



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,
jordbruks- och trädgårdsvetenskap

Fängslande dofter på gott och ont

– Doftämnen för bekämpning av skadegörare i fruktodlingar

Captivating scents for better or for worse

– Semiochemicals for pest control in orchards

Cinna Cederlöf



Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU • 15 hp • Grundnivå G2E

Trädgårdsingenjörsprogrammet odling

Alnarp 2013

Fängslande dofter på gott och ont

- Doftämnen för bekämpning av skadegörare i fruktodlingar

Captivating scents for better or for worse

- Semiochemicals for pest control in orchards

Cinna Cederlöf

Handledare: Marco Tasin, SLU Alnarp, Område Växtskyddsbiologi

Btr handledare: Patrick Sjöberg, SLU Alnarp, Område Växtskyddsbiologi

Examinator: Birgitta Rämert, SLU Alnarp, Område Växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund C

Kurstitel: Kandidatarbete i Biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör odling

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Niklas Engelbrekt

Serietitel: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: feromoner, doftämnen, kairomoner, rönnbärsmal, äpplevecklare, feromonförvirring, bekämpning, prognos, registrering, äpple, EU, applicering, IPM.

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering, jordbruks- och trädgårdsvetenskap, LTJ

Växtskyddsbiologi

Förord

Förord är trevligt, sade Salla Marttila med sin mysiga dialekt från Mumindalen, när vi frågade oss vad man skulle med ett sådant till. Och visst är trevligheten ett lika gott argument som något annat. I alla fall för mig.

Arbetet med kandidatuppsatsen har inneburit en helt ny livsstil för mig. Aldrig förr har jag rört mig så lite, hinkat i mig sådana mängder kaffe och tryckt i mig så mycket onyttigheter på rent okynne. Att ångesten i ätandets fotspår, inte blivit större, har jag följande personer att tacka för.

Tack till den tjusige feromonforskaren Marco Tasin som valde att bli min handledare, och till Patrick Sjöberg som förmedlade kontakten till honom.

I ett svagt ögonblick för några månader sedan lovade jag dig, Niklas Engelbrekt att du skulle få vara med på ett hörn i mitt trevliga förord. Sedan dess har du förtjänat det flera gånger om. Du har hjälpt mig mycket, inte minst när det kommer till den fängslande titeln på mitt arbete. Fyndigt i ordets rätta bemärkelse. Hoppas nu bara att jag blir tagen på allvar, trots titeln. I annat fall får jag trösta mig med, att den som kan skratta åt sig själv aldrig har tråkigt.

Tack Lena för att du alltid berömt mig när jag läst upp något av det jag skrivit, trots att du många gånger inte kan ha hängt med på mer än hälften. Jag är lite osäker på, om det är det ultimata kärleksbeviset från en mor, eller bara den enklaste vägen ur en annars lång diskussion om ordval hit och dit. Kanske är det en kombination av båda. Oavsett vilket, har berömmet inte suttit fel.

Stor kram till Er, och intressant läsning önskas Er andra.

Cinna Cederlöf

Vannborga

Mars 2013

Sammanfattning

Kemiska bekämpningsmedel har länge varit det förhärskande sättet på vilket odlare skyddar grödor, men på senare år har alternativa och säkrare metoder för bekämpning av skadegörare blivit alltmer aktuella. Bakgrunden till detta är en ökad medvetenhet om riskerna förknippade med användningen av kemiska bekämpningsmedel, både för producent och konsument. Handlingsplaner för att minimera användningen av kemiska bekämpningsmedel har satts upp, men för att förverkliga detta krävs det att giftiga preparat ersätts med mindre giftiga alternativ. Genom åren har många alternativa bekämpningsmetoder tagits fram, men ofta har de inte varit tillräckligt pålitliga eller kostnadseffektiva för att odlare skall ta dem i bruk. En av metoderna som länge verkat lovande och som faktiskt nått stor framgång utomlands, är användningen av doftämnen, framför allt feromoner, för bekämpning av skadegörare.

Trots att forskningen på feromoner pågått under en längre tid i Sverige, har tillämpningen inte nått någon större framgång annat än med klisterfällor i övervakningssyfte. Varför feromoner inte haft någon genomslagskraft i vårt land har fler orsaker, men beror kanske först och främst på att Sverige inte kunnat registrera produkter för användning annat än med passiva dispenserar. Appliceringen av feromoner med passiva dispenserar har flera nackdelar. Genom utveckling av nya produkter har odlare, utomlands, kunnat komma runt en del av problemen förknippade med användningen av feromoner, men i Sverige har marknaden varit för liten och osäker, för att växtskydds företag ska vilja registrera nya produkter. Hur EU-lagstiftningen gällande registrering och godkännande av växtskyddsmedel ser ut, har därför en stor betydelse, och avspeglas i tillgången på preparat.

Abstract

Pesticides have long been the prevailing way in which growers protect the crop, but in recent years, alternative and safer methods of pest control has become increasingly relevant. One of the reasons for this is a greater awareness of the risks related to the use of chemical agents, both for the environment, the producer and the consumer. There has been plans of action set up, in order to minimize the use of pesticides, but to succeed with this aim, it is necessary that the most toxic substances are replaced by safer, less toxic alternatives. Over the years, several alternatives to chemical pest-control measures have been developed, however they are often insufficiently reliable or cost-effective to be taken into consideration by growers. One of the methods which has long seemed promising, and which actually have reached considerably success abroad, is the use of semiochemicals, especially pheromones, for control of orchard pests.

Although the research on pheromones has been going on for a long time in Sweden, the implementation has not yet been very successful, except for pheromone-baited traps, in which the grower can monitor the pest population. The reasons why pheromones have had no actual impact in Sweden, are several, but mainly it is due to that we have not been able to register plant protection products for use, other than with passive pheromone dispensers. The application of pheromones with hand-applied dispensers have several disadvantages. By developing new products, it has been possible to get around some of the problems connected to the use of pheromones abroad, but in Sweden the market has been too small for plant protection companies to be willing to register new products. What the EU-legislation concerning registration and authorization of plant protection products looks like, is therefore of great importance, and is reflected in the availability of substances.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte	8
1.3 Frågeställningar	8
1.4 Avgränsning.....	8
1.5 Material och metod	9
2. Litteraturstudie	9
2.1 Integrerad produktion	9
2.2 Indelning av doftämnen	11
2.3 Att kartlägga en doft	11
2.4 Rönnbärsmal (<i>Argyresthia conjugella</i>).....	13
2.4.1 Bekämpning och prognos	13
2.4.2 Kairomoner	15
2.5 Äpplevecklare (<i>Cydia pomonella</i>)	16
2.5.1 Prognossystem	17
2.5.2 Bekämpning	18
2.5.3 Kairomoner som komplement	19
2.6 Feromoner i Sverige och utomlands	20
2.7 Dubbelt regelverk inom EU	23
2.8 Registrering av en aktiv substans	25
2.9 Samarbete inom den norra zonen	26
2.10 Reducerade dokumentationskrav för feromoner	27
2.11 Växtskyddsmedel i Sverige	29
3. Diskussion	31
4. Slutsats	34
5. Referenslista	36

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

I november 2009 antogs EU:s direktiv för hållbar användning av bekämpningsmedel. Direktivet säger att från och med 2014 ska all odling inom EU vara integrerad (Europaparlamentet 2009a). Integrerat växtskydd innebär att odlaren kombinerar, flera till buds stående medel, för att kontrollera skadegörarna i odlingen (Tornéus 1986). Det handlar om att minimera den kemiska bekämpningsmedelsanvändningen till förmån för alternativa biologiska preparat, vilka skonar skadegörarnas naturliga fiender (Lacey & Shapiro -Ilan 2008). I samband med att all odling blir integrerad, skall alla bekämpningsåtgärder vara behovsanpassade (Jordbruksverket 2012) och grunda sig på kontroll och identifikation av skadegörare i fält (Tornéus 1986). Detta ställer höga krav på odlarna, som måste besitta goda kunskaper om insekternas biologi, och spendera en ännu större del av arbetstiden i odlingen.

Att insekter kommunicerar med dofter, komplexa sammansättningar av kemiska ämnen, har länge varit känt. I slutet av 1950-talet identifierades för första gången, den kemiska substans, som en insektskälla avger för att attrahera en hane av samma art (Baker 2008; Witzgall, Kirsch & Cork 2010). Snart insåg forskare vilken betydelse det skulle ha för jordbrukets växtskydd, om insekternas dofter kunde framställas på syntetisk väg, deras beteende skulle kunna styras. Många av vetenskapsmännen som bedrev denna forskning på 1960-talet, var tilltalade och inspirerade av tanken på integrerad bekämpning, och av att kunna minska användningen av kemiska bekämpningsmedel genom att använda sig av skadedjurens egna dofter (Witzgall, Kirsch & Cork 2010).

Sedan dess har över 50 år av forskning, skapat en djupare förståelse för insekternas artspecifika dofter och kommunikation. Syntetiska substanser för flera arter av ekonomisk betydelse har framställts, vilka stämmer väl överens med dem i naturen. Idag används dessa för bekämpning och övervakning på bred front inom jordbruket (Anderbrandt et al. 2005; Witzgall, Kirsch & Cork 2010). Trots framstegen, finns det många faktorer som försvårar och förhindrar att bekämpning med feromoner tillämpas. Svårigheterna har både med den praktiska användningen och appliceringen att göra, men även med EU-gemensamma lagar och förordningar, vilka belastar registreringen av verksamma ämnen för användning i växtskyddsmedel. I och med övergången till integrerad produktion, kommer säkrare bekämpningsmetoder, samt system för övervakning och prognos av skadegörare, att få ökad

betydelse (Sjöberg 2009). Många studier tyder på att bekämpningsstrategier, vilka doftämnen är en del av, kan komma att bli nyckeln till en effektiv och säker bekämpning av några av våra allvarligaste skadegörare i fruktodlingar.

1.2 Syfte

Arbetet skall identifiera nackdelar och problemområden gällande användningen av doftämnen för bekämpning, samt undersöka bakgrunden till, varför tillämpningen av doftämnen i integrerat växtskydd inte är större i Sverige jämfört med andra länder. Arbetet beskriver vilka feromonbaserade produkter som finns på den svenska marknaden, samt ger en överblick av tillåtna appliceringstekniker i andra länder. Doftämnen jämförs med kemiska bekämpningsmedel, både vad det gäller registrering och effektivitet, i syfte att klargöra huruvida doftämnen kommer att vara ett viktigt hjälpmedel vid övergången till integrerat växtskydd och behovsanpassad bekämpning. Rapporten belyser hur svenska fruktodlare påverkas negativt av bristen på effektiva bekämpningsmedel mot de viktigaste skadegörarna, äpplevecklare och rönnbärsmal. Dessutom diskuteras hur Europaparlamentets nya växtskyddsförordning kan komma att påverka registreringsprocessen, och i förlängningen, tillgången på preparat.

1.3 Frågeställningar

- 1) Vilken forskning har bedrivits inom ämnet insektskommunikation? Hur kan odlaren använda sig av doftämnen för bekämpning och prognos i äppelodlingar?
- 2) Hur utbredd är användningen av doftämnen för kontroll av skadegörare i fruktodlingar? Vilken påverkan har lagstiftningen på användningen?
- 3) Hur ser registreringsprocessen för växtskyddsmedel ut? Hur kan denna, och tillgången på växtskyddsmedel, komma att förändras under de nya EU-förordningarna?

1.4 Avgränsning

Doftämnen för kontroll av skadegörare kan användas på ett flertal insekter och växtslag. Forskare har identifierat användningsområden för fruktskadegörare, men även förrådsskadegörare inom kvarn och bageri (Anderbrandt et al. 2005). Doftämnen kan även

användas mot bladlöss i stråsåd och i växthus, samt på skadegörare i barrskog. Beroende på skadegörare och växtslag används dofterna olika, - antingen för övervakning och prognos av skadegörare eller för direkt bekämpning. Litteraturstudien fokuserar på användningen av doftämnen för bekämpning av skadegörare på äpple. Arbetet kommer att fokusera på svensk och EU-gemensam lagstiftning gällande registrering av verksamma ämnen. Länder utanför den europeiska unionen har egna tillsynsmyndigheter och tillvägagångssätt vid registrering. Eftersom Sverige inte lyder under samma regelverk som de, är det främst andra EU-länders tillgång på växtskyddsmedel som påverkar svensk produktion.

1.5 Material och metod

Rapporten har skrivits som en litteraturstudie i kursen: Kandidatarbete i biologi, EX0493. Arbetet har skrivits i huvudämnet biologi med fördjupning inom växtskydd. Det valda ämnet har varit hur odlare med hjälp av doftämnen, skall kunna förutse och bekämpa angrepp av skadegörare i sina fruktodlingar. Regelverkens betydelse för användningen och registreringen av nya produkter har även beskrivits. Kunskap inom ämnesområdet har hämtats ur såväl svenska publikationer som internationella vetenskapliga artiklar. I diskussionen ges läsaren en övergripande bild av bekämpning med doftämnen, med slutsatser dragna utifrån textens källor. Dessutom belyses och besvaras litteraturstudiens ursprungliga frågeställningar.

