror (enbart enkelbindningar), enkelomättade fettsyror (innehåller en dubbelbindning) och fleromättade fettsyror (innehåller flera dubbelbindningar). Exempel på fettsyror presenteras i Tabell 2.

1 Glycerol + 3 Fettsyror -> 1 Triglycerid

Formel 1. Triglyceridens sammansättning.

Tabell 1. Fettsyrasammansättning i vegetabiliska oljor och fiskolja (g/100g). Efter Sams & Deyton (2002)

Fettsyra	Typ av olja						
	Soja	Palm	Solros	Raps	Bomulls- frö	Oliv	Fisk
Palmitinsyra	11	39	6	5	22	1	19
Palmitoleinsyra	0	2	0	1	1	2	13
Stearinsyra	4	5	4	2	2	2	4
Oljesyra	23	43	22	53	18	72	16
Linolsyra	51	8	66	22	50	8	2
Linolensyra	7			11		1	1
EPA ¹							13

Tabell 2. Exempel på fettsyror. Efter Sams & Deyton (2002) och Wikipedia, 2011

Fettsyra	Kolskelett: dubbelbindningar	Struktur
Laurinsyra	12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Myristinsyra	14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmitinsyra	16:0	C ₁₅ H ₃₁ COOH
Stearinsyra	18:0	C ₁₇ H ₃₅ COOH
Oljesyra	18:1	C ₁₇ H ₃₃ COOH
Linolsyra	18:2	C ₁₇ H ₃₁ COOH
Linolensyra	18:3	C ₁₇ H ₂₉ COOH

I Fenigstein *et al.* (2001) har man i försök med ett antal vegetabiliska oljor kunnat visa ett samband mellan kemisk struktur och biologisk effekt. Högre grad av mättad gav en högre biologisk effekt generellt. Man har dock kunnat visa genom försök med ricinolja att det finns undantag från detta samband. Ricinolja har en hög andel mättade fettsyror i strukturen. Trots detta blev effekten låg vid sprutning med denna olja. Man påpekar att ricinoljan har unika fysikaliska egenskaper såsom extremt hög viskositet, ytspänning och polaritet, vilket kan ha påverkat resultatet. De vegetabiliska oljor som ingick i försöket visas i Tabell 3.

¹ EPA = eikosapentaensyra

Tabell 3. Exempel på vegetabiliska oljor och dess fettsyrainnehåll. Efter Fenigstein *et al.* (2001)

Vegetabilisk olja	Fettsyrainnehåll	Fettsyrans kemiska struktur
Jordnötsolja	oljesyra (enkelomättad)	$C_{17}H_{33}COOH$
Bomullsfröolja	palmitinsyra (mättad)	$C_{15}H_{31}COOH$
Ricinolja	ricinolsyra	12-hydroxy-9- <i>cis</i> -octadecenoic acid
Sojabönlolja	(medium linoleic) linolsyra (dubbelomättad), linolensyra (fleromättad)	$C_{17}H_{31}COOH$ $C_{17}H_{29}COOH$
Solrosolja	(high linoleic) linolsyra (dubbelomättad), linolensyra (fleromättad)	$C_{17}H_{31}COOH$ $C_{17}H_{29}COOH$

Vegetabiliska oljor som bekämpningsmedel

Som framgår av föregående avsnitt har mineraloljorna använts under lång tid som bekämpningsmedel och det finns mycket forskning om detta redovisat. Framförallt har man på senare år gått djupare för att utreda verkansmekanismerna. De vegetabiliska oljorna har inte rönt samma intresse och verkansmekanismerna är inte alls utredda. Det finns några hypoteser som fortfarande kan kallas ”logiska slutledningar”, men som inte i detalj har bekräftats.

Najar-Rodríguez *et al.* (2008) föreslog att giftverkan hos de kommersiella mineraloljorna skulle tillskrivas dess mättade molekyler, eftersom de såg en större giftverkan, kopplad till innehållet av mättade kolväten. Vidare ansåg man i samma artikel att vegetabiliska oljor var giftiga för insekter på grund av sina fettsyror. Vilka mekanismer som utnyttjas är oklart. Både Najar-Rodríguez *et al.* (2008) och Taverner & Stadler (2001) visade att de vegetabiliska oljorna krävde mycket längre verkanstid för att döda skadedjuren. Rimligen är det inte exakt samma mekanismer, eller förekommer de verksamma substanserna i mycket lägre halt i de vegetabiliska oljorna.

I de flesta forskningsrapporter nöjer man sig med en enklare förklaring som att de vegetabiliska oljorna kväver insekterna, på samma sätt som man tidigare trodde om mineraloljorna. Det finns flera rapporter som visar på ett gott bekämpningsresultat av vegetabiliska oljor mot olika skadegörare.

Moran *et al.* (2003) gjorde ett antal försök med sojabönlolja mot fruktträdsspinnkvalster (*Panonychus ulmi* K.) i äpple. Sprutningen skedde som sommarbesprutning, d v s under juni och juli månad. Sprutningen skedde till avrinning. Resultaten var mycket goda, oberoende av om koncentrationen var 0,5; 1,0 eller 1,5 % sojabönlolja och gav i samtliga fall bättre effekt än 1 % mineralolja. Man fick inga problem med fytotoxiska effekter, så länge koncentrationen av sojabönloljan var under 2 %. Däremot påverkades assimilationen under en veckas tid.

Hix *et al.* (1999) använde också sojabönlolja, men mot San José-sköldlusen (*Quadraspidiotus perniciosus* C.) i äpple. Sprutningen skedde till avrinning. Koncentrationerna var 3, respektive 6 % sojabönlolja och 3 % mineralolja som jämförelse. Resultatet var mycket gott, även om mineraloljan gav ett aningen bättre resultat. Ett sätt att uttrycka skillnaden är i antal löss per frukt. Då fick i ordning: kontroll; 3 % soja; 6 % soja; 3 % mineralolja = 139 ; 3,1 ; 1,2 ; 0,9 st.

Jaastad (2007) redovisar en lång serie behandlingar i sötkörsbär mot körsbärsmal (*Argyresthia pruniella* C.) och körsbärsbladlöss (*Myzus cerasi* F.). Bekämpningen skedde dels med rapsolja (såpa som emulgeringsmedel), dels med olja + såpa + traditionella bekämpningsmedel som inblandning. Sprutning skedde till avrinning, vilket Jaastad anger till 2500 l/ha. Oljekoncentrationen var i majoriteten av behandlingarna 2 %, vilket motsvarade närmare 40 kg/ha. Resultatet blev bra mot bladlössen, men inte alls så bra mot körsbärsmalen. De bästa resultaten erhöles med kemikalieinblandningarna, även om signifikanta skillnader mot den rena rapsoljan inte alltid kunde påvisas. Variationen var stor, likaså förekom varierande angrepp över försöksytorna.

Under perioden 2005 – 2008 utförde Marčić *et al.* (2009) ett stort antal försök, där rapsolja användes för bekämpning av växthusspinnkvalster (*Tetranychus urticae* K.) i gurka, frukt-trädsspinnkvalster (*Panonychus ulmi* K.) i äpple, persikbladlus (*Myzus persicae* S.) i paprika och päronbladloppa (*Cacopsylla pyri* L.) i päron. Koncentrationen hos rapsoljan varierade mellan 2 och 4 %. Vätskemängderna var 400 l/ha i paprika, 1500 l/ha i vissa äppleförsök och i resten sprutades till avrinning. Bekämpningseffekten jämfördes med konventionella bekämpningsmedel. Rapsoljan hade mycket god effekt, i vissa fall jämbördig med de andra bekämpningsmedlen. Intressant är att man även tog med kemiska bekämpningsmedel, som skadegörarna hade utvecklat resistens mot. I dessa fall erhöles sämre effekt än för oljorna.

Fenigstein *et al.* (2001) undersökte i laboratorium fem viktiga vegetabiliska oljor från jordnöt, bomullsfrö, ricin, sojaböna och solros mot bomullsmjöllusen (*Bemisia tabaci* G.), se Tabell 3. Ett syntetiskt emulgeringsmedel användes i samtliga fall. Det bästa resultatet erhöles av jordnötsooljan, följd av bomullsfröoljan. Forskarna menade också att en ytterligare effekt var att rester av vegetabiliska oljor på blad gav upphov till dödlighet hos vuxna individer främst genom svält eller uttorkning och inte genom fysikalisk verkan eller toxicitet. Man påpekar att solros och sojabönsolja kan genomgå en spontan oxidering vilket gör att de omvandlas till en halvfast eller fast polymerfilm. De övriga är mer stabila, särskilt ricinolja som har en hög resistens mot atmosfärisk oxidation. Hur detta eventuellt påverkar oljornas sprutegenskaper eller effekt nämns inte.

Rongai *et al.* (2008) presenterar en intressant kombination, nämligen olja (både mineralolja och vegetabilisk olja) plus rapsmjöl. Anledningen är att försöka tillföra en glukosinolatälla, som skulle ha effekt på skadegörarna. Resultaten är goda med mineralolja + rapsmjöl, men forskarna föreslår byte till en vegetabilisk olja, i första hand från oljekål (crambe) (*Crambe abyssinica*) och med mjöl från etiopisk senap (*Brassica carinata*). Denna typ av bekämpning närmar sig bekämpning med växtextrakt.

Såpor

Att använda såplösning mot skadegörare är en klassisk metod som har använts i flera hundra år. Forskningen och användandet stannade emellertid av, när de syntetiska och mer effektiva insekticiderna utvecklades i mitten av 1900-talet, men såpan har dock åter blivit mer intressant, på grund av sin ekologiska profil.

Kemiskt är såpor salter av fettsyror och kaliumjoner. Såpa bildas när oljor får reagera kemiskt med kaliumhydroxid, s k förtvålning. Kaliumhydroxid ger såpa och natriumhydroxid ger tvål som slutprodukt. En kaliumjon förenas med en fettsyra och bildar såpa. Såpa har av tradition tillverkats av tallolja i Sverige, men i växtskyddssammanhang förekommer ofta såpa från rapsolja.

Det finns forskare som gör gällande att det endast är vissa såpor som har effekt på skadegörare. Mickler (2003) skriver att tusentals såpor har tillverkats av hundratals fettsyror och oorganiska baser, medan det endast är ett fåtal som har bekämpningseffekt. Han och andra forskare anser att de mest intressanta är kaliumsalt av oljesyra, en fettsyra som förekommer i rikliga mängder i olivolja och vissa andra vegetabiliska oljor (Mickler, 2003; Cloyd, 2009; Nestby, 2009). Rapsolja innehåller cirka 50 % oljesyra. Andra oljor med högt innehåll av oljesyra är hasselnötolja, avocadoolja och jordnötolja, men dessa bör knappast ha möjlighet att konkurrera ekonomiskt med rapsoljan på den svenska marknaden (Shenet, 2009). Shetler & Herms (2003) anger att det endast är fettsyrekedjor med 6 – 10 kolatomer som har verkan. Detta måste vara en missuppfattning, eftersom sådana fettsyror medför stor risk för bladskador och kan användas som herbicider (Cloyd, 2009).

Verkansmekanismer

Såpor har oftast använts för att bekämpa löss, kvalster och andra skadegörare i mjukhudade utvecklingsstadier (Tremblay *et al.*, 2008). Denna uppfattning har länge varit gällande. Det fanns också uppfattningar om att såpan hade en frätande verkan genom sin alkalitet (Lefroy, 1915, refererad i Imai *et al.*, 1995). I ett amerikanskt faktablad anges att verkan sker genom att såpan löser upp mjukhudade djur och bryter upp kutikulalagret (Caldwell *et al.*, 2005). Såpan anges ha dålig effekt på ägg. Samma faktablad refererar den allmänna uppfattningen att såpa har effekt mot bladlöss, kvalster, vita flygare, ullöss, loppor etc. Ett antal forskningsresultat stöder denna uppfattning, även om effekten var varierande mot bladlöss och dålig mot vita flygare och trips. Speciellt dåligt resultat erhöles mot persikbladlöss.

Andra principiella verkansmekanismer har på senare tid presenterats. Szumlas (2002), som gjorde framgångsrika studier på kackerlackor, dvs inte alls några mjukhudade organismer, sammanfattar tre möjliga mekanismer:

- Upplösning av kutikulan och nedbrytning av cellmembranen, vilket resulterar i uttorkning och snabb död (med referens till Olkowski *et al.*, 1991 och Ware, 2000). Denna uppfattning stöds också av Mickler (2003), Shetler & Herms (2003), Smith & Chancy (2002), m fl.
- Såpa fungerar som tillväxtreglerare som stör cellmetabolismen, speciellt produktionen av tillväxthormoner under övergången från ett stadium till ett annat (med referens bl a till McFairlane & Henneberry, 1965)
- Såpa fungerar som rent kontaktverkande insekticid, genom en blockering av spiraklerna och störning av andningen (med referens till Abbasi *et al.*, 1984; Ware, 2000). Uppfattningen stöds även av Imai *et al.* (1995)

De flesta rapporterna stöder den första uppfattningen, medan Szumlas (2002) menade att samtliga dessa mekanismer kan uppträda på olika sätt och vara olika viktiga, beroende på vilket utvecklingsstadium insekten befinner sig i, vilka arter det gäller samt slutligen vilken typ av såpa (samt koncentration) som användes.

I sin studie drog Szumlas slutsatsen att påverkan på kackerlackorna dominerades av den tredje typen av verkan. Enligt Cornwell (1968) har kackerlackor en oljig film och ett vaxartat kolvätelager över hela kroppens kutikula/hud. Den sträcker sig in i trakéerna och förhindrar vattenförlust. Såpor och vätmedel samverkar med och skadar detta hydrofoba lager, sprids snabbt och tränger med lätthet in i andningsorganen, där de förhindrar andningen.

Däremot ansåg Szumlas att det inte var klarlagt hur den observerade knock-downeffekten kunde härledas. Troligast var att kontakten med såplösningen (som trängde in i andningsapparaten) orsakade en reflexmässig, omedelbar stängning av spiraklerna och en orörlighet för att spara på syre. De efterföljande reaktionerna berodde på hur pass väl kackerlackan kunde rensa sitt andningssystem.

Szumlas använde, vad han själv kallar, en vanlig diskmedelslösning, baserat på ett diskmedel, troligen med natrium- eller kalium-lauryl-sulfat samt en ytaktiv substans.

Det måste understrykas att det är stor skillnad på att spruta mot skadegörare som inte befinner sig bland växtlighet, som ofta dessutom skall fungera som livsmedel. Den sprutning till total täckning som här anvisas, är mycket svår att åstadkomma i ett bladverk. Dessutom finns risk för skador på växten eller att bekämpningen orsakar påverkan av smak och kvalitet.

Effekt i försök

Det finns en hel del laborieförsök som har gett goda resultat med såpa mot olika skadedjur (Fournier & Brodeur, 2000; Kraiss & Cullen, 2008). Fältstudier där såpa har god effekt är däremot sällsynta. Dock visade Karagounis *et al.* (2006) att såpa kan användas för att bekämpa löss i persikor, även om resultatet varierade kraftigt mellan olika år. Såpa hade också en effekt mot löss i ett amerikanskt fältförsök med äpple, om såpan applicerades med en ryggspruta. Effekten var dock bara begränsad om såpan istället applicerades med en traktor-driven fläktspruta (Lawson & Weires, 1991). Anledningen till den något begränsade effektiviteten av såpan i fält berodde troligtvis på att täckningen inte blev tillräckligt bra. I experiment med en kommersiell såpa mot olika bladlössarter i sallat erhöll Fournier & Brodeur (2000) ett svagt resultat. Speciellt var dödligheten avsevärt lägre i växthusmiljö, jämfört med laborieexperiment. Anledningen anges vara den högre avsättningen i labmiljö.

Imai *et al.* (1995) visade också att en hög relativ luftfuktighet (90 % RH) gör en såpbehandling mer effektiv än en låg (30 % RH). Detta stöder författarnas uppfattning att såpans växtskyddseffekt borde bero på en kvävning, p g a en tillräckligt långvarig övertäckning av andningssystemet. Den tillräckliga tiden möjliggörs av en film med hög vätningsförmåga och långsam avdunstning (här får luftfuktigheten en stark inverkan).

Således skulle växtskyddseffekten vara kopplad både till såpans ytspänningssänkande egenskap och därigenom vätbarhet och till luftfuktigheten.

Insektssåpan 'Safer's Insecticidal Soap' är vanlig i de refererade forskningsrapporterna och ger oftast bra växtskyddseffekt. Den anges som fysikaliskt verkande, men det framgår i vissa rapporter att den även innehåller en låg koncentration av pyretrin (Chiasson *et al.*, 2004; Bostanian & Akalach, 2006). Huruvida koncentrationen är tillräcklig för att ha en toxisk inverkan anges inte i något fall. I några rapporter anges att produkten 'M-Pede' är en modernare variant av 'Safer's', men det framgår inte tydligt om innehållet av pyretrin kvarstår.

Nyttodjur

De fysikaliskt verkande medlen är inte selektiva utan kan även döda nyttodjuren (Tremblay *et al.*, 2008). Det finns några uppgifter om påverkan på nyttodjur i litteraturen. Hix *et al.* (1999) följde utvecklingen under säsongen och såg att man fick hjälp av nyttodjur att ytterligare minska populationen. Detta tar man som intäkt för att nyttodjuren inte slås ut av oljebesprutningen. Marčić *et al.* (2009) stödjer uppfattningen att mineralolja har liten inverkan på nyttodjuren, är ej giftig för ryggradsdjur och menar att den bryts ner snabbt. Vidare anser forskarna

att vegetabiliska oljor är ännu säkrare att använda ur miljösynpunkt. Moran *et al.* (2003) menar att den vegetabiliska oljan inte är persistent i miljön och är därför tillåten att använda i USA utan registrering. Slutligen har Rongai *et al.* (2008) synpunkter på mineraloljans låga nedbrytningshastighet, något som forskarna tar som argument för att byta mineralolja mot vegetabilisk olja. Här är det på plats att också påminna om forskningen som visar att mineralolja har toxiska komponenter.

Kombinationen av relativt svag verkan och ett högt krav på applicering, gör att nyttodjuret klarar sig, genom att livscyklerna för skadedjur och nyttodjur oftast inte sammanfaller. Därför är det av stor vikt att livscykeln både för skadedjuret och nyttodjuret är kända så att tidpunkten för bekämpningen kan optimeras för att så många nyttodjur som möjligt skall överleva behandlingen.

För att få en bättre effekt och komplettera en såpabehandling i växthus mot löss kan bland annat parasitsteklar sättas ut någon dag efter behandlingen (Tremblay *et al.*, 2008).

3. EXPERIMENT, GENOMFÖRDA FÖRETRÄDESVIS I LABORATORIEMILJÖ

Blandningserfarenheter

Olja kan inte lösas i vatten och för att kunna blanda dessa vätskor med varandra skapar man en emulsion. För att göra emulsionen stabil kan en emulgator (surfaktant, ytaktivt ämne) tillsättas. En ostabil emulsion innebär att oljan bildar klumpar som flyter upp till vattenytan (gräddning), vilket gör att koncentrationen av olja i sprutvätskan kommer att öka under sprutningsförloppet.

Odlare har upplevt problem med detta och saknar råd om hur man skall komma till rätta med problemet. En del odlare har haft så stora problem med igensatta filter och spridare att det har fått dem att sluta använda olja.

I samarbete med forskare vid Lunds Universitet (professor Ulf Olsson och Tekn Dr Joakim Balogh, avd för fysikalisk kemi, Kemicentrum, Lunds Universitet) gjordes olika undersökningar av emulgering av rapsolja; hur stabiliteten förändras med olika koncentrationer, vattenkvaliteter och temperaturer. De ingående ingredienserna var rapsolja och såpa av rapsolja. Olika blandningsförhållanden undersöktes. Arbetet ledde fram till förslaget att göra en förblandning av olja och såpa i förhållandet 1 : 1. Denna kan därefter blandas i vattnet till önskad koncentration, varvid man får en sprutvätska som har god marginal mot gräddning. Det visade sig dock vid senare fältförsök att marginalen i receptet inte var tillräckligt stor för vatten med hög hårdhet och höga mineralhalter (Eriksson, 2006). Det skulle i dessa situationer behövs en högre halt av såpa. Man hamnar då i ett läge där halten emulgeringsmedel är högre än den aktiva ingrediensen.

Samtidigt finns på marknaden motsvarande preparat som levereras med andra typer av emulgatorer (dock hittills endast i konsumentförpackningar). Dessa preparat uppvisar inte samma problem med gräddning. Det är därför förvånande att det dröjer innan en lämplig produkt kommer på marknaden. Ett närliggande exempel är bekämpningsmedlet Raptol, som består av rapsolja, naturligt pyretrum samt en emulgator. Tar man bort pyretrumdelen, får man en lätt emulgerbar rapsolja. Tillverkarna av mineraloljor har en lång kommersiell erfarenhet och levererar sina oljor med emulgatorer som inte uppvisar några problem.

Bekämpning av trips med rapsolja

Ett av de första, inledande försöken omfattade en studie av rapsolja mot trips (*Frankliniella occidentalis*) på blad av paprika (Albertsson *et al.*, 2008). Syftet var att få en uppfattning om trips påverkades av olja och vilka koncentrationer som krävdes vid en fullständig avsättning. Vid denna tidpunkt hade inte emulsionsundersökningen genomförts, varför oljekoncentrationen ändrades, medan såpans koncentration hölls konstant. Ett bestämt antal trips överfördes till paprikablåd. Bladen med trips doppades i oljeemulsionen. Dödligheten avlästes efter 30 min.

Av resultatet framgår att dödligheten stiger generellt med ökande oljekoncentration, även om alla skillnader inte är signifikant säkerställda, se Tabell 4. Försöket visar att det krävs en hög koncentration av olja för att uppnå en hög dödlighet. En möjlig invändning mot försöket är att verkanstiden var alltför kort, jämfört med andra studier (Chiasson *et al.*, 2004).

Tabell 4. Medeldödligheten (%) \pm SEM av trips vid olika rapsoljekoncentrationer

Behandling	Såpa (%)	Olja (%)	Döda (%) (\pm SEM)
Kontroll	0,7	0	17,5 \pm 7,1 c
A	0,7	1	55,0 \pm 7,1 b
B	0,7	2	68,2 \pm 6,8 ab
C	0,7	3	72,5 \pm 7,1 ab
D	0,7	5	72,9 \pm 6,5 ab
E	0,7	6	90,0 \pm 7,1 a

Bekämpning av vita flygare med oljor och växtextrakt i kassava

Denna studie utgjordes av ett utvidgat examensarbete, finansierat av projektet samt av SIDA (MFS-Stipendium) (Karlsson, 2005). Det ursprungliga syftet var att undersöka oljor och såpor mot vita flygare (*Aleurotrachelus socialis*) i kassava. Fältarbetet genomfördes i Cali, Colombia. Eftersom de i praktiken förekommande oljorna innehöll olika växtextrakt, måste man räkna med att den biologiska effekten inte bara var fysikalisk, utan även kemisk/toxisk.

