



SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE VID LTJ-FAKULTETEN
Trädgårdsingenjörsprogrammet - odling
Individuell kurs i fruktodlingens växtskydd
Projektarbete, 15 hp

**Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster
(*Panonychus ulmi*) med oljeemulsioner i äppelodling**



Rikard Jansson

2009

*SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ*

Författare: *Rikard Jansson*

Titel: *Bekämpning av fruktträdsspinnkvalster (*Panonychus ulmi*) med oljeemulsioner i äppelodling*

Engelsk titel: *Control of European red mite (*Panonychus ulmi*) with horticultural oil in apple production*

Program: *Trädgårdsingenjörsprogrammet – odling*

Nyckelord: *Panonychus ulmi, Frukträdsspinnkvalster, Olja, Oljeemulsioner, Rapsolja, Mineralolja, Äppelodling, Fruktoodling*

Handledare: *Johannes Albertsson, forskningsassistent, SLU Alnarp, Området för Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet*

Examinator: *Sven Axel Svensson, universitetsadjunkt, SLU Alnarp, Området för Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet*

Kurskod: *IN0655*

Kurstitel: *Individuell kurs i fruktodlingens växtskydd*

Omfattning: *15 hp*

Nivå och fördjupning: *Grund C*

Utgivningsort: *Alnarp*

Utgivningsår: *2009*

Omslagsbild: *Rikard Jansson*

Bilagans bilder: *Rikard Jansson och Johannes Albertsson*

Förord

Denna uppsats skrevs i kursen Individuell Kurs i Frukttodlingens Växtskydd som omfattade 15 högskolepoäng på C-nivå inom ämnet Biologi/Trädgårdsvetenskap. Uppsatsen skrevs vid Område Jordbruk – odlingssystem, teknik, och produktkvalitet vid fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, SLU, Alnarp. Min förhoppning är att den ska vara till hjälp för odlarkåren och universitetet i strävan mot optimal kvalsterbekämpning.

Jag vill rikta ett stort tack till:

Sven Axel Svensson på SLU, Alnarp som gav mig möjlighet att läsa kursen och som även var min examinator.

Johannes Albertsson på SLU, Alnarp som var min positiva och uppmuntrande handledare.

Erik Lövendahl på Solnäs Gård, Bjärred, som ställde sin odling och sina redskap till förfogande i bekämpningsförsöket.

Lomma, juni, 2009

Rikard Jansson

Sammanfattning

Sedan införandet av bredverkande insekticider har fruktträdsspinnkvalster, *Panonychus ulmi* orsakat skada på äppelodlingar i stora delar av den tempererade världen. Kemiska acaricider utvecklades först som en lösning, men deras höga toxicitet och kvalstrens förmåga att bilda resistens har gjort dem omoderna. En lösning på problemet är sprutning med oljeemulsioner, som främst har en fysikalisk verkan. Oljorna tillverkas av antingen mineraloljor eller vegetabilisk oljor och används traditionellt till bekämpning av övervintrande ägg på våren. För att bekämpningen ska vara effektiv krävs dock att den utförs när äggen är som känsligast. Äggen hos *P. ulmi* blir känsligare ju närmare kläckning de befinner sig. Att bestämma kläckningstidpunkten har många gånger visat sig mycket komplicerat p.g.a. flera inverkanseffektiva temperaturfaktorer samt betydande skillnader mellan olika genetiska stammar och populationer. I vissa länder som Grekland, Storbritannien och Japan har forskning resulterat i gångbara daggradsmodeller som förutspår kläckningstidpunkten. I Sverige saknas studier i ämnet och att dra slutsatser från studier i andra länder med annorlunda klimat är inte att rekommendera. Generellt rekommenderas bekämpning av fruktträdsspinnkvalstrets ägg mellan knoppsprickning och tät klunga.

Vid SLU, Alnarp genomfördes ett bekämpningsförsök med mineraloljan Sunspray 11 E och kallpressad rapsolja i en konventionell äppelodling, våren 2009. Bekämpningen utfördes vid musöronstadiet och visade att Sunspray 11 E hade signifikant lägre antal kvalster per blad jämfört med rapsolja och kontroll. Vid avläsningsarbetet användes en mite brushing machine för att effektivisera räkningen av kvalster på insamlade blad. Maskinen borstar av kvalstren från bladet ner på en glasplatta där de sedan enkelt kan läsas av under stereolupp. Erfarenheterna av maskinen är att den är synnerligen tidsbesparande och att den ger tillförlitligt resultat.

Innehåll

Inledning	1
Syfte.....	1
Litteraturstudie	2
Biologi	2
Bekämpning	5
Bekämpningsbehov.....	5
Mite Brushing Machine	5
Oljeemulsioner	7
Bekämpningstidpunkt	9
Material och metod.....	10
Fältförsök	10
Doppförsök.....	11
Äggens placering	11
Resultat	12
Fältförsök	12
Doppförsök.....	12
Äggens placering	12
Diskussion.....	13
Slutsats.....	15
Framtida studier.....	15
Referenser	16
Bilaga 1	19

Inledning

Idag har många fruktodlingar i Sverige och tempererade delar av världen stora problem med fruktträdsspinnkvalster (*Panonychus ulmi*). I början av 1900-talet var bekämpningsbehovet dock relativt litet men i och med att bredverkande insekticider började användas (Tornéus, 1997; Hardman *et al.* 2003) slogs fruktträdsspinnkvalstrets predatorer ut, vilket resulterade i allvarliga kvalsterutbrott. Därför utvecklades särskilda bekämpningsmedel mot kvalster (acaricider) men problemet med acariciderna var att kvalstren snabbt blev resistent (Tornéus, 1997; Tuovinen, 1992). Dessutom har flera av dessa medel förbjudits under senare tid p.g.a. sin toxicitet (Hardmann *et al.*, 2003; Lawson & Weires, 1991). I ekologisk odling är fruktträdsspinnkvalster sällan något problem eftersom ostörda predatorpopulationer är tillräckligt för att hindra skadligt höga populationer. Svavelhaltiga fungicider bör dock undvikas efter blomning för att inte skada rovkvalster (Juhlin, 1992; Persson, 1982). En lösning på problemet är att istället använda olika typer av oljeemulsioner. I motsats till syntetiska acaricider är oljeemulsioner miljövänliga, skonsamma mot naturliga fiender och saknar än så länge rapporterade fall av resistens (Khajuria, 2007; Beers & Hoyt, 2007; Moran *et al.* 2003; Herron *et al.*, 1998; Agnello *et al.*, 1994). I Sverige finns 2009 endast en godkänd acaricid Nissorun (hexyiazox) som dock endast får användas en gång per säsong. För övrigt finns Eradicoat T (såpa) men den är inte verksamt mot äggstadiet (Jordbruksverket, 2009).

Oljeemulsioner riktar sig vanligen till vårbekämpning av övervintrande ägg. För att bekämpningen ska vara effektiv är det mycket noga att appliceringen sker då äggen är som mest känsliga, vilket inträffar några dagar innan kläckning (Chapman & Pearce, 1948). I Sverige finns idag endast grova riktlinjer för äggens kläckningstidpunkt och en mer exakt metod för att bestämma optimal bekämpningstidpunkt vore önskvärt.

Det finns flera olika metoder för att undersöka om en bekämpningsinsats är nödvändig eller om effekten av en bekämpning ska utvärderas. Det kan ske genom räkning av ägg på kvistar (Tuovinen, 1992) eller kläckta kvalster på blad (Beers & Hoyt, 2007). Ett effektivt sätt att räkna kvalster på blad utförs med hjälp av en mite brushing machine. Det är en apparat som med hög precision borstar av kvalstren från bladen och ner på en glasplatta. På glasplattan kan sedan kvalstren lätt avräknas under stereolupp (Macmillan, 2005). Kunskaperna om denna apparat inom SLU är i dagsläget mycket begränsat och mer kunskap inom området är önskvärt.

Syfte

Att genom en litteraturstudie öka kunskaperna om fruktträdsspinnkvalstrets biologi och bekämpningsstrategier med oljeemulsioner. Syftet var också att medverka i ett försök med oljor mot fruktträdsspinnkvalstrets ägg för att undersöka bekämpningseffekten under svenska förhållanden och introducera användandet av en mite brushing machine.