2. Litteraturstudie

2.1 Integrerad produktion

Under första hälften av 1900-talet erfor många jordbrukare negativa konsekvenser till följd av användningen av bredverkande kemiska bekämpningsmedel. Odlingarnas nyttodjur utplånades (Cuthbertson & Murchie 2005) och förökningen av resistent skadedjursstammar (Tornéus 1997) skapade stora problem inom lantbruket. Problemen växte sig allt större till dess att nästan alla preparat på marknaden blivit överksamma. Ett nytt förhållningssätt behövdes och branschen började titta på alternativa metoder för systematisk bekämpning av skadegörare (Tornéus 1997).

1959 publicerade Stern *et al.* (Weddle, Welter & Thomson 2009) en banbrytande artikel som klargjorde vikten av, att kombinera kemiska och biologiska bekämpningsmetoder för att

åstadkomma en ekonomiskt hållbar kontroll av skadegörare. Enligt vetenskapsmännen bakom artikeln innehöll angreppsättet även en lösning på problemen som förknippades med att förlita sig på enbart kemiska bekämpningsmedel (Weddle, Welter & Thomson 2009). Begreppet Integrated Pest Management, eller IPM, myntades runt om i världen (Tornéus 1997), och på 1970-talet inledde även Sverige sin försöksverksamhet inom integrerad bekämpning. Trots detta, var det inte förrän konsumenter började efterfråga miljövänligt odlade livsmedel, som odlare tog till sig odlingssystemet (Tornéus 1997). Mot slutet av 1980-talet myntades begreppet IFP (Integrerad Frukt Produktion), och frukt odlad i enlighet med integrerade bekämpningsstrategier fick en egen märkning i svenska livsmedelsbutiker. 1992 skapade de svenska odlarna en ny odlingsstandard, där målet var att minimera användningen av kemiska bekämpningsmedel i svensk frukt- och grönsaksproduktion (Svenskt Sigill 2012). Standarden fick namnet integrerad produktion, eller IP. Sedan 2003 är IP-odlarna anslutna och certifierade enligt LRFs Svenskt Sigill (Svenskt Sigill 2012).

I november 2009 antogs EU:s direktiv för hållbar användning av bekämpningsmedel (Jordbruksverket 2012). Direktivet säger att från och med 2014 ska all odling inom EU vara integrerad. Integrerad bekämpning handlar om att kombinera olika bekämpningsmetoder (Tornéus 1986), både kemiska, biologiska och teknologiska, för att kontrollera skadegörare. Genom att göra detta ska den kemiska bekämpningen minimeras i produktionen. Integrerad bekämpning kommer till sin rätt och blir ändamålsenlig, först när det finns många olika sätt att bekämpa en skadegörare på (Tornéus 1986). Inom integrerad produktion finns det riktlinjer som berör alla odlingsåtgärder och odlingen i sin helhet, inte bara bekämpningen som sådan. Det mest grundläggande är dock att all bekämpning ska vara ekonomiskt motiverad och ekologiskt anpassad (Tornéus 1997). Integrerad produktion är ett kunskapsintensivt odlingssystem som kräver att odlaren väl känner till skadegörarnas biologi, samt spenderar mycket tid i fält. Bekämpningsbehovet ska nämligen avgöras och sättas in med provtagning och identifikation av skadegörare som grund (Tornéus 1986). I övrigt ska selektiva bekämpningsmedel väljas framför bredverkande, så att odlingens nyttodjur samt skadegörarnas naturliga fiender skonas. Odlaren ska dessutom vidta åtgärder som förhindrar att skadegörare förökas i produktionen.

Beslutet om att all odling inom Europa skall bedrivas efter riktlinjerna för integrerad produktion, kommer få stora konsekvenser för svenskt lantbruk (Jordbruksverket 2012). Förutom integrerat växtskydd kommer förordningen innebära att fler inom produktionen, exempelvis distributörer av preparat, ska genomgå behörighetsutbildning för användande av

växtskyddsmedel. Beslutet kommer även att innebära ändrade regler kring spridning och hantering av växtskyddsmedel (Jordbruksverket 2012).

2.2 Indelning av doftämnen

Kemiska substanser som används för kommunikation mellan organismer kallas för semikemikalier (Nordlund & Lewis 1975; Anderbrant et al. 2005). Begreppet kommer från det grekiska ordet för signal, och myntades av Law och Regnier 1971 (Nordlund & Lewis 1975). Feromoner är de substanser som används för kommunikation inom den egna arten (Agelopoulos et al. 1999; Anderbrant et al. 2005). Deras kemiska sammansättning skiljer sig åt beroende på art, och i vilken situation de utlöses. Feromoner används naturligt av insekter i alla utvecklingsstadier, bland annat för att hitta mat, lämplig ägglägningsplats och sexualpartner, men även för att undvika farliga situationer och olämpliga värdväxter (Agelopoulos et al. 1999). De feromoner som kanske är av störst betydelse för växtskyddet är sexualferomonerna, vilka honan avger för att locka till sig hanar för parning. Allelokemikalier är dofter som används för kommunikation mellan olika arter (Agelopoulos et al. 1999). Allelokemikalierna delas in i fyra underkategorier där kairomoner spelar den kanske viktigaste rollen inom växtskydd. Kairomonerna är doftämnen som alltid är till fördel för mottagaren (Anderbrant et al. 2005).

2.3 Att kartlägga en doft

För att doftämnen som insekterna avger skall kunna användas i bekämpningsarbetet, krävs det att substanserna kan framställas på syntetisk väg. Trots att forskare vet mer idag än de gjorde för dryga 50 år sedan, när det första feromonet identifierades (Butenandt et al. 1959), är det fortfarande en långsam och arbetskrävande process. Det första steget i identifieringsprocessen är att övervaka insektens beteende och på så sätt utröna vad den attraheras av, när den avger de kemiska substanserna (Agelopoulos et al. 1999). Om insekten söker sig till en viss del av plantan, ett visst utvecklingsstadium, eller om den attraheras på långa respektive korta avstånd. När det är dags för isolering av doften, fångas den lilla mängden utsöndrat ämne in, för att sedan tvättas ur med hjälp av ett lösningsmedel (Agelopoulos et al. 1999) så kallad *eluering*. För att identifiera alla komponenter i det utsöndrade ämnet, och avgöra vilka det är som har förmågan att utlösa det förändrade

beteendet hos andra individer, används oftast gaskromatografi (GC) och elektroantennografi (EAG) (Agelopoulos et al. 1999; Jönsson 2013).

Receptorena som gör att insekten reagerar på en viss doft sitter på antennerna. När receptorerna stimuleras, skickas information vidare till hjärnan i form av en elektrisk signal vilken är mätbar med elektroantennografi (Agelopoulos et al. 1999). Vid elektroantennografin kopplas en insekts antenn till två elektroder (Jönsson 2013). Det bygger på att insektshans antenner ger ett elektriskt utslag när den utsätts för den ”rätta” substansen. Gaskromatografin används för kemisk analys och separerar de olika komponenterna i ämnet med hjälp av en inert gas (Möller 2001), vilken inte reagerar kemiskt med omgivningen. När man väl har substanserna som givit utslag i elektroantennografin, används masspektrometri (MS) för att strukturbestämna de organiska föreningarna (Jönsson 2013).

Därefter följer bland annat attraktionstest av de intressanta substanserna i en så kallad vindtunnel. En vindtunnel är en låda, där doftämnet avges i den ena änden, och ett antal insekthanar släpps in i den andra (Möller 2001). Sedan skapas en luftström i lådan där insekterna får flyga i motvind till doften (Möller 2001). Hur lång tid det tar för hanarna att nå andra sidan blir ett mått på hur attraktiv doftblandningen är, och hur väl den stämmer överens med det naturliga feromonet. Eftersom doftblandningarna är artspecifika (Cardé & Haynes 2004; Witzgall, Kirsch & Cork 2010) måste insekterna vara av rätt art och befinna sig i rätt utvecklingsstadium (Agelopoulos et al. 1999).

När det syntetiskt framställda feromonet visat sig fungera i en vindtunnel, ska blandningen vidare testas bland naturligt förekommande populationer i en odling (Agelopoulos et al. 1999). Därefter är det dags för syntetisk formulering av blandningen. Idag är det få ämnen som testas i fält, det mesta av kunskapen kring doftämnen som finns, är begränsad till laboratorieförsök. Doftsignalerna är flyktiga ämnen som lätt avdunstar (Anderbrant et al. 2005), det gäller både för naturligt förekommande substanser, men även för ämnen som framställs syntetiskt. När det kommer till praktisk användning av doftämnen för skadedjursbekämpning, är det därför viktigt att ämnena formuleras på ett sådant sätt att avgivningen blir kontinuerlig, samt att de skyddas från nedbrytning i odlingen (Anderbrant et al. 2005).

2.4 Rönnbärsmal (*Argyresthia conjugella*)

Rönnbärsmalen, *Argyresthia conjugella* Zell. (Lepidoptera: Argyresthiidae), är en liten fjäril vars utbredning inskränker sig till den tempererade zonen på norra halvklotet (Edland 1995). Att den inte förekommer någon annanstans beror både på klimatet och bristen på värdväxter. Rönnbärsmalens naturliga värdväxt är egentligen rönn, *Sorbus aucuparia* L. (Rosaceae), men det händer även att den lever på oxel, *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers. (Rosaceae) (Åkerberg 1998). Normalt lägger honan äggen på rönn och larverna lever av rönnbären, men vartannat till fjärde år (Bengtsson et al. 2005), när fruktsättningen på rönn är dålig lägger malen istället sina ägg på äpple, *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae), vilket orsakar stora problem i fruktodlingar (Edland 1995). Så fort larverna kläcks borrar de sig in i kanten på dess skuggsida och orsakar tunna, slingriga gångar (Åkerberg 1998). På rönn läks ingångshålet fullständigt, men på äpple kan man se det som en brun fläck med stelnad fruktsaft i mitten.

Rönnbärsmalen svärmar under en lång tid med början under rönns blomning i maj-juni (Åkerberg 1998). Angreppens omfattning beror på flera olika faktorer, de årliga fluktuationerna i rönns fruktsättning, leder indirekt till cykler där populationen av rönnbärsmal byggs upp, för att sedan återigen minska när rönnbären inte räcker till för att föda den växande populationen (Edland 1995; Sperens 1997; Åkerberg 1998). En annan viktig faktor för populationstätheten, är hur stor del av rönnbärsmalens larver som parasiteras. Rönnbärsmalen kan oftast inte fullgöra sin livscykel i äpple (Åkerberg 1998), därför vet odlaren att de skadorna som blir, alltid kommer från malar som kläcks på rönn. Det gör att riskerna för att bygga upp en population är små, angreppen kommer alltid följa rönns fruktsättning- med viss eftersläpning (Sperens 1997). Skadorna kan bli mycket allvarliga vilket gör rönnbärsmalen till en av de absolut svåraste skadegörarna i nordiska äppelodlingar (Edland 1995; Åkerberg 1998; Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001).

2.4.1 Bekämpning och prognos

Eftersom rönnbärsmalen är en skadegörare som endast orsakar problem på nordliga breddgrader, har forskningen alltid varit mer eller mindre begränsad. Det faktum att Norden inte har några stora fruktodlarland spelar också in. I dagsläget har odlarna i Sverige inga möjligheter att bekämpa rönnbärsmalen effektivt, varken kemiskt eller på något annat sätt (Jordbruksverket 2013). Ett undantag var under 2012 då odlarna, på dispens, fått tillgång till växtskyddsmedlet Coragen efter att Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) gjort en ansökan till

Kemikalieinspektionen (Kemikalieinspektionen u.å.). Preparatet godkändes under en period av 120 dagar för yrkesmässig användning mot rönnbärsmal i äppelodlingar. I andra fall tvingas odlare använda växtskyddsmedel som inte är rekommenderade för specifik användning mot rönnbärsmal (Jordbruksverket 2013). Med tanke på att skadorna från rönnbärsmalen varierar från år till år, har forskare framför allt inriktat sig på att hitta en säker prognosmetod för att förutse angrepp (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001). På så sätt undviker odlaren att behandla vid fel tidpunkt med preparat som inte är effektiva mot skadegöraren. Eftersom det är svårt att förutse om det kommer att bli ett år med stora skador eller inte, är det lätt att odlare sprutar en gång för mycket, hellre än en gång för lite.

Till skillnad från äppelvecklaren kommer rönnbärsmalen inte till äppelodlingarna för att para sig, utan för att det finns för ont om rönnbär att lägga äggen på (Åkerberg 1998). Detta gör att odlaren inte kan förhindra själva parningen med några åtgärder i odlingen, då den redan har skett. Med anledning av detta är bekämpning av rönnbärsmalen med feromonförvirring utesluten. Istället vill odlare kunna använda sig av klisterfällor för hanar, innehållande sexualferomon i odlingen för att övervaka populationen kontinuerligt och besluta om eventuell kemisk bekämpning (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001). 2002 gjordes ett försök där forskare lyckades isolera huvudkomponenten i rönnbärsmalens sexualferomon, men det visade sig att komponenten ensam inte var artspecifik (Jaastad et al. 2002) utan även attraherade andra *Argyresthia* arter. Att attrahenten i fällan är artspecifik är av stor vikt, annars riskerar odlaren olika, utseendemässigt identiska malar i fällorna (Åkerberg 1998; Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001). Det finns en möjlighet att blanda huvudkomponenten med andra ämnen förekommande i mindre mängd för att öka specificiteten (Jaastad et al. 2002), men ännu så länge har inget sådant försök gjorts.