De produkter som användes var:

- Kokossåpa + Chili (*Capsicum sp.*)
- Biomel (solrosolja, såpa, växtextrakt (*Tithonia diversifolia*))
- Bioneem (vegetabilisk olja, såpa, nimextrakt (*Azadirachta indica*), plus icke angivna extrakt)
- Agronim (vegetabilisk olja, citronellaolja (*Cymbopogon nardus*), nimolja, syra från träförbränning)
- EcoSwing (kåda, gummi, växtextrakt (*Swinglea glutinosa*))
- L'Ecomix (essentiella oljor, nio växtextrakt (bl a alicin och capsaicin))

Ägg, nymfer och vuxna av vita flygare (*A. socialis*) undersöktes i semilabskala, d v s små nätbehållare som fästes på kassavabladen, se Figur 1. I dessa behållare infördes honor, som lade ägg på bladen. Bladen med ägg doppades därefter i lösningar med de olika produkterna. Vissa ägg fick utvecklas vidare till nymfer, innan de doppades. För vuxna användes nätburar (30 x 30 x 70 cm). I detta fall sprutades plantorna med de olika produkterna.

Slutligen utfördes ett mindre fältförsök med de mest lovande kombinationerna, inklusive obehandlad kontroll och ett kemiskt växtskyddsmedel.

Resultaten hade, som i många liknande experiment, flera inslag av motsägelser, även om det klart gick att se en växtskyddseffekt. Växthusförsöken (sammanfattade i Figur 2) visade att det finns fysikaliskt verkande insektsmedel med växtextrakt som orsakar hög mortalitet av vita flygare (*A. socialis*). Det kommersiella insektsmedlet Biomel med koncentrationen 5 ml/l gav en mortalitet omkring 90 % för nymf- och vuxenstadierna då de doppades i sprutvätskan. Kokossåpa + Chili orsakade hög mortalitet i flera stadier; vid koncentrationen 3,5 g/l observerades dödlighet kring 80 % i nymf- och vuxenstadierna. Agronim var den produkt som gav högst mortalitet i äggstadiet och visade även en ökad mortalitet med ökande koncentration i detta stadium. Även i första nymfstadiet observerades hög mortalitet med Agronim. Ett par av produkterna, EcoSwing och L'Ecomix, visade mycket låg mortalitet och Bioneem visade en hög mortalitet endast i andra nymfstadiet.

Fältförsöket uppvisade inga signifikanta skillnader, se diagram i Figur 3. En anledning kan vara en för säsongen ovanligt stor nederbörd



Ägg som utvecklats till nymfer på kassavablad



30 vuxna honor av *A. socialis* fördes in i nätbehållare fastklämda på kassavablad

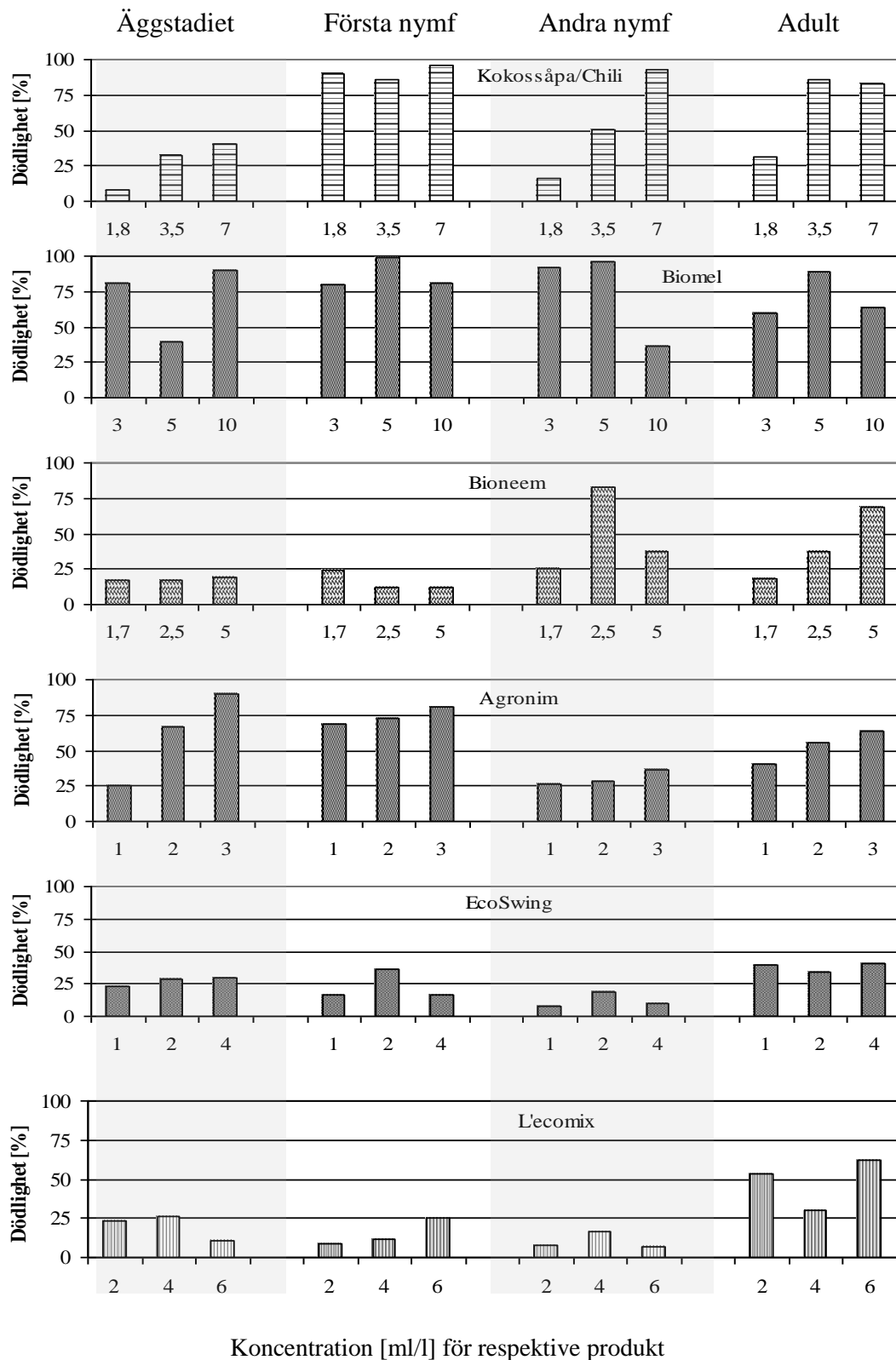


Kassavablad med ägg som behandlas (doppas i sprutvätska)

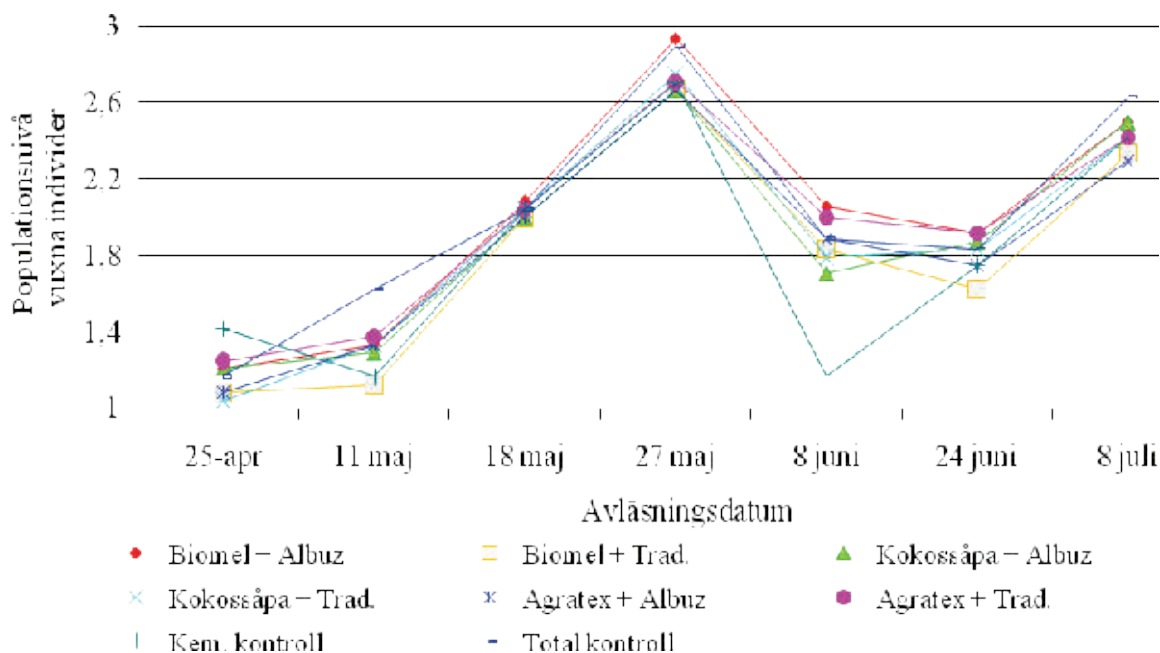


Doppade plantor i växthuset

Figur 1. Bekämpning i kassava (samtliga foto: Miriam F Karlsson).



Figur 2. Mortalitet hos vita flygare (*A. socialis*) för de olika produkterna, utvecklings stadierna och doserna efter doppning (Karlsson, 2005)



Figur 3. Population av vuxna individer av vita flygare (*A. socialis*) i kassava i Jamundí (Valle del Cauca, Colombia) vid behandlingar med Biomet 5 ml/l, Kokossåpa 7 g/l + Chili 10 g/l, och Agratex 20 ml/l sprutat med ryggspruta med dels ett traditionellt munstycke, dels munstycket Albuz (storlek: lila) (Karlsson, 2005).

I examensarbetets diskussion och slutsatser understryks att det är svårt att särskilja den fysikaliska effekten från oljor och såpor och den förmodade toxiska effekten av växtextrakten. Vissa producenter var dessutom hemlighetsfulla med innehållet. En mycket viktig faktor i den verkliga växtskyddssituationen är de olika produkternas repellerande inverkan, något som inte syns i laboratorieexperimenten. Avstötning kan omfatta både födosök och äggläggning.

I laborieförsöken användes doppning som appliceringsteknik. I fältförsöket och andra kompletterande delstudier studerades olika appliceringstekniker och spridare. Några signifikanta skillnader mellan munstyckstyperna erhöles inte. För bekämpning av vita flygares ägg och nymfstadier i fält krävs en spridare som riktar en droppdusch nerifrån mot undersidan av bladen, se t ex Figur 4. Fysikaliskt verkande insektsmedel med växtextrakt har potential att användas för bekämpning av vita flygare. De moderna spridarna förmodas ge en tillräcklig täckning, möjliggöra användning av en lägre vätskemängd och kunna användas vid applicering av exempelvis Biomet och Kokossåpa + Chili vid bekämpning av vita flygare i kassava.



Figur 4. Spridare med uppåtriktad vätskedusch, utvecklad för potatis.

Undersökning av täckningsgradens inflytande på effekten

Bakgrund

I litteraturen beskrivs en rad olika försök gjorda med fysikaliskt verkande växtskyddsmedel, där bekämpningseffekten har mätts vid olika koncentrationer i laboratorier (Lawson & Weires, 1991; Pless *et al.*, 1995; Riedel *et al.*, 1995; Fournier & Brodeur, 2000; Moran *et al.*, 2003). I dessa studier finns det ett klart samband mellan en hög koncentration och en hög dödlighet. Görs sedan försöken om i fält med samma koncentration blir effekten ofta avsevärt sämre (Lawson & Weires, 1991; Pless *et al.*, 1995). Andra författare har undersökt skillnad mellan olika koncentrationer av fysikaliskt verkande medel när dessa testas i fält utan att se mätbara skillnader i effekt (Jaastad, 2007). En av orsakerna till detta borde vara en otillräcklig täckning (Pless *et al.*, 1995).

Spruttekniska rekommendationer för att de fysikaliskt och biologiskt verkande preparaten skall ge effekt är fortfarande ofta oprecisa. Exempel på rekommendationer är 'måste täcka väl', 'god täckning', etc (Jordbruksverket, 2011a; Jordbruksverket, 2011c). Det är svårt för odlaren att veta hur dessa krav uppfylls. Resultat från fältförsök i äpple under 2009 visade att en bekämpning med rapsolja mot ägg av fruktträdsspinnkvalster inte gav någon mätbar effekt i fält, se Figur 21. Däremot uppnåddes i princip total dödlighet av äggen, när grenar från äppleträden istället doppades i samma sprutvätska.

Syfte

Syftet med denna studie har varit att med hjälp av en modellinsekt, persikbladlusen, och en modellplanta, rädisa, undersöka täckningsgradens betydelse för bekämpningsresultatet när ett fysikaliskt verkande preparat, rapsolja, användes.

Material och metod

Plantmaterial

Rädisplantor av sorten Delikat odlades upp från frö i en växthuskammare med 60 % RH, $20\pm 2^\circ\text{C}$ och 16:8 N:D. Alla andra moment i försöket utfördes också i denna växthuskammare. Till alla behandlingar användes avskurna blad, första eller andra karaktärsbladet, från de uppodlade rädisplantorna. Bladen skars av med hjälp av ett rakblad och sattes ett och ett i vialer med vatten, se Figur 5.

Insekter

Ungefär 200 persikbladlöss, *Myzus persica*, köptes in från Lindesro AB. Dessa placerades på krukodlade rädisplantor med hjälp av en pensel, så att de kunde etablera och föröka sig. Rädisplantorna med löss placerades i nätburar med finmaskigt nät. För att undvika en alltför stor population byttes kontinuerligt rädisplantorna ut under hela försöksperioden. I alla försök utfördes bekämpningen när lössen var i ett sent nymfstadie eller var vuxna.

Vialer med blad och löss

Dagen innan varje behandling placerades löss ut på ovansidan av de blad som satts i vialer, 12 i huvudförsöket och 20 i doppningsförsöket, med hjälp av en pensel. Vialerna placerades i transparenta plastboxar (57 x 39 x 42 cm) med ett nätförsett lock, se Figur 5. För att garantera att lössen som flyttats över inte var skadade, plockades alla löss bort som på behandlingsdagen fortfarande satt på ovansidan av bladet.



Figur 5. T.v.: Vial med rädisblad och persiklöss, t.h.: Visar de transparenta plastboxarna som användes i försöket.

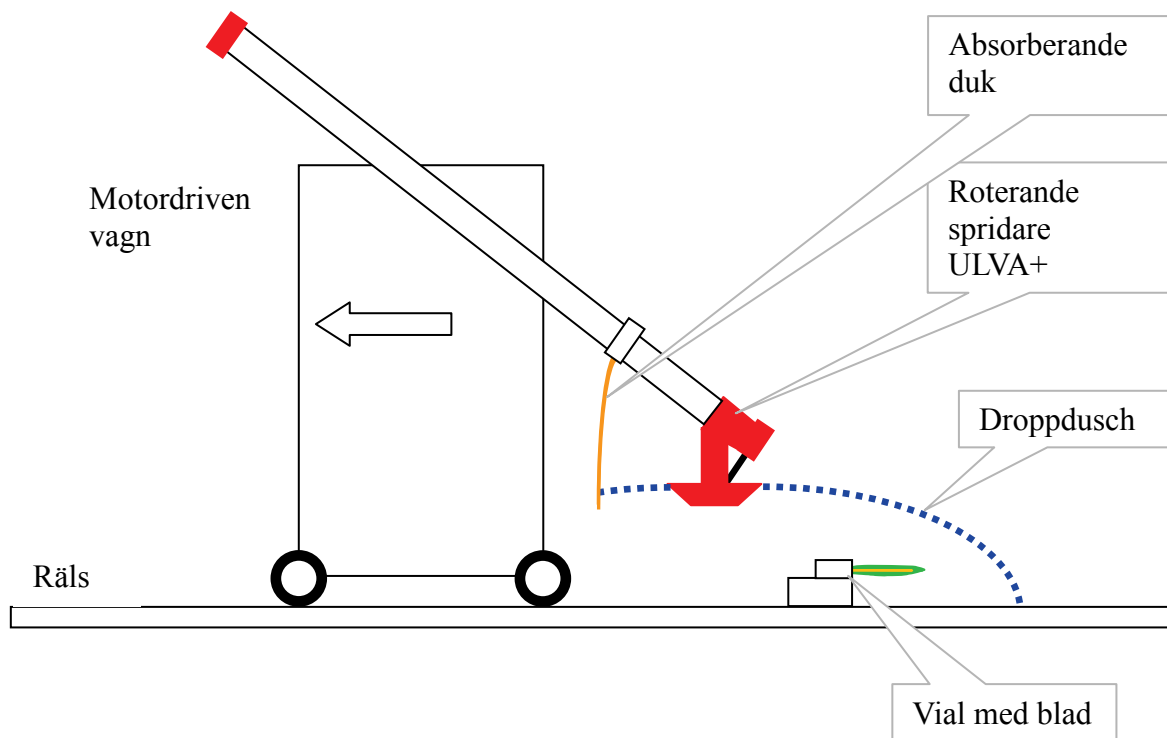
Rapsolja

Till alla försök användes en 2 % rapsoljeblandning. För att få en stabil emulsion blandades lika delar rapsolja och såpa i en behållare innan vattnen tillsattes. Både rapsoljan (Kallpressad rapsolja) och såpan (Rapsgul såpa) kom från Gotlands Bioenergi AB. Att en 2 % rapsoljeblandning valdes berodde bland annat på att fältförsök i hallon, gjorda i Norge, visat att högre koncentrationer kan ge fytotoxicitet (Trandem, N., pers. medd., 2009).

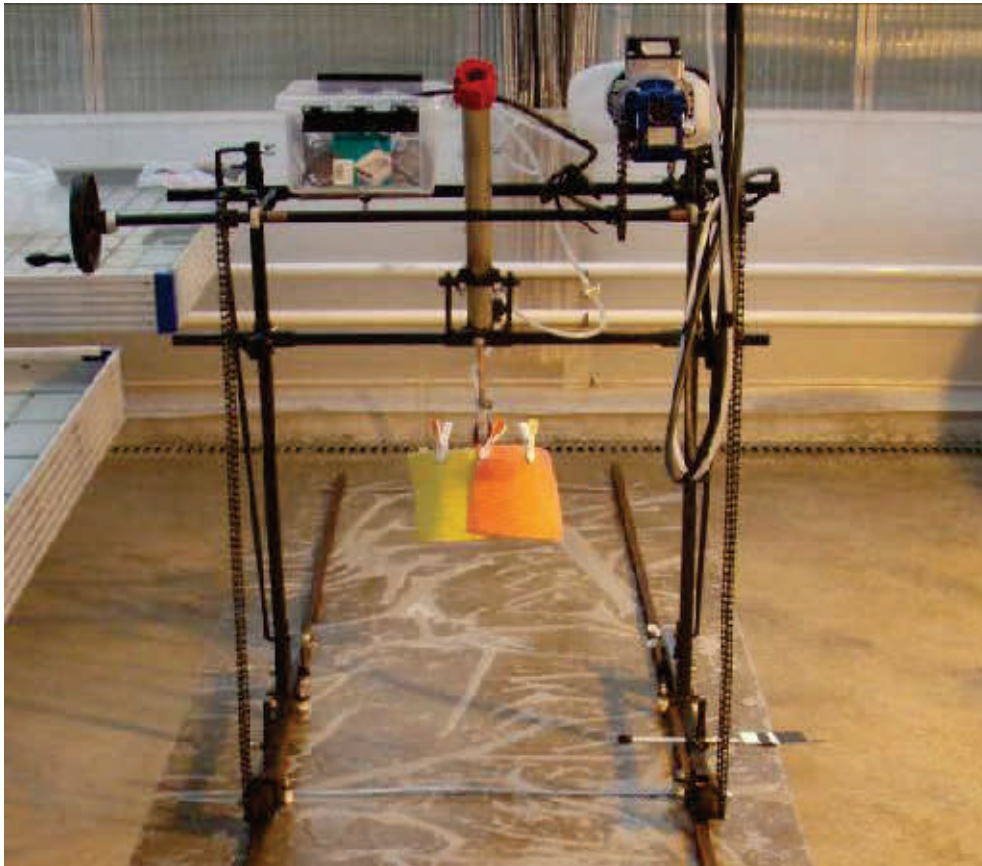
För att kunna variera täckningsgraden utvecklades inom projektet en besprutningsramp, se Figur 6 och Figur 7. Sprutduschen genererades med hjälp av en batteridrivna roterande spridare (ULVA +; Micron Sprayers Ltd, Storbritannien). Ena delen av sprutduschen fångades upp av en nedhängande absorberande duk. Kombinationen av flöde och hastighet trimmades in, så att det var möjligt att uppnå både 90 % och 15 % täckningsgrad genom en ändring av hastigheten.

Vätskeflödet till besprutningsrampen var ca 100 ml/min och styrdes av en peristaltisk pump (RF-100, Teddington Components AB). Flödet kontrollerades kontinuerligt. Hastigheten på rampen reglerades av en elmotor (NMRV/030, Motovario) och en frekvensomriktare (Microdrive F, Sigbi system AB). Besprutningsrampen gick på räls för att få en stabil och vibrationsfri gång. Avståndet mellan munstycket och bladen som skulle sprutas var 28 cm. Under försöken rörde oljeblandningen hela tiden om med hjälp av en magnetomrörare.

Besprutningsrampen



Figur 6. Principskiss för besprutningsrampen.



Figur 7. Besprutningsrampen som användes i försöket.

Doppningsförsök

För att få en uppfattning om hur stor dödligheten maximalt kan vara när en 2 % rapsolja-blandning används, doppades fem rädisblad med persikbladlus i sprutvätskan under 3 sekunder. De doppade bladen placerades ett och ett i var sin av de ovan nämnda transparenta plastboxarna. Totalt blev 78 löss doppade. Antalet döda löss räknades med hjälp av stereomikroskop tre dygn efter doppningen.