Litteraturstudie

Biologi

Frukträdsspinnkvalster	Syn. Rött spinn
European Red Mite	Syn. Fruit tree red spider mite
Panonychus ulmi	Syn. Metatetranychus ulmi

Ordning: Acari, familj: Tetranychidae

Panonychus ulmi angriper flera olika fruktslag. Störst problem orsakas på äpple, päron, plommon och körsbär men angrepp kan också förekomma på t.ex. hallon, vinbär, krusbär, rosor, alm, hagtorn, liguster, syren och brakved. *P. ulmi* kan angripa alla äpplesorter men vissa sorter (e.g. 'Golden Delicious', 'Winesap', 'McIntosh') har rapporterats vara mindre mottagliga (Beers & Hoyt, 2007).

P. ulmi har stickande och sugande mundelar som tömmer bladcellerna på dess innehåll. De enskilda cellerna blir först vita men allt eftersom skadorna förvärras antar hela bladet en brun eller bronsartad nyans (Beers & Hoyt, 2007). Förutom att suga i sig kolhydrater och klorofyll leder bladsticken även till en ökad transpiration från den skadade bladskivan (Tunblad, 1948). Skadorna blir allvarligast under torra och varma säsonger och de ekonomiska skadorna blir störst vid stora angrepp runt midsommar då träden anlägger knoppar inför nästkommande år (Tuovinen, 1992; Lienk, 1972).

Arten övervintrar som ägg i diapaus (hormonellt betingad paus i utvecklingen) på sporrar och småkvistar i närheten av knoppar, oftast på undersidan i bladärr eller andra ojämnheter i barken. Äggen, som är tegelröda, 0,15 mm i diameter och lökformade, påträffas från sensommaren och ända fram till våren då de kläcks. I riklig mängd kan äggen lätt ses som en röd färg på grenarna (Beers & Hoyt, 2007; Lees, 1953). Från äggen kläcks orangeröda larver, med sex ben, som inte är mycket större än äggen. Larverna vandrar direkt ut till bladens undersida där de börjar suga växtsaft. Efter larvstadiet följer två nymfstadier (protonymf och deutonymf) som successivt ökar i storlek. Kvalstren är i dessa stadier röda-grönröda och har åtta ben. Vid varje övergång till ett nytt utvecklingsstadium sker en hudömsning (Beers & Hoyt, 2007).

De första vuxna individerna uppträder ungefär när äppelträdens kronblad faller (Beers & Hoyt, 2007). En vuxen hona är ca 0,35 mm lång och har en klart tegelröd oval kropp med många kraftiga vita hår vars breddade baser ser ut som vita prickar på ryggen. En hane är 0,30 mm lång, gulröd-röd, bakkroppen är avsmalnande bakåt och kroppen är allmänt smalare än honans. Till skillnad från larv- och nymfstadierna förekommer de vuxna kvalstren både på ovan- och undersidan av bladen, vanligen på fullt utvecklade blad (Beers & Hoyt, 2007).

En hona lever mellan 15-20 dagar och börjar lägga ägg efter ca 2 dagar. Under sin livstid hinner en hona lägga mellan 30 och 35 ägg (2-4 ägg dagligen). Är äggen befruktade föds både hanar och honor, är äggen obefruktade föds enbart hanar genom partenogenes. Sommaräggen läggs främst på blad men också på frukter, speciellt runt fodret, om populationen är hög. Sommaräggen varierar i färg från ljusröda till nästan färglösa, de är något mindre än vinteräggen (0,14 mm) och genomgår ingen diapaus. Både sommar- och vinterägg blir genomskinliga efter att de kläckts. Kvalstren fullföljer sin livscykel på 7-25 dagar. När dagarna blir kortare och temperaturen sjunker i augusti föds speciella vinterhonor som bara lägger övervintrande ägg och gör så fram till november om inte temperaturen sjunker under 8°C (Tunblad, 1948; Lees, 1953; Koveos & Broufas, 1999; Beers & Hoyt,

2007). Om kvalstren skulle lida av undernäring kan vinterhonor framträda tidigare under sommaren, oberoende av temperatur och dagslängd (Lees, 1953). I Finland har *P. ulmi* tre till fyra generationer, men varma somrar kan en ofullständig generation också förekomma (Tuovinen, 1992). I Leverkusen, Tyskland bildas fem generationer per år (Tunblad, 1948).

Vid höga populationer tar sig kvalstren upp till de övre krongrenarna och börjar där spinna silkestrådar som tillsammans med kvalstren fångas av vinden som sprider dem över långa avstånd (Beers & Hoyt, 2007; Tunblad, 1948).

Kläckningsbiologi

För att vinteräggets diapaus ska brytas och utvecklingen fram till kläckning ska kunna påbörjas (postdiapausutveckling) krävs en viss period med kyla. Temperaturen ska då helst ligga mellan 0-9°C (Lees, 1973; Cranham, 1972). Den nedre temperaturgränsen för diapausutveckling är -10°C och den övre är 9-15°C (Cranham, 1972). Hur lång köldperiod som krävs beror på äggens geografiska ursprung. I S Storbritannien krävs knappt 200 dagar med temperaturer mellan 1-9°C (Lees, 1953). En lång köldperiod på 200 dagar ger en kortare och jämnare kläckningsperiod enligt Cranham (1972). För att postdiapausutvecklingen ska inledas krävs också att en bastemperatur på ca 7°C uppnås (Cranham, 1972; Tsugawa *et al.* 1966). Kläckningen inträffar ungefär vid tät klunga i Washington State, USA (Beers & Hoyt, 2007). I SÖ Storbritannien inträffar första kläckningen normalt vid tredje veckan i april, då äggen varit utsatta för höst- och vintertemperaturer i nästan sex månader, vilket ungefärligen motsvarar de 150 dagar som uppmäts i laboratorieförsök av Lees (1953). I SV Storbritannien börjar kläckningen vid musöronstadiet och kulminerar tre veckor därefter (Persson, 1982). Liknande resultat uppnåddes i Leverkusen, Tyskland (Tunblad, 1948). I studier av Cranham (1972) kläcktes flest ägg vid 9-15°C, vilket stämmer väl överens med det lokala klimatet i april-maj. Äggens kläckningsförlopp verkar dock inte påverkas av fotoperiod (Koveos & Broufas, 1999). Enligt en hypotes av Cranham (1972) är utvecklingen fram till kläckning ett långsamt och stadigt förlopp som aldrig kan avslutas abrupt. Troligen utgör köldperioden den grova justeringen av kläckningstidpunkten, medan de stigande vårtemperaturerna utgör finjusteringen.

En studie av Broufas & Koveos (2000) i Grekland resulterade i att en daggradssumma (T_{sum}) för kläckningens början kunde fastställas. Summan var 80 daggrader (DG) över bastemperaturen (T_{bas}) 7,4°C. Beräkningarna är dock anpassade för grekiska förhållanden. I andra länder, som Kanada, Japan och Storbritannien, har bastemperaturer från 5,5-10,1°C rapporterats. Så länge bastemperaturen för postdiapausutveckling inte uppnås finns ingen anledning att räkna daggrader inför kläckning (Tsugawa *et al.*, 1966). I studien av Broufas & Koveos (2000) ägde första kläckningen rum 1-2 veckor före 50 % var kläckta (T_{50} %), det senare motsvarar 154,6 DG. Från första kläckning till 100 % kläckta ägg passerade två veckor, men även kläckningsperiod varierar beroende på det geografiska läget. I S Storbritannien varade den i sex veckor, på Nya Zeeland i ca sju veckor, i Kanada 1-2 veckor och i Japan drygt en vecka (Broufas & Koveos, 2000; Bostanian *et al.*, 2007; Tsugawa *et al.*, 1966). Skillnaderna i temperaturbehov beror antagligen på populationernas anpassning till det lokala klimatet (Cranham, 1972).

Cranham (1972) fick bra överensstämming mellan uppskattad daggradssumma uppmätt i inkubator och faktisk daggradssumma uppmätt i fält (T_{bas} 5,6°C) fram till 50 % kläckning (Tabell 1). Före 1 april rådde dålig överensstämming p.g.a. ofullständig köldperiod. Datumen för 50 % kläckning var 26 maj, 1968 och 29 maj, 1969. Anledningen till den högre daggradssumman år 1969 berodde troligen på att den vintern var betydligt mildare än den föregående.