Istället använder sig norska fruktodlare bland annat av en norsk prognosmetod som varit under utarbetning sedan slutet av 1960-talet (Edland 1995; Åkerberg 1998). Odlaren räknar på sensommaren året innan antalet bärklasar på ett antal referensrönnar (c). Variationerna i rönnens fruktsättning återspeglas i antalet klasar per träd, inte i antalet bär per klase, vilket gör att det räcker att räkna klasarna för att bilda sig en uppfattning om det kommer bli ett bra eller dåligt år. (Åkerberg 1998). Ett representativt prov tas genom att odlaren plockar 100 klasar från intilliggande träd, vilka denne därefter tar tio bär vardera från. Bären skickas till en forskningsstation som undersöker hur många av bären som är angripna av rönnbärsmal (a), samt hur många av larverna i bären som är parasiterade och inte kommer att kunna fullborda sin livscykel (Torneus 1986; Åkerberg 1998). Undersökningen resulterar i ett angreppstal, det

vill säga antalet larver som kan förväntas fullbildas (b). Angreppstalet tillsammans med antalet bärrklasar ger en uppfattning om hur många rönnbärsmalar som kommer att kläckas till våren. Utifrån detta görs en teoretisk uppskattning om hur många bär som en rönnbärsmalshona behöver för sin äggläggning för att hon inte ska emigrera till äpple. Sedan jämförs detta tröskelvärde med antalet klasar på våren (d). Kvoten mellan tröskelvärdet och tillgången på bär, ger odlaren en indikation på hur stor risken för angrepp på äpple är, ett prognostal (P) (Åkerberg 1998).

$$P = a \cdot b \cdot c / d \cdot 20 \cdot 100$$

Om prognostalet blir mindre än 1 förväntas rönnbären räcka till äggläggningen, men om talet blir större än 1, kan det komma att bli angrepp i äppelodlingarna. Prognostalet kan inte tala om hur allvarliga angreppen kommer att bli, utan är bara ett relativt mått. Prognostalet måste sättas i proportion till om populationen är liten eller stor, samt om det finns mycket eller lite rönn i området (Åkerberg 1998). Med anledning av detta, går det inte att sätta upp generella tröskelvärden för bekämpning i äppelodlingar. Ovan nämnda prognosmetod fungerar tillfredsställande men är mycket arbetskrävande (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001).

Som alternativ till den norska prognosmetoden, kan odlaren använda sig av temperatursummor för att ganska exakt, räkna ut i vilket utvecklingsstadium rönnbärsmalen befinner sig (Åkerberg 1998). Om odlaren vet inom vilket tidsintervall larverna kläcks, kan denne optimera bekämpningstillfället och undvika onödiga sprutningar. Metoden bygger på vetskapen om att malen anpassar sin livscykel och äggläggning till värdväxtens utveckling. Därför används rönnens blomning som biofix-värde. När rönnen befinner sig i full blom, det vill säga när hälften av blomställningarna är utslagna, börjar odlaren notera dygnsmedeltemperaturen (Åkerberg 1998; Jordbruksverket u.å.). När temperatursumman av dygnsmedeltemperaturerna når 556 daggrader, kläcks de första larverna.

2.4.1 Kairomoner

Det faktum att rönnbärsmalen använder äpple som värdväxt, men inga andra växter ur familjen *Rosaceae*, oxel undantaget, väcker frågan hur rönnbärsmalen finner sin alternativa värdväxt samt hur den förmår skilja på rönn och äpple. Under början av 2000-talet gjorde forskare kemiska analyser som visade, att av femton doftämnen från rönn som rönnbärsmalen

attraherades till, var elva av dessa gemensamma med äpple, om än i andra proportioner (Bengtsson et al. 2005). I och med upptäckten konstaterades att det förmodligen är doftämnen gemensamma för rönn och äpple, som orsakar värdväxbytet hos rönnbärsmalen. Substanserna som inte återfinns i äpple utan är specifika för rönn, är extra intressanta (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001), eftersom rönnbärsmalen hellre lägger ägg på rönn än på äpple. Med kunskapen om att några av rönnens doftämnen är mer attraktiva, öppnas möjligheter att locka rönnbärsmalen till äggläggning utanför äppelodlingen. Antingen med hjälp av en syntetisk doft som liknar rönnens (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001), alternativt med fällor liknande dem med sexualferomon för hanar (Jaastad et al. 2002).

Ännu så länge är det mycket få kairomoner som kartlagts jämfört med det stora antalet arts specifika feromoner som identifierats, och nu efterliknas på syntetisk väg (Bengtsson et al. 2005). Det finns flera anledningar till att arbetet går långsammare med kairomoner än med feromoner, dels innehåller den perfekta sammansättningen ett större antal substanser (Bengtsson et al. 2005), men inte nog med detta så är variationerna mellan dessa ämnen stora beroende på vilket utvecklingsstadium växten befinner sig i (Knudsen et al. 2008). Att identifiera vilka av substanserna hos rönnen som utlöser en reaktion hos rönnbärsmalen försvåras ytterligare av att insektens reaktion på kairomoner jämfört feromoner är långsam och subtil (Bengtsson et al. 2005).

2.5 Äpplevecklare (*Cydia pomonella*)

Äpplevecklarens larver gör till skillnad från rönnbärsmalens, en grov gång i frukten, in till kärnhuset (Pettersson & Åkesson 2011). Larvens ingångshål är omgivet av svarta exkrementer. Efter angrepp brådmognar karten och faller till marken. Äpplevecklaren lägger sina ägg på blad, frukt eller grenar under en lång tid, från juni till juli, en faktor som försvårar bekämpningsarbetet (Pettersson & Åkesson 2011). Förutom att rönnbärsmal och äpplevecklare är svårbekämpade på grund av sina långa äggläggningstider, gäller för båda att det är svårt att sätta in bekämpningen i rätt tid- *innan* larven gått in i den skyddande frukten och orsakat skada (Lacey & Shapiro-Ilan 2008). Äpplevecklarens larver har en eller två generationer per år på nordligare breddgrader, och övervintrar i en kokong under barken på trädet där den förpuppar sig till våren (Sjöberg 2009). Till skillnad från rönnbärsmalen har äpplevecklaren äpple som sin huvudsakliga värd. Det gör att bekämpningsbehovet är mer eller mindre konstant. Till skillnad från rönnbärsmalen finns äpplevecklaren i fruktodlingar världen över.

Det gör den till en av de allvarligaste skadegörarna på frukt internationellt (Hughes, Gailey & Knapp 2002).

2.5.1 Prognossystem

Målet att minimera användningen av bredverkande insekticider ökar betydelsen av tillförlitliga prognossystem för fruktodlare världen över (Sjöberg 2009). Ett väl fungerande prognossystem innebär att odlaren kan övervaka insekterna i odlingen. Denne kan se vilka skadedjur som finns i odlingen, uppskatta populationstätheten (Witzgall, Bäckman & Bengtsson 2001), samt vilket utvecklingsstadium som skadedjuren befinner sig i. Informationen är ett viktigt hjälpmedel som underlättar valet av bekämpningsstrategi. Idag finns det många prognossystem, mer eller mindre tillförlitliga, vilka odlaren kan använda sig av, var för sig eller i kombination. Feromonfällor betade med äpplevecklarens sexualferomon är en av dem. Feromonfällorna sätts upp i träden under mitten av maj för att sedan avge feromon under cirka sex veckor (Sjöberg & Hillbur 2010). Fällans artificiella doft av hona, lockar till sig hanar som fastnar på en klisterskiva i fällan. Genom kontinuerlig uppsikt av fällorna kan odlaren, med hjälp av fångstdatum och antal hanar i fällan, avgöra när svärmningen är som störst (Sjöberg & Hillbur 2010).

Ett annat sätt att avgöra bekämpningstidpunkt, är som för rönnbärsmalen att räkna ut i vilket utvecklingsstadiumvecklaren befinner sig i med biofix-värde och temperatursummor (Torneus 1997; Trapman, Helsen & Polfliet 2008; Sjöberg 2009). En av prognosmodellerna som kan göra detta med hjälp av odlingens väderstationer är RIMpro. RIMpro är en holländsk mjukvara som med grafer sammanställer i vilken utsträckning honorna svärmar i skymningen, samt äggläggningens och äggkläckningens omfattning vid en viss tidpunkt. (RIMpro u.å.). Utgångspunkten är äpplevecklarens livscykel indelad i olika stadier, med genomsnittlig utvecklingstid för respektive stadium, samt relativa spridningsmått (Trapman, Helsen & Polfliet 2008). Som biofix använder sig programmet av ett datum fastställt med hänsyn till daglängd och geografisk position. Utvecklingstiden för varje stadium däremot, beräknas inte i dagar, utan med värme-enheter så kallade *heat units* (HU).

Till skillnad från beräkningen av temperatursummor som är linjär, använder sig RIMpro av en kurva med tröskelvärden för olika temperaturer (Trapman, Helsen & Polfliet 2008). Det innebär att programmet tar hänsyn till hur temperaturerna fördelar sig på dygnet, något som är avgörande för äpplevecklaren. Både tidpunkten för parning och äggläggning är beroende av

hur temperaturerna sett ut främst under eftermiddagar och kvällar (Skorv- och skadedjursprognosen 2012). Det krävs nämligen en temperatur i skymningen på minst 15 °C för parning, och 18 °C för att honan ska lägga ägg. Värme-enheterna beräknas med hjälp av kontinuerlig information från odlingens väderstation (Trapman, Helsen & Polfliet 2008).

2.5.2 Bekämpning

I dagsläget finns det ett antal kemiska växtskyddsmedel som kan användas mot äpplevecklarens larver. Alla är mer eller mindre farliga för pollinatörer och nyttoinsekter- ett av dem, Beta-Baythroid, är en bredverkande pyretroid vilken riskerar att slå ut odlingens nyttodjur och bygga upp en svårbekämpad population av fruktträdsspinnkvalster (Sjöberg & Hillbur 2010). Denna bör inte användas. Calypso och Mospilan tillhör gruppen neonicotinoider, båda är systemiskt verkande medel som fungerar som nerv- och maggift för insekterna (Lehrman 2012). Neonicotinoidernas systemiska verkningsätt ger ett bra och långvarigt skydd mot skadegörarna, men negativt är, att preparatet även transporteras till nektar och pollen där det förgiftar odlingens pollinatörer (Lehrman 2012). Du-Dim är ett specifikt kontaktverkande preparat som hämmar bildningen av kitin hos ägg och fjärilslarver (Nordisk Alkali AB u.å.). Det gör att larven inte kan förpupa sig eller bilda nytt larvstadium. Fördelen med preparatet är att vuxna insekter inte påverkas, vilket minskar effekten på humlor och bin. Steward är ett annat, för Sverige, nytt preparat, som godkändes under 2011 för användning motvecklare (Kemikalieinspektionen 2012). Det hör till en grupp insekticider (oxidiaziner) med ett verkningsätt som förlamar insekten, genom att blockera natriumjoners transport in i nervcellerna (Svensson 2012). Steward är främst kontaktverkande, vilket innebär att det ställs höga krav på täckningsgraden vid besprutning (DuPont 2011). Dessutom fungerar det inte på larver som redan hunnit äta sig in i frukten.

I dagsläget finns det tre biologiska växtskyddsmedel för användning mot fjärilslarver i svenska äppelodlingar (Jordbruksverket 2013). Det ena är ett bakteriepreparat bestående av *Bacillus Thuriangiensis* (Turex), det andra ett viruspreparat med *Cydia pomonella granulovirus* (Madex) och det tredje är ett preparat innehållande den insektsparasitära nematoden *Steinernema feltiae* (NemaFelt). Gemensamt för de biologiska preparaten är att det verksamma ämnet består av en levande organism vilken på olika sätt angriper larven. Nackdelarna med preparaten är att de ofta har en lägsta temperatur vid vilken organismerna är aktiva, samt deras snabba nedbrytning i odlingen (Sjöberg & Hillbur 2010). Det största

problemet i samband med bekämpning av fjärilslarver är dock att larven måste utsättas för preparatet under en relativt lång tid, innan det får verkan (Hughes, Gailey & Knapp 2002; Lacey & Shapiro-Ilan 2008). Ofta tar det bara någon enstaka timme efter att larven kläckts innan den borrar sig in i frukten, och den tiden är för kort för att de biologiska preparaten skall hinna verka.

Feromonförvirring är en ”giftfri” bekämpningsmetod mot äpplevecklaren som vunnit mer och mer mark de senaste decennierna. Feromonförvirring går ut på att odlaren med hjälp av dispenserar som avger äpplevecklarens sexualferomon förhindrar att parning äger rum (Anderbrant 2005). Det bygger på att hanen flyger mot doften för att lokalisera honan. Genom att placera ut artificiella doftkällor som luktar hona i odlingen blir hanen förvirrad och hittar inte sin partner i tid för parning. Parningen uteblir eller försenas, vilket minskar populationen äpplevecklare till nästa generation (Anderbrant 2005; Baker 2008). Problem som upptäckts i samband med användningen, är att antalet artificiella doftkällor blir för få i förhållande till de riktiga honorna vid stora populationer av äpplevecklaren (Bengtsson & Witzgall 2000). Ju större population, desto större sannolikhet att hanen, trots allt, finner sin hona. På grund av detta fungerar feromonförvirring bäst vid låga populationstätheter. Ett sätt att angripa problemet utomlands har varit att utveckla alternativa appliceringstekniker som är mer effektiva och mindre arbetskrävande. Samtidigt är målet att med bibehållen verkan, begränsa kostnaderna och använda en så liten mängd aktivt ämne som möjligt (Witzgall 2001; Baker 2008). Idag finns det ett antal nydanande feromonprodukter på marknaden men de är inte godkända för användning i Sverige.