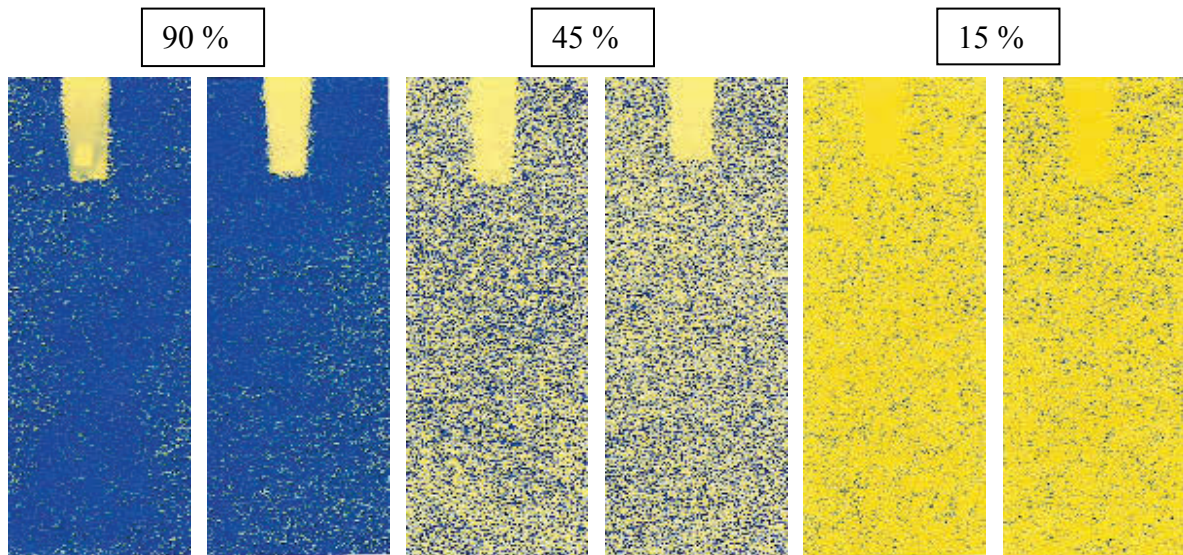
Huvudförsök

I huvudförsöket sprutades undersidan av bladen med den 2 %-iga rapsolja-blandningen så att tre olika täckningsgrader (ca 15 %, 45 % och 90 %) uppnåddes. Vialen med blad fixerades med bladets undersida uppåt och så horisontellt som möjligt.

På varje sida om bladen placerades två vattenkänsliga papper för att kontrollera täckningsgraden, se Figur 8. I försöket ingick också ett obehandlat led. Varje behandling omfattade 5 blad och försöket upprepades under tre olika dagar. Antalet löss per blad varierade mellan 5 och 12. De besprutade bladen placerades ett och ett i var sin av de ovan nämnda transparenta plastboxarna. Alla 20 plastboxarna var slumpvis utplacerade på ett växthusbord. Antalet döda löss räknades av på samma sätt som i doppningsförsöket. För att åstadkomma de olika täckningsgraderna varierades hastigheten på besprutningsrampen som beskrivits ovan. Täckningsgraden på de vattenkänsliga papperna analyserades och fastställdes med hjälp av bildbehandlingsprogrammet ImageJ med tilläggsmodulen DepositScan (Zhu, 2009). Detta skedde både i samband med intrimning och under försöket.



Figur 8. Vial med blad samt två vattenkänsliga papper.



Figur 9. De tre olika täckningsgraderna på vattenkänsligt papper som åstadkoms med hjälp av tre olika hastigheter på besprutningsrampen. Från vänster 90 %, 45 % och 15 % täckningsgrad.

Utökat försök

I detta försök sprutades undersidan av bladen med enbart vatten eller med den 2 %-iga rapsolja-blandningen. Täckningsgraden för vattnet var 90 %, medan täckningsgraden för rapsolja-blandningen var två, resp tre gånger 90 %. För att uppnå två och tre gånger 90 % kördes besprutningsrampen två eller tre gånger över bladet med en hastighet som genererade 90 % täckningsgrad. Varje behandling bestod av fem blad. Antalet löss per blad varierade mellan fem och nio. De sprutade bladen placerades i transparenta plastboxar, samma som i huvudförsöket, och antalet döda löss avlästes efter tre dygn.

Resultat

Dopplingsförsök

Dödligheten när lössen doppades i den 2 %-iga sprutvätskan var 97,6 %.

Huvudförsök

Resultatet från huvudförsöket kan ses i Tabell 5. Dödligheten vid 90 % täckningsgrad var signifikant skilt från de övriga behandlingarna. Ingen signifikant skillnad kunde ses mellan täckningsgraderna 15 %, 45 % och kontroll 0 %.

Tabell 5. Dödlighet (%) vid olika täckningsgrader för 2 %-ig rapsolja-blandning

Täckningsgrad (%)	Antal löss (n)	Dödlighet ± Stdev (%)
0	167	0,6 ± 2,3 b
15	114	0,0 ± 0,0 b
45	105	3,0 ± 6,4 b
90	117	22,8 ± 12,4 a

Utökat försök

Försöket visar att enbart vatten inte har någon bekämpande effekt på persiklössen då täckningsgraden är 90 %, se Tabell 6. Försöket visar också att det går att uppnå över 70 % dödlighet då bladen utsätts för två eller fler bekämpningar med rapsolja då täckningsgraden från varje bekämpning är 90 %.

Tabell 6. Dödlighet (%) vid 90 % täckningsgrad för sprutning med vatten. Tabellen visar också dödligheten då täckningsgraden var 2 x 90 % resp 3 x 90 %

Täckningsgrad (%)	Preparat	Antal löss (n)	Dödlighet ± Stdev (%)
90	Vatten	33	0,0 ± 0,0
2 x 90	Rapsolja 2 %	33	70,3 ± 12,6
3 x 90	Rapsolja 2 %	38	70,5 ± 22,7

Diskussion

Denna studie indikerar starkt att täckningsgraden då rapsolja används behöver vara mycket hög (90 %) för att nå någon form av acceptabel biologisk effekt. Ett sätt för odlaren att bedöma om en bekämpning med rapsolja är motiverad är att sätta upp vattenkänsliga papper där de insekter som han/hon tänker bekämpa finns. Med utgångspunkt från denna studie behöver det vattenkänsliga pappret vara helt blått, se Figur 9, för att bekämpningen skall ha effekt.

Tidigare projekt har visat att inträngningen och täckningsgraden i jordgubbar och hallon är mycket låg (Albertsson *et al.*, 2008). Att i dessa kulturer bekämpa insekter som sitter inuti plantan eller på undersidan av bladen ter sig svårt om man väger in resultatet från denna studie. Det finns dock goda resultat från bekämpning med rapsolja. I försök som gjordes i växthusodlade hallon reducerades antalet kläckta ägg av frukträdsspinnkvalster med över 80 % när en 1 % rapsoljeblandning användes innan knoppsprickningen, se Tabell 10. Likaså gav bekämpning av hallonängar med rapsolja ett tydligt bekämpningsresultat.

I studien har vi bara bekämpat persikbladlus som befinner sig i ett sent nymfstadie eller är vuxna. Dödligheten borde kunna vara högre om bekämpningen utförs mot tidiga nymfstadier. Försök med konstant täckningsgrad och varierande utvecklingsstadium hos lössen bör göras för att klargöra detta.

För odlaren borde det också vara intressant att ur en ren ekonomisk synvinkel bedöma om en bekämpning lönar sig eller inte. Kostnaderna för arbetstid, drivmedel och preparat måste täckas av en högre skörd. En kalkyl för bekämpningsstrategier med dessa preparat borde genomföras så att odlarna har ett bättre beslutunderlag om de skall utföra en bekämpning eller ej med dessa preparat. I ett tidigare försök, se Figur 10, där hallonängar bekämpades med en rapsolja var 4-7 dag innebar en minskning av antalet angripna bär från 8 % till 4 % jämfört med kontrollen (Albertsson *et al.*, 2008). Det är tveksamt om denna skördeökning kan motivera bekämpningen rent ekonomiskt.

Det finns enligt rådgivare (Jensen, K., pers. medd., 2009) odlare som använder sig av rapsolja och liknande fysikaliskt verkande medel med gott resultat. Därför skulle det vara mycket intressant att undersöka hur dessa odlare rent praktiskt använder sig av de fysikaliskt verkande preparaten. Det hade också varit värdefullt att få tillgång till någon form av information hur stor bekämpande effekt behandlingarna har hos dessa odlare genom att förlägga fältförsök där.

Sammanfattat kan vi dra slutsatsen att det går att få en växtskyddseffekt av fysikaliskt verkande växtskyddsmedel. Dock är det så att med dagens appliceringsteknik är det mycket svårt att uppnå de täckningsgrader som enligt våra resultat krävs för en god effekt. Olika skadegörare är med största sannolikhet också olika känsliga för dessa preparat. Skadegörarnas utvecklingsstadium spelar dessutom också en roll för bekämpningsresultatet, liksom vilken typ av olja som används. Sammantaget betyder detta att det finns en rad frågor som måste utredas och utvecklas vidare. Det gäller kunskap om en bättre appliceringsteknik, biologisk kunskap om känsliga och exponerade skeden i skadegörarens livscykel samt kunskap om olika oljors egenskaper.

4. EXPERIMENT, GENOMFÖRDA FÖRETRÄDESVIS I FÄLT

Bekämpning av hallonängar med olja i hallon

Bakgrund

Ett av de första försöken utfördes under två säsonger hos en odlare, som redan tidigare hade erfarenheter av att spruta med vegetabilisk olja mot hallonängar (Albertsson *et al.*, 2008). Skadegöraren var ett stort problem. Odlarens erfarenheter av olja var inte helt positiva, bl a hade han haft problem med igensättning av filter och spridare samt svårigheter med kalibrering. Odlaren var själv inte övertygad om oljan hade någon effekt.

Syfte

Syftet med försöket var att undersöka oljans effekt mot hallonängar samt inverkan av olika oljekoncentrationer och vätskemängder (Albertsson *et al.*, 2008).

Material och metod

Försöket planerades som ett blockförsök med tre upprepningar och tre olika behandlingar och kontroller. De behandlade parcellernas längd var ca 20 m och kontrollernas totala längd i varje block ca 10 m. Totalt användes fem rader i odlingen. Försöket genomfördes under våren och sommaren 2005 och upprepades året efter.

Behandlingar

Kallpressad rapsolja med Rapsgul såpa som emulgeringsmedel (båda från Gotlands Bioenergi AB) användes i försökets alla tre behandlingar. Hastighet, vätskemängd, olja/såpakoncentrationer, tryck och spridare för de olika behandlingarna kan ses i Tabell 7. De två olika koncentrationerna av olja samt vätskemängderna valdes efter samråd med rådgivare.

Tabell 7. Information om de tre behandlingarna

Behandling	Vätskemängd (l/ha)	Olja (%)	Såpa (%)	Hastighet (km/h)	Tryck (bar)	Spridare per sida
Kontroll	-	-	-	-	-	-
A	500	0,55	0,55	5	2	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
B	900	0,31	0,31	5	7	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
C	900	0,55	0,55	5	7	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)

Utförande

Odlarens spruta renoverades och dess två vertikala ramper försågs med vardera fyra spridarfästen av typen TwinSprayCap (Lechler), se Figur 10. I varje TwinSprayCap sattes två munstycken; ett Lechler ID röd (som gav en grov droppdusch) och ett XR Teejet 110 orange (som gav en mycket fin droppdusch). Sprutekipaget kalibrerades.

Behandling skedde ca 2 ggr per vecka med start vid första blomning och avslutades när de första bären började bli röda. Alla bär skördades, även de skadade. Bären sorterades och vägdes i två fraktioner; bär skadade av hallonängern, respektive övriga.



Figur 10. T.v.: Odlarens spruta med rampen som användes i försöket, t.h.: Spridarfäste för rampen, pilen visar körriktning.

Resultat

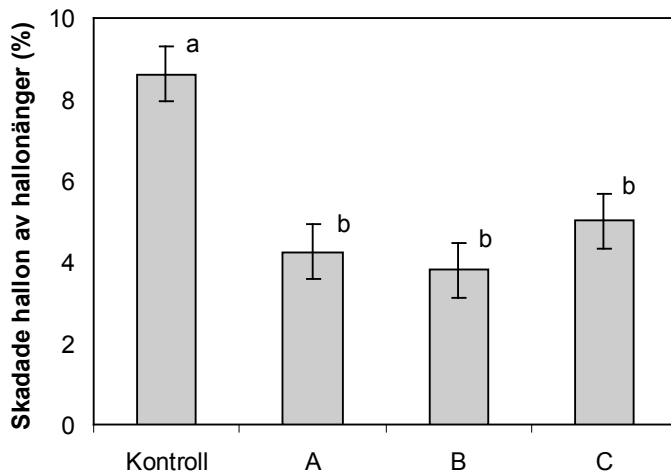
Stora delar av det besprutade fältet skadades av frost under 2005 och resultatet kunde inte analyseras statistiskt. Nästa år visade sig de behandlade parcellerna ha en signifikant lägre andel skadade bär, se Figur 11. Emellertid fanns inga signifikanta skillnader mellan doser och vätskemängder.

Diskussion

Resultatet från studien visar att rapsolja tillsammans med såpa minskar antalet skadade bär av hallonängern. Däremot ger inte försöksresultatet någon information om vilken koncentration eller vätskemängd som är optimal. Anledningen till att andelen skadade bär var högre 2005 är lite svårförklarad, men kan bero på att frostangreppet medförde att det fanns en mindre mängd hallon på buskarna att angripa.

Angripna hallon kastades dessutom inte på marken 2005, utan plockades in för att vägas. Detta innebar att en stor mängd larver, som kunnat ge upphov till skalbaggar 2006, försvann från odlingen. Odlaren har efter försökets slut fortsatt att använda olja/såpa för behandling mot hallonängern. Man har även fortsatt att plocka bort angripna hallon av hallonängern för att minska populationen ytterligare. Resultatet från vårt försök att behandling med olja och såpa har effekt mot hallonängern styrks av odlaren som hävdar att sedan de började använda olja/såpa kontinuerligt har skador av hallonängern minskat (Nilsson, B., pers. medd., 2008) Eftersom olja/såpa behandlingarna först och främst bekämpar ägg/larver skulle vita

klisterskivor som fångar de vuxna djuren kunna utgöra ett komplement till sprutningen för att få en ännu bättre bekämpningseffekt. Försök gjorda i Schweiz visar att dessa klisterskivor kan minska skadorna av hallonängern med upp till 40 % (Schmid *et al.*, 2006). För att göra fällorna mer effektiva finns även fällor med en doft som attraherar hallonängern, så kallade kairomoner. Dessa fällor har i mindre utsträckning testats i Sverige (Nilsson, T., pers. medd., 2008).



Figur 11. Medelvärdet (%) ± SEM av andelen skadade hallon av hallonängern i de olika behandlingarna 2006. Medelvärden med olika bokstäver är signifikant skiljda ifrån varandra ($p < 0,05$).

Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster med olja i växthushallon

Bakgrund

Rapsolja har lanserats som ett växtskyddsmedel mot insekter, både i ekologisk odling och konventionell odling. I tidigare försök kunde konstateras växtskyddseffekt mot t ex hallonängern i frilandsodlade hallon (Albertsson *et al.*, 2008). Spinnkvalster har med skiftande resultat bekämpats med rapsolja. I växthusodlade hallon kommer angreppet tidigt, när bladverket är mycket litet och inte hindrar en god täckning. Samtidigt är risken för brännskador mindre på bladverket i de tidigaste utvecklingsstadierna.

Syfte

Syftet med försöket var att undersöka om bekämpning före knoppsprickning med en vegetabilisk olja, rapsolja, kan kontrollera förekomsten av fruktträdsspinnkvalster (*Panonychus ulmi* K.) i växthushallon

Material och metod

Försöksplatsen

Hallonodlingen var placerad i ett växthus i Ingelstorp, någon mil öster om Ystad. Försöket planerades som ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar och tre behandlingar.

Varje parcell var 3 m lång med ett avstånd till nästa på 3 m. Radavståndet i hallonodlingen var 1,5 m.

Behandlingarna

I försöket användes Kallpressad rapsolja med Rapsgul såpa som emulgeringsmedel (båda från Gotlands Bioenergi AB). Information om behandlingarna, som utfördes den 26 februari och den 19 mars 2009, finns i Tabell 8. I Figur 12 visas utvecklingsstadiet för hallonplantorna. Vid det första behandlingstillfället användes odlarens regnvatten för att bereda en sprutvätska och vid det andra användes kranvatten från SLU Alnarp. För att säkerställa att variationen av fruktträdspinnkvalsterägg inte var alltför stor i odlingen räknades antalet fruktspinnkvalsterägg på 15 hallonskott (mellan fyra knoppar) i varje block innan försökets start.

Tabell 8. Utrustning och inställningar för behandlingarna

Behandling	Olja (%)	Såpa (%)	Tryck (bar)	Flöde (l/min)	Vätskemängd (l/ha)	Hastighet (km/h)	Spridare
Hög dos	1	1	4	0,44	1600	0,83	Orange Teejeet 8001EVS
Låg dos	0,5	0,5	4	0,44	1600	0,83	Orange Teejeet 8001EVS
Kontroll	-	-	-	-	-	-	-

Utförande

Behandlingarna utfördes med hjälp av odlarens rampspruta, se Figur 12. Rampen sköts maximalt åt ena sidan, för att minska avståndet mellan spridare och bladverk. Avståndet mellan spridarna och hallonplantorna blev därigenom ca 50 cm. Vid bekämpningen var åtta av rampens spridare öppna (spridaravstånd 20 cm). Rampen drogs manuellt och med hjälp av en enkel cykeldator kunde hastigheten hållas konstant under hela försökets gång.

Avläsning av antal fruktträdspinnkvalster gjordes den 6 april och den 23 april. Eftersom odlaren satte ut rovkvalster, *Amblyseius californicus* och *Amblyseius andersoni*, i slutet av april för att bland annat bekämpa fruktträdsspinnkvalstren gjordes därefter inga fler avläsningar. Vid varje avläsning samlades 30 blad in från varje parcell. Bladen togs slumpvis 50 cm från ena kanten av parcellen och två meter framåt och lades i papperspåsar för vidare transport till laboratoriet. Antalet fruktträdsspinnkvalster på varje blad räknades under mikroskop samma dag.

Klimatförhållande

I Tabell 9 ses min, max och medelvärden för temperatur och den relativa luftfuktigheten under och ett dygn före och efter behandlingsdagarna.

Tabell 9. Temperatur och relativ luftfuktighet (RH) under dagar i anslutning till sprutningen.
* = Behandlingsdag

Datum	Temperatur (°C)			RH (%)		
	min	max	medel	min	max	medel
2009-02-25	4,3	14,2	6,8	74	94	90
2009-02-26 *	4,4	18,8	8,3	60	96	88
2009-02-27	3,6	21,0	8,4	57	94	80
2009-03-18	5,6	29,4	12,6	28	90	67
2009-03-19 *	5,5	27,7	12,6	29	91	65
2009-03-20	5,8	25,1	12,8	30	89	63



Figur 12. T.v.: Spruttramp som användes i försöket. Rampen går på hjul med värmerören som räls. Överkryssade spridare var stängda. Fotot är taget den 19 mars (andra spruttillfället).
T.h.: Hallonplantornas utveckling vid spruttillfället den 26 februari 2009.

Avläsningarna från försöket analyserades med GLM (Minitab 15). Alla data loggtransformerades [$\log(x+1)$] före analysen. För att separera medelvärdena användes Tukey test (Minitab 15).

Resultat

Resultatet från avläsningarna den 6 och 23 april kan ses i Tabell 10 och visar att det var signifikant mindre antal kvalster per blad i behandlingen med den höga dosen, 1 % rapsolja, jämfört med kontrollen vid bägge avläsningarna. När det gäller den låga dosen 0,5 % var det bara vid den första avläsningen som antalet kvalster var signifikant lägre än kontrollen. Antalet fruktträdsspinnkvalster per blad 2009 var lågt enligt rådgivarna, om man tar hänsyn till att angreppet föregående år var mycket kraftigt (Thilda Nilsson, pers. medd. 2009). Vid räkningen av antalet fruktträdsspinnkvalster kunde konstateras att ett antal rovkvalster (*Amblyseius andersoni*) hittades i alla block (totalt 20 st).

Tabell 10. Medelantalet kvalster per blad för de olika behandlingarna. Medelvärden följt av olika bokstäver är statistiskt skiljda från varandra ($P < 0,05$)

Behandling	Avläsning	
	2009-04-06	2009-04-23
Rapsolja 1,0 %	0,16 b	0,14 b
Rapsolja 0,5 %	0,10 b	0,40 ab
Kontroll	1,36 a	0,55 a

Diskussion

Studien visar att det är möjligt att använda en vegetabilisk olja (rapsolja) för att bekämpa fruktträdsspinnkvalster före knoppsprickningen i växthusodlade hallon. Resultatet skiljer sig från ett annat försök som skedde parallellt i äpple. Där hade rapsoljan ingen effekt mot fruktträdsspinnkvalstren. Dock finns stora skillnader mellan de båda försöken, vad gäller koncentration och vätskemängd. I hallonförsöket användes en låg koncentration (0,5 % - 1 %) och en mycket hög vätskemängd (1600 l/ha) i kontrast till äppelförsöket, som hade en hög koncentration (6 %) och en lägre vätskemängd (500 l/ha). Dessa skillnader, tillsammans med de olika kulturernas växtsätt, samt att de utfördes i växthus (hallon) och på friland (äpple), är förmodligen det som kan förklara de olika resultaten. Täckningsgradens mycket stora inflytande på resultatet visades i ett annat experiment, beskrivet i denna rapport. Med en tredubbling av vätskemängden följer en bättre täckning, speciellt i dessa jämförbara fall, utan hindrande bladverk.

Fruktträdsspinnkvalstrens ägg är känsligast för olja just före kläckningen. Den första hallonbekämpningen utfördes troligtvis en aning för tidigt för att få full effekt, varför en andra bekämpning gjordes i mitten av mars. Anledningen till att den första bekämpningen lades tidigt var för att undvika skador på bladen. För att få en uppfattning om riskerna, sprutades en extra parcell (som inte ingick i försöket) med samma vätskemängd som ovan, men med en 3 % lösning. Inga skador på bladverket kunde konstateras vid de efterföljande två avläsningarna. Detta tyder på att en högre koncentration än 1 % skulle kunna vara möjligt att använda utan att riskera skador på hallonplantan. Mer undersökningar bör dock göras.

Ett antal ”övervintrade” rovkvalster (*Amblyseius andersoni*) hittades vid de två avläsningarna. Odlaren hade föregående år satt ut dessa för att bekämpa fruktträdspinnkvalster. Hur rovkvalstren överlevt vintern är inte klarlagt, men ur en bekämpningsmässig synvinkel öppnar det för ett antal intressanta frågeställningar som t ex: Hur ökar man chansen att få en övervintrande population? Var i odlingen övervintrar de?