Tabell 1. Uppskattade daggrader (T_{-sum}) för 50 % kläckning av *P. ulmi* ägg, jämfört med den faktiska värmesumman uppmätta i fält (Cranham, 1972)

1968			1969		
Insamlingsdatum	Uppskattad T_{-sum}	Faktiskt T_{-sum}	Insamlingsdatum	Uppskattad T_{-sum}	Faktiskt T_{-sum}
30-Jan	638	312	15-Jan	793	357
28-Feb	451	301	03-Mar	451	312
01-Apr	233	232	01-Apr	311	284
03-Maj	109	103	01-Maj	172	178

Light *et al.* (1968) i Kent, Storbritannien misslyckades med att fastställa en kläckningstidpunkt eftersom värmesumman för olika populationer varierade kraftigt från år till år inom samma populationer. Ägg i fält krävde dessutom 200-300 fler daggrader än prover drivna i inkubator. Light *et al.* (1968) konstaterade att det förekommer två olika populationer av *P. ulmi*: (i) tidiga populationer, som når 50 % kläckning ungefär vid äppelblom och (ii) sena populationer, som kläcks betydligt senare (e.g. 50 % kläckta 18 juni). Den största skillnaden för $T_{50\%}$ var 46 dagar mellan olika odlingar i Kent. Sena och tidiga populationer kläcktes i samma ordning från år till år men kläckningstidpunkten varierar betydligt. Kläckningstidpunkten för olika populationer under samma år varierar vanligen mellan 2-3 veckor, men ibland över fyra veckor (Light *et al.*, 1968). Sena populationer kräver en längre köldperiod än tidiga populationer för att kläckas förklarade Cranham (1972). Den utdragna kläckningsperioden är en för kvalitetsgenetiskt betingad säkerhetsåtgärd, som styrs av diapausens längd, för att larverna ska hitta tillräckligt med blad på träden (Lees, 1953).

Kläckningstidpunkten beror alltså på effektiviteten av köldperioden, värmesumman över bastemperaturen för postdiapausutveckling, kvalitetsgenetiskt arvsanlag (anpassning till klimatet) och om populationen är sent eller tidigt kläckande (Cranham, 1972). Om det ska vara möjligt att skapa en tillförlitlig daggradsmodell för bestämmandet av optimal bekämpningstidpunkt krävs en kort kläckningsperiod, en värmesumma som är konstant från år till år och som är tillämpbar på flera lokaler (Broufas & Koveos, 2000).

Naturliga fiender

Två grupper av fruktträdsspinnkvalstrets predatorer kan urskiljas: (i) rovkvalster (*Amblyseius aberrans*, *A. finlandicus*, *Typhlodromus pyri*, *Zetzellia mali*, *Neoseiulus fallacis* och *Phytoseiulus persimilis*) är bara något större än *P. ulmi* och har många generationer och individer medan varje individ dödar endast ett litet antal *P. ulmi*, (ii) rovinsekter, har få generationer, är mycket större än *P. ulmi* och varje individ dödar många *P. ulmi*. Skinnbaggarna *Blepharidopterus angulatus*, *Orius minutus*, *Orthothylus marginalis* har stor betydelse. Utöver dessa finns ett antal mindre specialiserade skinnbaggar (*Anthocoris nemorum*, *A. nemoralis*, *Atractotomus mali*, *Malacocoris cloricans*, *Psallus ambiguus*). Bland skalbaggarna är nyckelpigan *Stethorus punctillum* betydelsefull och bland nätvingarna kan nämnas *Crysopa vulgaris* och *Coniopteryx tineiformis* (Persson, 1982).

För att skona rovinsekterna i odlingen bör bredverkande insekticider uteslutas. Mycket effektiva acaricider bör också undvikas eftersom de dels kan slå ut rovkvalstren eller göra så att de samma svälter ihjäl p.g.a. brist på föda. När så småningom fruktträdsspinnkvalstret återkommer till odlingen kommer det att leda till allvarliga utbrott (Persson, 1982).

Bekämpning

Bekämpningsbehov

För att avgöra om en bekämpning är nödvändig eller ekonomiskt försvarbar har det utvecklats ett antal metoder och tröskelvärden. Kvalsterskador brukar uttryckas som en kombination av populationsstorlek och angreppens varaktighet. Av detta erhålls en enhet kallad kvalsterdagar som motsvarar skadan av ett kvalster per blad under en dag. 100 kvalsterdagar kan därför innebära skadan av 100 kvalster under en dag eller 10 kvalster under 10 dagar. För att beräkna sammanlagda kvalsterdagar används medeltalet för antalet kvalster per blad av två efterföljande avräkningar. Medeltalet multipliceras sedan med antalet dagar som passerat mellan avräkningarna. Resultatet noteras och adderas senare med resultaten från kommande avräkningar. För äppleodlingar i Washington State, USA ligger tröskelvärdet för bekämpning vid 800 kvalsterdagar (Beers & Hoyt, 2007). I New York State rekommenderas att åtgärder sätts in vid 500 kvalsterdagar. Mindre än 750 kvalsterdagar anses dock inte påverka skörden vare sig under året då skadorna upptäcks eller året därefter (Agnello *et al.*, 2003). Det är möjligt att se kvalstren som små röda prickar med blotta ögat, men de flesta behöver en lupp för att se tydligt. En enkel och ungefärlig uppskattning av populationsstorleken kan uppnås genom att med hjälp av en lupp räkna kvalstren på 100 blad (10 blad från vardera 10 träd) (Beers & Hoyt, 2007).

Tuovinen (1992) skriver att stor ekonomisk förlust kan förväntas om 11 av 20 äppelkvistar bär på ca 140 vinterägg per 10 cm kvist.

P. ulmi förökar sig och utvecklas snabbare med stigande temperaturer. Nederbörd spelar också en betydande roll genom att bromsa populationsökningen (Bostanian *et al.*, 2007; Agnello *et al.*, 2003; Tuovinen, 1992). Om odlingssäsongen är varm och om speciellt augusti är varm gynnas de äggläggande honorna och antalet övervintrande ägg kan förväntas bli högt. Riklig nederbörd under säsongen och speciellt under maj och augusti-oktober minskar antalet ägg följande säsong (Tuovinen, 1992). Tunblad (1948) skriver att vädret under vår och försommar har större betydelse för säsongens populationsstorlek än antalet övervintrande ägg. Han skriver vidare att om perioden mellan vinteräggets kläckning och uppkomsten av de första sommaräggen är kall och regnig är risken för massuppträdande relativt liten.

Bostanian *et al.* (2007) studerade sambandet mellan antalet övervintrande ägg och antalet kvalster under sommaren och kom fram till att antalet ägg har stor betydelse för sommarpopulationens storlek. I en finsk studie av Tuovinen (1992) konstaterades att om vintertemperaturen upprepade gånger sjunker under -25°C bör prognosen korrigeras med tanke på den ökade mortaliteten hos äggen vid dessa temperaturer. En lägsta temperatur för *P. ulmi* fastställdes till $-36,7^{\circ}\text{C}$. Köldhärdigheten varierar dock med olika geografiska stammar.

Mite Brushing Machine

Den mest exakta och mest använda metoden för kvalsterprognostisering kräver en mite brushing machine (MBM) eller leaf brushing machine (Figur 3), som de också kallas (Beers & Hoyt, 2007). Metoden har rekommenderats i årtionden för att mer precist uppskatta antalet kvalster. MBM har flera fördelar genom att vara lättanvänd, flexibel, tidseffektiv och billig

(McMillan, 2005). Vad gäller den tidsbesparande effekten har studier visat att räkning med hjälp av MBM går 12-24 gånger snabbare än visuell räkning av samma antal prover i mikroskop. Studier har också visat att ett högre antal kvalster hittas vid räkning med MBM än med enbart räkning under mikroskop. I försök av McMillan (2005) på vinblad med *Eotetranychus willametti* resulterade i 89 % fler funna kvalster med MBM jämfört med direkt visuell inspektion. *E. willametti* är dock svår att upptäcka p.g.a. sin blekgula kroppsfärg.