2.5.3 Kairomoner som komplement

Ett annat problem som har upptäckts i samband med feromonförvirring är, att det finns risk för äggläggning på frukten, även om parningen uteblir i den egna odlingen. Detta beror på att redan parade honor flyger in från intilliggande lokaler (Anderbrant 2005). Inflygningen omintetgör hela syftet med feromonförvirringen och kräver att den egna odlingen är isolerad från andra, alternativt att alla odlingar i distriktet använder sig av feromonförvirring (Anderbrant 2005). För att hitta en lösning på problemet undersöks med vilka medel odlare skulle kunna kontrollera parade honor, på samma sätt som de kan kontrollera hanar (Bengtsson et al. 2001). Det faktum att hanarna lockas till honornas sexualferomon, tyder på att det finns liknande ämnen som lockar honor, fast till äggläggning istället för parning. Här

kommer kairomonerna in i bilden, doftämnen som avges av värdväxten, i det här fallet äpple, och som används av vecklarhonor för att lokalisera ägglägningsplats (Wearing & Hutchins 1973; Agelopoulos 1999; Bengtsson et al. 2001).

1972 identifierades den första beståndsdel ur äppeldoft som hade förmåga att påverka äppelvecklarens beteende (Wearing & Hutchins 1973). Redan då kunde forskare påvisa att komponenten, (E,E)- α -farnesene, vägledde honor till ägglägningsplatser, men även att doften användes av larven för att hitta äpplet (Hughes, Gailey & Knapp 2002). Tyvärr visade det sig att komponenten inte är artspecifik för äpple, utan produceras av ett stort antal växter vilka inte angrips av äppelvecklare (Bengtsson et al. 2001). På senare tid har forskare även tittat på hur sammansättningen av värdväxtens doftämnen ändras över säsongen, samt vid vilken tidpunkt som flest ämnen avges (Bengtsson et al. 2001). Trots detta är kunskapen om ämnenas samspel fortfarande inte tillräcklig, vilka ämnen som är synergister till huvudkomponenterna och i vilka mängder de skall finnas för att utlösa en reaktion hos äppelvecklaren är fortfarande okänt. Det faktum att ämnena som visat sig vara aktiva förekommer i olika proportioner under äppelvecklarens första respektive andra generation, är något som ytterligare förbryllar (Bengtsson et al. 2001). Trots vetenskapens ringa kunskap om kairomoner har forskare flera teorier om hur odlare skulle kunna använda sig av dem för bekämpning av äppelvecklarhonor och larver i framtiden. Det handlar bland annat om att fånga honor för prognos, men även att med hjälp av en artificiell äppeldoft förlänga tiden som det tar för äppelvecklarlarven att hitta in i äpplet (Hughes, Gailey & Knapp 2002). Om larven inte borrade in sig i frukten med det samma efter äggkläckning, utan blev uppehållen i det fria, skulle odlarens möjligheter att bekämpa dem med kemiska eller biologiska bekämpningsmedel öka.

2.6 Feromoner i Sverige och utomlands

Många länder runt om i världen har kommit en bra bit på väg när det kommer till att registrera feromoner och andra doftämnen för användning i odlingar. Totalt finns det idag 25 registrerade feromoner i Europa för användning mot fjärilar (*Lepidoptera*) (EU Pesticides Database 2013). Endast ett av dessa ämnen, (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol, är tillåten för användning i svenska växtskyddsmedel. Idag finns det endast ett preparat som innehåller den registrerade substansen som svenska odlare får använda sig av vid feromonförvirring i fruktodlingar (Kemikalieinspektionen 2008). Det går under produktnamnet *Isomate C Plus*

och används mot äpplevecklaren i fruktträd. Produkten är ett klass 3 preparat och får användas av alla utan föregående utbildning (Kemikalieinspektionen 2008). Isomate C Plus distribueras i Europa av det italienska företaget CBC, men det är inte det företag som står som innehavare av registreringen för det aktiva ämnet, (E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol, i Sverige. Det är PheroNet AB som innehaft godkännandet för substansen sedan mitten av 2006 (Kemikalieinspektionen 2008).

Förutom att fler och fler aktiva ämnen registreras, finns det även nya metoder för applicering och formulering av doftämnen. Längre har det förhärskande sättet att applicera feromon i odlingar varit med hjälp av dispensrar som hängs upp som en liten snara i träden (Knight, Larsen & Ketner 2004). Isomate C Plus är ett exempel på detta. Upp till 1000 dispensrar sätts upp per hektar (Bengtsson & Witzgall 2000; Knight 2002; Agnello & Reissig 2007; Jordbruksverket 2013) och ofta klarar dessa att avge feromon under hela säsongen (Pacific Biocontrol Corporation u.å.). Att odlare föredragit appliceringsmetod med passiva dispensrar under så lång tid beror kanske främst på svårigheterna att formulera feromonet så att avgivningen blir konstant och långvarig. I valnötsodlingar runt om i världen, där äpplevecklaren också kan orsaka stora problem, har branschen däremot varit angelägen att hitta en ny appliceringsmetod (Knight, Larsen & Ketner 2004). Det beror på svårigheterna att hänga upp dispensrarna i bladverket på valnötsträden vilka ofta blir upp emot 15 meter höga. Det första steget mot utvecklingen av nya appliceringsmetoder av feromoner som går att spruta ut i odlingen blev så kallade *puffers*. De liknar dispensrarna i mångt och mycket men möjliggör en mindre arbetsinsats, och bygger på att feromonerna är suspenderade i en gas. En puffer består av en behållare under tryck, som med hjälp av ett batteri och en timer avger en viss mängd gas med ett visst tidsintervall (Baker et al. 1997; Knight 2002; Agnello & Reissig 2007). Puffers rekommenderas för användning i odlingar på över 20 hektar. Tidsåtgången för upphängningen av puffers jämfört med dispensrar är liten, endast två till fem behållare behövs per hektar (Knight 2002). Några av fördelarna med puffers är att odlaren själv kan bestämma hur mycket som ska avges och när (Baker et al. 1997). Odlaren kan exempelvis reglera så att feromon endast avges under den tid på dygnet när insekterna är aktiva. Till skillnad från dispensrarna påverkas inte avgivningshastigheten av temperatur. Dessutom skyddas feromonerna från nedbrytning i behållaren (Baker et al. 1997; Knight 2002).

Både dispensrar och puffers är relativt kostsamma metoder för kontroll av skadegörare (Il'ichev et al. 2006; Stelinski et al. 2007a). Som ett sätt att göra feromonförvirring mer ekonomiskt motiverat utomlands, har växtskyddsmedelsindustrin under en lång tid strävat

efter att komma fram till med vilka tekniker odlare skulle kunna spruta ut feromonerna i odlingen. Problemen som är förknippade med sprutningen, har återigen varit att formulera feromonerna så att de blir kvar i odlingen under en lång tid utan att brytas ned av solljus eller tvättas bort (Knight, Larsen & Ketner 2004). Genom att kapsla in det verksamma ämnet i ett skyddande hölje, bestående av exempelvis vax (Il'ichev et al. 2006), så kallad mikroinkapsling, är problemet till viss del löst (Knight, Larsen & Ketner 2004). En stor fördel med formuleringen är att fruktodlaren kan kontrollera skadegörarna med befintlig utrustning (Knight & Larsen 2004; Stelinski et al. 2007a). De mikroinkapslade feromonerna kan nämligen blandas tillsammans med andra bekämpningsmedel, eller vatten, i fläktsprutan. Detta kan medverka till att feromonförvirring i större utsträckning blir en del av odlarens integrerade bekämpning.

Nackdelen med mikroinkapslade feromoner jämfört med dispensrar är den snabbare nedbrytningen i odlingen. Med en livslängd på endast två till tre veckor (Trimble et al. 2004) blir det mycket viktigt för odlaren att spruta vid rätt tidpunkt, precis före svärmningen (Il'ichev et al. 2006). Det är många faktorer som påverkar hur god avsättningen av mikrokapslar blir i trädet, och följaktligen hur gott resultat som erhålls. Dels är avsättningen beroende av vävnaders vaxlager och hårlighet (Knight & Larsen 2004; Knight, Larsen & Ketner 2004), men det kanske största problemet är att preparatet lätt glider av bladverket om det regnar. Ett angreppssätt vore att helt enkelt öka mängden aktiv substans som sprutas ut, men det begränsas av den relativt höga kostnaden som feromoner innebär för odlaren (Knight & Larsen 2004). Istället undersöks möjligheten att förfina spruttekniken och utrustningen. Idag finns det fem sprutbara feromoner för olika kulturer att tillgå inom EU, alla är tillåtna i Spanien, två stycken i Italien och en av dem ligger inne för registrering i Frankrike (Casagrande 2008).

Försök har visat att odlare genom att använda sig av betydligt lägre vätskemängder och mindre droppar, så kallad ULV (Ultra Low Volume) utrustning, skulle kunna öka avsättningen av mikrokapslar och därmed förbättra kontrollen av skadegörare (Knight & Larsen 2004). Vanligtvis använder odlare sig av vätskemängder på upp emot 700 liter per hektar vid bekämpning med insekticider i fruktodlingar (Jordbruksverket 2013). ULV innebär en vätskemängdsreducering till under 50 liter per hektar samt en kraftig tryckreducering. Utrustningen producerar även mycket mindre droppar än en vanlig fläktspruta. Detta säkerställer en god täckningsgrad trots den lägre vätskemängden (Vectorfog 2013).

I Italien har man haft en annan strategi, och lanserat en produkt vid namn Eco Tape FTF (Trona et al. 2009). Det är en centimeterbred klisterremsa på antingen 500 eller 625 meter som med 60 centimeters mellanrum har dispensrar, från vilka 2,5 milligram feromon avges. Genom att rulla ut tejen i lövverket längs trädraden, får man en hög täthet med 2000-5000 dispensrar per hektar (Trona et al. 2009). Tekniken bygger på så kallad *false-trail following* (FTF), och grundar sig på att sannolikheten för att en hane ska hitta en parningsvillig hona minskar, om han hela tiden tvingas följa falska doftspår. Tanken är att med dispensrar öka antalet artificiella doftkällor i förhållande till de naturliga (Trona et al. 2009). Doftridan som det höga antalet dispensrar i odlingen bildar, bidrar till att hanen uppehålls med ”falsa” honor.

En annan relativt ny teknik som har sitt ursprung i USA, är SPLAT- eller Specialized Pheromone & Lure Application Technology. Här är inte feromonerna lösta i vatten utan bundna till ett trögflytande vaxliknande ämne (Arvidsson et al. 2012). Ämnet kan med olika tekniker appliceras i trädens bladverk där det stelnar och avger feromon under 12 till 16 veckor (ISCA Technologies 2012). Vaxet fungerar även som skydd till feromonet och förhindrar nedbrytning av ljus, vind och vatten. Avgivningen av feromon är linjär under större delen av tiden, men hastigheten med vilken ämnena avges är temperaturberoende (Atterholt et al. 1999; Arvidsson et al. 2012). En av fördelarna med tekniken är att odlaren kan använda sig av flera olika sorters feromon i vaxet, och på så sätt bekämpa olika skadegörare vid samma applicering. Företaget bakom idén tittar även på möjligheten att innesluta insekticider i vaxet (ISCA Technologies 2012), det skulle förhindra vindavdriften som är ett stort problem vid konventionell sprutning, samt bädda för en långsammare nedbrytning i fält. Tack vare vaxets konsistens kan det appliceras på flera olika sätt lite beroende av vilken gröda som odlas, men även beroende odlingens storlek och förutsättningar. Ett sätt är att applicera vaxet med en vanlig handspruta för silikon alternativt en manuell fettspruta, då levereras vaxet i tuber om 250 gram (ISCA Technologies 2012). Det finns dock enkla exempel på effektivisering, - med hjälp av en luftdriven fettspruta kopplad till en koldioxidpatron, kan odlare skjuta ut vaxet i bladverket och på så sätt minska tidsåtgången (ISCA Technologies 2009). För större odlingar med högre mekanisering har traktorer eller fyrhjulingar utrustats med högtryckspumpar vilka med hjälp av doseringsventiler applicerar vaxet med stor noggrannhet (Stelinski et al. 2007b). I nuläget undersöks bland annat hur avgivningshastighet, storleken på vaxklickar och appliceringsteknik, kan påverka resultatet (Arvidsson et al. 2012).

2.7 Dubbelt regelverk inom EU

Godkännandet av bekämpningsmedel och deras olika beståndsdelar eller aktiva ämnen, är strikt reglerat i Sverige, EU och världen. Att preparaten är så reglerade beror till stor del på de förödande effekter på människor och miljö, som ett felaktigt användande eller utsläppande kan resultera i (European Commission 2009). Inom EU gäller ett dubbelt regelverk.