Som tidigare har konstaterats är vattenkvaliteten mycket viktig för att kunna få en sprutvätska att stanna kvar i emulsionsform. Vattnet från både odlarens brunn och kommunala vatten var mycket hårt (>16 °dH). Det resulterade i att oljan flöt på ytan. Vatten fick hämtas först från odlarens regnvattenbassäng och vid andra sprutningen från SLU Alnarp. Möjligheten att använda ett annat emulgeringsmedel än såpa och som har en större tolerans för hårt vatten, är en punkt som bör arbetas vidare med, för att undvika att vattenkvaliteten får så stor inverkan. Det finns i handeln ett preparat, baserat på rapsolja; Raptol, som också innehåller naturligt Pyrethrum och ett väl fungerande emulgeringsmedel. Om man tänkte sig att tillhandahålla motsvarande produkt, men utan Pyrethrum, borde den fungera väl och även ha samma användningsområde i ekologiska odlingar som rapsolja plus såpa.

Täcknings- och inträngningsförsök i hallon på fält

Bakgrund

Det ställs högre krav på spruttekniken och utrustningen i ekologisk odling, eftersom man inte har tillgång till lika ”potenta” växtskyddsmedel som i konventionell odling. Detta har inte alltid uppmärksamats av de ekologiska odlarna, som också oftare driver sin produktion i mindre skala, med ett mindre investeringsutrymme. I detta försök undersöktes om en enkel, men specialutrustad, ramp skulle kunna vara ett rimligt alternativ till luftassisterad sprutning. Samma teknik hade använts 2006 för bekämpning av hallonängar med gott resultat (Albertsson *et al.*, 2008).

Syfte

Syftet med försöket var att undersöka hur vätskemängden påverkar inträngningen i hallonradens bladverk och hur effektiv inträngningen blir med en enklare ramp, jämfört med en spruta med luftassistans (Hardi SPV/MiniVariant). Syftet var också att studera hur avsättningen på undersidan av bladen påverkades av vätskemängd och val av sprututrustning.

Material och metod

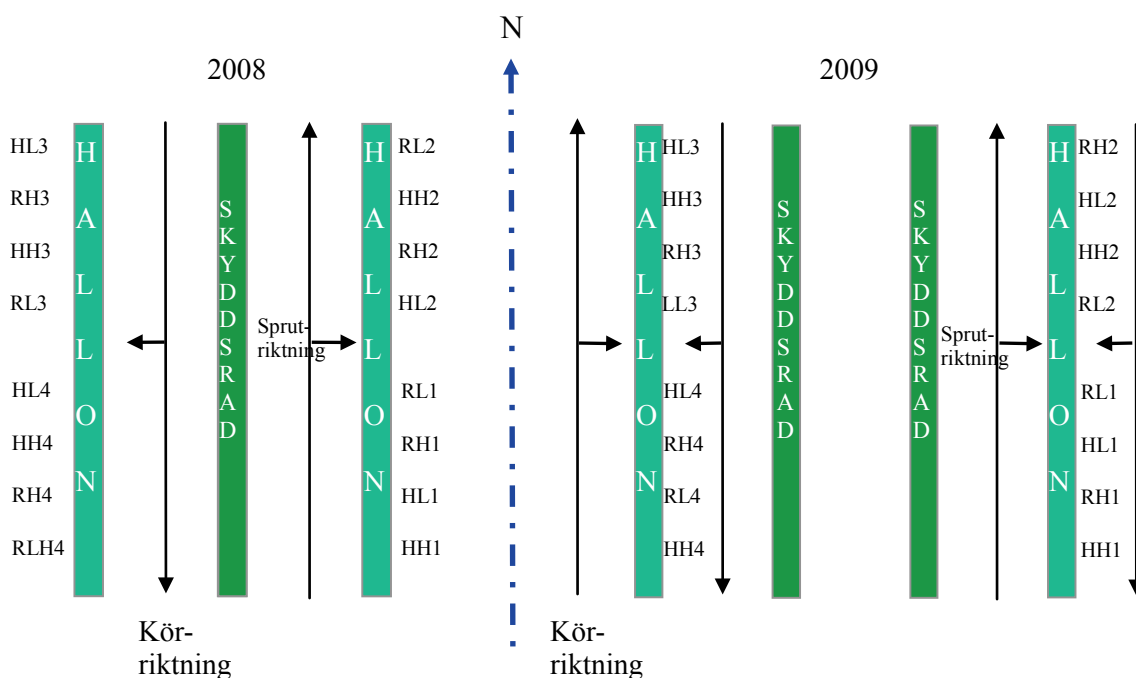
Försöksplatsen

Samtliga försök utfördes hos en konventionell hallonodlare i Bodarp, i närheten av Vellinge i Skåne. Det första försöket utfördes den 6 augusti 2008, just när skörden avslutats, men innan de frukt bärande skotten hade skurits bort. Det andra försöket utfördes den 18 augusti 2009, efter det att de frukt bärande skotten tagits bort.

Designen på försöken var randomiserade blockförsök med fyra upprepningar och fyra behandlingar. År 2009 var det två skyddsradar mellan de behandlade raderna, eftersom hallonraderna var mindre täta på grund av att de frukt bärande skotten tagits bort. Varje parcell var 8 m lång med ett avstånd till nästa på 5 m. Radavståndet i hallonodlingen var 4.25 m och sorten Glen Ample.

Behandlingar

Information om de fyra behandlingarna, som var nästan exakt samma de båda åren, finns i Tabell 11 och Tabell 12. För behandlingarna RL (Ramp Låg vätskemängd) och RH (Ramp Hög vätskemängd) användes en enklare ramp, med fyra spridarfästen på 50 cm avstånd. I varje spridarfäste satt en Twin Cap med två spaltspridare; en Lechler ID röd och en Teejet XR 110 orange, se Figur 10. Härigenom bestod duschen dels av en del med fin duschkvalitet som kan ge en god avsättning, dels av en del med stora droppar som bidrar till en god inträngning. För de två resterande behandlingarna användes odlarens spruta med luftassistans; Hardi SPV/MiniVariant, se Figur 14. I varje luftutlopp satt en virvelkammerspridare, Albuz ATR (röd). År 2008 sprutades bara en sida av hallonplantorna. Båda sidorna sprutades år 2009, se Figur 13.



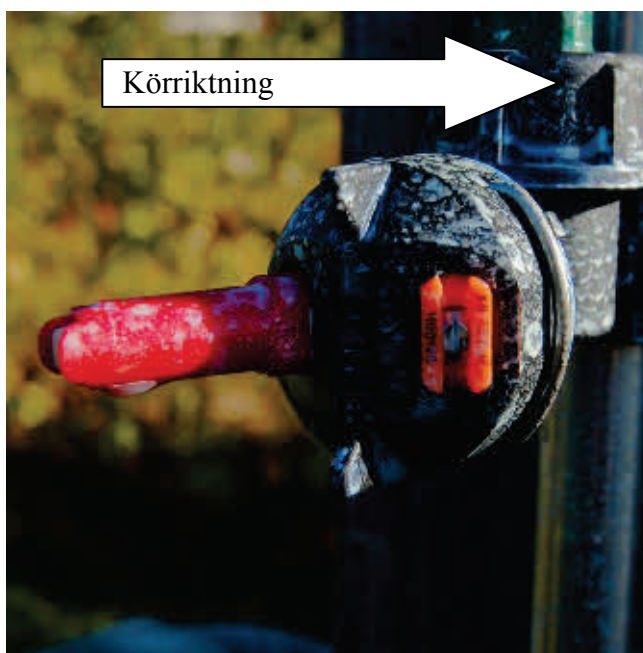
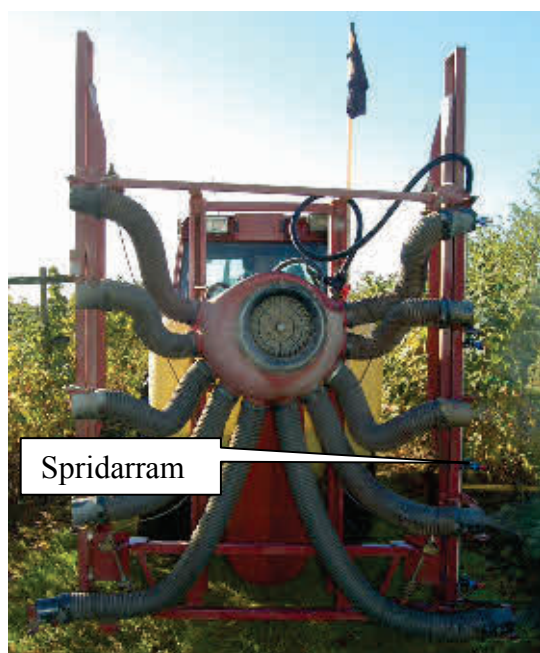
Figur 13. Försöksupplägg i hallonodlingen 2008, resp 2009, med behandlade rader och skyddsrad. Behandlingarnas beteckningar, se nedan.

Tabell 11. Utrustning och inställningar för behandlingarna 2008

Behandling	Sprututrustning	Tryck (bar)	Flöde (l/min)	Vätskemängd (l/ha)	Hastighet (km/h)	Spridare per sida
RH	Ramp	3,1	2,00	900	2,4	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
RL	Ramp	4,0	2,20	500	5,0	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
HH	Hardi SPV/MiniVariant	3,8	0,85	500	2,4	Albuz ATR röd (5 st)
HL	Hardi SPV/MiniVariant	4,9	1,00	340	3,9	Albuz ATR röd (5 st)

Tabell 12. Utrustning och inställningar för behandlingarna 2009

Behandling	Sprututrustning	Tryck (bar)	Flöde (l/min)	Vätskemängd (l/ha)	Hastighet (km/h)	Spridare per sida
RH	Ramp	3,1	2,00	900	2,4	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
RL	Ramp	4,0	2,20	500	5,0	Lechler ID röd (4 st), Teejet XR orange (4 st)
HH	Hardi SPV/MiniVariant	4,0	0,85	500	2,4	Albuz ATR röd (5 st)
HL	Hardi SPV/MiniVariant	5,0	1,00	340	3,9	Albuz ATR röd (5 st)



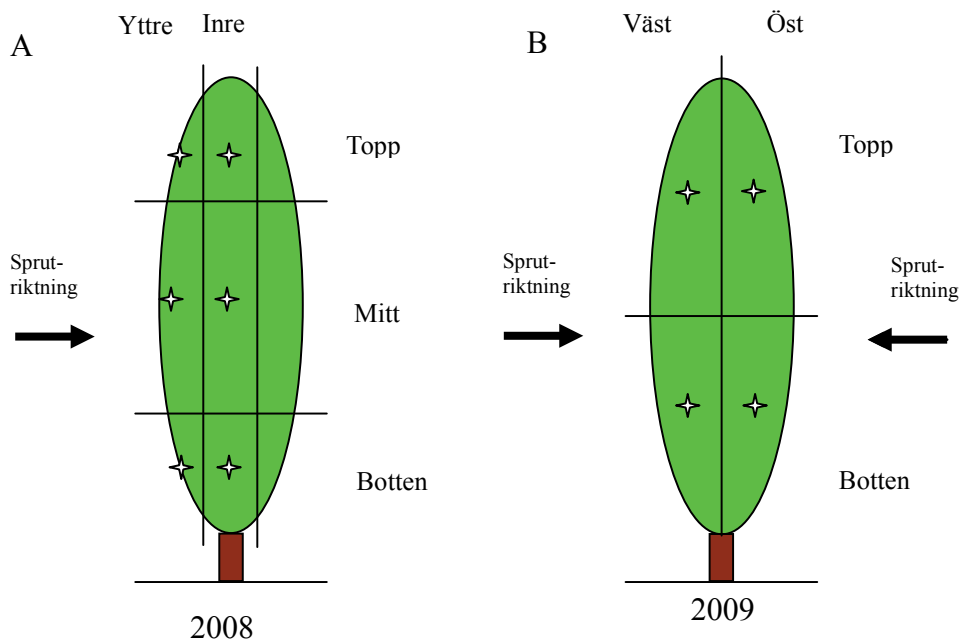
Figur 14. T.v.: Hardi SPV/MiniVariant spruta som användes i de luftassisterade behandlingarna HH och HL. Placeringen av rampen (för behandlingarna RH och RL) är markerad.

T.h.: Spridarfäste för rampen som användes i behandlingarna RH och RL. Pilen visar körriktning.

Utförande

Innan försökets start 2008 tillsattes ett fluorescerande spårämne (Tinopal CBS-X) till sprutvätskan. Koncentrationen Tinopal ökades 2009 från 0,15 % till 0,30 %. Anledningen till ökningen var att 2008 var kontrasten i bilderna i lägsta laget. För att minimera antalet byten av sprututrustning, utfördes alla behandlingarna i följande ordning: RH1-4, RL1-4, HH1-4, HL1-4. Försöken utfördes på förmiddagen den 6 augusti 2008 och på förmiddagen den 18 augusti 2009. Vädret var under bägge försöksdagarna soligt och nästan vindstilla med en temperatur

på ca 20°C. Blad plockades på olika sätt i de två försöken. I Figur 15 visas de områden på hallonplantorna där blad plockades 2008 och hur bladen plockades 2009. I varje parcell plockades blad vid fyra positioner, 1, 3, 5 och 7 meter från parcellens början. I varje position 2008 togs blad från botten (35-45 cm), mitten (75-85 cm) och toppen (120-140 cm). Året efter togs blad i varje position från botten (40-55 cm) och toppen (110-125 cm). De plockade bladen placerades i pappkartonger med lock för vidare transport till laboratoriet där de fotograferades i UV-ljus på både ovan- och undersidan. Bladfotona graderades okulärt med avseende på täckningsgrad. Indelningen hade fem klasser: Klass 1: 0 – 20 % täckningsgrad, klass 2: 21 – 40 %, osv. Resultaten ifrån projektet har analyserats statistiskt med GLM (Minitab 15).



Figur 15. Tvärsektioner genom hallonraden, där stjärnorna visar de positioner där prover togs, A) Positioner och beteckningar 2008. Hallonraden sprutades från en sida 2008, B) Positioner och beteckningar 2009. Hallonraden sprutades från båda sidorna 2009.

Resultat

2008

Täckningsgraden på ovansidan av de inre bladen i botten var signifikant högre med HH än med övriga behandlingar, se Tabell 13. På ovansidan av bladen i de andra positionerna fanns det inga statistiska signifikanta skillnader mellan de olika behandlingarna, även om det alltid var någon av Hardi SPV/MiniVariant behandlingarna, HH eller HL, som hade den högsta medelavsättningen.

Avsättningen på undersidan av bladen var generellt låg, se Tabell 14. Den högsta medelavsättningen (1,31 på den 5-gradiga skalan) fanns på de yttre bladen i toppen. Inga signifikanta skillnader kunde ses mellan behandlingarna på undersidan av bladen i de olika positionerna.

Tabell 13. Medelavsättning \pm SEM (på den 5-gradiga skalan) på ovansidan av bladen i de sex olika positionerna 2008

Behandling	Yttre blad			Inre blad		
	Toppen	Mitten	Botten	Toppen	Mitten	Botten
HH	3,3 \pm 0,3 a	3,1 \pm 0,3 a	3,6 \pm 0,2 a	1,7 \pm 0,3 a	1,8 \pm 0,2 a	2,1 \pm 0,2 a
HL	3,9 \pm 0,3 a	4,0 \pm 0,3 a	4,1 \pm 0,2 a	2,4 \pm 0,3 a	1,9 \pm 0,2 a	1,4 \pm 0,2 b
RH	3,5 \pm 0,3 a	3,5 \pm 0,3 a	3,3 \pm 0,2 a	2,2 \pm 0,3 a	1,3 \pm 0,2 a	1,3 \pm 0,2 b
RL	3,1 \pm 0,3 a	3,7 \pm 0,3 a	3,8 \pm 0,2 a	1,7 \pm 0,3 a	1,3 \pm 0,2 a	1,2 \pm 0,2 b

Tabell 14. Medelavsättning \pm SEM (på den 5-gradiga skalan) på undersidan av bladen i de sex olika positionerna 2008

Behandling	Yttre blad			Inre blad		
	Toppen	Mitten	Botten	Toppen	Mitten	Botten
HH	1,3 \pm 0,2 a	1,4 \pm 0,2 a	1,00 \pm 0,0 a	1,3 \pm 0,1 a	1,2 \pm 0,1 a	1,1 \pm 0,0 a
HL	1,3 \pm 0,2 a	1,5 \pm 0,2 a	1,06 \pm 0,0 a	1,1 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,0 a
RH	1,0 \pm 0,2 a	1,0 \pm 0,2 a	1,00 \pm 0,0 a	1,1 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,0 a
RL	1,0 \pm 0,2 a	1,0 \pm 0,2 a	1,00 \pm 0,0 a	1,0 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,1 a	1,0 \pm 0,0 a

2009

Inga skillnader i medelavsättning observerades mellan positionerna på den östra och västra sidan av hallonraderna, vilket gjorde det möjligt att analysera båda sidorna tillsammans. På ovansidan av bladen var medelavsättningen generellt hög för alla behandlingar både i toppen och i botten. Behandling HH hade både i toppen och i botten en signifikant högre avsättning jämfört med RL på ovansidan av bladen. På undersidan av bladen var avsättningen liksom 2008 mycket låg. I toppen på undersidan av bladen var HH signifikant högre än RL, men i övrigt hittades inga skillnader mellan behandlingarna. Se Tabell 15.

Tabell 15. Medelavsättning \pm SEM (på den 5-gradiga skalan) på undersidan och oversidan av bladen i toppen och botten av hallonplantan

Behandling	Ovansidan		Undersidan	
	Toppen	Botten	Toppen	Botten
HH	3,9 \pm 0,1 a	4,0 \pm 0,1 ab	1,2 \pm 0,1 ab	1,2 \pm 0,1 a
HL	3,7 \pm 0,1 ab	3,6 \pm 0,1 bc	1,3 \pm 0,1 a	1,1 \pm 0,1 a
RH	3,6 \pm 0,1 ab	4,2 \pm 0,1 a	1,1 \pm 0,1 ab	1,0 \pm 0,1 a
RL	3,5 \pm 0,1 b	3,5 \pm 0,1 c	1,0 \pm 0,1 b	1,0 \pm 0,1 a

Transformering av data

En enkel transformation har gjorts för att omvandla de ovan angivna klassrelaterade värdena till täckningsgrad (0 – 100 %), så att ett klassvärde på 1,0 tolkas som 10 % täckningsgrad, osv. Då blir resultatet enligt Tabell 16, Tabell 17 och Tabell 18.

Tabell 16. Medeltäckningsgrad (%) på ovansidan av bladen i de sex olika positionerna 2008

Behandling	Yttre blad			Inre blad		
	Toppen	Mitten	Botten	Toppen	Mitten	Botten
HH	56	52	62	24	26	32
HL	68	70	72	38	28	18
RH	60	60	56	34	16	16
RL	52	64	66	24	16	14

Tabell 17. Medeltäckningsgrad (%) på undersidan av bladen i de sex olika positionerna 2008

Behandling	Yttre blad			Inre blad		
	Toppen	Mitten	Botten	Toppen	Mitten	Botten
HH	16	18	10	16	14	12
HL	16	20	11	12	10	10
RH	10	10	10	12	10	10
RL	10	10	10	10	10	10

Tabell 18. Medeltäckningsgrad (%) för bladen i de fyra olika positionerna 2009

Behandling	Ovansidan		Undersidan	
	Toppen	Botten	Toppen	Botten
HH	68	70	14	14
HL	64	62	16	12
RH	62	74	12	10
RL	60	60	10	10

Diskussion

Observationerna från detta försök visar inte på något entydigt sätt att en fläktspruta ger en bättre avsättning på de yttre bladen eller en bättre inträngning än en passiv ramp utan fläkt. Detta resultat är oväntat och stämmer inte med de generella erfarenheterna av luftassistans (Svensson, 2001; Vandermersch *et al.*, 2000; Taylor & Andersen, 1991). Det finns en antydning

till förbättring för resultatet 2009, då sprutningen utfördes från båda sidor. Samtidigt var bladverket så glest, att fläktsprutans inträngningsförmåga inte borde ha så stor inverkan.

Resultatet 2008 kan bero på att försöket utfördes bara några dagar efter sista skörd, då odlingen var som tätast på grund av att både årsskott och fruktbarande skott fortfarande fanns kvar. Odlingen skulle då kunna vara så tät att inte ens en fläktspruta lyckas tränga igenom bladverket. Trots tätheten borde emellertid de minsta dropparna följa med luftrörelserna och avsättas inne i bladverket. Kvaliteten på bladfotona är så hög att även mycket små droppar syns.

En annan anledning till resultatet 2008 kan kanske förklaras med att besprutningen endast skedde från ena sidan av raden. I ett verkligt läge skulle undersidan av bladen utsättas för droppar från sprutningen från den andra sidan av raden. Vår hypotes är därför att om appliceringen skett i båda riktningarna hade en bättre inträngning kunnat mätas upp. Tyvärr var det inte möjligt att göra samma typ av inträngningsmätningar 2009, eftersom de fruktbarande skotten skurits bort.

Vid jämförelser av olika typer av luftflöden har kunnat konstateras att en luftström, där effekten representeras av en hög luftvolym och lägre hastighet, ger en bättre inträngning i ”svåra” bladverk, dit vinbär, vin och hallon hör (Hale, 1978; Randall, 1971). Hardi SPV har enstaka luftutlopp, med en relativt hög utloppshastighet genom en begränsad öppning och representerar därför inte den mest optimala typen.

Som tidigare diskuterats var det inte möjligt att genomföra några inträngningsmätningar 2009. Resultatet från 2009 visar dock att HH har en högre medelavsättning än RL i toppen och i botten, både på ovansidan och på undersidan av bladen. Detta tyder på att om samma vätskemängd används, 500 l/ha, verkar Hardi SPV fungera bättre än rampen. Ökas däremot vätskemängden för rampen till 900 l/ha ses inga skillnader mellan rampen och Hardi SPV.

I laboratoriestudien med persikbladlus (*Myzus persicae*) undersöktes täckningsgradens betydelse. Resultatet pekar på att täckningsgraden på bladen bör ligga över 90 % för att få en säker bekämpande effekt, se Tabell 5 och Tabell 6. I de två försöken ovan, oberoende av om rampen eller Hardi SPV används, är det bara ovansidan av blad sittande på utsidan, som uppvisar en täckningsgrad som skulle kunna motsvara denna täckningsgrad. För resterande positioner i plantan, såsom undersidan av bladen och blad sittande inne i plantan behövs andra appliceringsmetoder utvecklas för att få en bekämpande effekt av fysikaliskt verkande preparat. Däremot, för vissa traditionella växtskyddsmedel, där en täckningsgrad på 15 - 20 % kan vara tillräcklig, är båda sprutalternativen gångbara (Raisigl *et al.*, 1991).