Apparaten består av två parallella rullar försedda med fina borsthår. Om ett blad förs in mellan rullarna borstas eventuella kvalster av och ner på en glasplatta försedd med en klabbig vätska (e.g. diskmedel, sirap, babyolja). När kvalstren hamnat på glasskivan sitter de fast och är lätta att räkna under mikroskop. Beroende på populationens storlek räknas antingen hela plattan (låg population), eller t.ex. en fjärdedel (hög population) med hjälp av ett underliggande räknemönster (Figur 4). Det totala antalet kvalster på glasplattan divideras med antalet blad som borstas av och på så sätt fås ett tal för antalet kvalster per blad (Beers & Hoyt, 2007).

Variabler som påverkar resultatet är borsttyp, hur slitna borstarna är, borstarnas rotationshastighet och glasplattans storlek etc. Det finns också variabler kopplade till växtmaterialet, så som bladålder, bladstorlek, bladens hårlighet och yttre damm eller fuktighet. För att minimera effekten av dessa variabler måste bladinsamling och borstningsprocess ske på ett så konsekvent sätt som möjligt. Bladproverna kan lagras i kylskåp i 3-4 dagar utan att det innebär några problem vid avräkning (McMillan, 2005).

Protokoll för användning av MBM till äppelblad.

1. Insamling av blad i fält
2. Samla bladen i bruna papperspåsar märkta med relevant information.
3. Transportera proven till labbet.
4. Lagra proverna under kylning fram till avräkning.
5. Förbered glasplattor för kvalsteruppsamling, d.v.s. tillsätt och stryk vidhäftande medel (e.g. diskmedel) över hela ytan.
6. Starta MBM och för varje blad tre ggr. mellan borstarna. Ett prov utgörs av 20 blad.
7. Placera glasplattan på ett räknemönster.
8. Granska 25 % av plattan (svarta rutor) under en 10-40 x stereolupp.
9. Notera antalet funna kvalster.
10. Färdigräknade plattor diskas under hett rinnande vatten.

Protokollet är en modifierad version efter McMillan (2005) som användes i försöket med *P. ulmi* och äppelblad

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Standard

Följande standarder för utvärdering av bekämpningsförsök av *P. ulmi* i fruktodling anges av EPPO (2004): I varje parcell räknas rörliga kvalster på 25-100 blad (beroende på angreppets storlek). Insamlad bladtyp ska noteras.

Tre avläsningsmetoder är möjliga:

1. Visuell inspektion med ett binokulärt mikroskop direkt efter insamling.
2. Användning av en mite brushing machine.

3. Avtrycksmetoden: blad placeras mellan två tunna pappersark (A4) som sedan passeras genom en mangel. De krossade kvalstren och äggen lämnar då avtryck på pappersarket som sedan kan räknas.

För att utvärdera effekten på kvalstrens äggläggning kan det vara lämpligt att räkna antalet vinterägg vid slutet av odlingssäsongen.

Oljeemulsioner

Hortikulturella oljeemulsioner med acaricid verkan kan bestå av antingen mineraloljor (paraffinoljor) eller vegetabiliska oljor. Mineraloljor har använts som bekämpningsmedel inom jordbruket i drygt tvåhundra år (Lawson & Weires, 1991). Dessa oljor är idag mycket raffinerade genom destillation, vilket inte är fallet hos de vegetabiliska oljorna. Effekten av vegetabiliska oljor varierar betydligt mellan olika slags oljor. Bomullsolja anses som det bästa bland vegetabiliska oljor (Cranshaw & Baxendale, 2005). Verknings sättet är främst fysikaliskt men en toxisk verkan mot larver har också konstaterats (Lienk, 1972; Agnello *et al.*, 1994; Mason, 2005; Khajuria, 2007). I jämförelse med andra kemiska acaricider har oljeemulsionerna många fördelar. De är säkra att använda ur hälsosynpunkt, de är miljövänliga, billiga, effektiva, är skonsamma mot predatorer och någon resistensbildning är inte känt (Khajuria, 2007; Beers & Hoyt, 2007; Cranshaw & Baxendale, 2005; Moran *et al.* 2003; Herron *et al.*, 1998; Agnello *et al.*, 1994). Enligt Pless *et al.*, (1995) och Lienk, (1972) är mineraloljeemulsioner ansett som det bästa bekämpningsmedlet mot kvalster.

En studie av Hardmann *et al.* (2003) visade att olja applicerad under maj till mitten av juni var tillräckligt selektiv för att inte hota populationer av rovkvalstret *Typhlodromus pyri*. Bekämpningar utförda tidigt på säsongen hotar inte rovkvalster eftersom dessa arter övervintrar som dvalhonor, som p.g.a. sin rörlighet inte är lika utsatta (Agnello *et al.*, 1994). Enligt (Kärnestam, pers.) är rovkvalstrens rörlighet av mindre betydelse medan dvalhonors motståndskraft mot diverse pesticider är allmänt känt. Att rovkvalster i andra stadier ibland rapporterats motståndskraftiga kan lika väl vara ett resultat av slumpen.

En oljas kvalitet kan bedömas utifrån flera olika parametrar. Nedan följer de vanligaste:

Viskositet: Med viskositet menas en vätskas inre motstånd mot flöden eller med andra ord dess tjockhet. Det finns många olika sätt att mäta viskositet. Mätningarna görs alltid vid en specifik temperatur. Ökande värden innebär större motstånd (Ohlin, pers.).

Gravitation: Beskriver oljans densitet i kg/liter (Ohlin, pers.). Allt för låg densitet innebär sämre pesticidverkan och ökad fytotoxicitet medan en allt för hög densitet också ökar fytotoxiciteten (Orchex, 2005).

Osulfo nerade restmaterial: Mäts i volym % och är ett mått på oljans raffineringsgrad eller hur stor del av oljan som inte reagerar med 37 N svavelsyra. Om mer än 10 % av oljan reagerar med svavelsyran ökar risken för fytotoxicitet (Beattie *et al.* 2002).

Flytpunkt: Med flytpunkt menas den lägsta temperatur där oljan anses flytande. Viskositeten ökar med sjunkande temperaturer (Ohlin, pers.). Flytpunkten informerar om vid vilka temperaturer oljan är lämplig att använda (Beattie *et al.* 2002).

Cranshaw & Baxendale (2005) skriver att följande försiktighetsåtgärder bör vidtas vid all användning av olja på vedartade växter:

1. Applicera inte vid temperaturer över 37°C. Höga temperaturer innebär ofta vattenstress för plantorna och stressade plantor tar lättare skada.
2. Applicera inte vid temperaturer under 0°C eftersom det kan leda till att emulsionen bryts ner och täckningen blir ojämn.
3. Applicera inte om plantan är våt eller om det förväntas nederbörd. Detta innebär att oljan evaporerar långsammare. Hög RF (>90 %) ökar risken för bladskador.
4. Applicera inte vid skottillväxt.
5. Applicera inte på hösten innan plantorna invintrat. Detta har i vissa lett till en ökad risk för vinterskador.
6. Använd inte oljor i kombination med svavelbaserade pesticider eftersom dessa kan reagera med oljan och bilda fytotoxiska ämnen.

Vårbekämpning

Bekämpning med oljeemulsioner riktar sig traditionellt mot de övervintrande äggen på våren. Kläckta kvalsters rörlighetsförmåga gör att de lättare överlever liknande bekämpningar (Agnello *et al.*, 1994). Genom bekämpning tidigt på säsongen kan utbrott under vår och försommar förhindras, men effekten räcker sällan genom hela säsongen, däremot ger den predatorer ett försprång att etablera sig i odlingen (Beers & Hoyt, 2007). I doppförsök av Pless *et al.* (1995) uppnåddes 100 % dödlighet av vinterägg med både 5 % mineralolja och 2,5 – 7,5 % sojabönsolja. Fältstudierna gav dock mer oregelbundna resultat. Doppförsök i laboratorium ger alltid högre dödlighet än fältförsök, vilket troligtvis beror på den extremt höga täckningsgraden vid doppling (Lawson & Weires, 1991; Agnello *et al.*, 1994; Khajuria, 2007). Av den anledningen kunde Agnello *et al.* (1994) uppnå total mortalitet vid doppförsök med endast 0,05 % Sunspray Ultra Fine mineralolja. En ökad dödlighet uppnås också med ökad vätskemängd, vilket i de flesta fall har ett samband med ökad täckningsgrad (Lawson & Weires, 1991).