Kommissionen beslutar om godkännandet av aktiva substanser, och medlemsländerna själva beslutar om registrering av enskilda produkter innehållande den av EU godkända aktiva substansen (Speiser et al. 2008; European Commission 2012). För att ett ämne skall bli godkänt för användning som växtskyddsmedel i EU, måste en rad tester och försök genomföras, vilka bevisar att preparatet är effektivt mot skadegörare, inte är direkt hälsovådligt och inte har ”oacceptabla” negativa effekter på miljön (Europaparlamentet 1991).

1993 beslutades att alla pesticider registrerade och använda inom EU, skulle gås igenom på nytt och utvärderas med hänsyn till deras säkerhet (European Commission 2009). Då fanns det ungefär 1000 aktiva substanser på marknaden, och tiotusentals produkter innehållande dessa. Alla substanser som inte kunde bevisas säkra med hänsyn till djur- och människohälsa samt resthalter i mat och natur, skulle komma att förbjudas (European Commission 2009). Det var upp till varje företag tillhandahållande preparatet, att presentera data och tester som bevisade ämnets säkerhet. Fram till 2001 arbetade kommissionen främst med att ta fram mallar som kunde användas som beslutsunderlag. Förfarandet blev med åren allt mer effektivt och när genomgången avslutades i mars 2009 var det bara 26 procent av substanserna som fortfarande innehöll sitt godkännande (European Commission 2009). Majoriteten av substanserna förbjöds till följd av att dokumentation inte lämnats in eller hade varit ofullständig. Sju procent förbjöds därför att det verksamma ämnet inte ansågs säkert för användning.

Nu står jordbruket inför utmaningen att uppfylla det direktiv som antogs 2009 för hållbar användning av växtskyddsmedel, vilket syftar till att minimera riskerna som är förknippade med användning och applikation av preparaten. Direktivet säger även att all odling inom EU ska bedrivas med integrerade bekämpningsmetoder vid utgången av 2013 (Europaparlamentet 2009a). Dessutom har den nya växtskyddsmedelförordningen (EG nr 1107/2009) trätt i kraft, vilken ersätter direktiv 91/414/EEC (Bergkvist et al. 2011). I denna presenterar den europeiska kommissionen en ny strategi för att minimera användningen av pesticider med anledning av deras påverkan på vår hälsa och miljö. Lagstiftningen innefattar bland annat så

kallade stupstockskriterier, vilka gör det möjligt att direkt avslå ansökningar för ämnen med vissa inneboende egenskaper (Williams 2011; Bergkvist et al. 2011). Ämnen klassificerade som exempelvis cancerframkallande, mutagena eller reproduktionstoxiska (s.k. CMRs) kommer inte att få genomgå riskbedömningar om de grundläggande kriterierna inte är uppfyllda. Detta mer eller mindre oberoende av, om exponeringen är liten eller användningen kan anses vara säker (Williams 2011). En annan nyhet i förordningen, förutom stupstockskriterierna, är införandet av ett system för att kontinuerligt ersätta de mest toxiska substanserna med mindre giftiga alternativ, även icke kemiska (European Commission 2009; Williams 2011).

2.8 Registrering av en aktiv substans

Procedurerna kring registrering och godkännande av bekämpningsmedel inom EU är många och långa. Dessutom skiljer sig tillvägagångssättet åt, beroende på om det gäller registrering av en helt ny substans, eller om det gäller registrering av en befintlig substans. I det senare fallet kan det röra sig om substanser vars godkännande är på väg att gå ut, eller substanser för vilka ett företag vill utöka användningsområdet. Det kan finnas fall där företaget vill att substansen skall kunna användas på fler kulturer, i nya formuleringar eller på fler skadegörare än vad den är registrerad för. Till att börja med är det producenten av den aktiva substansen, eller företaget som står bakom produkten, som ansöker om registrering (European Commission 2012). I samband med detta skall den ansökande välja ett annat medlemsland i EU, så kallat *rapportörland* (Rapporteur Member State, RMS), i vilket de inledande vetenskapliga och tekniska utvärderingarna kommer att äga rum (European Commission 2012). Innan ansökan medges av rapportörlandet kontrolleras så att all nödvändig dokumentation finns med. Inom 45 dagar skall rapportörlandet meddela ansökande att de mottagit ansökan (Fontier 2011). Om det är något i dokumentationen som saknas, skall ansökanden komplettera akten inom tre månader, annars avvisas ansökan. När det har konstaterats att all information finns med, kontaktar rapportörlandet övriga medlemsländer samt den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) (Fontier 2011). Ansökande vidarebefordrar dokumentationen till berörda parter, varpå EFSA sammanfattar informationen och gör den offentlig. Samtidigt börjar den behöriga myndigheten i rapportörlandet att behandla ansökan. Inom tolv månader efter att ansökan tagits upp förbereder rapportörlandet ett preliminärt besked, kallad *Draft Assessment Report* (DAR), baserat på dokumentationen om substansen (Fontier 2011). Det preliminära beskedet lämnas till medlemsländerna och

EFSA (European Commission 2012). När det preliminära beskedet utfärdats skall rapportörlandets bedömning granskas av övriga medlemsländer samt EFSA. EFSA utför därefter en vetenskaplig riskbedömning av substansen, varpå medlemsländerna får föra fram eventuella kommentarer. Rapportörlandet sammanställer kommentarerna och besvarar frågorna med hjälp av förtydligande eller ytterligare information från ansökande (Fytoweb u.å.). Om någon eller några av kommentarerna ändå särskilt måste tas i beaktande, kan en expertkonsultation bli aktuell innan det slutliga beskedet lämnas. En aktiv substans kan godkännas för användning inom EU under en period av högst tio år, varpå en omregistrering med liknande förfarande måste till (Europaparlamentet 1991; European Commission 2012).

Från det att ansökan tas upp av rapportörlandet till dess att beslut fattas tar det cirka 27 månader, under förutsättning att ansökandes dokumentation är komplett från början och inte behöver kompletteras ytterligare under beslutsfattandets gång (Fytoweb u.å.). Under hela processen ska akten och den preliminära rapporten uppdateras med information, ändringar och kommentarer av ansökande respektive rapportörland. Kommissionen, EFSA och medlemsländerna skall kontinuerligt förses med den nya informationen (Fytoweb u.å.; European Commission 2012).

Förutom att det är en mycket tidskrävande process att registrera ett bekämpningsmedel är det också ganska kostsamt för ansökanden (Torneus 1997; Speiser et al. 2008). Avgifterna som ansökanden ska betala varierar mellan olika rapportörländer och myndigheter. Om det är Sverige som är rapportörland uppgår kostnaderna till en ansökningsavgift, en prövningsavgift samt en särskild avgift efter eventuellt godkännande av ett ämne (Sveriges Riksdag 1998). Ansökningsavgiften som ska betalas till kemikalieinspektionen för prövning av ett kemiskt ämne varierar idag mellan 4 500 000 och 6 750 000 kronor per akt och verksamt ämne (Sveriges Riksdag 1998). Prövningsavgiften fastställs av kemikalieinspektionen när ärendet avslutats och om substansen blir godkänd av EU-kommissionen skall ytterligare en avgift på 1 000 000 kronor betalas (Sveriges Riksdag 1998).

2.10 Samarbete inom den norra zonen

I samband med att den nya växtskyddsmedelsförordningen (EG nr 1107/2009) trädde i kraft 2011, delades EU in i tre zoner, en nordlig, en central och en sydlig (Williams 2011). Detta med utgångspunkten att förhållandena med avseende på bland annat odlingsklimat, skulle vara i stort sett detsamma för länderna inom den gemensamma zonen (Bergkvist et al. 2011).

Syftet med indelningen har varit att ytterligare harmonisera EU-bestämmelserna och åstadkomma en mer enhetlig process vid registrering av nya verksamma ämnen (Bergkvist et al. 2011). Tanken är att arbetsbördan vid registrering skall minskas, både för sökande och för myndigheter (European Commission 2008; European Commission 2011), samt att konkurrensen som uppstår när regelverken tolkas på olika sätt i olika länder ska minska. Skillnaderna resulterar annars i att tillgången på växtskyddsmedel skiljer sig åt mellan länderna (Bergkvist et al. 2011). Idag är skillnaderna i utbudet av växtskyddsmedel stor mellan EU-länderna trots att de tillhör samma zon. Det land som har överlägset flest substanser registrerade för användning är Tyskland (ECHA 2013a). På en andraplats, med knappt hälften av substanserna kommer Storbritannien.

Systemet bygger på att när ett verksamt ämne eller en produkt beviljats i ett medlemsland, ska även ett annat land inom samma zon kunna använda sig av samma akt och dokumentation för att få ämnet godkänt (Williams 2011). Den gemensamma prövningen bygger på ett så kallat ömsesidigt erkännande (Bergkvist et al. 2011). Tanken är att beslutsfattandet skall gå snabbare än tidigare (European Commission 2008) och att länderna ska få tillgång till preparat på lika villkor (Williams 2011). Förfarandet liknar det som tidigare varit aktuellt- en huvudansökan skickas ut till länderna i zonen som vill ha substansen eller preparatet godkänt (European Commission 2013), och ett medlemsland i zonen (zRMS), genomför utvärderingen. Med utvärderingen som underlag, beslutar sedan samtliga länder i zonen om ansökan ska beviljas eller avslås. När produkten väl blivit godkänd, är det upp till övriga länder att lämna in ansökan om ömsesidigt godkännande. För att ett ömsesidigt godkännande av ett ämne eller en produkt skall komma till stånd, krävs det att preparaten och användningsområdena är identiska, samt att de sökande länderna har samma jordbruksklimat (European Commission 2008). Under utvärderingen skall befintliga dokument användas i så stor utsträckning som möjligt, för att göra processen billigare och snabbare.

Sverige tillhör tillsammans med Danmark, Norge, Finland, Estland, Lettland och Litauen den norra zonen (European Commission 2011). I den norra zonen är det Sverige och Finland som har flest verksamma ämnen registrerade (ECHA 2013a). Estland, Lettland och Litauen är de länder som har lägst antal.

2.11 Reducerade dokumentationskrav för feromoner

För att uppnå målen med att minimera användningen av toxiska bekämpningsmedel och i görligaste mån ersätta dessa med säkrare alternativ, har kommissionen beslutat att underlätta registrering av feromoner och andra semikemikalier för användning mot skadegörare (OECD 2002). Detta har gjorts med tanke på de skillnader i verkningsätt som föreligger mellan feromoner och konventionella kemiska växtskyddsmedel. Viktiga skillnader är att feromoner inte dödar skadegöraren, utan endast orsakar en beteendeförändring. Dessutom är doftämnen mer artspecifika, nedbrytningen är snabb och dofterna används i låga koncentrationer nära de som redan är förekommande i naturen (Speiser et al. 2008). Ofta måste feromoner och andra semikemikalier innehålla både UV-absorbenter och antioxidanter, för att förhindra att de sönderfaller innan användning (OECD 2002; Arvidsson et al. 2012). Så fort produkterna tas i bruk avdunstar doftämnena och genomgår oxidation till följd av solljuset de utsätts för. Enzymerna som aktiverar nedbrytningen av doftämnena är allestädes förekommande i naturen och innebär inte någon risk, varken för människor eller för djur. Dessutom har vetenskapen visat att nästan alla levande organismer innehar de enzymssystem som krävs, för att bryta ned feromonet och ta hand om restprodukterna (OECD 2002). Studier har även visat att feromonerna försvinner från mark och vatten på bara några dygn. En annan sak som är av betydelse, är att doftämnena som slutprodukt, ofta används i passiva dispensrar vilka minimerar exponering och inte lämnar några resthalter på frukten (OECD 2002). Med anledning av alla dessa faktorer förväntas en lägre risk föreligga vid användningen av doftämnen än vid kemiska preparat.

I den nya växtskyddsmedelsförordningen (EG) nr 1107/2009, finns det undantagsbestämmelser som säger, att verksamma ämnen som anses medföra endast en låg risk för människors och djurs hälsa samt miljön, kan komma att godkännas för 15 år istället för tio (Europaparlamentet 2009b). Dessutom kan preparat innehållande huvudsakligen ett verksamt ämne av låg risk, komma att kunna dra nytta av reducerade dokumentationskrav och kortare handläggningstider (Heilig, Delval & Blum 2011; European Commission 2013). Mycket talar för att undantagsbestämmelserna skulle kunna gälla feromoner och andra doftämnen, men ännu är det inte fastställt vilka substanser som anses vara av låg risk (European Commission 2013).

Sedan 1993 har EU tillsammans med bland andra USA och Canada arbetat med att ta fram gemensamma riktlinjer för hur godkännandet av semikemikalier ska se ut inom EU (OECD

2002). Bland annat föreslogs i ett vägledande dokument, att dokumentationen vid registrering av kemiska substanser tillhörande gruppen *Straight Chained Lepidopteran Pheromones* (SCLPs), inte skulle behöva vara lika omfattande som vid vanlig registrering. SCLPs är feromoner vilka har en välkänd kemisk struktur gemensam för insektordningen fjärilar (OECD 2002). Dokumentationen som behövs för att kemiskt karakterisera ett doftämne, och visa hur det skall användas för att odlaren ska uppnå ett fullgott resultat med bekämpningen, skulle vara densamma som för kemiska substanser (OECD 2002). Däremot ansågs att dokumentationskraven gällande exponering och resthalter för SCLPs skulle sänkas, eftersom ämnena används i så låga koncentrationer. Rekommendationerna föreslog att dokumentation endast skulle krävas, om användningen av ämnet skulle komma att resultera i en förhöjd feromonkoncentration i odlingen, jämfört med de koncentrationer som förekommer naturligt vid angrepp av skadegörare.