Under 2008 utfördes också avsättningsmätningar i jordgubbar (Albertsson *et al.*, 2008). Resultatet från jordgubbsförsöket ligger i linje med detta försök och visade att avsättningen på undersidan av bladen i mitten och i botten på plantan var mycket låg. De flesta av bladen hade en täckningsgrad på mellan 0 – 20 % i dessa positioner. Dock kunde en klar förbättring av täckningen på undersidan av bladen högt upp i plantan erhållas om en bandspruta av typen LTI användes (Albertsson *et al.*, 2008; Bjugstad, 1987). Liksom för hallon behöver appliceringstekniken utvecklas för att fysikaliska verkande preparat skall få en bra bekämpande effekt för skadedjur sittande på undersidan av bladen inuti plantan.

Slutsatsen från detta försök tyder på att varken den passiva vertikala rampen eller den luft-assisterade Hardi SPV ger tillräckligt hög avsättning och inträngning för att fysikaliskt

verkande preparat skall ge en säker och fullgod bekämpande effekt, framför allt inte på undersidan av blad. I många fall ger Hardi SPV en bättre täckning. Trots detta, som framgår av de bekämpningsförsök som presenteras av Albertsson *et al.* (2008), erhöles växtskydds-effekt av rapsolja mot hallonängar, när den vertikala rampen användes under blomnings-perioden. Detta torde bero på att blommorna/karten, som är primär måltavla för bekämp-ningen, befinner sig i den yttre, övre delen av plantan och att behandlingarna upprepades flera gånger.

Täcknings- och inträngningsförsök i jordgubbar

Bakgrund

Jordgubbsodlingar angrips av flera olika typer av skadegörare som angriper blad, blommor, bär eller rötter. I Albertsson *et al.* (2008) ges en bakgrundsbeskrivning av olika skadegörare. Trips (arter inom både *Frankliniella* och *Thrips*) tillhör de skadegörare, där det finns positiva erfarenheter av att bekämpa med såpa (Jensen, K, pers. medd., 2005). Vuxna tripsar flyger in från närliggande fält, angriper blommorna och lägger även ägg där. Larver/nymfer uppehåller sig dagtid under foderbladen och kryper kvällstid ut och angriper kart och bär, som får en korkartad hud (Cross *et al.*, 2001; Steiner & Goodwin, 2006).

I samarbete med odlare genomfördes inledande försök med såpa under 2005 och 2006. Även detta försök har presenterats utförligt i Albertsson *et al.* (2008). Första året uteblev angrepp och andra året var angreppet så svagt att inga skillnader på grund av behandlingarna kunde upptäckas.

Genom sitt uppträdande är trips en skadegörare som är svår att träffa. Med fysikaliskt verkande växtskyddsmedel krävs en avsättning både på över- och undersidor av bladen, genom hela bladverket. Det är inte svårt att med konventionell teknik åstadkomma en god täckning på översidan av de övre bladen, men det är mycket svårt att åstadkomma en täckning i de återstående positionerna av bladverket.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att undersöka hur olika spruttekniska metoder skulle kunna förbättra inträngning och avsättning till de inre delarna av jordgubbarnas bladverk (Albertsson *et al.*, 2008).

Material och metoder

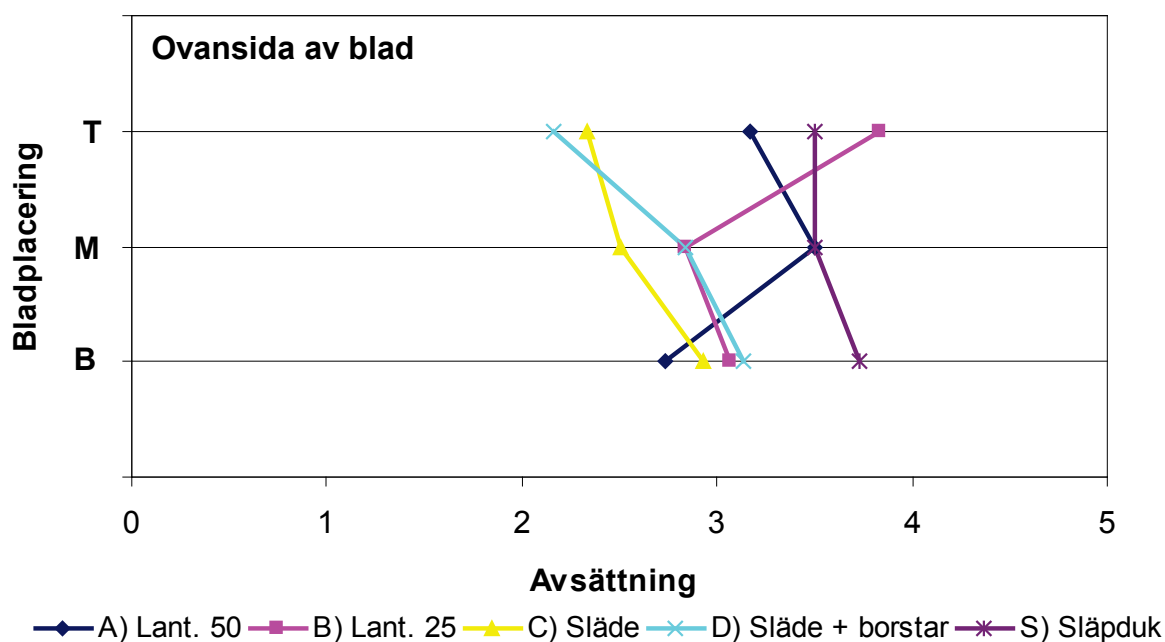
Olika sprutinställningar studerades inledningsvis i ett laborietest (med parametrar som körhastighet, spridarplacering och -riktning, tryck, spridartyp, grödöppnare, etc). En rälsbana användes i kombination med en rad jordgubbar. Vattenkänsliga papper användes för att avgöra avsättningen.

Huvudförsöket planerades som ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar, se Tabell 19. Sprutningen skedde hos en kommersiell odlare under slutet av skördeperioden. Ett fluorescerande spårämne (Tinopal CBS-X) användes för att indikera täckning. Nio blad från tre nivåer samlades in från varje parcell. De flesta plockade från den lägst belägna positionen. Övre och undre sidan av bladen fotograferades i UV-ljus och graderades manuellt i fem klasser (0 – 20 % täckning, 21 – 40 % täckning, etc).

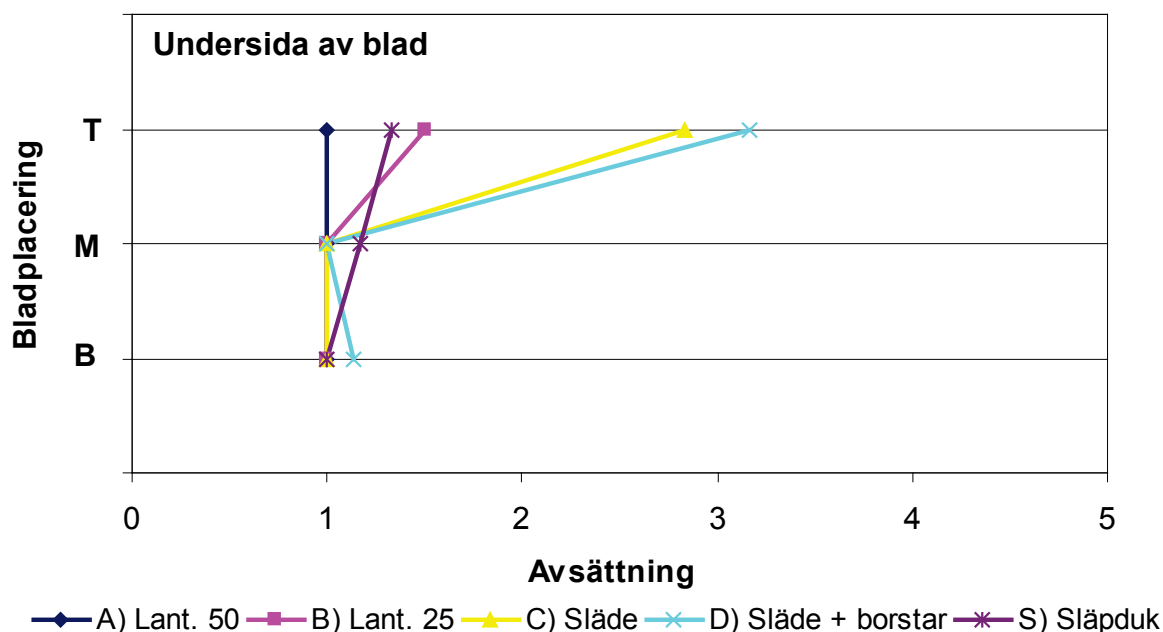
Tabell 19. Spruttyper och inställningar för försöket i jordgubbar. I samtliga fall var givan 1000 l/ha (räknat på besprutad yta)

Behandling	Sprutalternativ	Tryck (bar)	Körhastighet (km h ⁻¹)	Spridare (märke, typ och storlek)
A (Lant.50)	Konventionell bom, 50 cm spridaravstånd	6,2	4	Albuz AVI Grå/08 (en i varje position)
B (Lant. 25)	Konventionell bom, 25 cm spridaravstånd	5,4	5	Hardi Injet Gul/02 (två i varje position, riktade framåt och bakåt)
C	Släde	6,0	4	Hardi Injet Gul/02 (2 spridare), Albuz AXI Gul (2 spridare)
D	Släde med borstar som grödöppnare	6,0	4	Hardi Injet Gul/02 (2 spridare), Teejet Twinjet Gul (2 spridare)
S	Släpduk, 33 cm spridaravstånd	6,0	3,8	Albuz AXI Brun/05

Resultat



Figur 16. Mätning av avsättning. Ovansida av jordgubbsbladen. Avsättningen bedömdes med en femgradig täckningsskala, se Tabell 19. Bladplacering: B = botten (n=15), M = mitten (n=6), T = toppen (n=6).



Figur 17. Mätning av avsättning. Undersidan av jordgubbsbladen. Avsättningen bedömdes med en femgradig täckningsskala, se Tabell 19. Blad-placering: B = botten (n =15), M = mitten (n=6), T = toppen (n=6).

På övre sidan av bladen, se Figur 16, gav samtliga behandlingar en ganska god avsättning. Släpduken presterade den jämnaste avsättningen med ungefär lika hög avsättning i undre som i övre delen av plantan. Skillnaderna var dock inte signifikanta. För undersidan av bladen, i den övre delen av plantan, resulterade teknikalternativen ”Släde” och ”Släde + borstar” (Figur 17) i en signifikant högre avsättning än de övriga behandlingarna. Avsättningen på de undre sidorna av bladen nere i bladverket var generellt mycket låg, se Figur 17.

Diskussion

Resultaten visar att inte någon av de använda teknikerna ger den förväntade höga och jämna täckningen som fysikaliskt verkande medel kräver. Släpduken ger ett lovande resultat och borde kunna kombineras med sidoplacerade spridare, eventuellt som en vidareutveckling av borstarna (som kan liknas vid vertikala, kortare släpdukar). Slädens lågt sittande och uppåt-riktade spridare gav avsättning på undersidan av de översta bladen, något som bör kunna utnyttjas vidare. Däremot gav inget alternativ någon större avsättning på bladundersidor i bladverkets undre delar.

Man kan notera att i konventionell jordgubbsodling håller man skadegörare och sjukdomar i stort sett under kontroll med sprutalternativet A (vanlig lantbruksbom), trots att detta alternativ har stora svårigheter att tränga in och ge avsättning. Detta har noterats i ett stort antal undersökningar, många av t ex Nils Bjugstad. Detta faktum säger en hel del om potensen i de kemiska växtskyddsmedlen. Jämför också Raisigl *et al.* (1991) som menar att 15 – 20 % täckning är tillräcklig för de flesta kemiska bekämpningsmedel.

Ytterligare ett alternativ, dock mycket mer komplicerat, är att använda någon form av luft-assistans, som bär in dropparna i horisontell riktning, snett underifrån i sidorna av raden. I större jordgubbsodlingar används luftassisterade lantbrukssprutor (t ex Hardi Twin). I det

fället sprutas hela fältet, även radmellanrummen. En faktor som påverkade försöket var att försöksfältets rader var betydligt kraftigare och bredare än testraden, som användes för att utveckla de olika alternativen i laboratorium.

Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster med olja i äpple

Bakgrund

De lovande resultaten från bekämpningen av fruktträdsspinnkvalster (*Panonychus ulmi* K.) i växthushallen fördes vidare i fält. Under våren 2009 undersöktes bekämpningseffekten av en mineralolja, Sunspray 11E och en vegetabilisk olja, rapsolja, mot fruktträdsspinnkvalstrets vinterägg under svenska förhållanden.

Syfte

Syftet var att undersöka bekämpningseffekten hos två oljor mot vinterägg av fruktträdsspinnkvalster. I experimenten skulle också användning i fältmiljö jämföras laboratorieförhållanden. Äggens placering på träden skulle också undersökas för att bättre kunna anpassa appliceringstekniken.

Material och metod

Fältförsök

Försöksplatsen

Försöket utfördes i en konventionell fruktodling i Lomma kommun, Skåne. Insamlade kvistar före behandling visade på en stor befintlig population av *P. ulmi* i samtliga block (>100 ägg/10 cm kvist). Designen på försöket var ett randomiserat blockförsök med fyra block och tre behandlingar. Blocken placerades i en rad med sorten Aroma, se Figur 18. Varje parcell var tio meter lång med ett avstånd till nästa på fem meter. Radavståndet i äppleodlingen var 3,5 meter.

Behandlingar

Information om behandlingarna finns i Tabell 20. För att få en stabil emulsion blandades lika delar rapsolja och såpa i en behållare innan vattnen tillsattes. Både rapsoljan (Kallpressad rapsolja) och såpan (Rapsgul såpa) tillverkas av Gotlands Bioenergi AB. Mineraloljan Sunspray 11 E tillverkas och säljs av Petronas Lubricants Belgium NV. Den innehåller ett emulgeringsmedel och blandades därför direkt i spruttanken.

Tabell 20. Försöksupplägg och behandlingar

Behandling	Produkt	Koncentration (volym %)	Vätskemängd (l/ha)	Tryck (bar)	Hastighet (km/h)	Spridare
Mineralolja	Sunspray 11E	6	250 x 2	9	6	Albuz ATR brun
Rapsolja	Kallpressad rapsolja	6	250 x 2	9	6	Albuz ATR brun
Kontroll	-	-	-	-	-	-

Utförande

Sprutningen utfördes med odlarens Lochmann fläktspruta. Vätskemängden var totalt 500 l/ha (30 l olja/ha). För att försöka uppnå en så hög täckningsgrad som möjligt sprutades varje rad med 250 l/ha från båda hållen. Bekämpningen utfördes den 12 april mellan 17:00 och 18:30. Vädret under bekämpningen var soligt, 12-14°C och 70 % RF. Träden befann sig i musöronstadiet (BBCH 10). Avläsning av antalet kvalster per blad gjordes den 8 maj, 22 maj, 9 juni och den 22 juni. Vid den första avläsningen samlades 30 slumpvis utvalda blad från varje parcell. Antalet kvalster räknades under stereomikroskop. Vid de övriga avläsningarna samlades 60 slumpvis utvalda blad från varje parcell. Antalet kvalster räknades med hjälp av en "Mite Brushing Machine" (Analis, Juchheim OHG) och stereolupp, se Figur 18.



Figur 18. T.v.: En "Mite Brushing Machine" som användes för att på ett effektivt sätt räkna antalet kvalster. T.h.: Äppelraden som användes i försöket.

Doppningsförsök

Den 18 april samlades ca fem cm långa kvistar in från obehandlade träd, av samma sort och från samma odling som fältförsöket. Antalet fruktträdsspinnkvalsterägg på varje kvist räknades i stereomikroskop och monterades tre och tre på 12 x 10 cm stora plastplattor, se Figur 19. Kanterna på plastplattorna var försedda med en 1 centimeters bred barriär av ett klabbigt lim (Tangle Trap, The Tanglefoot Company), för att förhindra att kvalsterna lämnade plattorna. Behandlingarna bestod av att doppa plattorna med kvistarna i tre sekunder i antingen rapsolja 6 %, mineralolja 6 % eller i vatten. De doppade plattorna placerades i plastlådor med luftintag och med blött hushållspapper i botten i en klimatkammare med 25°C, 70 % RF och ljus 20:4 (dag:natt). Varje plastlåda innehöll en plastplatta från varje behandling och totalt

användes tre plastlådor. Efter fem dygn räknades antalet kvalster på varje plastplatta. Totalt doppades 491 ägg i rapsolja, 435 i mineralolja och 513 i vatten.



Figur 19. Plastlåda där plastplattor med doppade kvistar placerades för att kläcka fram kvalster.

Insamling av behandlade kvistar från fält

Två dagar efter bekämpningen klipptes kvistar slumpvis från alla behandlingar i fältförsöket. Kvistarna var ca fem cm långa och antalet kvalsterägg räknades under stereomikroskop. Kvistarna monterades på plastplattor och placerades i plastlådor på samma sätt som i doppningsförsöket. Samma klimatkammare och samma inställningar användes. Varje plastlåda innehöll en plastplatta från alla behandlingar. Efter en vecka räknades antalet kvalster på varje plastplatta. Totalt fanns det 386 ägg på de insamlade kvistarna som bekämpats med rapsolja, 334 ägg på kvistar som bekämpats med mineralolja och 253 ägg i den obehandlade kontrollen.

Äggens placering

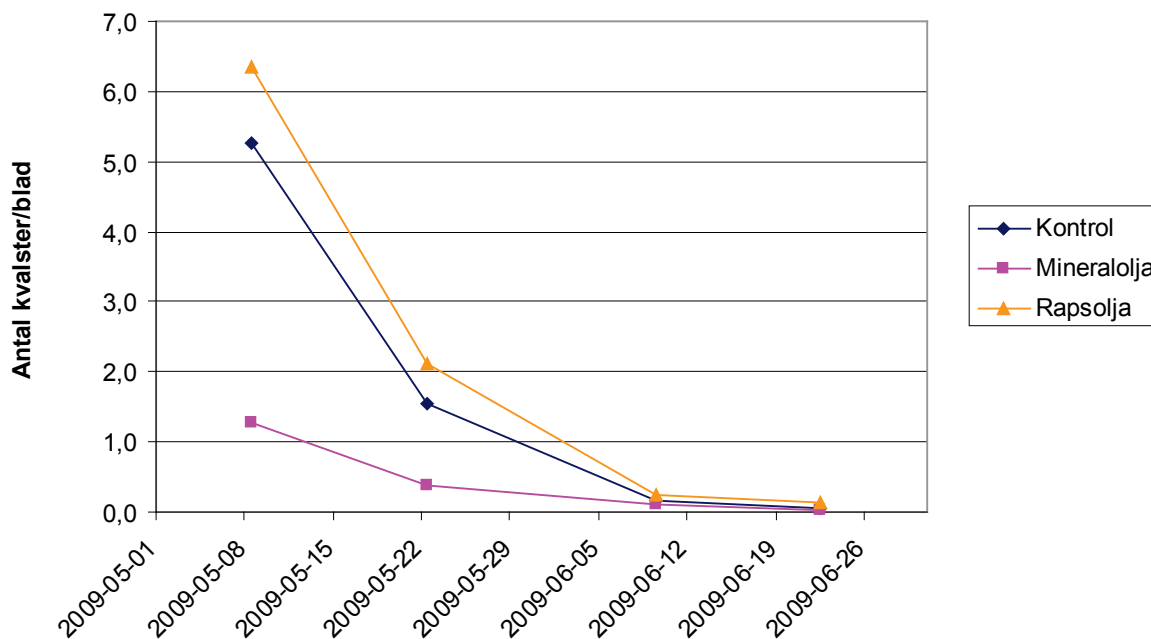
Den 21 april 2009 samlades fem centimeter långa obehandlade kvistar in slumpvis från den ovan nämnda odlingen. Ovan- (180°) respektive undersidan (180°) markerades på kvistarna innan de klipptes av. Antalet ägg på ovan- och undersidan av kvistarna räknades under stereomikroskop i laboratoriet. Totalt undersöktes 11 fruktsporrar och 932 ägg.

Statistik

I de försök som analyserades statistiskt användes GLM (Minitab 15). För att separera medelvärdena användes Tukey test (Minitab 15).

Resultat

Resultatet av fältförsöket visar att det var signifikant lägre antal kvalster per blad i de parceller som behandlats med mineraloljan jämfört med rapsoljan och kontrollen, 26 respektive 40 dagar efter behandlingstillfället. Populationen sjönk till mycket låga nivåer vid de två sista avläsningarna ($< 0,25$ kvalster/blad), se Figur 20. Skillnaderna mellan behandlingarna var inte signifikanta vid dessa sista avläsningar, även om medelantalet kvalster per blad var lägst i de parceller som behandlats med mineraloljan.



Figur 20. Antalet kvalster per blad i de olika behandlingarna.

I Tabell 21 nedan presenteras resultatet från doppningsförsöket. Mortaliteten hos rapsolja och mineralolja var 100 %. På de kvistar som doppades i vatten kläcktes över 77 % av äggen.

Tabell 21. Andelen ägg som kläcktes då de doppades i rapsolja, mineralolja (Sunspray 11 E) eller vatten

Behandling	Koncentration	Antal ägg	% kläckta \pm SD
Rapsolja	6%	491	0,0 \pm 0
Sunspray 11 E	6%	435	0,0 \pm 0
Vatten	-	513	77,2 \pm 3,6

Andelen kläckta ägg på de kvistar som samlats efter att de blivit besprutade i fält kan ses i Tabell 22. Kläckningsprocenten för rapsolja och den obehandlade kontrollen är betydligt

högre än för mineralolja. Dock är denna skillnad inte statistiskt signifikant beroende på den stora variationen i mätningarna. Av de undersökta äggen satt 87 % på undersidan av kvistarna.