I laboratorie- och fältförsök av Rock & Crabtree (1987) erhöles ingen eller mycket kortvarig effekt av bomullsolja mot både vinterägg och vuxna honor. Bomullsoljan hade dessutom dålig restverkan mot larver och orsakade en del brännskador.

Vid bekämpning av ägg är det en fördel med en olja med låg flyktighet och därmed högre persistens (Lawson & Weires, 1991). Mason *et al.*, 1993 rekommenderar en 3 % koncentration vid grön spets vid stora mängder ägg, eventuellt kompletterat med ytterligare en behandling vid tät klunga, men då med lägre koncentration. Chapman & Pearce (1948) skriver att en 2 % bekämpning vid grön spets eller strax före knoppsprickning är mycket effektivt och relativt säkert för träden. Lienk (1972) använde en 2 % koncentration av Sun Superior Spray Oil med gott resultat. Besprutningen utfördes med en Myers fläktsspruta och med en vätskemängd på 2 458 l/ha. I försök av Lawson & Weires (1991) användes vätskemängder på ca 2 500 l/ha. Pless *et al.* (1995) och Moran *et al.* (2003) anger att träden ska besprutas till avrinningspunkten, vilket tidigare vätskemängder (2 500 l/ha) också säkerställer. Efter sprutning får temperaturen inte sjunka under fryspunkten inom 24 h (Mason, 2005).

Sommarbekämpning

Med nya högraffinerade oljor har det blivit möjligt att utföra sommarbekämpningar med liten risk för brännskador på blad (Agnello *et al.*, 1994; Herron *et al.*, 1998; Moran *et al.*, 2003; Mason, 2005). Risken för brännskador ökar dock om träden utsätts för hög temperatur eller

vattenstress (Cranshaw & Baxendale, 2005). I en studie av Khajuria (2007) noterades brännskador på blad och fläckar på frukt vid mineraloljekoncentrationer högre än 0,5 %. Studier med kemiska acaricider har visat att sommarägg till och med kan bekämpas effektivare än vinterägg (Agnello *et al.*, 1994). Höga oljekoncentrationer resulterar i högre kvalstermortalitet men också högre risk för brännskador (Khajuria, 2007; Agnello *et al.*, 1994). Sommarbekämpning anses vara en effektiv åtgärd mot *P. ulmi* i äppleodling men är inte tillräckligt för att bekämpa extremt drabbade odlingar. Optimal täckningsgrad måste eftersträvas och mineralolja är inte kompatibel med svavelbaserade fungicider (Agnello *et al.*, 1994). Användning av vegetabiliska oljor för sommarbekämpning rekommenderas inte av Rock & Crabtree (1987) p.g.a. låg *P. ulmi*-mortalitet och hög risk för fytoxicitet.

Mineraloljerester på bladen har visat sig ha en toxisk effekt mot larver. Signifikant ökad dödlighet noterades av Khajuria (2007) redan vid 0,0005 % koncentration av mineralolja. Även Agnello *et al.* (1994) skriver att sommarbekämpningar med mineralolja kan vara mer än en fysikalisk bekämpning, vilket innebär att även larver från ägg som inte träffats av oljan vid besprutning kan utsättas och dödas efter kläckning. Rock & Crabtree (1987) konstaterade 92 % mortalitet när vuxna honor placerades på blad med 0,25 % mineraloljerester.

Agnello *et al.* (1994) lyckades att hålla antalet *P. ulmi* under tröskelvärdet för ekonomisk skada med ett 1 % bekämpningsschema med första behandling vid avblomning och tre gånger därefter med 2-3 veckors mellanrum. I försök med större kvalsterpopulationer krävdes dock en koncentration på 2-3 % för tillräcklig effekt.

Herron *et al.*, (1998) rekommenderar en behandling med 1 % sprutvätska eller flera behandlingar med 0,5 – 1,0 %.

Bekämpningstidpunkt

Vinteräggen känslighet för olja ökar ju närmare de befinner sig kläckning (Chapman & Pearce, 1948; Agnello *et al.*, 1994; Beers & Hoyt, 2007). Agnello *et al.* (1994) skriver att perioden med ökad känslighet infinner sig mellan sen knoppvila och tät klunga, vilket motsvarar 39 dagar i New York State. Till skillnad från Chapman & Pearce (1948) fann Agnello *et al.* (1994) att känsligheten börjar minska sex dagar före kläckning. Tunblad (1948) skriver att den ovicida effekten av mineraloljeemulsioner ökar med stigande temperaturer och att behandlingar sent på våren därför ger bästa resultat. Chapman & Pearce (1948) fann att 0,25 % mineralolja applicerad i början av kläckning gav i stort sett samma effekt (90,2 % mortalitet) som 3 % mineralolja applicerad 39 dagar tidigare, mortaliteten var då endast 91,6 %. Att bekämpa äggen i deras djupa vila är, enligt författarna, inte att rekommendera (Chapman & Pearce, 1948). I Geneva, N.Y. 1971 var kläckningen 14 maj vid tät klunga knappt 1 %, 18 maj vid skär knopp (BBHC 57) 73 % och vid 21 maj 92,2 %. Sprutningen utfördes vid musöronstadiet den 7 maj och resulterade i en *P. ulmi*-kontroll som varade säsongen ut (Lienk, 1972). I övriga källor rekommenderas bekämpning vid grön spets (BBHC 09) (Merrill, 1957), tät klunga (Agnello *et al.*, 1994) och grön spets – tät klunga (Mason *et al.*, 1993). Om kläckningstidpunkten för vinterägg kunde förutsägas med hjälp av daggradssummor skulle det kunna utgöra basen för en mer preciserad bekämpningstidpunkt (Light *et al.*, 1968).

Material och metod

Fältförsök

För att undersöka bekämpningseffekten av en mineralolja och en vegetabilisk olja mot fruktträdsspinnkvalstrets vinterägg under svenska förhållanden utfördes ett fältförsök vid SLU, Alnarp, våren 2009.

Försöksplatsen

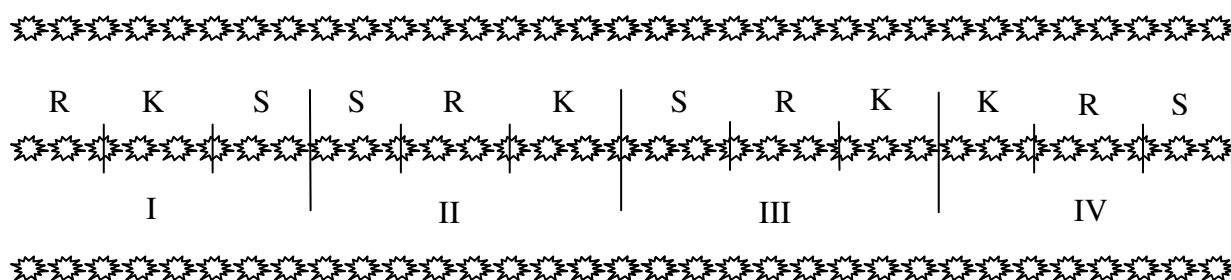
Försöket utfördes i den konventionella fruktodlingen på Solnäs Gård i Lomma Kommun, Skåne. Träden var av spindeltyp med fönster. Insamlade kvistar före behandling visade på en stor befintlig population av *P. ulmi* i samtliga block. Designen på försöket var ett randomiserat blockförsök med fyra block och tre behandlingar per block. Blocken förlades i en rad med *Malus 'Aroma'* (Figur 1). Varje parcell var tio meter lång med ett avstånd till nästa på fem meter. Radavståndet var 3,5 meter.

Behandlingar

Tabell 2. Försökets behandlingar och utrustning

Behandling	Produkt	Koncentration (volym %)	Vätskemängd (l/ha)	Tryck (bar)	Hastighet (km/h)	Munstycke
Mineralolja	Sunspray 11 E	6 %	250 x 2	9	6	Albuz ATR brun
Vegetabilisk olja	Kallpressad rapolja	6 %	250 x 2	9	6	Albuz ATR brun
Kontroll	—	—	—	—	—	—

Sunspray 11 E tillverkades av Sun Company, Inc., USA, för produktinformation se: Sun Company, Inc. (1997) i referenslistan. Den kallpressade rapolja och emulgeringsmedlet (6 % Rapsul Såpa) tillverkades av Hallner Gård, Visby.