Vid tidpunkten för registreringen av feromoner för användning inom EU, 2009, godkände tillsynsmyndigheterna att en gemensam akt för SCLPs, lämnades in (Heilig, Delval & Blum 2011). Däremot följde rapportörlandet inte rekommendationerna om sänkta dokumentationskrav, utan begärde in allt, inklusive försök och tidigare studier. Efter mycket om och men godkändes feromonerna, men fortfarande är det en omständlig procedur att registrera nya ämnen tillhörande gruppen. Om ansökande har tillgång till den existerande akten med dokumentation, kan en förenklad procedur genomgå (Heilig, Delval & Blum 2011). Det är upp till den eller de som ansökte om det ursprungliga godkännandet att dela med sig av akten till nya sökande.

Utöver feromonerna inkluderade i SCLP finns det ytterligare cirka 300 identifierade doftämnen som används av Lepidoptera, men som skiljer sig i kemisk struktur med avseende på antal kolatomer, dubbelbindningar och placeringen av molekylens funktionella grupper (Heilig, Delval & Blum 2011). Dessa ämnen regleras inte på samma sätt och måste godkännas individuellt.

2.12 Växtskyddsmedel i Sverige

I Sverige är det Kemikalieinspektionen som är ansvarig myndighet vid godkännande och registrering av preparat. Kemikalieinspektionen får endast godkänna preparat innehållande verksamma ämnen godkända för användning inom EU.

1991 lämnade Sverige in en ansökan om medlemskap i EU (Europeiska Kommissionen 2011). I samband med detta beslutades att en omprövning av alla växtskyddsmedel på den svenska marknaden skulle äga rum (Bergkvist et al. 2011). Vid Sveriges inträde fyra år senare, hade 84 av sammanlagt 183 verksamma ämnen dragits in till följd av oacceptabla risker förknippade med användningen. Ungefär samtidigt som Sverige avslutade sina utvärderingar började, som tidigare nämnt, ett liknande omprövningsarbete inom EU (European Commission 2009). För många länder kom programmet som en överraskning och innebar en radikal minskning av tillgängliga växtskyddsprodukter (Bergkvist et al. 2011). Sverige däremot, som redan genomfört motsvarande utvärdering, kunde behålla alla verksamma ämnen på marknaden. I södra och centrala Europa har förlusterna av växtskyddsprodukter varit som störst, och många länder har fått över hälften av sina preparat förbjuda, medan Sverige under samma period istället fått fler verksamma ämnen på marknaden (Bergkvist et al. 2011).

Zonindelningen under den nya förordningen har än så länge inte hunnit sätta några spår på tillgängligheten av växtskyddsmedel eller registreringen av desamma. Dels beror detta på att osäkerheten inför hur det nya systemet ska hanteras är stor, men även på att en stor del av preparaten tillkommit först under senare år (Bergkvist et al. 2011). I takt med att fler preparat godkänns efter omprövning, kommer fördelarna med att ansöka om ömsesidigt godkännande att öka. Ändamålsenligheten kommer att bli större, och på sikt kommer kanske tillgängligheten på preparat inom en och samma zon att jämnas ut. En annan sak i den nya förordningen som kan öppna möjligheter för Sverige är beslutet om så kallat ”utvidgat produktgodkännande för mindre användningsområden”, UPMA (Bergkvist et al. 2011). Det innebär att en produkt som redan är godkänd för ett användningsområde, kan utvidgas till att gälla även andra, mindre områden (Europaparlamentet 2009b). Till skillnad från dispenser som är mycket kortfristiga, kommer det utvidgade godkännandet att gälla så länge ämnet är registrerat för användning (Europaparlamentet 2009b; Bergkvist et al. 2011). Det nya förfarandet kommer troligtvis att bli en viktig del i många länders strategi för växtskyddsmedel, särskilt i länder som har en liten trädgårdsnäring och växtskyddsmedelsindustri.

Andelen verksamma ämnen registrerade av små företag i Sverige, jämfört med andra länder i EU, är stor och uppgår till 33 procent av det totala antalet ämnen registrerade av små företag i Europa (ECHA 2013b). Utvidgat produktgodkännande kan komma att kompensera för när tillverkare och importörer av preparat inte förmår ansöka om registrering i ett land,

eftersom marknaden anses vara för liten för att det ska vara lönsamt (Bergkvist et al. 2011). Nu heter det att Kemikalieinspektionen *ska* utvidga en produkts godkännande på begäran av odlarorganisationer eller yrkesanvändare, om användandet inte medför risker för människor, djur och miljö (Bergkvist et al. 2011). En av de klart begränsande faktorerna för systemet är att inte alla användningsområden faller under kategorin ”mindre”. Trots detta, har tillämpningen av utvidgat produktgodkännande redan blivit stor i Sverige. Främst är det branschorganisationer som LRF och GRO som varit drivande och fått till stånd över 60 beslut om utökat produktgodkännande för mindre grödor (Bergkvist et al. 2011).

3. Diskussion

I Sverige är fruktodlingen en mycket liten näring, arealen med äpple uppgår endast till 1500 hektar (Jordbruksverket 2011). I Belgien exempelvis, uppgår äppelodlingen till över 7000 hektar (Flandria 2012), detta trots att landytan är mer än tio gånger mindre än Sveriges. Fastän fruktodlingen i Sverige är liten, är behovet av växtskyddsmedel lika stort för svenska odlare som för andra. Idag är tillgängligheten på preparat ett måste för att skydda frukten från skadegörare och en av förutsättningarna för att odlare ska kunna producera förstklassiga livsmedel. Även om målet är att minimera användningen av bekämpningsmedel, samt vidta integrerade bekämpningsmedelåtgärder i så stor utsträckning som möjligt, kommer växtskyddsmedel sannolikt att fortsätta vara en del av fruktodlingen. Trycket från skadegörare är ingenting som kan väntas försvinna, dessutom upptäcks ideligen effekter som tyder på resistensutveckling hos skadegörare (Torneus 1997; Bengtsson & Witzgall 2000). Detta gör att behovet av växtskyddsmedel för en fruktproduktion av hög kvalitet, kemiska eller icke kemiska, kvarstår.

De senaste åren har förhållningssättet till bekämpningsmedel och användningen förknippad med dessa, gradvist förändrats. Myndigheter har satt upp en rad långsiktiga mål i syfte att minimera användningen av växtskyddsmedel samt dess påverkan på människors hälsa och miljö (Europaparlamentet 2009a). Allmänhetens medvetenhet om riskerna förknippade med användningen har också ökat drastiskt och idag torde alla aktörer i livsmedelskedjan vara överens om att en giftfri miljö bör eftersträvas. Även om målet i grund och botten är gemensamt, kvarstår det faktum att odlarens förhållningssätt till bekämpningsmedel, är en helt annan än konsumenters och myndigheters. För odlaren är det nödvändigt att skydda produktionen mot olika skadegörare med alla tillbuds stående medel. Bekämpningen kan vara

den avgörande åtgärden och skillnaden mellan en god skörd eller ingen alls. Dessutom har odlaren bara en chans att fatta rätt beslut, detta kommer att ligga till grund för hela årets inkomst och nästa års tillgångar. Myndigheter som beslutar om bekämpningsmedel, deras vara eller icke vara, är helt distanserade från produktionens svåra beslut. Kanske är den distanseringen ett måste, och även orsaken till att bekämpningsmedel dras in utan att effektiva alternativ finns odlaren till hands. Ömsesidig förståelse mellan odlare och beslutsfattare måste trots detta, eftersträvas.

Möjligheten att bekämpa några av de största skadegörarna i svenska äppelodlingar på ett sätt som är säkert för människor och miljö skulle vara positivt och bidra till att den integrerade bekämpningen i och med utgången av 2013 blir ändamålsenlig. Användningen av doftämnen, feromoner främst, är ett av alternativen till konventionella kemiska bekämpningsmedel som vunnit mer och mer mark, framförallt utomlands. Under 2002 exempelvis, behandlades 50 respektive 60 procent av äppelodlingen i Washington (USA) och Sydtyrolen (Italien) framgångsrikt med feromonförvirring, sammanlagt 57 000 hektar (Anderbrandt et al. 2005). Orsakerna till att feromonförvirring tillämpas på bredare front utomlands, jämfört med i Sverige, är flera. En faktor som kan spela in är att andra länder haft större och mer akuta problem förknippade med användningen av bredverkande insekticider, än vad Sverige haft. I södra Europa till exempel, medför det varma klimatet fler skadegörare samt en längre odlingsäsong med fler generationer. Detta har i sin tur lett till en tyngre bekämpningsmedelsanvändning med resistensutveckling hos flera viktiga skadegörare som följd (Bengtsson & Witzgall 2000). Många av preparaten som tidigare varit registrerade har dessutom försvunnit i och med EU:s omprövning (Bergkvist et al. 2011; European Commission 2009), vilket ytterligare försvårat kontrollen av skadegörare. Erfarenheterna i samband med resistensutvecklingen, tillsammans med bristen på preparat, har gjort alternativa strategier mycket viktiga. På grund av det instabila odlingsystem som kemiska bekämpningsmedel bidragit till, har odlare, företag och myndigheter känt sig motiverade att minska användningen till förmån för bland annat feromonförvirring. Detta har lett till ett försprång vad det gäller forskning, registrering och tillämpning. Växtskyddsmedelsföretag har tagit fram nya, mer kompletta feromonblandningar, men även utvecklat formulering och applicering av feromoner genom att snekla på USA.

En av förutsättningarna för användningen av feromoner och andra doftämnen i svenska fruktodlingar, är att de förmår konkurrera med kemiska bekämpningsmedel vad det gäller effektivitet och kostnad. Den kostsamma formuleringen och framställningen av syntetiskt

feromon var länge ett av argumenten mot bekämpningsmetoden (Baker 2008), men trots att priset sjunkit från 100 000 kronor per kilo, 1980, till 3000 kronor år 2000 (Bengtsson & Witzgall 2000), står argumentet fast. En anledning till detta kan vara att feromondispensrarna som används i Sverige är tidskrävande att sätta upp i odlingen (Agnello & Reissig 2007). En annan sak som bidrar till att feromonförvirring anses vara en dyr bekämpningsmetod, är att den sällan kan användas utan kompletterande kemiska åtgärder (Agelopoulos et al. 1999; Knight 2001; Brunner et al. 2002). Detta beror på att feromoner endast kan bekämpa låga populationstätheter av en skadegörare, men även på att rönnbärsmalen och andra vecklararter, ändå måste bekämpas kemiskt vissa år. Dessutom måste feromonerna finnas uppsatta i odlingen redan innan den första generationen svärmar (Baker 2008), något som bidrar till känslan av att betala i förskott- innan odlaren vet om det kommer bli angrepp eller inte. En del hävdar å andra sidan, att kostnaden för feromonförvirring kan kompenseras av inbesparade insatser mot sekundära skadegörare (Witzgall 2001; Witzgall, Kirsch & Cork 2010), exempelvis kvalster och löss.

Trots att inga negativa effekter på miljön har noterats i samband med användningen av doftämnen är registreringen av dem, både kostsam och komplicerad. Med Sveriges ringa fruktodlarareal, är det lätt att förstå varför inte fler växtskyddsföretag satsat på den marknaden. Det blir en osäker och olönsam satsning för företag att importera preparat till Sverige. För Sveriges del har detta lett till att endast ett doftämne, för feromonförvirring av äppelvecklaren, är tillåten (Kemikalieinspektionen 2008). Den passiva dispensern som är registrerad idag, är exakt samma produkt som godkändes första gången 2006 (Kemikalieinspektionen 2008). Att inte fler produkter registrerats för användning i Sverige sedan dess, bidrar till att svenska odlares erfarenheter av bekämpningsmetoden förblir begränsade. Andra länder har för länge sedan insett att den passiva dispenser som används i Sverige, inte är optimal för applicering av feromon i fruktodlingar. Säkert finns det nackdelar med alla dispenserstekniker som utvecklats för doftämnen och feromoner i övriga världen, men det är också så att nya produkter kommer med lösningar på några av problemen som tidigare varit förknippade med användningen. Det större utbudet av formuleringar gör även att utländska odlare kan välja det alternativ som de tror mest på, eller som passar odlingens utformning och mekaniseringsgrad bäst. Med den föråldrade appliceringsteknik som svenska odlare tvingas använda sig av vid feromonförvirring idag, är det förståeligt att bekämpningsmetoden inte vinner mer acceptans, utan fortfarande, anses vara opålitlig och oekonomisk.