Tabell 22. Andelen ägg som kläcktes i laboratorium. Kvistar insamlade från fältbehandlingarna

Behandling	Antal ägg	% Kläckta \pm SEM
Rapsolja	386	36,4 \pm 26,5 a
Sunspray 11 E	334	7,8 \pm 3,2 a
Kontroll (obehandlad)	253	42,9 \pm 26,5 a

Diskussion

Fältförsöket visade att det är möjligt att bekämpa ägg av fruktträdsspinnkvalster med en mineralolja. Till skillnad från det försök som gjordes i växthushallen mot samma skadegörare kunde ingen bekämpande effekt av rapsolja ses i detta försök. Skillnaden i effekt mellan mineralolja och vegetabiliska oljor har redovisats i ett antal referenser, med liknande resultat, dvs sämre effekt för de vegetabiliska oljorna (t ex Cen *et al.*, 2002 och Marčić *et al.*, 2009). Det finns även en stor skillnad i använd vätskemängd (1600 mot 500 liter sprutvätska per ha). Dosen skiljer sig emellertid till fruktodlingens fördel (16 mot 30 liter olja per ha). Oljorna är extremt kontaktverkande, varför förmodligen faktorn täckningsgrad är viktigare än dosen.

Försöket där kvistar doppades i mineralolja, rapsolja eller i vatten visade att både rapsoljan och mineraloljan bekämpade äggen till 100 %, till skillnad från i fält där bara mineraloljan hade någon bekämpande effekt. I en liknande studie där persikbladlus doppades i en 2 %-ig oljeemulsion var dödligheten mer än 97 %. När sedan samma rapsoljeemulsion sprutades på blad var dödligheten betydligt lägre, se Tabell 5. Vid täckningsgrader från 0 till 45 % var dödligheten aldrig över tre procent. Ökades täckningsgraden till ca 90 % gick dödligheten upp till runt 23 %. Dessa två försök visar med all tydlighet att dödligheten vid doppning i sprutvätskan är ett dåligt mått på hur ett fysikaliskt verkande preparat fungerar i praktiken. Skillnaden mellan sprutning och doppning har på senare år kunnat förklaras i fysiska termer. Vid sprutning utbildas ett ”lock” av en liten droppe i spirakeln (öppning för insektens andningskanaler) som förhindrar vidare inträngning i spirakler och trakésystem. Finns det tillräcklig mängd olja på utsidan (som vid doppning) blir tryck- och kraftförhållandena helt annorlunda och de kapillära krafterna förmår att dra sprutvätskan in i trakéer och trakeoler (Stadler & Buteler, 2009).

Ett annat sätt att undersöka verkan hos fysikaliska verkande preparat, i alla fall då det gäller ägg, är att plocka in grenar som är bekämpade. I vårt fall stämde denna metod betydligt bättre med resultatet i fält än doppningsförsöket. Anledningen till den stora variationen i mätningarna i detta försök berodde på att i en av plastlådorna uteblev kläckningen nästan helt. Anledningen har inte kunnat utredas.

Den oväntade minskningen av kvalster i fält, även i kontrollen, är svår att förklara, se Figur 20. Den enda rimliga teorin är att vädret under perioden utvecklade sig till att bli högst olämpligt för kvalster, med kyla och regn.

Äggens placering på grenarna försvårar också appliceringen, genom att de dominerar på grenarnas undersida (87 %). Luft- och vätskeflödet från en modern fruktspruta är mer neråtriktat, eller åtminstone horisontellt, för att minska vindavdriften. Det blir därför problematiskt att träffa ett ägg med sprutvätska på undersidan av grenen. Om det finns möjlighet bör därför spridarna riktas något uppåt för att bättre träffa målet.

Vätskemängdens inverkan i fruktodling

Bakgrund

Lufttillsats är ett sätt att uppnå avsättning inne i täta bladverk. Detta har tillämpats sedan decennier i fruktodling, där fläktsprutor är standardmetoden. Ett annat sätt är att öka vätskemängden. Därigenom ökar sannolikheten för att droppar skall tränga genom bladverket och ta sig in.

En högre vätskemängd kan uppnås på flera sätt. Ett sätt är att minska körhastigheten. Detta får då extra stöd av att exponeringstiden också ökar. Ett annat sätt är att öka vätsketrycket. Då ökar vätskeflödet och droppstorleken minskar. Därigenom ökas förutsättningen för en god täckning. Andra sätt är att öka antalet spridare eller välja större spridare. Den stora nackdelen med höga vätskemängder ligger i en ökad risk för avrinning och en större tidsåtgång för sprutningen (fler påfyllningar per areal).

Syfte

Syftet var att undersöka de spruttekniska parametrarnas inverkan på inträngning och avsättning i fruktodling. Betoningen låg på vätskemängdens inverkan (Albertsson *et al.*, 2008).

Material och metod

Ett försök som till viss del kan betraktas som ett pilotförsök, gjordes i en kommersiell fruktodling i Lomma kommun. Äpplen av sorten Aroma användes. Träden var stora och täta. Behandlingen skedde i oktober månad, d v s efter skörd, men innan bladen började falla. Varje parcell var 20 m lång och avståndet mellan parcellerna var 10 m. Radavståndet i odlingen var 3,5 m.

Behandlingar

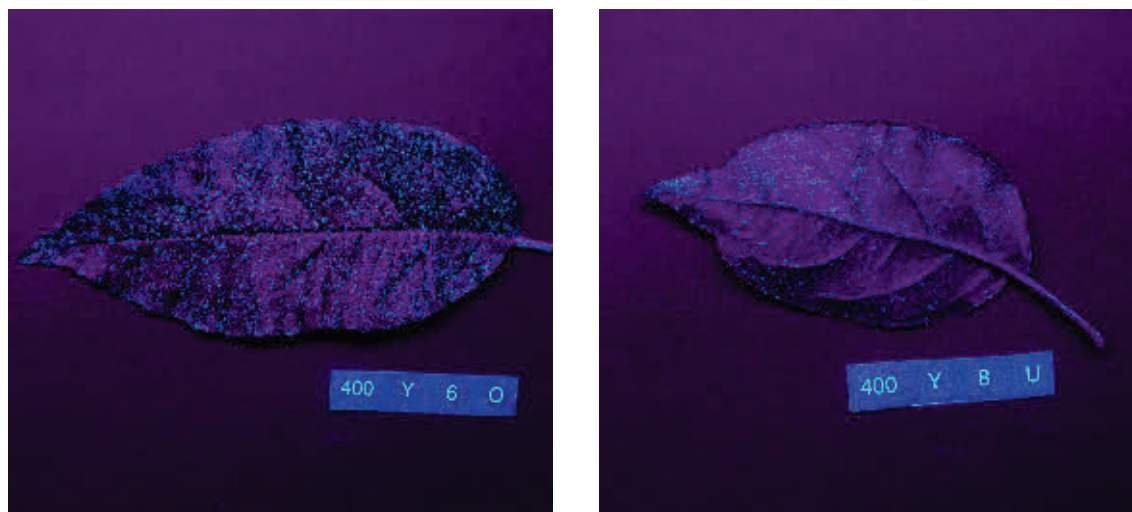
Inställningarna för de fyra behandlingarna kan ses i Tabell 23.

Utförande

Ett fluorescerande spårämne användes, Tinopal CBS-X (0,12 %). Behandlingarna utfördes i stigande vätskemängdsordning den 5 november 2007 (vind: 2 m/s, temp: 12 °C). Efter behandlingen samlades blad in från yttre och inre delarna av träden. Bladen fotograferades i UV-ljus på både ovan- och undersidan, se Figur 21. Avsättningen bedömdes okulärt enligt en femgradig skala.

Tabell 23. Utrustning och inställningar för behandlingarna. Spruta: Holder tvärströmspruta, se Figur 22

Behandling	Vätskemängd (l/ha)	Hastighet (km/h)	Tryck (bar)	Spridare (fabr, typ, storl)
A	450	4	4,2	Albuz ATR gul
B	600	3	4,2	Albuz ATR gul
C	1400	1,3	4,2	Albuz ATR gul



Figur 21. Äppelblad fotograferade i UV-ljus. T.v.: Avsättning av sprutvätska på ovansidan av ett äppelblad, klass tre på graderingsskalan.

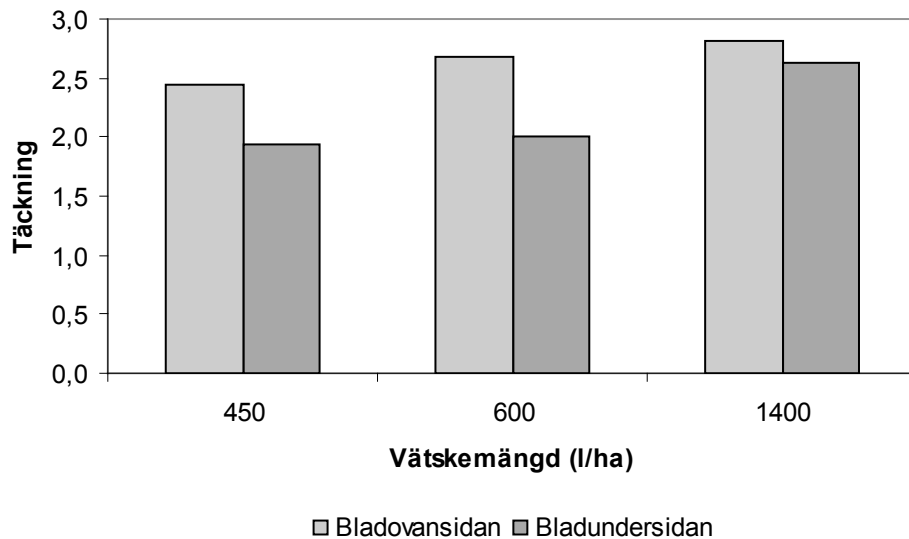
T.h.: Avsättning av sprutvätska på undersidan av ett äppelblad, klass ett på graderingsskalan.



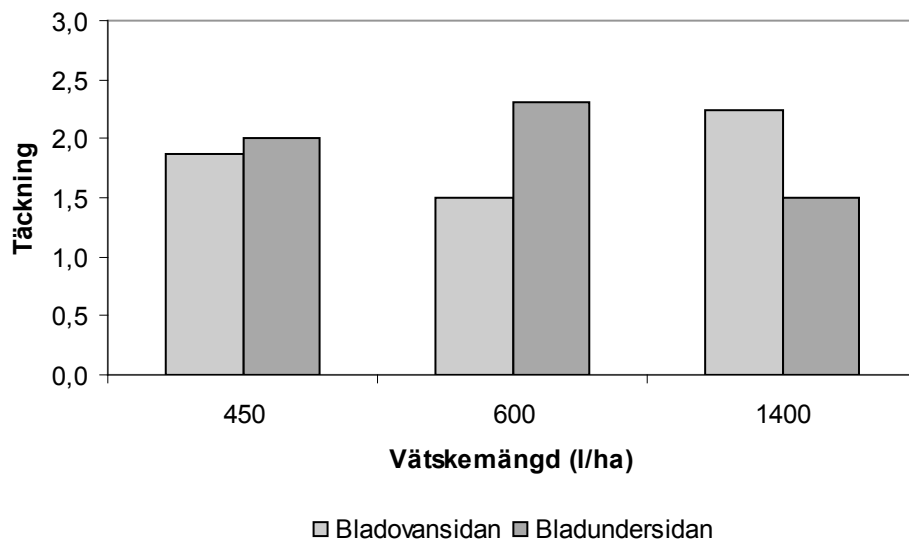
Figur 22. Holder fläktspruta i aktion under försöket.

Resultat

I studien visade sig täckningsgraden på ovan- och undersidan på de yttre sittande bladen ha en svag tendens att öka med ökande vätskemängd. Ovensidan hade generellt en bättre täckningsgrad än undersidan när det gäller de yttre sittande bladen, se Figur 23. För de inre sittande bladen sågs inga tydliga tendenser vid jämförelser mellan täckningsgraden vid olika vätskemängder, ej heller vid jämförelser mellan ovan- och undersida av bladen, se Figur 24.



Figur 23. Medeltäckningsgrad (%) på blad från den yttre delen av äppelträden (n=16).



Figur 24. Medeltäckningsgraden (%) på blad från den inre delen av äppelträden (n=16).

Diskussion

I försöket ändrades givan med hjälp av körhastigheten. Alla andra parametrar var konstanta. Inverkan från bladens naturliga rörelser påverkade. Skillnaderna mellan över- och undersida på bladen var inte särskilt stor, om man ser till täckningsgraden. I vissa fall hade undersidan till och med en bättre täckningsgrad. Detta resultat skiljde sig markant från de försök med jordgubbar och hallon, som också ingår i projektet.

Anledningen till att skillnaden mellan ovan- och undersidan inte var särskilt stor kan bero att pilotförsöket utfördes sent på säsongen då bladverket började bli glest. Hallon och jordgubbar har dessutom ett betydligt tätare bladverk vilket också kan förklara skillnaderna mellan försöken. Skillnaderna, om det överhuvudtaget fanns några, i täckningsgrad mellan de olika vätskemängderna var inte stor. För att rekommendera en högre vätskemängd till odlarna måste effekten av en höjning vara stor eftersom en ökad vätskemängd innebär fler tankningar, ev lägre körhastighet och därigenom en större tidsåtgång. Utifrån denna begränsade studie i ett glest bladverk kan en ökad vätskemängd inte rekommenderas i äpple för att få en bättre täckning och inträngning.

5. PÅVERKAN PÅ NYTTOFAUNA

Bakgrund

Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel är genom sitt verknings sätt inte selektiva. Det finns därför anledning att beakta risken för att även nyttodjuret kommer till skada vid bekämpningen. I försöket nedan undersöktes effekten på insekter och andra leddjur, i samband med att hallonängar bekämpades med rapsolja (emulgeringsmedel: såpa).

Syfte

Syftet med inventeringen var att undersöka hur insekter och andra leddjur i hallon påverkas av bekämpning med olja (Albertsson *et al.*, 2008).

Material och metoder

Inventeringen gjordes på samma ekologiska hallonodling i Moheda som försöket med bekämpning av hallonängar med olja. Samma parcellindelning och behandlingar utnyttjades i inventeringen.

Utförande

Inventeringen utfördes med hjälp av bankprov. Tio bankprov togs i varje behandling, slumpvis i parcellerna, innan skörd den 5, 11 och 14 juli, 2006. Alla prov utfördes kl 11-12 de aktuella dagarna. De insamlade djuren analyserades och artbestämdes under hösten 2006.

Resultat

I Tabell 24 nedan visas djurfångsten i hallonodlingen. Det kan noteras att en mycket stor del av de insamlade djuren (52 %) var hoppstjärter (*Collembola*) och att trips (*Thysanoptera*) samt kvalster (*Acari*) utgjorde en stor del av de resterande djuren. Med de tillgängliga observationerna kan man inte se några statistiskt tydliga skillnader i antalet djur mellan de olika behandlingarna ($p > 0,05$) eller mellan kontrollen och behandlingarna ($p > 0,05$). Det kan dock tilläggas att medelantalet trips (skadedjur) var betydligt högre i kontrollytorna än i de behandlade parcellerna.

Tabell 24. Antalet insekter och andra leddjur som samlades in i hallonodlingen under tre dagar i juli 2006

Djur	Antal djur i Kontrollen			Antal djur i beh. A			Antal djur i beh. B			Antal djur i beh. C			Andel (%)
	05-jul	11-jul	14-jul	05-jul	11-jul	14-jul	05-jul	11-jul	14-jul	05-jul	11-jul	14-jul	
Spindlar	8	25	5	7	11	7	10	21	6	9	5	4	1,3
Parasitsteklar	4	26	8	9	10	7	10	20	9	11	4	3	1,3
Bladluslejon	1	2	5	3	4	1	1	6	0	2	1	0	0,3
Klotcollemboler	488	535	366	190	318	235	355	349	390	501	248	236	46,4
Kvalster	90	186	142	89	102	96	151	144	117	194	94	60	16,3
Ledcollemboler	54	83	28	20	70	30	38	41	62	27	8	28	5,4
Skinnbaggar	7	15	8	7	8	13	18	13	5	5	11	7	1,4
Myggor	2	4	2	4	5	3	2	9	3	11	2	0	0,5
Trips	262	148	281	147	103	131	159	116	134	277	117	81	21,7
Bladlöss	12	52	15	7	46	16	19	28	11	41	12	6	2,8
Stritar	3	2	5	4	6	3	6	9	3	11	8	4	0,8
Hallonängrar	9	4	6	4	5	0	1	8	3	4	5	2	0,6
Övr. skalbaggar	4	6	3	4	6	1	7	6	11	12	4	4	0,8
Vivlar	1	1	3	1	4	1	1	1	2	2	0	0	0,2
Skalbaggselarver	2	2	2	1	1	2	5	0	2	2	0	0	0,2
Fjärilslarver	3	0	0	1	0	0	2	0	1	4	1	0	0,1
Stekellarver	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0,1
Växtsteklar	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,0
Totalt	951	1091	879	498	700	547	787	771	760	1114	520	437	

Diskussion

Med de tillgängliga observationerna är det inte möjligt att säkert uttala sig om hur nyttodjurens påverkas av behandlingarna med olja/såpa. Dock tyder resultatet på att besprutningen inte har någon besvärande ”knock down” effekt på nyttodjurens i hallonodlingen.

Det finns endast ett fåtal studier med vegetabiliska oljor där oönskade effekter på nyttodjur undersökts. Kiss *et al.* (1996) kunde inte påvisa någon stor påverkan på nyttodjurens när kvalster på vinplantor behandlades med en rapsolja.

Internationella studier behandlar i regel mineralolja mot insekter. Där har man påvisat att mineralolja i vissa fall har en oönskad effekt på nyttodjur. Bland annat sjönk antalet rov-

kvalster i en amerikansk äppelodling som behandlats med en kommersiell mineralolja under tre år (Fernandez *et al.*, 2005). Nicetic *et al.* (2001) visade att rovkvalstret *Phytoseiulus persimilis* påverkades negativt av mineralolja när denna användes för att bekämpa växthus-spinnkvalster, *Tetranychus urticae*, i rosor. Nyttodjuren påverkades även negativt när en mineralolja användes för att kontrollera löss i en persikoodling (Karagounis *et al.*, 2006).

6. SAMMANFATTANDE DISKUSSION

Projektet har haft ett brett perspektiv, med huvudsyftet att få fram kunskap om det man traditionellt kallar fysikaliskt verkande växtskyddsmedel och hur man bäst skall applicera dessa. I t ex amerikansk litteratur har dessa ämnen fått ett sammanfattande begrepp 'biopesticides' och definieras som "antingen mikroorganismer i sig eller produkter som har sitt ursprung i mikroorganismer, växter eller andra organismer av biologisk natur". Det hade varit praktiskt att även ha en motsvarande definition på svenska, som tog sikte på ursprunget i stället för ett inte alltid klarlagt verknings sätt (Hall & Menn, 1999).

Verkansmekanismer och växtskyddseffekt

Vissa delar av projektet har varit mer grundläggande, medan andra har varit mycket praktiskt tillämpade och utförts hos kommersiella odlare. I projektet har ingått såväl rent tekniska aspekter som växtskyddsmässiga. För att bättre kunna förstå kraven på appliceringstekniken har också de olika ämnenas verkansmekanismer utretts. Detta har gett ny kunskap, som visar att de traditionella uppfattningarna om strikt fysikalisk verkan hos de aktuella ämnena, inte alltid har varit helt korrekt.

Det förefaller i stället högst troligt att mineralolja, förutom att ha ett antal fysikaliska mekanismer, även fungerar som ett slags nervgift och ligger därför nära de kemiska växtskyddsmedlens verkansmekanismer (Taverner *et al.*, 2001; Najar-Rodriguez *et al.*, 2008; Stadler & Buteler, 2009). Detta gäller även för de renade paraffinolja.

Forskningsarbetet med mineraloljor har pågått under lång tid och har främst varit inriktat på att få bort de komponenter som ger fytotoxiska effekter. Man lyckades ringa in och definiera kvaliteter, beroende på användningsområde, så att man får minimal växtpåverkan och ändå får effekt mot skadegörare (t ex Agnello, 2002; Kuhlmann & Jaques, 2002). Mineraloljorna är kvalitetsgrupperade, beroende på sin renhet och risker.

På samma sätt, men inte ännu baserad på samma omfattande forskning, kan man tolka de påståenden som gäller såpa. Cloyd (2009) och Mickler (2003) anger att kolkedjans längd måste vara minst 10 atomer och föreslår kalisalt av oljesyra (enkelomättad, 18 kolatomer) som speciellt effektiv. I samma andetag varnar författarna för såpor, baserade på kolkedjor under 10 kolatomers längd, eftersom de kan användas som herbicider, dvs de har stark fytotoxisk verkan.

För såpan tycks det som om de fysikaliska egenskaperna överväger, även om en upplösning och nedbrytning av insektens cellmembran kanske skulle kallas en kemisk verkan? Centralt är att både för mineralolja och för såpa är det högst troligt att flera olika mekanismer är verk-samma samtidigt och detta är den viktigaste förklaringen till att man aldrig har sett någon resistensutveckling.

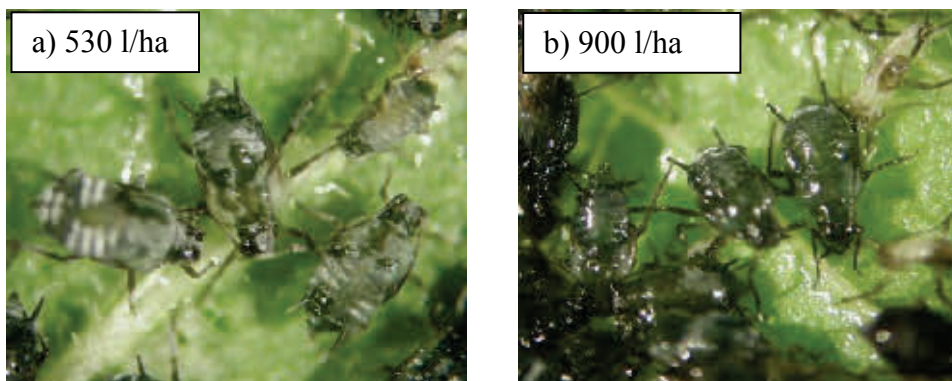
För de vegetabiliska oljorna är verkansmekanismerna knappast utredda på något djupare plan och definitivt inte alls så grundligt som för mineraloljorna. Oljeinnehållet i rapsoljan domi-

neras av oljesyra (53 vikt%). Av de vanligt förekommande oljorna är det få, som har högre halt av oljesyra, dock har olivolja 72 % och jordnötsolja 65 %. Den enkelomättade oljesyran, med sina 18 kolatomer, anges som skadlig för cellmembranen. Dessutom anges att den tillhörande såpan, kalisaltet av oljesyra, är speciellt effektiv mot insekter (Cloyd, 2009). I Sverige används ofta rapsolja med rapssåpa som emulgeringsmedel.