Figur 1. Illustrerat upplägg av randomiserat blockförsök. S = Sunspray 11 E, R = Rapsolja, K = Kontroll.

Utförande

Sprutningen utfördes av Sven Axel Svensson, SLU, Alnarp med odlarens Lochmann fläktspruta med en vätskemängd på totalt 500 l/ha (30 l olja/ha). För att uppnå högre täckningsgrad delades behandlingen i två delar, 2 x 250 l/ha. Utförandet skedde den 12 april, kl. 17:00-18:30. Vädret var soligt, 12-14°C och 70 % RF. Träden befann sig i musöronstadiet (BBCH 10).

Avläsning

Avläsning av antalet kvalster per blad gjordes den 8 maj vid skär knopp (BBCH 57) och 22 maj vid blomningens slut (BBCH 69), 2009. Vid den första avläsningen samlades 30 slumpvis utvalda blad från varje parcell. Antalet kvalster räknades under stereolupp. Vid den andra avläsningen samlades 60 slumpvis utvalda blad från varje parcell. Bladen samlades från parcellernas mittersta fem meter. Antalet kvalster räknades med hjälp av en mite brushing machine (Analis, Juchheim OHG), se Fig. 3. Kontrollräkning under stereolupp med och utan MBM gav likvärdiga resultat.

Doppförsök

För att mäta effekten av oljorna vid 100 % täckningsgrad och kontrollerade förhållanden utfördes ett doppförsök i laboratorium.

Den 18 april samlades fyra cm långa kvistar in från obehandlade träd, i samma odling som ovan och doppades sedan under tre sekunder i samma emulsioner som använts i fältförsöket (6 % rapsolja, 6 % Sunspray 11 E) samt vatten som utgjorde kontroll. Försöket bestod av tre behandlingar och tre upprepningar. 491 ägg doppades i rapsolja, 435 i Sunspray 11 E och 513 ägg doppades i vatten. De doppade kvistarna monterades på spikar sittande på 12 x 10 cm stora plastplattor (tre kvistar platta⁻¹). Plastplattornas kanter försågs med lim för att fånga migrerande kvalster. Plattorna placerades 3 och 3 i 3 plastlådor med luftintag. I botten av lådorna lades blött hushållspapper för att höja luftfuktigheten (Figur 2). Lådorna ställdes under ett dygn en klimatkammare med 25°C, 70 % RF och 20:4 L:M. Kläckta kvalster räknades under stereolupp.

Äggens placering

En mindre undersökning tillsattes för att ta reda på om majoriteten av äggen är placerade på kvistarnas undersidor, vilket angivits av Beers & Hoyt (2005). Om så skulle vara fallet borde det innebära att äggen blir svårare att träffa vid sprutning.

Den 21 april 2009 samlades 20 ca 4 cm långa fruktsporrar in från obehandlade träd från Solnäs odling. Vad som var ovansida markerades med ett snitt vid plockning. Sporrarna förvarades i plastpåse under en timme innan räkning. Äggen på 11 fruktsporrar räknades under stereolupp, först på kvistens ovansida (180°) och därefter på kvistens undersida (180°).

Resultat

Fältförsök

Resultatet av fältförsöket visar att det var signifikant lägre antal kvalster per blad i de parceller som behandlats med Sunspray 11 E jämfört med rapsolja och kontroll, 26 respektive 40 dagar efter behandlingstillfället. Ingen effekt kunde ses av rapsoljan och ingen fytotoxicitet noterades i försöket. (Signifikans = $P < 0,05$)

Tabell 3. Resultat vid avräkning av *P. ulmi* på äppelblad

Behandling	Antal kvalster blad ⁻¹	
	8 maj	22 maj
Kontroll	5,2 a	1,55 a
Sunspray	1,3 b	0,38 b
Rapsolja	6,3 a	2,13 a

Doppförsök

Mortaliteten var 100 % både för den kallpressade rapsoljan (n=491) och Sunspray 11 E (n=435). I kontrollen kläcktes 77.2 % av äggen (n=513).

Äggens placering

Av de 962 äggen som undersöktes på fruktsporrarna befann sig 87 % på undersidan.

Diskussion

För att bekämpning av övervintrande ägg med oljeemulsioner ska vara effektiv måste den utföras vid rätt tidpunkt. Den grundläggande principen är att äggen blir mer känsliga ju närmare kläckning de befinner (Chapman & Pearce, 1948; Beers & Hoyt, 2007).

Rekommenderade bekämpningstidpunkter har varit allt från sen knoppvila, gröns spets, musöronstadiet och tät klunga (Chapman & Pearce, 1948; Lienk, 1972; Merrill, 1957; Agnello *et al.*, 1994; Mason *et al.*, 1993). Studier i New York State av Agnello *et al.*, (1994) visade att perioden för ökad känslighet är 33 dagar lång med en början 39 dagar innan kläckning, då träden fortfarande är i knoppvila. Enligt Agnello *et al.* (1994) ökar sedan motståndskraften hos äggen sex dagar före kläckning vid tät klunga.

Att förutspå en mer exakt kläckningstidpunkt har visat sig betydligt mer komplicerat, eftersom utvecklingshastigheten fram till kläckning påverkas av flera olika faktorer. Många studier har gjorts för att fastställa en temperatursumma uttryckt i daggrader för att förutspå kläckningstidpunkten. Flera har misslyckats medan några har lyckats bättre. Inga studier är dock gjorda i Sverige. Beräkningarna försvåras genom inverkan av vintertemperaturer och varaktigheten av de samma eftersom detta påverkar hastigheten på post-diapausutvecklingen, samt olika genetiska stammar och populationer av kvalstren som reagerar olika på temperatur (Broufas & Koveos, 2000; Cranham, 1972; Light *et al.*, 1968).

För att diapausen ska brytas i Storbritannien krävs temperaturer mellan -10°C och 15°C under 150-200 dagar. Längd och intensitet av köldgrader under diapausen påverkar utvecklingshastigheten och kläckningsperiodens längd. När diapausen är bruten påbörjas post-diapausutvecklingen om temperaturen överstiger 5,5-10,1°C beroende på arvsanlag. När detta väl inträffat blir det relativt enkelt att räkna daggrader fram till kläckning genom att driva äggen i inkubator vid konstant temperatur (Cranham, 1972; Lees, 1953). Att göra allmänna rekommendationer utifrån detta är dock svårt eftersom temperatursummorna varierar mellan olika populationer i och mellan odlingar och även mellan olika år (Light *et al.*, 1968). Dessa variationer är troligen ett resultat av anpassning till de lokala klimatet så att äggen inte kläcks förrän det finns tillräckligt med blad på träden (Lees, 1953).

Cranham (1972) lyckades uppskatta antalet daggrader för 50 % kläckta till 233 daggrader när den faktiska summan var 232 för ägg insamlade 1 april, 1968. Före 1 april var det dock inte möjligt eftersom äggens diapaus inte var bruten och att kläckningen därav blev mycket ojämn. Broufas & Koveos (2000) lyckades förutspå antalet daggrader för grekiska populationer. Summan fram till första kläckning var ca 80 daggrader och fram till 50 % kläckta var den 154,6 dag°C. Viktigt att nämna är också att kläckningsperioden i Grekland är <2 veckor, medan den är upp till sju veckor på Nya Zeeland (Broufas & Koveos, 2000). En så utdragen kläckningsperiod gör det givetvis svårt att ange en tidpunkt när det är som bäst att spruta.

Om det ska vara möjligt att genomföra en daggradsmodell för kläckning krävs en relativt kort kläckningsperiod, en värmesumma som är konstant från år till år och som är tillämpbar i flera odlingar (Broufas & Koveos, 2000). Det går än så länge inte att säga om en sådan modell skulle fungera i Sverige. Studier i svenska odlingar är ett måste för att uttala sig om svenska kvalsters beteende.

Min syn på val av bekämpningstidpunkt har ändrats något under arbetets gång. Jag har mer och mer ifrågasatt betydelsen av att bekämpa så exakt som någon eller några dagar före kläckning. När perioden för ökad känslighet kan uppskattas till ca en månad och när mer precisa prognoser visat sig mycket invecklat, borde en bekämpning i mitten av perioden säkerställa en acceptabel mortalitet. En bekämpning i musöronstadiet skulle därför kunna rekommenderas till svenska odlare.