För att minska växtskyddsfirmornas inflytande över vilka preparat som finns godkända i olika länder, och bidra till att fruktodlingen världen över konkurrerar på lika villkor, har mycket förändrats i och med EU:s senaste växtskyddsförordning, (EG) 1107/2009. Zonindelningen och möjligheten att ansöka om ömsesidigt godkännande för en produkt, tillsammans med bestämmelserna om utvidgat produktgodkännande för mindre användningsområden är några av nyheterna som kan komma att få stor betydelse. Ansvaret att säkra tillgången på växtskyddsmedel, kommer i och med den nya lagstiftningen, att ligga mer och mer på inhemska organisationer och företag nära produktionen. Nu blir det svenska odlarorganisationer och yrkesverksamma inom branschen som måste samarbeta och värna om fruktodlingen för att se till att en konkurrenskraftig produktion upprätthålls. Om den svenska fruktodlingen skulle försvinna på grund av att odlarna inte kan skydda sin produktion från skadegörare, skulle det få väldigt stora konsekvenser. Värdet av de svenska fruktodlingarna är mycket större än träden och frukten för sig, det handlar om ett kulturvärde, en sysselsättning som sätter prägel på en hel region.

Trots EU:s försök att undanröja alla hinder som är förknippade med handeln av bekämpningsmedel, medför de olika medlemsstaternas skyddsnivåer att utbudet av preparat skiljer sig åt (Bergkvist et al. 2011). Lagstiftningen leder till att kostnaden för växtskyddet, och i förlängningen produktionskostnaden för frukten, skiljer sig åt mellan odlare i olika länder (Tornéus 1986). Lättheten med vilken livsmedelsbutiker och grossister kan köpa och sälja frukt inom EU, får till följd att svenska produkter står under ständig prispress från importerade produkter som odlats till en lägre kostnad för odlaren. Utan en bekämpningsstrategi med effektiva preparat kommer lokalt odlad frukt aldrig att kunna konkurrera med importerade produkter. I förlängningen blir det en fråga om svensk fruktodling överhuvudtaget har en framtid, eller om Sverige, som med så mycket annat, ska låta ytterligare en industri fylld med anor och tradition, gå förlorad utomlands.

4. Slutsats

Användningen av feromoner för bekämpning av skadegörare i fruktodlingar är större utomlands än i Sverige. Det beror på att en stor del av forskningen kring feromoner varit förlagd till utlandet. Forskningen som bedrivits i ämnet har lett till värdefulla erfarenheter, samt att en del problem som tidigare varit förknippade med bekämpningsmetoden kunnat lösas. Vid första anblicken, ser siffrorna som visar hur stor yta som behandlas med feromon

internationellt, imponerande ut. Ändå är detta bara en bråkdel av den totala ytan av fruktodlingar i världen. Problem som odlare upptäckt i samband med feromonbehandling i Sverige, är i stort sett desamma som odlare i andra länder upplevt i samband med användningen. Det rör sig om en hög preparatkostnad jämfört med kemiska bekämpningsmedel (Witzgall 2001; Brunner et al. 2002), bristande effektivitet vid höga populationstätheter (Witzgall 2001; Knight 2001), risk för inflygning från intilliggande odlingar (Bengtsson et al. 2001; Agnello & Reissig 2007), samt bristande effektivitet vid användningen av passiva dispenser (Witzgall 2001). Flera av dessa problem är främst förknippade med doftämnenas natur, det vill säga sättet på vilket de är verksamma. Det är också anledningen till att problemen upplevs av odlare världen över.

Ett problem som odlare mer eller mindre lyckats lösa utomlands, men som svenska odlare fortfarande dras med, är själva appliceringen av feromoner. Den passiva dispenser som finns godkänd för användning i Sverige är opålitlig och tidskrävande, två faktorer som bidrar till att sänka odlares motivation att använda sig av feromoner, till förmån för kemiska bekämpningsmedel. I USA och övriga Europa har branschen utvecklat allt bättre appliceringstekniker, framförallt mot sprutbara formuleringar med konstant avgivningshastighet och smidigare applicering (Witzgall 2001). Att växtskyddsmedelsindustrin sedan lyckats få dessa nya produkter registrerade för användning, har starkt bidragit till den ökade tillämpningen av feromonbehandling i utlandet.

Registreringen av ett preparat eller ett nytt aktivt ämne för användning, är en långsam och kostsam process, vilken måste upprepas för varje land som produkten ska bli godkänd i. Dessutom godkänns produkten endast för en period om högst tio år (Europaparlamentet 1991; European Commission 2012). Ofta är det ett företag inom växtskyddsmedelsindustrin som bekostar registreringen av ett preparat, i hopp om att efterfrågan på produkten ska komma att bli stor. Om inkomsterna från försäljning av preparatet blir stora kommer kostnaden för registreringen av produkten att vara intjänad flera gånger om, innan det är dags för en nyregistrering av produkten. I Sverige och andra länder med liten fruktproduktion däremot, kanske kostnaden för registreringen av ett aktivt ämne inte kommer att betala sig, inom den tioårsperiod för vilken produkten är godkänd. Olönsamheten är därför, tillsammans med osäkerheten förknippade med användningen är därför, den största anledningen till att nya produkter, feromoner bland andra, inte registreras för användning i Sverige.

I och med den nya växtskyddsförordningen, (EC) 1107/2009, kommer det att bli enklare att registrera vissa växtskyddsmedel, där det verksamma ämnet anses vara av låg risk (Bergkvist et al. 2011). Andra, mycket giftiga preparat däremot, kommer utvärderas utifrån stupstockskriterier, vilka försvårar ämnets godkännande. Gemensamt för alla registreringar, oavsett ämne, blir möjligheten att ansöka om ömsesidigt godkännande, som underlättar produktens godkännande i flera länder. Hur stor betydelse användningen av feromoner kommer att få under de nya regelverken, är fortfarande oklart, och är till stor del beroende av om nya appliceringstekniker för feromoner registreras i Sverige eller inte. Detta är i sin tur beroende av i vilken utsträckning undantagsbestämmelserna i den nya lagstiftningen kommer att gälla för feromoner, samt hur krävande registreringsprocessen kommer att vara i fortsättningen.

5. Referenslista

- Agelopoulos N., Birkett M. A., Hick A. J., Hooper A. M., Pickett J. A., Pow E. M., Smart L. E., Smiley D. W. M., Wadhams L. J., Woodcock C. M. (1999) Exploiting semiochemicals in insect control. *Pesticide Science*, 55:225-35.
- Agnello A. M., Reissig H. (2007) Comparison of new pheromone dispensing technologies for mating disruption of internal-feeding Lepidoptera in apples. *New York Fruit Quarterly*, Vol 15(4).
- Anderbrant O., Bengtsson M., Högberg H-E., Lövestedt C., Norin T., Pettersson J., Schlyter F., Witzgall P. (2005) Feromoner och kairomoner för bekämpning av skadeinsekter. Slutrapport 1996-2005. Alnarp: Biosignal, Institutionen för växtvetenskap, SLU.
- Arvidsson S., Berglund T., Ehrenborg A., Ghiassi Tari P., Ledent S., Nordstedt M. (2012) *Nya dispenseringsstekniker för feromoner- för ett hållbart jordbruk*. Uppsala Universitet. Civilingenjörsprogrammet i molekylär bioteknik. Självständigt arbete i molekylär bioteknik VT 2012.
- Atterholt C. A., Delwiche M. J., Rice R. E., Krochta J. M. (1999) Controlled release of insect sex pheromones from paraffin and wax emulsions. *Journal of Controlled Release*, 57: 233-47.
- Baker T. C., Mafra-Neto A., Dittl T., Rice M. E. (1997) A novel controlled-release device for disrupting sex pheromone communication in moths. Technology transfer in mating disruption. *IOBC wprs Bulletin*, Vol 20(1), ss. 141-49.
- Baker T. C. (2008) Use of pheromones in IPM. I: Radcliffe E. B., Hutchison W. D., Cancelado R E. (red.), *Integrated Pest Management*. Cambridge: Cambridge University Press, ss.273-285.
- Bengtsson M., Witzgall P. (2000) Feromoner i äppleodlingen [Elektronisk]. *Fakta Trädgård*, 4. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktatradgard/pdf00/Tr.00-04.pdf> [2013-02-01].
- Bengtsson M., Bäckman A. C., Liblikas I., Ramirez M. I., Borg-Karlson A. K., Ansebo L., Anderson

- P., Löfqvist J., Witzgall P. (2001) Plant odor analysis of apple: antennal response of codling moth females to apple volatiles during phenological development. *J. Agric. Food Chem*, 49:3736–41.
- Bengtsson M., Jaastad G., Knudsen G., Kobro S., Bäckman A. C., Pettersson E., Witzgall P. (2005) Plant volatiles mediate attraction to host and non-host plant in apple fruit moth, *Argyresthia conjugella*. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 118:77-85.
- Bergkvist P., Emmerman A., Franzen M., Gustafsson G., Jahr K., Manduric S., Ragnarsson S., Söderberg T., Winter C. (2011) *Strategi för växtskyddsmedel- förslag till en arbetsmetod*. Jönköping: Jordbruksverket (Rapport 2011:38).
- Brunner J., Welter S., Calkins C., Hilton R., Beers E., Dunley J., Unruh T., Knight A., van Steenwyk R., van Buskirk P. (2002) Mating disruption of codling moth: a perspective from the Western United States. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. *IOBC wprs Bulletin*, Vol.25(9), ss.11-20.
- Butenandt, A., Beckmann, R., Stamm, D., Hecker, E. (1959) Über den Sexuallockstoff den Seidenspinners *Bombyx mori*. Reindarstellung und Konstitution. *Zeitschrift Fur Naturforschung*, 14b: 283-84.
- Cardé R. T., Haynes K. F. (2004) Structure of the pheromone communication channel in moths. I: R. T. Cardé, J. G. Millar (red), *Advances in Insect Chemical Ecology* [Elektronisk]. Cambridge: Cambridge University Press, ss. 283-332. Tillgänglig: http://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=066fX-jl_1wC&oi=fnd&pg=PA283&dq=Structure+of+the+pheromone+communication+channel+i+moths+card%C3%A9&ots=hvH6xeZwGI&sig=L6s-jRUYj9IPzZ7gHCsq2RVX5ls&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false [2013-02-01].
- Casagrande E. (2008) Use of sprayable pheromone formulations in Europe [Elektronisk]. I: Cross J., Brown M., Fitzgerald J., Fountain M., Yohalem D. (red.), Proceedings of the 7th international conference on integrated fruit production (ss. 341-343). Avignon, France 27-30 October. Tillgänglig: <https://w3.avignon.inra.fr/dspace/bitstream/2174/332/1/IFPAvignonIOBC2008.pdf#page=355> [2013-02-01].
- Cuthbertson, A. G. S., Murchie, A. K. (2005) European red spider mite- an environmental consequence of persistent chemical pesticide application. *Int. J. Environ. Sci. Tech*, 3:287-290.
- DuPont (2011) Steward. Bekämpning av vecklare i äpple och päron samt bekämpning av rapsbaggar i oljeväxter [Elektronisk]. Malmö: DuPont Sverige AB [Broschyr]. Tillgänglig: http://www2.dupont.com/Crop_Protection/sv_SE/assets/downloads/Diverse/Stewardbrochure_Sverige.pdf [2013-02-01].
- ECHA (2013-01-11a) Registration Statistics. All European Economic Area Countries [Elektronisk]. Tillgänglig: http://echa.europa.eu/documents/10162/5039569/registration_statistics_summary_en.pdf [2013-02-16].
- ECHA (2013-01-11b) Registration Statistics, Sweden [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://echa.europa.eu/documents/10162/29e9773f-0c90-468c-9b54-4883e6007705> [2013-02-16].
- Edland T. (1995) Integrated pest management (IPM) in fruit orchards. I: Hokkanen H. M. T., Lynch J. M (red.), *Biological Control: Benefits and Risks* [Elektronisk]. Cambridge: Cambridge

University Press, ss. 44-50. Tillgänglig:
http://www.google.se/books?hl=sv&lr=&id=DVPj17gfqDoC&oi=fnd&pg=PA53&dq=edland+1995+biological+control+benefits+and+risks&ots=VoE-vYCP87&sig=gqyBzwndyDUN0fDpyh_81FV9VGE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false [2013-02-17].