Vi har i de olika försöken fått en tydlig påverkan på skadegörarna. I de flesta fall har rapsolja använts, med rapsoljesåpa som emulgeringsmedel. Även om de rapsoljebehandlade leden skiljer sig positivt och signifikant från de obehandlade leden, är det inte någon starkt verkande insekticid det rör sig om. Vi erhöll säkra skillnader i fältförsöket mot hallonängar, även om angreppsnivåerna var låga. Växthusförsöken mot fruktträdsspinnkvalster på hallon var likaså en framgång. Däremot blev sprutningen i fält mot fruktträdsspinnkvalster en besvikelse.

I de båda hallonförsöken skedde upprepade besprutningar; mot hallonängar 1 – 2 ggr/vecka och mot kvalstren två gånger (med hög vätskemängd). Detta illustrerar hur avsättningen inte blev tillräcklig med en körning. Resultatet stödjer hypotesen att avsättningen måste höjas – men är också en illustration av att bekämpningen måste göras i rätt stadium.

Laboratorieförsöket med rapsolja mot persikbladlusen visar vilken hög täckningsgrad som krävs för att en majoritet av skadedjuret skall slås ut. Detta stämmer med det som kan noteras i nedanstående foto, se Figur 25, där bladlössen i det vänstra fotot inte har blivit täckta, trots att mängden vätska borde ha räckt till.



Figur 25. Bladlöss, sprutade med olika vätskemängder. Direkt sprutning, utan skyddande bladverk (foto: Johan Mickelåker).

Insekternas uppehållsplatser påverkar växtskyddet, eftersom de måste träffas av sprutvätskan. Detta innebär att skadedjurens levnadssätt (i sina olika stadier) starkt påverkar effekten av bekämpningen. Det är t ex inte meningsfullt att bekämpa knoppvecklare, när de befinner sig inne i knoppen. På samma sätt har en besprutning ingen effekt mot äpplevecklaren, när larven har ätit sig in i äpplekartet. Chanserna för en framgångsrik bekämpning är därför bättre för olika bladlössarter (innan bladen rullas) samt olika kvalster och trips, eftersom de lättare exponeras för sprutvätskan.

Försöket med olja mot hallonängern var framgångsrikt, även om angreppsnivåerna var låga. Äggen läggs i skydd av foderbladen och den kläckta larven äter sig snabbt in i kartet. Detta beteende är inte det bästa utgångsläget för att få effekt av en oljebesprutning. Inträngningsförsöken i hallon var nedslående och skulle knappast vara ett stöd för ett gott resultat. Den uppnådda effekten bör i stället tillskrivas en upprepad bekämpning, vecka efter vecka under

blomningsperioden, plus relativt höga vätskemängder. På så sätt har förmodligen tillräckligt många nylagda ägg träffats för att effekten kunde visas. Naturligtvis kan vuxna hallonängrar ha träffats, men det är i så fall rimligt att detta också skulle ha påverkat de obesprutade parcellerna.

Inträngningsförsöken i jordgubbar och hallon kan tolkas som helt och hållet negativa. Det är dock inte så dystert i verkligheten. Att kontrollera angreppen av skadedjur är inte liktydigt med att utradera samtliga individer. Detta är heller inte fallet när kemiska växtskyddsmedel användes. Kontroll innebär att få en effekt som är rimlig och som ger ett mervärde som överstiger kostnaderna för den insats man gör.

De två fältförsöken med rapsolja mot fruktträdsspinnkvalster i äpple, respektive i växthus-hallon uppvisar olika resultat. Ingen effekt erhöles i äpple, medan god effekt erhöles i hallonen. Skillnaderna kan inte lätt förklaras. En orsak kan vara att vätskemängden för hallonen var mer än tre gånger så hög och dessutom upprepades behandlingarna vid två tillfällen. Bladverken kan anses vara lika öppna, med mycket litet döljande bladmassa. Målet, dvs kvalsteräggen, var ungefär lika väl exponerade, med den skillnaden att i äppleträden satt en majoritet av äggen på undersidan av grenarna, samtidigt som sprutduschen inte direkt var riktad nerifrån och uppåt. Hallongrenarna var mer uppräta och alla sidor nåddes av sprutduschen.

Koncentrationen av rapsolja var betydligt lägre i hallonsprutningen, som mest 1 %, mot 6 % i äpplebesprutningen. Räkna man ut dosen, inkluderat två gångers sprutning av hallonen, blir den jämförlig, eftersom $2 \times 1 \% \times 1600 \text{ l/ha} = 32 \text{ l/ha}$ mot $6 \% \times 500 \text{ l/ha} = 30 \text{ l/ha}$.

I äppleförsöket användes även en mineralolja med samma förutsättningar som rapsoljan. Mineraloljan gav ett gott resultat. Doppning av motsvarande kvalstergrenar i sprutvätska med rapsolja, mineralolja och vatten gav en total dödlighet för båda oljorna, medan 77 % överlevde vattendoppning.

Den rimligaste tolkningen av resultatet från de två försöken med fruktträdsspinnkvalster är att mineraloljan är mer potent än rapsoljan, dvs den kräver inte lika hög täckningsgrad som rapsoljan. Dessutom är det en fördel att dela upp den totala dosen på upprepade behandlingar samt öka vätskemängden och sänka koncentrationen av olja i sprutvätskan (detta minskar också risken för fytotoxiska skador).

Det är således mycket viktigt att sätta in fysikaliskt verkande växtskyddsmedel mot rätt skadegörare, dvs skadedjur som har ett utvecklingsstadium som är rimligt exponerat för sprutduschen. Av samma anledning kan man påräkna bättre effekt tidigt på säsongen, innan bladverket har utvecklats alltför mycket (återigen en koppling till risken för bladskador).

Appliceringstekniska faktorer

Erfarenheterna från forskning, redovisad i litteraturen och våra egna experiment, såväl i laboriemiljö, som i fält, visar på appliceringsteknikens stora betydelse. Grundhypotesen har varit att växtskyddseffekten sker genom kvävning. Då blir en nästan total täckning nödvändig. Däremot, som redovisas i avsnitten om preparatens verkansmekanismer, finns det flera mekanismer som nervpåverkan, hormonpåverkan, upplösning av kutikulan, etc. Dessa torde inte kräva en total täckning, men definitivt kräva en träff av större delen av skadegörarens kropp. Konventionella kontaktverkande växtskyddsmedel kan därför utgöra en

absolut lägsta tröskel för appliceringstekniken. Detta innebär att droppduschen skall klara av att tränga in i bladverket och ge en avsättning på skadegöraren (ägg, larv/nymf, puppa, vuxen insekt), både vad gäller kvantitet, dvs mängd sprutvätska, och kvalitet, dvs täckningsgrad.

I både hallon och jordgubbar är den konventionella spruttekniken inte speciellt väl utvecklad för fysikaliskt verkande växtskyddsmedel, med sina höga krav på inträngning och täckning. I droppduschen finns droppar av olika storlek (beskrivs genom en storleksfördelning), beroende framför allt på typ av spridare, storlek och tryck. Normalt ger ett högt tryck upphov till små droppar, medan en ökande spridarstorlek (öppning), i kombination med lägre tryck, ger större droppar i duschen. Det finns speciella spridartyper som ger en ökad andel stora droppar, för att undvika vindavdrift.

I en fin droppdusch dominerar de små dropparna. Deras rörelseenergi bromsas snabbt av luftmotståndet och i extrema fall blir dropparna hängande som en dimma – eller följer minsta luftströmning. En fin eller mycket fin duschkvalitet saknar därigenom förmåga till inträngning i ett bladverk. I bästa fall lägger de sig på de yttre bladens ovansida. Å andra sidan är det de fina dropparna som med en liten vätskemängd kan åstadkomma en tillräcklig täckningsgrad på blad och på skadegöraren.

De stora dropparna, som dominerar i en grov duschkvalitet, bibehåller stora delar av sin rörelseenergi och har större möjlighet att nå fram till bladverket. Rörelseenergin gör också att en del av dropparna kan tränga in i bladverket, medan andra splittras och ger upphov till nya små droppar. Dessa kan bidra till en högre täckningsgrad än de stora dropparna, som annars riskerar att rinna av bladen. De stora dropparna ger generellt en sämre täckningsgrad.

I traditionell sprutteknik använder man ofta spridare och tryck som ger en medium duschkvalitet. Detta är en kompromiss, som oftast räcker till för att få en tillräcklig effekt för kemiska växtskyddsmedel. Däremot är det svårt att få tillräcklig inträngning. Det finns dock möjligheter att kringgå problemen. I ett första steg kan man kombinera spridare, så att man får både en fin och en grov droppdusch. Detta testades efter avslutat försök i växthus-hallonen. Med varannan spridare för fin och varannan för grov droppdusch ökade möjligheten till både inträngning och täckningsgrad. Bekämpningen mot fruktträdsspinnkvalstren skedde innan det fanns något större bladverk och inträngningen var då inte något problem.

Det finns s.k. grödöppnare, där den kommersiella produkten Släpduk har visat sig vara en intressant princip. En mjuk och eftergivlig plastskiva glider på bladverket och öppnar det för sprutduschen. I den skapade luckan kan man applicera en fin eller medium droppdusch. Dessa droppar får en ”flygande start” och kan sprida sig i bladverket. Det framgår också av resultatet i jordgubbsexperimentet. De snett placerade borstarna avsågs ge samma grödöppnande effekt från sidan, men var inte tillräckligt väl utprovade.

Nästa steg i en mer avancerad appliceringsteknik innebär att man tar hjälp av lufttillsats, i kombination med en fin duschkvalitet. Denna princip innebär att dropparna av luftströmmen transporteras från spruta till bladverk och in i detsamma. Luftströmmen orsakar dessutom en rörelse i bladverket, som gör att fler bladundersidor exponeras.

Det är dock inget undermedel som löser alla problem. Det är välkänt att bladverk kan blockera luftströmmen genom att bladen låses i varandra som tegelpannor på ett tak. De mest besvärliga bladverken finns hos svarta vinbär, men även hallon har samma tendens. Äppleträdens bladverk uppvisar inte samma karaktär, utan där sker lättare en inträngning och

avsättning på båda sidor av bladen. Sprutorna som användes har också en haft en gynnsammare teknisk utveckling. Den använda fläktsprutan i hallonförsöket, Hardi SPV, har luftströmmar som kommer ut ur fem cirkulära utlopp på varje sida. Respektive utlopp skapar en koncentrerad luftström med relativt hög lufthastighet. Tidigare forskning visar att en bättre inträngning erhålles i problematiska bladverk om luftströmmen är kontinuerlig (inte uppdelad i separata utlopp) och om luftströmmens energi överföres i form av ett högt luftflöde med lägre lufthastighet (Randall, 1971; Hale, 1978; Svensson, 2001). Vidare har Svensson (2001) förklarat hur en lägre körhastighet ger en ökad chans för att bladen skall hinna vända sig och bli exponerade för droppduschen.

I jordgubbsodling kan man utnyttja luftassisterade lantbruksprutor, för att få en bättre effekt än den traditionella lantbruksrampen (t ex Hardi Twin). Denna typ har inte ingått i projektet. Det finns också för jordgubbsodling samma typ av fläktspruta som användes i hallonförsöken, men i det fallet har det varit svårt att kombinera god effekt med hög kapacitet. Tunnelsprutor för jordgubbar, t ex Moteska/Viby och KlipKlap, se Figur 26, medger en låg placering av spridare på sidorna. Dessa kan riktas åt sidan eller snett uppåt och man kan påräkna bättre resultat än med den traditionella lantbruksbommen. Släpduken, se Figur 27, är det alternativ som, baserat på våra försök, kombinerar en relativt god inträngning och avsättning med en hög kapacitet.



Figur 26. Bandsprutor för jordgubbar. T.v. Moteska/Viby Teknik och t. h. KlipKlap från Danmark (Foto t. h.: Max Kopp).



Figur 27. Släpduk i aktion i jordgubbsodling (Foto: Håkan Pettersson, Viby Teknik).

Avskräckande effekter

En viktig egenskap hos de vanliga fysikaliskt verkande växtskyddsmedel är deras avskräckande verkan. Avskräckningen kan gälla både äggläggning och födosök. Endast i ett av försöken skulle vi ha haft möjlighet att se något av denna effekt. Det gäller sprutningarna mot hallonängern, speciellt som behandlingarna upprepades under flera veckor. Det var hallonängerns ägg som var målet för sprutningen, men den utsprutade oljehinnan låg kvar under några dagar och inverkade förmodligen avskräckande på honornas vilja att lägga ägg i dessa blommor. Detta är aspekter som tas upp i Miriam Frida Karlsson examensarbete, eftersom hon arbetade med ämnen som i vissa fall var eteriska, eller innehöll växtextrakt (Karlsson, 2005).

Larew & Locke (1990) gjorde experiment som visade att mineralolja hade en avskräckande effekt på vita flygare i krukkrysantemum under minst 11 dagar. Detta har bekräftats i många undersökningar gällande speciellt avskräckning mot äggläggning, där mineralolja har använts mot olika skadegörare (t ex Cen *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2001).

Risk för bladskador

Hodgkinson *et al.* (2001) redovisar två slags fytotoxicitet; den akuta, som visar sig med brännskador och liknande inom någon vecka efter behandlingen, och den kroniska, som går ”djupare” i växten i form av en bestående fytosyntesnedsättning. En av orsakerna anges vara den plantstress som kan uppkomma genom att mineraloljan kan lösa upp bladets yttersta lager. I våra försök har vi endast vid ett tillfälle använt mineralolja; i sprutningen mot fruktträdsspinnkvalster i äpple. Träden befann sig då i musöronstadiet (BBCH 10) och några bladskador kunde inte märkas, trots en mycket hög koncentration (6 %) av mineraloljan, se Figur 28. De vegetabiliska oljorna anses inte ge upphov till samma risk för skador. Samtidigt är de inte alls så noga undersökta som mineraloljorna. Här krävs mer grundläggande och pålitliga studier av fytotoxiciteten hos de vegetabiliska oljorna och såporna. Det blir annars svårt att ge trovärdiga doseringsanvisningar som också innebär en garanti mot skador på kulturerna. Dosen har naturligtvis en avgörande inverkan på uppkomsten av skador på grödan, men andra parametrar av stor betydelse är oljans kvalitet, omgivande temperatur, luftfuktighet samt UV-strålning (Tan, 2005). Dessa faktorer behöver också beaktas i framtida studier.



Figur 28. Äppelträdens knoppar i stadium ”musöron - BBCH 10” vid sprutning med mineralolja och rapsolja mot fruktträdsspinnkvalster.

Nyttodjur

I samband med bekämpningsförsöket med olja mot hallonänger gjordes en studie om hur nyttodjuret i hallonodlingen påverkades av upprepade sprutningar av rapsolja. Resultatet var

positivt, eftersom ingen signifikant påverkan av antalet djur kunde uppmätas mellan de behandlade och obehandlade delarna, även om antalet djur generellt var något högre i de obehandlade parcellerna. Projektets slutsats från denna studie är att nyttodjuret definitivt inte utsätts för någon ”knockdowneffekt” när olja appliceras ett flertal gånger under odlings-säsongen.

Internationella studier behandlar i regel mineralolja mot insekter. Det finns endast ett fåtal studier med vegetabiliska oljor där oönskade effekter på nyttodjur undersökts. Kiss *et al.* (1996) kunde inte påvisa någon stor påverkan på nyttodjuret när kvalster i vin behandlades med en rapsolja. Däremot finns studier som visar att mineraloljor i vissa fall har en oönskad effekt på nyttodjur.

Rimligen borde ett nyttodjur påverkas på ungefär samma sätt som skadedjuret, under förutsättning att det träffas och att det befinner sig i samma utvecklingsstadium. Förmodligen är det dessa faktorer som orsakar skillnaderna. Nyttodjuret utvecklas inte helt i samma fas som skadedjuret och finns inte på samma plats, eller är i ett okänsligare utvecklingsstadium. De kan dessutom vara dolda, när bekämpningen sker.

7. SLUTSATSER

Många olika aspekter på växtskydd för ekologisk odling har kommit upp under projektets gång. Frågeställningarna har gällt i stort sett alla växtskyddets sidor. Sammanfattningsvis kan vi fastslå att de ämnen som kallas fysikaliskt verkande växtskyddsmedel har en växtskyddseffekt. Effekten är varierande, beroende på skadedjurens utvecklingsstadium, exponering, preparatet, täckningsgraden, etc. Vi vågar också påstå att fysikaliskt verkande växtskyddsmedel inte är lika effektiva som de traditionella kemiska alternativen. Det finns dock en viktig principiell skillnad, nämligen att i inget fall har fysikaliskt verkande växtskyddsmedel lett till en resistensutveckling. Det finns därför forskningsresultat, där fysikaliskt verkande växtskyddsmedel ger en betydligt bättre effekt än de kemiska alternativen (som är mer eller mindre verkningslösa på grund av resistensen). Egen och internationell forskning pekar på att nyttodjuret påverkas endast i liten utsträckning. Orsaken bör ligga i att insekterna dels bör vara i ett känsligt utvecklingsstadium, dels bör vara exponerade för sprutduschen, för att skadas. Skadegörare och nyttodjur är sällan i fas med varandra i dessa avseenden.

Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel anses innebära lägre risker och de behöver heller inte registreras som bekämpningsmedel. Det faktum att mineraloljan även har en kemisk faktor och att verkansmekanismerna för vegetabilisk olja och såpa inte är kartlagda, indikerar att man borde ha samma inställning till dessa ämnen som till kemiska bekämpningsmedel och genomföra riskbedömningar. Rimligen bör riskerna för t ex arbetsmiljö inte vara stor för ämnen som klassas som livsmedel och som hushållskemikalier. Ättiksyra, som används som herbicid är ett exempel på undantag.

Forskning om de vegetabiliska oljornas verkansmekanismer är angelägen, eftersom vi inte vet vilka fettsyror som är effektiva och hur de verkar. Rapsoljan skulle vara intressant att börja studera, eftersom den innehåller en hög andel av oljesyra, en fettsyra som det finns stora förhoppningar på. I en av projektdelarna har forskningsmetodik utvecklats, som gör det möjligt att studera täckningsgradens inflytande. Fortfarande finns inte heller tillräcklig strukturerad kunskap om de olika aspekterna och erfarenheterna från den praktiska odlingen.

Appliceringstekniken måste utvecklas vidare, eftersom det är svårt att åstadkomma den in-trängning och täckningsgrad som krävs. Den konventionella spruttekniken är inte alls till-räcklig. Det krävs grödöppnare, kompletterande droppduschar, lufttillsats, mm för att få ett gott resultat. De provade alternativen visar på utvecklingsvägar som understryker de uppfatt-ningar som hävdats i olika sammanhang: De odlare som använder fysikaliskt verkande växt-skyddsmedel eller andra växtskyddsmedel med mindre verkningsgrad, måste utnyttja de bästa och mest moderna teknikerna och maskinerna. Dessvärre ser det ut som om antalet besprut-ningar måste ökas, likaså vätskemängderna, något som ökar kostnaderna.

Den internationella forskningen domineras helt av insatser om mineraloljans egenskaper. Dessa oljor spelar en stor och viktig roll i många länders växtskydd, speciellt när man vill förflytta växtskyddet i riktning mot mer integrerad bekämpning och ekologisk odling. Man vill bli få bukt med resistensproblemet. Den intresserade rekommenderas att läsa "Spray Oils Beyond 2000", som är en konferensrapport på 625 sidor från University of Western Sydney, Australien (Beattie *et al.*, 2002). De flesta aspekter på mineraloljor i växtskyddet belyses i rapporten.

8. TACK

Vi vill främst tacka de alla odlare som har låtit oss hållas med försök i deras odlingar. Pro-jektet har pågått under flera år och det är många odlingar som vi har kunnat utnyttja. Vi nämner främst Lisbeth och Erik Lövendahl, Jenny och Jörgen Nilsson, Solveig och Bosse Nilsson, Kerstin och Johan Biärsjö och Märten Persson.

Under projektets gång har vi dessutom fått mycket hjälp av olika personer, företag och organisationer. Vi tackar Kemi-Intressen AB, Vetlanda, för att vi fått det fluorescerande spårämnet utan kostnad. Gotlands Bioenergi AB, Halner gård, Visby, har hjälpt oss med att få fram och få uppgifter om Kallpressad rapsolja och Rapsgul såpa. Från Nordisk Alkali AB, Malmö, har vi fått mineralolja som ingått i orienterande studier.

Vi har haft kontakt med många sprutleverantörer och tacksamt kunnat diskutera komponent-val och förslag på tekniska lösningar som ligger långt utanför det traditionella lantbruket. De som speciellt har hjälpt oss att lösa de applikationstekniska problemen är Hardi International, Tåstrup, Danmark, Maryd Maskin, S:t Olof, och Lechler GmbH, Metzingen, Tyskland.

På KemikalieInspektionen har vi kunnat vända oss till Astrid Mårtensson, som har fungerat som initierat och intresserat bollplank för våra funderingar om olika växtskyddsmedel.

Vi har haft kontakt med rådgivare av olika slag, som har hjälpt oss med kontakter och på olika sätt följt och stött projektet. Vi nämner speciellt Barbro Nedstam, Christer Tornéus, Krister Trulsson, Johan Ascard, Johanna Jansson, Thilda Nilsson, Kirsten Jensen, Henrik Stridh, Marcus Söderlind, m fl.

Birgitta Rämert, Elisabeth Kärnestam, Birgitta Svensson, Patrick Sjöberg, Malin Dörre, Lena Holm, Miriam Frida Karlsson är kollegor i Alnarp som hjälpt oss med större eller mindre avsnitt och studier. Studenter som Mia Nerhammar och Rikard Jansson har med sina examensarbeten och specialarbeten tillfört viktig kunskap.

Vi vill tacka Trädgårdslaboratoriet, SLU Alnarp, för hjälp med ständiga praktiska problem, odling och odlingsytor. Anders Prahl, Teknisk Service, SLU Alnarp, har varit en klippa i det

tekniska utvecklingsarbetet. Hans stora uppfinningsrikedom och professionella tekniska kunnande i byggandet av försöksutrustningarna har varit ovärderligt.

Sven-Erik Svensson, Område Agrosystem, SLU Alnarp, har svarat för en slutlig granskning av rapporten och därigenom väsentligen förbättrat slutresultatet.

Slutligen vill vi tacka SLU:s EkoForsk-satsning för finansiering samt Stiftelsen Lantbruksforskning (Trädgård) och Jordbruksverket för finansiering av tidigare projekt.