Försöket på Alnarp visade att en bekämpning med 6 % Sunspray 11 E i musöronstadiet hade signifikant effekt mot fruktträdspinnkvalster, däremot hade 6 % rapsolja i samma utvecklingsstadium ingen effekt. Resultaten överensstämmer med tidigare artiklar som hävdar god effekt av mineralolja (Khajuria, 2007; Beers & Hoyt, 2007; Cranshaw & Baxendale, 2005; Moran *et al.* 2003; Herron *et al.*, 1998; Agnello *et al.*, 1994), medan sämre effekt har uppnåtts med vegetabiliska oljor, vilket noterats av bland andra (Rock & Crabtree, 1987; Pless *et al.*, 1995; Cranshaw & Baxendale, 2005). Att antalet kvalster per blad minskade mellan den 8 maj och den 22 maj beror antagligen på det svala och fuktiga vädret som rådde under perioden, vilket har en negativ inverkan på populationsökningen enligt Bostanian *et al.* (2007), Agnello *et al.* (2003) och Tuovinen (1992). Den 6 % koncentration som rekommenderades till försöket är anmärkningsvärd. Risken för fytotoxicitet borde ha varit hög vid denna koncentration. I andra studier har det varit vanligast med koncentrationer från 1-3 % (Chapman & Pearce, 1948; Lienk, 1972; Rock & Crabtree, 1987; Lawson & Weires, 1991), men eftersom inga brännskador har hittades i försöket var bladen i musöronstadiet tydligen tillräckligt tåliga.

I doppförsöket uppnåddes total mortalitet med både 6 % Sunspray 11 E och 6 % rapsolja. Resultaten var dock inte förvånande eftersom Agnello *et al.* (1994) uppnådde samma effekt av 0,05 % Sunspray Ultra Fine. Resultaten är en effekt av den 100 % täckningsgrad som uppnås vid doppning (Lawson & Weires, 1991; Agnello *et al.*, 1994; Khajuria, 2007).

Att effekten av rapsoljan skiljer sig så radikalt mellan fältförsök och doppförsök kan förklaras av den stora skillnaden i täckningsgrad. I vårt fältförsök var vätskemängden (250 x 2 l/ha) långt under de ~2 500 l/ha som använts av författare som Lienk (1972) och Lawson & Weires (1991). Andra möjliga förklaringar kan vara en för låg rapsoljekoncentration i fält eller att den stora andelen emulgator i förhållande till rapsolja (1:1) kan ha påverkat effekten.

Studien med äggens placering visade att majoriteten (87 %) var placerade på kvistarnas undersidor, vilket överensstämmer med Beers & Hoyt (2005). Denna placering borde göra att äggen blir svårare att träffa vid besprutning och att fler ägg skulle kunna träffas om munstyckena var något uppåtriktade.

En mite brushing machine är ett utmärkt verktyg för att snabbt och relativt exakt uppskatta antalet kvalster på blad, vilket stämmer väl överens med Beers & Hoyt (2007) och Macmillan (2005). I försöket på Alnarp hade maskinen en stor tidsbesparande effekt och vid kontrollräkningar stämde antalet funna kvalster väl överens med enbart visuell räkning på blad under stereolupp. Ett mindre problem som uppstod under arbetet var att mängden hår från äppelbladen ibland var så stort att vissa kvalster inte fastnade i vätskan på glasskivan utan hade möjlighet att röra sig ovanpå håren. Effekten av detta borde dock vara ringa eftersom plattorna räknades nästan omedelbart och att kvalstren troligen rör sig osystematiskt. Maskinen har utan tvekan stor potential vid avläsning i försök eller vid beräkning av antal kvalster per blad för bestämmande av bekämpningsbehov.

Slutsats

Fruktträdsspinnkvalster kan bekämpas effektivt med mineraloljeemulsioner, effekten av vegetabiliska oljor är i regel sämre. Äggens känslighet ökar när de närmar sig kläckning, vilket är ett successivt förlopp mellan sen knoppvila och tät klunga. Kläckningstidpunkten skiljer sig dock betydligt mellan olika länder och inga studier är gjorda i Sverige. Det är möjligt att göra en daggradsmodell för att någorlunda exakt bestämma när äggen kläcks, men arbetet kompliceras av flera olika faktorer som vintertemperatur, vinterlängd, varierande bastemperaturer och kvalstrens genetiska diversitet. En bekämpning i musöronstadiet borde dock ge acceptabel effekt.

Försöket vid SLU, Alnarp våren 2009 resulterade i signifikant lägre antal kvalster per blad av mineraloljan Sunspray 11 E (6 %) jämfört med kallpressad rapsolja (6 %) samt obehandlad kontroll. Sprutningen utfördes i musöronstadiet utan någon fytotoxisk effekt på träden. I doppningsförsöket uppnåddes total mortalitet av både Sunspray och rapsolja, vilket visar att de båda oljorna är lika effektiva vid 100 % täckningsgrad.

En mite brushing machine kan med fördel användas som hjälpmedel vid räkning av kvalster på äppelblad. Den är lätt att använda, lika exakt som visuell inspektion under stereolupp och den spar väsentligt med tid.

Framtida studier

För att förfina bekämpningsstrategierna mot fruktträdsspinnkvalster i svenska äppelodlingar bör följande områden studeras närmare:

- Effekten av att upprepa fältförsöket med vätskemängder som ligger nära avrinningspunkten.
- Effekten av att upprepa doppförsöket med oljekoncentrationer som är hälften så höga.
- Kläckningstidpunkten för övervintrande ägg genom att registrera köldböj under diapaus, bastemperatur för postdiapausutveckling, daggradssumma fram till kläckning samt kläckningsperiodens längd.
- Effekten av sommarbekämpningar med mineraloljeemulsioner.

Referenser

- Agnello, A.M., Reissig W.H., Harris, T. (1994) Management of summer populations of European red mite (Acari: Tetranychidae) on apple with horticultural oil, *Journal of economic entomology*, 87: 148-161
- Agnello, A.M., Reissig W.H., Kovach, J., Nyrop, J.P. (2003) Integrated apple pest management in New York State using predatory mites and selective pesticides, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 94: 183-195
- Beattie, A., Watson, D., Stevens, M., Rae, D., Spooner-Hart, R. (2002) *Spray Oils Beyond 2000 – Sustainable Pest and Disease Management*, University of Western Sydney
- BBCH Monograph (2001) *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants*, 2. Edition, Edited by Uwe Meier, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry
- Beers, E.H. & Hoyt, S.C. (2007) European red mite. [online] Tillgänglig: <http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displaySpecies.php?pn=290> [2009-05-11]
- Bostanian, N.J., Hardman, J.M., Racette, G., Franklin, J.L. (2007) The relationship between winter egg counts of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its summer abundance in a reduced spray orchard, *Exp Appl Acarol*, 42: 185-195
- Broufas G.D. & Koveos, D.S. (2000) Threshold temperature for post-diapause development and degree-days to hatching of winter eggs of the European red mite (Acari: Tetranychidae) in northern Greece, *Environmental Entomology* 29: 710-713.
- Chapman, P.J. & Pearce, G.W. (1948) Susceptibility of winter eggs of the European red mite to petroleum oils and dinitro compounds, *Journal Paper No. 784*, New York State Agricultural Experiment Station
- Cranham, J.E. (1972) Influence of temperature on hatching of the winter eggs of fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi*, *Annals of Applied Biology*, 70: 119-137
- Cranshaw, W.S. & Baxendale, B. (2005) *Insect Control: Horticultural Oils* [online] Tillgänglig: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/insect/05569.pdf> [2009-06-05]
- EPPO Standards PP1 (2004) 2nd Edition, Volume 3, *Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides*, European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- Hardman, J.M., Franklin, J.L., Moreau, D.L., Bostanian, N.J. (2003) An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trails, *Pest Management Science*, 59: 1321-1332