- EU Pesticides Database (2013) *Straight Chain Lepidopteran Pheromones*.
http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.detail [2013-02-08].
- Europaparlamentet (2009a) Europaparlamentets 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. Europeiska unionens officiella tidning, L 309, ss. 71-86.
- Europaparlamentet (2009b) Europaparlamentets och rådets förordning (EG) 1107/2009 av den 21 oktober 2009 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden och om upphävande av rådets direktiv 79/117/EEG och 91/414/EEG. Europeiska unionens officiella tidning, L309, ss. 1-50.
- Europaparlamentet (1991) Rådets direktiv av den 15 juli 1991 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden (91/414/EEC). Europeiska gemenskapernas officiella tidning, L 230, ss. 236-64.
- European Commission (2008) Guidance document on Mutual Recognition of Plant Protection Products under Council Directive 91/414/EEC. European Commission Health and Consumers Directorate General. Safety of the food chain- chemicals, contaminants, pesticides. (SANCO/00298/2006 rev 9b).
- European Commission (2009) *EU action on pesticides "our food has become greener"* [Elektronisk]. Bryssel: Directorate-General for Health and Consumers [Broschyr]. Tillgänglig:
http://ec.europa.eu/food/plant/plant_protection_products/eu_policy/docs/factsheet_pesticides_en.pdf [2013-02-15].
- European Commission (2011) Guidance document on work-sharing in the northern zone in the registration of plant protection products [Elektronisk]. Tillgänglig:
<http://www.kemi.se/Documents/Bekampningsmedel/Vaxtskyddsmedel/Northern%20Zone%20work-sharing%20guidance%20July%202011.pdf> [2012-02-16].
- European Commission (2012-11-13) *Health and Consumers- Plants*.
http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm [2013-02-15].
- European Commission (2013) Guidance document on zonal evaluation and mutual recognition under Regulation (EC) No 1107/2009. European Commission Health and Consumers Directorate General. Safety of the food chain- chemicals, contaminants, pesticides. (SANCO/13169/2010 rev 7).
- Europeiska Kommissionen (2011-11-17) *Sverige i EU*.
http://ec.europa.eu/sverige/eu_facts/sweden_in_eu/index_sv.htm [2013-02-15].
- Flandria (2012-07-26) *Lower apple and pear harvest for Europe and Belgium*.
<http://en.professional.mijnflandria.be/board/show/id/4581> [2013-02-16].
- Fontier H. (2011) Procedure for the approval of an a.s. under Regulation (EC) No1107/2009. *BfR Workshop Classification Pesticides*. Berlin: European Food Safety Authority (EFSA).
- Fytoweb (u.å.) Evaluation of active substances at EU level. Detailed procedure with Belgium involved as Rapporteur Member State (RMS) or co-RMS [Elektronisk]. Tillgänglig:

- <http://www.fytoweb.fgov.be/NL/doc/Evaluation%20of%20active%20substances.pdf> [2013-03-01]
- Heilig U., Delval P., Blum B. (2011) Registered biocontrol products and their use in Europe. I: Nicot P. C. (red.), *Classical and augmentative biological control against diseases and pests: critical status analysis and review of factors influencing their success*. France: IOBC/WPRS, ss. 34-41.
- Hughes W. O. H., Gailey D., Knapp J. J. (2002) Host location by adult and larval codling moth and the potential for its disruption by the application of kairomones. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106:147-53.
- Il'ichev A. L., Stelinski L. L., Williams D. G., Gut L. J. (2006) Sprayable microencapsulated sex pheromone formulation for mating disruption of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Australian peach and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 99(6), ss. 2048-54.
- ISCA Technologies (2009) *SPLAT Grease Gun Demonstration*.
<http://www.youtube.com/watch?v=BIrKj-hAXqc> [2013-02-15].
- ISCA Technologies (2012) *SPLAT (Specialized Pheromone & Lure Application Technology): Biologically inert matrix for the release of semiochemicals and/or pesticides*.
<http://iscatech.com/exec/SPLAT.html> [2013-02-15].
- Jaastad G., Bengtsson M., Anderson P., Kobro S., Knudsen G., Witzgall P. (2002) Sex pheromone of apple fruit moth *Argyresthia conjugella* (Lepidoptera: Argyresthiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 4:233-36.
- Jordbruksverket (2011-09-13) *Statistik för fruktodling*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/tradgardsodling/frukt/statistik.4.32b12c7f12940112a7c800020628.html> [2013-02-16].
- Jordbruksverket (2012-10-08) *Direktivet om hållbar användning av bekämpningsmedel*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/direktivetomhallbaranvandningavbekampningsmedel.4.4b2051c513030542a92800011188.html> [2013-01-28].
- Jordbruksverket (2013) Växtskyddsmedel i frukt 2012 [Elektronisk]. Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr69.pdf [2013-02-15]
- Jordbruksverket (u.å) *Skorv- och skadedjursprognosen. Rönnbärsmal Argresthia conjugella*.
<http://www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/skorvochskadedjursprognos.4.76ca33bb127af0b508c80003742.html> [2013-02-20]
- Jönsson J. Å. (2013) Kromatografi [Elektronisk]. I: Nationalencyklopedin. Tillgänglig:
<http://ne.se/lang/kromatografi> [2013-02-15]
- Kemikalieinspektionen (2008-11-13) *Preparatinformation- Kemiskt bkm, Isomate C Plus*.
<http://apps.kemi.se/bkmregoff/> [2013-02-08].
- Kemikalieinspektionen (u.å.) *Dispens bekämpningsmedel, Coragen 20 SC*
<http://apps.kemi.se/bkmregoff/> [2013-02-17].
- Kemikalieinspektionen (2012) *Preparatinformation- Kemiskt bkm, Steward 30 WG*.
<http://apps.kemi.se/bkmregoff/InfoPreparat.cfm?PrepID=3290&PrepVer=1> [2013-03-03].

- Knight A. L. (2002) Development of aerosol devices for management of codling moth and leafrollers. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. *IOBC wprs Bulletin*, Vol. 25(9), ss. 101-10.
- Knight A. L., Larsen T. E. (2004) Improved deposition and performance of a microencapsulated sex pheromone formulation for codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) with a low volume application. *J. Entomol. Soc. Brit. Columbia*, 101:79-86.
- Knight A. L., Larsen T. E., Ketner K. C. (2004) Rainfastness of a Microencapsulated Sex Pheromone Formulation for Codling Moth (Lepidoptera:Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(6), ss. 1987-92.
- Knudsen G. K., Bengtsson M., Kobro S., Jaastad G., Hofsvang T., Witzgall P. (2008) Discrepancy in laboratory and field attraction of apple fruit moth *Argyresthia conjugella* to host plant volatiles. *Physiological Entomology*, 33:1-6.
- Lacey, A. L., Shapiro-Ilan, D. I. (2008) Microbial Control of Insect Pests in Temperate Orchard Systems: Potential for Incorporation into IPM. *Ann. Rev. Entomol*, 53:121-44.
- Lehrman A. (2012) Workshop: Neonikotinoider- välsignelse eller hot? [Elektronisk]. *Växtskyddsnotiser*, 67:1-4. Institutionen för ekologi. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Tillgänglig: http://www.slu.se/PageFiles/103909/A_Lehrman_januari_2012.pdf [2013-02-15].
- Möller R. (2001-11-15) Insektsbekämpning: Perfekt parfym eller kemisk kärleksfälla [Elektronisk]. I: Nationalencyklopedin. Tillgänglig: http://www.ne.se/rep/insektsbekampning-perfekt-parfym-eller-kemisk-karleksfalla?i_h_word=perfekt+parfym+eller+kemisk [2013-02-15].
- Nordisk Alkali AB (u.å.) *Du-Dim 48 SC. Insektsmedel med specifik verkan på ägg och larver.* Tillgänglig: <http://www.nordiskalkali.se/du-dim-48-sc-3/> [2013-03-03].
- Nordlund D. A., Lewis W. J. (1975) Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol*, Vol. 2(2), ss. 211-20.
- OECD (2002) *Guidance for registration requirements for pheromones and other semiochemicals used for arthropod pest control* [Elektronisk]. OECD Dossier Guidance- Pheromones and Semiochemicals. Tillgänglig: <http://www.oecd.org/env/ehs/pesticides-biocides/2507268.pdf> [2013-02-15].
- Pacific Biocontrol Corporation (u.å.) *What are pheromones?* http://www.pacificbiocontrol.com/Pacific_Biocontrol_Corporation/What_Are_Pheromones.html [2013-02-08].
- Pettersson, M-L., Åkesson, I. (2011) Trädgårdens växtskydd. Stockholm: Natur & Kultur.
- RIMpro (u.å.) *RIMpro- Cydia.* http://www.biofruitadvies.nl/rimpro/rimpro_cydia_e.htm [2013-02-17].
- Sjöberg, P. (2009) *Inventering av vecklare i svenska äppelodlingar.* Sveriges lantbruksuniversitet. Hortonomprogrammet. Självständigt arbete vid LTJ fakulteten.
- Sjöberg P., Hillbur Y. (2010) Bekämpning av vecklare i kommersiell äppelodling [Elektronisk]. *LTJ-fakultetens faktablad*, 4. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/4938/1/sjoberg_e_al_100908.pdf [2013-02-17].
- Skorv- och skadedjursprognosen (2012-06-22) *Bekämpningstidpunkt för äppelvecklare.* <http://www.fruitweb.se/gem/aktuellt.aspx> [2013-02-17].

- Speiser B., Tamm L., Bale J., Fjelsted A., Hokkanen H., Menzler-Hokkanen I., Kuhlmann U., Strasser U., Strauch O., Ehlers R. U. (2008) Facilitating the registration of biocontrol organisms, plant extracts and semiochemicals in Europe. I: Sixteenth IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy 16-20 June.
- Sperens U. (1997) Fruit production in *Sorbus aucuparia* L. (Rosaceae) and pre-dispersal seed predation by the apple fruit moth (*Argyresthia conjugella* Zell.). *Oecologia*, 110:368-73.
- Stelinski L. L., McGhee P., Haas M., Il'ichev A. L., Gut L. J. (2007a) Sprayable microencapsulated sex pheromone formulations for mating disruption of four tortricid species: effects of application height, rate, frequency, and sticker adjuvant. *J. Econ. Entomol.* Vol.100(4), ss.1360-69.
- Stelinski L. L., Miller J. R., Ledebuhr R., Siegert P., Gut L. J. (2007b) Season-long mating disruption of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) by one machine application of pheromone in wax drops (SPLAT-OFM). *J. Pest. Sci.*, 80:109-17.
- Svenskt Sigill (2012-09-12). *Om svenskt sigill, vår historia*. <http://www.svensksigill.se/Vad-vi-vill/Intressenter/Var-historia/> [2012-09-29].
- Svensson J., Å. (2012) *Information om växtodling och växtskydd* [Elektronisk]. Malmö: DuPont Sverige AB. (DuPont Agro) [Broschyr]. Tillgänglig: http://www2.dupont.com/Crop_Protection/sv_SE/assets/downloads/Agro_S_2012_web.pdf [2013-03-01].
- Sveriges Riksdag (1998) Förordning (1998:940) om avgifter för prövning och tillsyn enligt miljöbalken. Stockholm: Sveriges Riksdag. (SFS 1998:940).
- Tornéus C. (1986) Äppelodling - integrerad bekämpning. Försök med integrerad skadedjursbekämpning i äppelodling i södra Sverige 1973-79 [Elektronisk]. *Info rapporter, Trädgård*, 298. SLU, Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/slu_info_rapp_tradg/IRT298/IRT298.HTM [2013-02-15].
- Tornéus C. (1997) Växtskydd i integrerad produktion av svensk frukt [Elektronisk]. *Växtskyddsnotiser*, 2. Institutionen för entomologi. SLU, Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig: <http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/vaxtskyddsnotiser/VSN97-2/VSN97-2C.HTM> [2013-02-15].
- Trapman M., Helsen H., Polfliet M. (2008) Development of a dynamic population model as a decision support system for Codling Moth (*Cydia pomonella* L.) management. I: Cross J., Brown M., Fitzgerald J., Fountain M., Yohalem D. (red.) Proceedings of the 7th international conference on integrated fruit production. Avignon, France 27-30 October.
- Trimble R. M., Pree D. J., Barszcz E. S., Carter N. J. (2004) Comparison of a sprayable pheromone formulation and two hand-applied pheromone dispensers for use in the integrated control of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, Vol.97(2), ss.482-89.
- Trona F., Anfora G., Baldessari., Mazzoni V., Casagrande E., Ioriatti C., Angeli G. (2009) Mating disruption of codling moth with a continuous adhesive tape carrying high densities of pheromone dispensers. *Bulletin of Insectology*, 62(1), ss.7-13.
- Vectorfog (u.å.) *What is ULV?* <http://www.vectorfog.com/what-is-ulv/> [2013-02-08].
- Wearing C. H., Hutchins R. F. N. (1973) α -farnesene, a naturally occurring ovipositioning stimulant for the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *J. Insect Physiol.*, 19:1251-56.

- Weddle P. W., Welter S. C., Thomson D. (2009) History of IPM in California pears- 50 years of pesticide use and the transition to biologically intensive IPM. *Pest. Manag. Sci*, 65:1287-92.
- Williams J. C. (2011) New EU pesticide legislation- the view of a manufacturer [Elektronisk]. *Aspects of Applied Biology 106, Crop Protection in Southern Britain*. Tillgänglig: http://www.sipr.ac.uk/CPNB/Index_and_Proceedings_2012.pdf#page=16 [2013-02-08].
- Witzgall P. (2001) Pheromones- future techniques for insect control. Pheromones for insect control in orchards and vineyards. *IOBC wprs Bulletin*, Vol.24(2), ss.114-22.
- Witzgall P., Bäckman A. C., Bengtsson M. (2001) Feromonfällor- ett effektivt verktyg för prognos av rönnbärsmalen i äppelodlingar [Elektronisk]. *Växtskyddsnotiser*, 3-4:43-6. Institutionen för entomologi. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Tillgänglig: http://www.slu.se/Documents/externwebben/nl-fak/ekologi/V%c3%a4xtskyddsnotiser/2001_65_3-4.pdf [2013-02-08].
- Witzgall P., Kirsch P., Cork A. (2010) Sex pheromones and Their Impact on Pest Management. *J Chem Ecol*, 36:80-100.
- Åkerberg C. (1998) Rönnbärsmal i ekologisk äppelodling- biologi och samlat vetande [Elektronisk]. *Jordbruksinformation*, 10. Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN98-10/JIN98-10.HTM> [2013-02-08].