9. REFERENSER

Skriftliga och nätbaserade källor

Abbasi, S.A., Nipanay, P.C. & Soni, R. 1984. Soap solution as an environmentally safe pesticide: for household insects – a preliminary investigation. *Comparative Physiology & Ecology* 9: 46 – 48. (Refererad i Szumlas, 2002)

Agnello, A. 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. pp 2-18. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management* (Ed. by G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Heart). University of Western Sydney

Albertsson J., Björkholm A-M., Mickelåker J. & Svensson, S.A. 2008. Fysikaliskt verkande växtskyddsmedel: Appliceringsteknik för frukt- och bärproduktion. *Landskap trädgård jordbruk : Rapportserie, 2008:10*

Anonym. 1987. *Spodoptera littoralis*. Handbok för växtinspektörer (Ed by: J. Rautapää). Nr/avsnitt I 40. Nordiska växtinspektionerna. [Tillgänglig online]: http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST87-1/UST87-1AVBAK

Beattie, G.A.C., Watson, D.M., Stevens, M.L., Rae, D.J. & Spooner-Heart, R.N. 2002. *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management*. University of Western Sydney

Bjugstad, N. 1987. Utstyr for sprøyting mot sopp og skadedyr i radkulturer (Summary: Equipment for spraying against fungus and insect pests in row crops). *Landbruksteknisk Institut 1432. Norsk Landbruksforskning 1987 pp. 202*. Ås-NLH, Norway

Bjugstad, N. & Sonstebj, A. 2004. Improved spraying equipment for strawberries. *Aspects of Applied Biology* 2004. 71(2): 335-342

Bostanian, N.J. & Akalach, M. 2006. The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae). *Pest Management Science* 62:334–339

Caldwell, B., Brown Rosen, E., Sideman, E., Shelton, A.M. & Smart, C.D. 2005. *Resource Guide for Organic Insect and disease Management*. Cornell University. [Tillgänglig online]: <http://web.pppmb.cals.cornell.edu/resourceguide/mfs/12soap.php>

- Casida, J.E. & Ouistad, G.B. 1998. Golden Age of Insecticide Research: Past, Present, or Future. *Annual Review of Entomology* 43: 1-16
- Cen, Y.J., Tian, M.Y., Pang, X.F. & Rae, D.J. 2002. Repellency, antifeeding effect and toxicity of a horticultural mineral oil against citrus red mite. pp 134 – 141. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management* (Ed. by G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Heart). University of Western Sydney
- Chapman, P.J. & Pearce, G.W. 1949. Susceptibility of winter eggs of the European red mite to petroleum oils and dinitro compounds. *Journal of Economic Entomology* 42:44-47
- Chiasson, H., Vincent, C. & Bostanian, N.J. 2004. Insecticidal properties of a Chenopodiumbased botanical. *Journal of economic entomology*. 97: 1378-1383
- Cloyd, R.A. 2009. Understanding Insecticidal Soaps and Detergents. Blog: Green Methods.com. [Tillgänglig online]:
<http://greenmethods.com/site/weblog/2009/05/understanding-insecticidal-soaps-and-detergents/2/>
- Cooper, R.M. & Williams, J.S. 2004. Elemental sulphur as an induced antifungal substance in plant defence. *Journal of Experimental Botany* 55: 1947–1953
- Cornwell, P.B. 1968. *The cockroach*, vol. 1. Hutchinson, London. (Refererad i Szumlas, 2002)
- Cross, J.V., Easterbrook, M.A., Crook, A.M., Crook, D., Fitzgerald J.D., Innocenzi, P.J., Jay, C.N., Solomon, M.G. & Solomon, M.G. 2001. Review: Natural Enemies and Biocontrol of Pest of Strawberry in Northern and Central Europe. *Biocontrol Science and Technology*. 11:165-216
- Davidson, N.A., Dibble, J.E., Flint, M.L., Marer, P.J. & Guye, A. 1991. *Managing Insects and Mites with Spray Oils*. Publication 3347. Oakland, University of California
- Elisson, D. & Svensson, S.A. 1987. Fläktsprutan i jordgubbsodling. *Sveriges lantbruksuniversitet Trädgård* 332
- Eriksson, A.-M. 2006. Rätt blandning av olja och såpa i sprutan. *Viola Trädgårdsvärlden*, nr 23, 2006.
- Eriksson, A.-M. 2001. Appliceringsteknikens påverkan på de båda entomopatogena svamparna *Paecilomyces fumosoroseus* och *Verticillium lecanii*. Examensarbeten inom Hortonomprogrammet, 2001:3.
- Europeiska Unionen. 2006. Förslag till Europaparlamentet och Rådets Direktiv (KOM(2006) 373 slutlig 2006/0132 (COD)) om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel. [Tillgänglig online]:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0373:FIN:SV:PDF>
- Europeiska Unionen. 2009. Europaparlamentet och Rådets Direktiv 2009/128/EG av den 21 oktober 2009 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel. [Tillgänglig online]:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:SV:PDF>

- 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
- Fernandez, D.E., Beers, E.H., Brunner, J.F., Doerr, M.D. & Dunley, J.E. 2005. Effects of seasonal mineral oil applications on the pest and natural enemy complexes of apple. *Journal of Economic Entomology*. 98: 1630-1640
- Fife, J. P., Ozkan, E. & Derksen, R.C. 2004. Physical effects of conventional spray equipment on a biological pesticide. In: *International advances in pesticide application*. (Ed. by R.P. Bateman, S.E. Cooper, J.V. Cross, C.R. Glass, T.H. Robinson, D. Stock, W.A. Taylor, E.W. Thornhill, & P.J. Walklate). *Aspects of Applied Biology* 71, 495 - 502.
- 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. *Environmental entomology* 29: 568- 578
- Franzén, M. 2007. Programme to reduce the risks connected with the use of pesticides in Sweden. In: *SuProFruit, 9th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*. (Ed. by N. Bjugstad, P.G. Andersen, M. Jörgensen, S.A. Svensson & D. Servin). Pp 2-3. [Tillgänglig online]: <http://suprofruit.slu.se/Abstracts/1opening.pdf>
- Hale, O.D. 1978. Performance of air jets in relation to orchard sprayers. *Journal of Agricultural Engineering Research* 23: 1-16
- Hall, F.R. & Menn, J.J. 1999. Biopesticides: Present Status and Future Prospects. In: *Methods in Biotechnology no 5, Biopesticides – Use and Delivery Biopesticides* (Ed. by F.R. Hall & J.J. Menn) pp. 1 – 11. Humana Press, Totowa, New Jersey
- Hayes, A.E., Fitzpatrick, S.M. & Webster, J.M. 1999. Infectivity, distribution and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* all strain (Rhabditida: Steinernematidae) applied by sprinklers or boom sprayers to dry pick cranberries. *Journal of economic entomology*. Entomological society of America. 92:539-546
- Hix, R.L., Pless, C.D., Deyton, D.E. & Sams, C.E. 1999. Management of San Jose scale on apple with soybean-oil dormant sprays. *Hortscience* 34: 106-108
- Hjeljord, L. & Tronsmo, A. 1998. Trichoderma and Gliocladium in biological control: an overview. In: *Trichoderma and Gliocladium Vol. 2* (Ed. by G.E. Harman & C.P. Kubicek) pp. 131-152. Taylor and Francis, London.
- Hodgkinson, M.C., Johnson, D. & Smith, G. 2002. Causes of phytotoxicity by petroleum-derived spray oil. pp. 170–178. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management* (Ed. by G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Heart). University of Western Sydney.
- Imai, T., Tsuchiya, S. & Fujimori, T. 1995. Humidity effects on activity of insecticidal soap for the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Applied Entomology and Zoology* 30: 185-188

- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608
- Isman, M.B. 2008. Botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science* 64:8-11
- Jaastad, G. 2007. Late dormant rapeseed oil treatment against black cherry aphid and cherry fruit moth in sweet cherries. *Journal of Applied Entomology* 131:284-288
- Jordbruksverket. 2005. Växtskyddsmedel i ekologisk odling. *Jordbruksinformation* 24 – 2005 [Tillgänglig online]: http://www.svensktsigill.se/PageFiles/2365/BAS_11.3-SJV_Vaxtskyddsmedel_ekologisk_odling.pdf
- Jordbruksverket. 2011a. Växtskyddsmedel i fruktodling 2011. [Tillgänglig online]: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr69.pdf
- Jordbruksverket. 2011b. Växtskyddsmedel i Växthusgrönsaker 2011. [Tillgänglig online]: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr86.pdf
- Jordbruksverket. 2011c. Växtskydd i ekologisk fruktodling 2011. [Tillgänglig online]: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr228.pdf
- Kappel, D. 2011. TWIN giver nye muligheder for dagens avlere. [Tillgänglig online]: http://www.hardi.dk/da/SprayingInfo/INT%20Case%20Stories/INT_Strawberry%20spraying.aspx
- Karagounis, C., Kourdoumbalos, A.K., Margaritopoulos, J.T., Nanos, G.D. & Tsitsipis, J.A. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. *Journal of applied entomology* 130: 150-154
- Karlsson, M.F. 2005. Bekämpning av vita flygare (*Aleurotrachelus socialis*) i kassava (*Manihot esculenta*). Examensarbete inom mark/växtagronomprogrammet. Rapport 2005:2. Sveriges Lantbruksuniversitet. Alnarp. ISSN 1652-1552. [Tillgänglig online]: http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00000936/01/Thesis_Miriam_Karlsson.pdf
- Kemikalieinspektionen. 2008. Interpretation in Sweden of the impact of the “cut-off” criteria adopted in the common position of the Council concerning the Regulation of placing plant protection products on the market (document 11119/08). [Tillgänglig online]: http://www.kemi.se/upload/Bekampningsmedel/Docs_eng/SE_positionpaper_annenII_sep08.pdf
- Kemikalieinspektionen. 2009. Bekämpningsmedelsregistret. [Tillgänglig online]: <http://apps.kemi.se/bkmregoff/>
- Kemikalieinspektionen. 2010. Kemikalieinspektionens föreskrifter om bekämpningsmedel Utdrag ur KIFS 2008:3. [Tillgänglig online]: http://apps.kemi.se/bkmregoff/lagar/K08_3/KIFS_2008_bilaga_3.pdf
- Kiss, J., Szendrey, L., Schlösser, E. & Kotlar, I. 1996. Application of natural oil in IPM of grapevine with special regard to predatory mites. *Journal of environmental science and health* B31:421-425

Kraiss, H. & Cullen, E.M. 2008. Efficacy and Nontarget Effects of Reduced-Risk Insecticides on *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) and its Biological Control Agent *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of economic entomology* 101: 391-398

Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J. & Adielsson, S. 2009. Bekämpningsmedel i vattendrag från områden med odling av trädgårdsgrödor under 2008. *Ekohydrologi* 110. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Kuhlman, B. & Jacques, D.E. 2002. Classifications, standards and nomenclature – mineral oils, agricultural mineral oils and horticultural mineral oils. pp. 29-38. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management* (Ed. by G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Heart). University of Western Sydney

Laczynski, A., De Moor, A., Moens, M., Sonck, B. & Ramon, H. 2004. An application technique for biological plant protection products containing entomopathogenic nematodes. In: *International advances in pesticide application*. (Ed. by R.P. Bateman, S.E. Cooper, J.V. Cross, C.R. Glass, T.H. Robinson, D. Stock, W.A. Taylor, E.W. Thornhill, & P.J. Walklate). *Aspects of Applied Biology* 71, 489 - 494

Larew, H.G. & Locke, J.C. 1990. Repellency and Toxicity of a Horticultural Oil against Whiteflies on Chrysanthemum. *Hortscience* 25(11):1406-1407

Lawson, D.S. & Weires, R.W. 1991. Management of European red mite (*Acari: Tetranychidae*) and several aphid species on apple with petroleum oils and an insecticidal soap. *Journal of economic entomology* 84: 1550-1557

Lefroy, H.M. 1915. Insecticide. *Annals of Applied Biology* 1: 280 – 298

Liu, Z., Beattie, G., Hodgkinson, M. & Jiang, L. 2001. Influence of petroleum derived spray oil aromaticity, equivalent n-paraffin carbon number and emulsifiers concentration on oviposition of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. *Journal of Australian Entomology*. 40:193–6

Marčić, D., Pantelija, P., Prijović, M. & Ogurlić, I. 2009. Field and greenhouse evaluation of rapeseed spray oil against spider mites, green peach aphid and pear psylla in Serbia. *Bulletin of Insectology* 62 (2): 159 - 167

Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogy, S. & Helsen, H. 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphids. *Journal of Applied Entomology* 132:26-35

McFairlane, J.E. & Henneberry, G.O. 1965. Inhibition of the growth of an insect by fatty acids. *Journal of Insect Physiology*. 11:1247 – 1252. (Refererad i Szumlas, 2002)

McGrath, M.T. & Shishkoff, N. 1999. Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. *Crop Protection* 18:471-478

Mickler, K. 2003. Using Safer Insecticides in the garden. The University of Georgia Cooperative Extension. Tillgänglig:
http://leon.ifas.ufl.edu/News_Columns/2003/012603.pdf

Moran, R.E., Deyton, D.E., Sams, C.E., Pless, C.D. & Cummins, J.C. 2003. Soybean oil as a summer spray for apple: European red mite control, net CO₂ assimilation, and phytotoxicity. *Hortscience* 38: 234-238

Najar-Rodriguez, A.J., Lavidis, N.A., Mensah, R.K., Choy, P.T. & Walter, G.H. 2008. The toxicological effects of petroleum spray oils on insects - Evidence for an alternative mode of action and possible new control options. *Food and chemical Toxicology* 46: 3003-3014

Naturhistoriska Riksmuseet. 2011. Svenska fjärilar (Nr 1211). [Tillgänglig online]:
http://www2.nrm.se/en/svenska_fjarilar/e/epiphyas_postvittana.html

Naturskyddsföreningen. 2007. Rapport Jordgubbar och bekämpningsmedel Matens värstingar [Tillgänglig online]:
<http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/rapport-jordbruk-jordgubbar-bekampningsmedel.pdf>

Nedstam, B. 2007. Blادلöss i växthus (Växtskydd – Växthusodlingar). [Tillgänglig online]:
http://www.sjv.se/download/18.503f0cbf121c38d50598000520/abladl%25C3%25B6ss2_ver10%5B1%5D.pdf

Nestby, R. 2009. New methods for organic raspberry production in polyethylene tunnels. Project description. [Tillgänglig online]:
http://orgprints.org/14970/1/Project_description_final.pdf

Nicetic, O., Watson, D.M., Beattie, G.A.C., Meats, A. & Zheng, J. 2001. Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental & applied acarology* 25: 37-53

Nilsson, A.TS., Johansson, C. & Svensson, S.A. 2010. Vitaliteten hos två biologiska växtskyddsmedel, del I (Summary: Vitability in two biopesticides, part I). Sveriges lantbruksuniversitet. LTJ-Rapport 2010:33. Alnarp [Tillgänglig online]:
http://pub.epsilon.slu.se/8133/1/nilsson_et_al_110516_1.pdf

Nilsson, A.TS., Johansson, C. & Svensson, S.A. 2011. Vitaliteten hos biologiska växtskyddsmedel, del II (Summary: Vitability in biopesticides, part II). Sveriges lantbruksuniversitet. LTJ-Rapport. 2011:18. Alnarp. [Tillgänglig online]:
<http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/uploads/projekt/335.pdf>

Nordmark, L., Mattsson, B. & Svensson, S.A. 1993. Förbättrad appliceringsteknik – minskad användning av bekämpningsmedel inom grönsaks- och bärödling. Sveriges Lantbruksuniversitet. Trädgård 376. Alnarp

Olkowski, W., Daar, S. and Olkowski, H. 1991. *Common-Sense Pest Control: Least-Toxic Solutions for Your Home, Garden, Pests and Community*. 1st Edn., The Taunton Press, Newtown, CT., pp: 715. (Refererad i Szumlas, 2002)

Pirzadeh, P. 2011. Bekämpningsmedel i skånska vattendrag – Resultat från den regionala miljöövervakningen 2010 (Pesticides in Scania waterways – Result from the regional environmental survey). Länsstyrelsen i Skåne län, Report 2011-15, Malmö, Sweden [Tillgänglig online:]

<http://www.lansstyrelsen.se/skane/Sv/publikationer/2011/Pages/bekampningsmedel-i-skanska-vattendrag.aspx>

Pless, C.D., Deyton, D.E. & Sams, C.E. 1995. Control of San Jose scale, terrapin scale, and European red mite on dormant fruit trees with soybean oil. *Hortscience* 30:94-97

Raisigl, U., Felber, H., Siegfried, W. & Krebs, Ch. 1991. Comparison of different mistblowers and volume rates for orchard spraying. BCPC Mono n°46 Air-assisted spraying in crop protection: 185-196.

Randall, J.M. 1971. The relationships between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees. *Journal of Agricultural Engineering Research* 16: 1-31

Riedel, H., Halaj, J., Kreowski, W.B., Hilton, R.J. & Westigard, P.H. 1995. Laboratory evaluation of mineral oils for control of codling moth (*Lepidoptera: Tortricidae*) *Journal of Economic Entomology* 88:140-147

Rongai, D., Cerato, C., Lazzeri, L., Palmieri, S. & Patalano, G. 2008. Vegetable oil formulation as biopesticide to control California red scale (*Aonidiella aurantii* Maskell) *Journal of Pest Science* 81: 179-185

Rosell, G., Quero, C., Coll, J. & Guerrero, A. 2008. Biorational insecticides in pest management. *Journal of Pesticide Science* 33:103-121

Sams, C. and Deyton, D. 2002. Botanical and fish oils: history, chemistry, refining, formulating and current uses. pp 19-28. In: *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management* (Ed. by G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae & R.N. Spooner-Heart). University of Western Sydney

Schmid, A., Hoehn, H., Schmid, K., Weibel, F. & Daniel, C. 2006. Effectiveness and side effects of glue-traps to decrease damages caused by *Byturus tomentosus* in raspberry. *Journal of Pest Science* 79: 137-142.

Scott, I.M., Jensen, H., Scott, J.G., Isman, M.B, Arnason, J.T. & Philogène, B.J.R. 2003. Botanical insecticides for controlling agricultural pests: piperamides and the Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* say (*Coleoptera: Chrysomelidae*). *Arch Insect Biochem Physiol.* 2003 Dec;54(4):212-25.

Shenet. 2009. Fettsyror i översikt. [Tillgänglig online]:
<http://www.shenet.se/ravaror/fettsyraoversikt.html>

Shetler, D.J. & Herms, D. 2003. Insect and Mite Control on Woody Ornamentals and Herbaceous Perennials. Bulletin 504. Ohio State University Extension Service. [Tillgänglig online]: <http://ohioline.osu.edu/b504/index.html>

Smith, R. & Chancy, B. 2002. Guidelines for Insecticidal Soap. Washington State University Extension. [Tillgänglig online]: <http://gardening.wsu.edu/library/lpro002/lpro002.htm>

Statistiska Centralbyrån. 2010. Jordbruksstatistisk årsbok 2010. [Tillgänglig online]:
http://www.scb.se/Pages/PublishingCalendarViewInfo_259923.aspx?PublObjId=13495

Stadler, T. & Buteler, M. 2009. Modes of entry of petroleum distilled spray-oils into insects: a review. *Bulletin of Insectology* 62: 169 – 177

Steiner, M. Y. & Goodwin, S. 2006. Getting a grip on thrips in strawberries. *Acta Horticulturae* 708:109-114

Steinke, W.E. & Giles, D.K. 1995. Delivery Systems for Biorational Agents. In: *Biorational Pest Control Agents - Formulation and Delivery*. pp 80-94 (Ed by F.R. Hall & J.W. Barry), American Chemical Society (ACS) Symposium Series 595.

Svenskt Växtskydd. 2008. Hårda bandage i växtskyddsförslag. [Tillgänglig online]: http://www.svensktvaxtskydd.se/Harda_bandage_i_vaxtskyddsforslag_20081027.pdf

Svensson, S.A. 2001. Converging air jets in orchard spraying: influence on deposition, air velocities and forces on trees. Dissertation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Agraria* 2001 no. 279

Szumlas, D.E. 2002. Behavioral Responses and Mortality in German Cockroaches (*Blattodea: Blattellidae*) after Exposure to Dishwashing Liquid. *Journal of Economic Entomology*, 95(2):390-398. 2002.

Tan, B.L., Sarafis, V., Beattie, G.A.C., White, R., Darley, E.M. & Spooner-Hart, R. 2005. Localization and movement of mineral oil in plants by fluorescence and confocal microscopy. *Journal of experimental botany* 420: 2755-2763

Taverner, P.D., Gunning, R.V. Kolesik, P., Bailey, P.T., Inceoglu, A.B., Hammock, B. & Roush, R.T. 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

Taylor, W. A. & Andersen, P. G. 1991. Enhancing conventional hydraulic nozzle use with the Twin Spray System. pp 125-136. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*, BCPC Monogr. 46 (Ed. by A. Lavers, P. Herrington & E.S.E. Southcombe). BCPC, Farnham

Tremblay, E., Belanger, A., Brosseau, M. & Boivin, G. 2008. Toxicity and sublethal effects of an insecticidal soap on *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). *Pest management science* 64: 249-254

Vandermersch, M., Jaeken, P., de Moor, A., & Langenakens, J. 2000. Influence of application technique on deposition and distribution of plant protection products (PPP) in strawberry. *Parasitica*, 2001:57 (1-2-3), pp177 - 184.

Ware, G.W. 2000. *The Pesticide Book*, 5th ed. Thomson, Fresno, CA

Wikipedia. 2011. Hemsida. (senast uppdaterad 19 januari 2011) [Tillgänglig online]: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Fettsyror>

Zhang, W., Dick, W.A. & Hoitink, H.A.J. 1996. Compost-induced systemic acquired resistance in cucumber to *Pythium* root rot and anthracnose. *Phytopathology* 86:1066-1070.

Zhu, H. 2009. DepositScan, a Scanning Program to Measure Spray Deposition Distributions. Software and User Manual Public Release. [Tillgänglig online]:
<http://www.ars.usda.gov/mwa/wooster/atru/depositscan>

Personliga meddelanden

Jakobsson, M. Inköpare på ICA AB, Helsingborg. Telefonsamtal hösten 2008

Jensen, Kirsten. Trädgårdskonsulent på Länsstyrelsen, Skara. Telefonsamtal 2005; Möte hösten 2009

Mårtensson, Astrid, Handläggare på Kemikalieinspektionen, Solna. E-post hösten 2008.

Nilsson, Bosse. Bärodlare, Moheda sylt, Moheda. Telefonsamtal hösten 2008.

Nilsson, Anders TS. Forskare på Område Agrosystem, SLU Alnarp. 2011

Nilsson, Thilda. Rådgivare HIR, Borgeby. Samtal 2009

Trandem, Nina. Forskare på Bioforsk, Norge, Telefonsamtal hösten 2009