- Herron, G.A., Beattie, G.A.C., Kallianpur, A. Barchia, I (1998) A Potter spray tower bioassay of two petroleum spray oils against adult female *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), *Experimental & Applied Acarology*, 22: 553-558
- Jordbruksverket (2009) Godkända växtskyddsmedel i fruktodling 2009. [online] Tillgänglig: <http://www.sjv.se/download/18.1f9fb04e1205603015680002112/Fruktodling+2009.pdf> [2009-05-13]
- Juhlin, P. (1992) Skadegörare i äppelodling, Ekologisk trädgårdsodling. Från teori till praktik, Jordbruksverket
- Khajuria, D.R. (2007) Evaluation of petroleum spray oils on suppression of summer populations of phytophagous mites on apple (*Malus domestica*) in Himachal Pradesh, *Indian Journal of Agricultural Sciences* 77: 840-844
- Koveos D.S., Broufas, G.D. (1999) Diapause induction and termination in eggs of the fruit tree red spider mite *Panonychus ulmi* in northern Greece, *Experimental and Applied Acarology* 23: 669-679
- 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
- Lees, A.D. (1953) Environmental factors controlling the evocation and termination of diapause in the fruit tree red spider mite *Metatetranychus ulmi* Koch (Acarina, Tetranychidae) *Annals of Applied Biology*, 40: 449-486
- Lienk, S.E. (1972) European red mite control on apple with early-season sprays, *Journal of Economic Entomology*, 65: 1684-1686
- Light, W.I.S., John, M.E., Gould, H.J., Coghill, K.J. (1968) Hatching of winter eggs of fruit-tree red spider mite (*Panonychus ulmi* (Koch)), *Annals of Applied Biology*, 62: 227-239
- Macmillan C.W. (2005) A protocol for using the mite brushing machine for measuring densities of Willamette spider mites on grapes, Master Thesis, Faculty of California Polytechnic State university
- Mason, J., Christie, M., Prokopy, R. (1993) Do overwintering red mite eggs portend summer mite troubles? *Fruit Notes*, Winter, 1993
- Mason, S. (2005) Just what is dormant oil [online] Tillgänglig: <http://web.extension.uiuc.edu/champaign/homeowners/050303.html> [2009-06-05]
- Merrill, L.C. (1957) Field studies in the control of orchard mites in 1957, *Journal of economic entomology*, 51: 713-714

- 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* 2: 234-238
- Orchex® Agricultural Spray Oils (2005) [online] http://www.orchex.com/orchex_specs.html [2009-06-05]
- Persson, C. (1982) Integrerad bekämpning av rött spinn, *Panonychus ulmi* (Koch), i äpple, SLU, Konsulentavd./växtskydd, Växtskyddsnotiser
- Pless, C.D., Deyton, D.E. (1995) Control of San Jose scale, Terrapin Scale, and European red mite on dormant fruit trees with soybean oil, *HortScience*, 1: 9497
- Rock, G.C., Crabtree, K.W. (1987) Biological activity of petroleum and cottonseed oils against two tetranychid mite species and two tortricid insect species found on apple, *Journal of agricultural entomology*, 4: 247-253
- Sun Company, Inc. (1997) [online] Tillgänglig: <http://greenhouse.ucdavis.edu/pest/pmsds/Sunspray.pdf> [2009-06-11]
- Tornéus, C. (1997) Växtskydd i integrerad produktion av svensk frukt, Växtskyddsnotiser Nr.2, SLU, Institutionen för entomologi
- Tsugawa, G., Yamada, M., Shirasaki, S., Oyama, N. (1966) Forecasting the outbreak of destructive insects in apple orchards: VII. Termination of diapause in hibernating eggs of *Panonychus ulmi* (Koch) in relation to temperature, *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 10: 174-180
- Tunblad, B. (1948) En doktorsavhandling om rött spinn, Växtskyddsnotiser Nr. 6
- Tuovinen, T. (1992) Effect of weather on the abundance of winter eggs of the European red spider mite on apple, *Agricultural Science in Finland*, 1: 83-93

Personliga medelanden

Ohlin, Rickard, civilingenjör i kemiteknik, E-post 2009-06-05

Kärnestam, Elisabeth, försöksledare på område Växtskyddsbiologi, SLU, Alnarp, samtal 2009-06-16

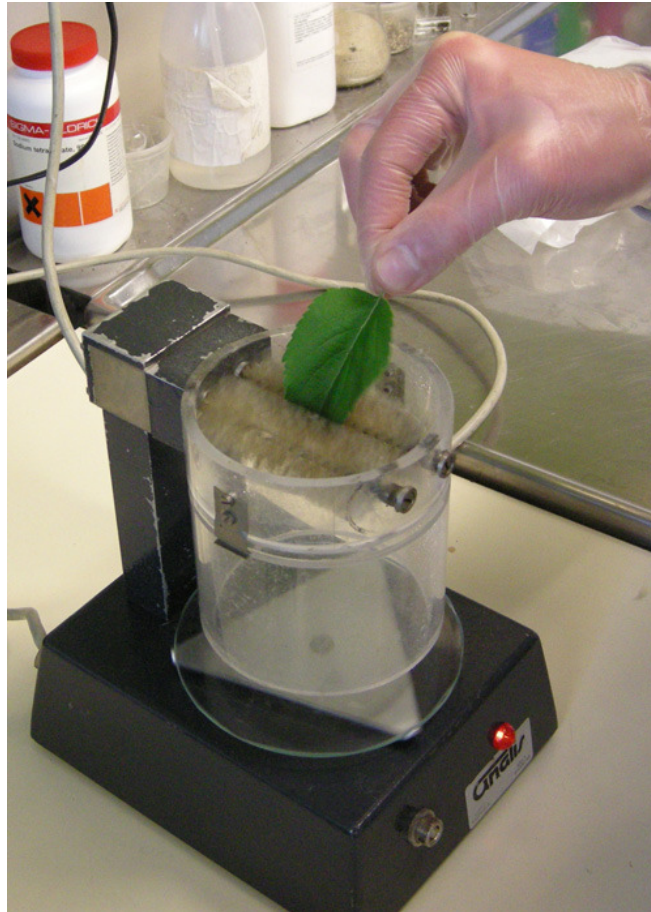
Bilaga 1



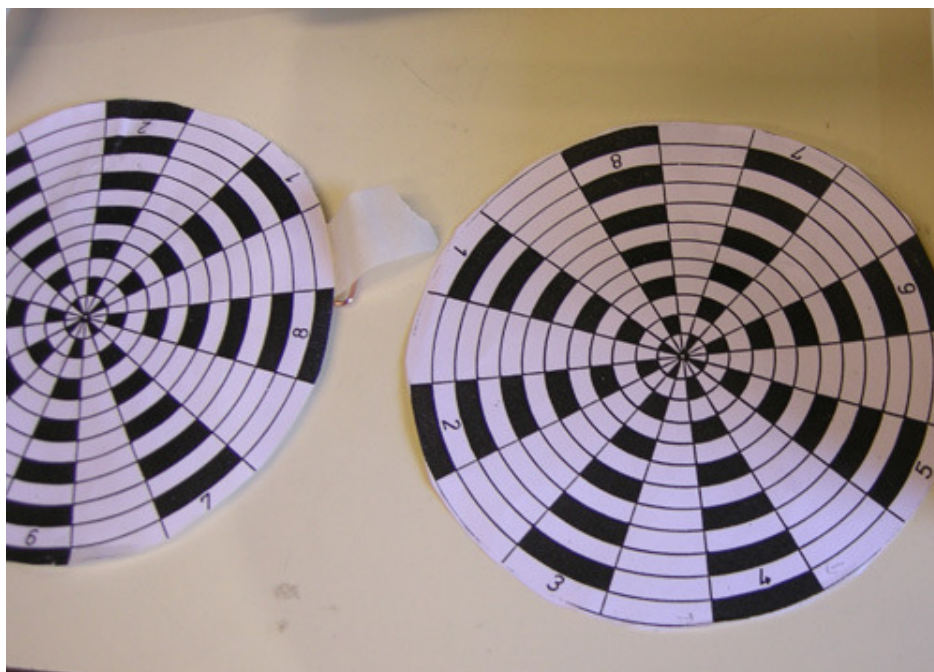
Figur 1. Försöksraden med *Malus* 'Aroma' den 9 juni, 2009 (Jansson).



Figur 2. Insektslådan med doppade äppelkvistar för drivning av kvalsterägg (Jansson).



Figur 3. En mite brushing machine av märket Analys, Juchheim OHG (Albertsson).



Figur 4. Räkнемönster för uppdelad räkning av kvalster. De svarta ytorna motsvarar 25 % av ytan (Albertsson).