

Marie Bengtsson • Peter Witzgall

## Feromoner i äppleodlingen

- Äpplevecklaren gör mycket stor skada i äpple- och päronodlingar världen över. Resistensproblem med kemiska bekämpningsmedel och konsumenternas oro för att frukten ska vara giftig har skyndat på utvecklingen av biologiska metoder mot denna fjärilsarts härjningar.
- Fjärilshonorna lockar hanar med s.k. sexualferomoner inför parningen. Konstgjort feromon kan utnyttjas i bekämpningssyfte för att förvirra hanarna så att parningen uteblir.
- Hittills har en blandning av tre ämnen använts för att förvirra hanarna i fält, men nu har en ny och mer effektiv blandning av syntetiska feromoner framställts.
- Genom att blanda in feromoner från andra fruktskadegörare, t.ex. från blad- och knoppvecklare samt rönnbärsmal, skulle dessa kunna kontrolleras samtidigt.
- Med syntetiska äppleoftämnen ska man i framtiden kunna fanga och oskadliggöra även redan parade honor.
- Feromoner kan också användas i prognossyfte för att bestämma lämplig tidpunkt för eventuella kemiska behandlingar.

Foto: Peter Witzgall

*Sexualferomoner avges av bland annat fjärilshonor för att locka till sig hanar inför parningen. Hanar av äpplevecklaren kan förvirras med syntetiska feromoner, så att parningen uteblir. På bilden ses en feromonfördelare fäst i en äpplegren.*



**A**pplevecklaren, *Cydia pomonella*, är den svåraste skadegöraren i äpple- och päronodlingar. Insekticider för ca 500 miljoner kronor används årligen vid bekämpning av denna fjäril, vilket gör den till en av de tio värsta skadeinsekterna i världen!

Man använder framför allt ospecifika insekticider. Även de naturliga fienderna slås då ut, och man har noterat stora resistensproblem, se faktaruta 1.

#### FAKTARUTA 1

### En ond cirkel

Idag används framför allt ospecifika och mycket giftiga organofosfater, t.ex. Gusathion, mot fruktskadeinsekter. Ur bekämpningssynpunkt är den största nackdelen med dessa preparat att de också slår ut skadegörarnas naturliga fiender, som annars håller efter bl.a. äpplevecklarens ägg och larver. På så sätt uppkommer angrepp av nya skadegörare t.ex. kvalster, löss, flyn och andra bladvecklare, som alla i sin tur kräver ytterligare bekämpningsinsatser. En ond cirkel skapas.

Äpplevecklaren har efterhand blivit resistent mot de flesta insekticider som har använts. I Frankrike och Spanien har äpplevecklarna nu utvecklat en sådan resistensnivå att odlingarna måste besprutas upp till femton gånger per säsong med pyretroider och organofosfater. Det innebär en besprutning i veckan!

Registreringen av insekticider kommer att bli allt svårare i framtiden. I USA eftersträvas ett förbud av organofosfater. I många EU-medlemsstater är organofosfater inte längre tillåtna inom den s.k. integrerade produktionen, en odlingsform där all bekämpning noggrant övervägs. Även användning av mer specifika och mindre giftiga preparat, som t.ex. kitinsyntesinhibitorer, kommer att begränsas.

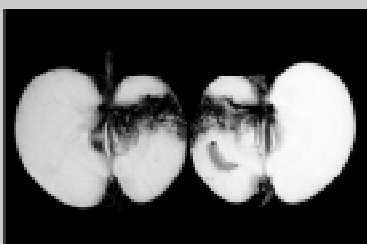


Foto: Theo Wildbolz

Oron ökar i konsumentledet över användningen av giftiga ämnen inom livsmedelsproduktionen, och efterfrågan på frukt odlad utan kemisk bekämpning ökar stadigt. Det är alltså mycket angeläget att utveckla nya, biologiska bekämpningsmetoder, varav de feromonbaserade är mycket lovande.

### Ämne som utlöser beteende

Ett feromon är en substans som avges från en individ och som utlöser en beteendereaktion hos en annan individ av samma art.

Det finns olika typer av feromoner. De substanser, som insekthonan avger för att locka till sig hanar inför parningen, kallas för sexualferomoner. Det är oftast en blandning av olika komponenter, specifik för varje art.

Honorna producerar feromonet i en körtel på bakkroppen i mycket små mängder (miljarddels gram). Feromonet avges sedan under högst ett par timmar, oftast i skymningen. Hanarna uppfattar honsubstanserna med sina antenner. Eftersom feromonet bärs med vinden, flyger hanen mot vinden så länge han känner doften. På så sätt lokaliserar han honan.

### Feromoner och attrahenter

Ett feromon består ofta av flera olika substanser: huvudkomponent och synergister, dvs. ämnen som förstärker effekten av huvudkomponenten. För att ta reda på vilka ämnen som är inblandade, identifierar man först alla honsubstanser.

Genom att använda en insektsantenn från en hane som detektor, kan man identifiera de aktiva substanser som honorna producerar i mycket små mängder (figur 1). Därefter kontrollerar man dessa ämnens verkan på hanarnas beteende.

Enbart substanser som avges från honan och som hanen reagerar på är en del av artens sexualferomon. Substanser som lockar hanar, men som inte har identifierats från honkörteln kallas för attrahenter. Attrahenter är för det mesta mindre effektiva än feromoner.

### Förvirrade hanar når inte fram

För att få en giftfri bekämpning kan den s.k. förvirringsmetoden användas. Genom att sprida ut syntetiskt framställt feromon jämnt inom en odling, kan hanarna inte längre hitta sina honor och parning kan inte ske. En stor fördel med metoden är att rov-insekter och parasiter inte påverkas.

1998 användes förvirringsmetoden mot äpplevecklaren på ca 50 000 hektar i USA, Italien, Sydafrika och Argentina. Arealen utökades ytterligare under 1999.

Vid förvirring avges syntetiskt feromon från 300 till 1 000 s.k. dispenser eller feromonfördelare per hektar. Fördelarna, oftast i form av små plastrep, sätts fast för hand i trädens grenar i början av säsongen. Fördelare för förvirring innehåller upp till 100 mg feromon, dvs. mängder motsvarande 1 000 honor.

### Effektivare feromonblandning

Priset för syntetiskt äpplevecklareferomon har sjunkit drastiskt från 100 000 kronor per kilo under början av 1980-talet till dagens 3 000. Feromonfördelare för ett hektar kostar cirka 1 000 kronor.

Problemet är att de idag kommersiellt tillgängliga feromonfördelarna endast kan kontrollera äpplevecklaren vid låga populationstätheter och



**FIGUR 1. GC-EAG-metoden. En avklippt insektsantenn placeras mellan två elektroder. Gaskromatografiskt (GC) separeras de olika ämnena, som finns i ett extrakt av honans feromonkörtel. Ämnena träffar antennen ett efter ett. En biologiskt aktiv komponent orsakar en svag elektrisk spänningsförändring i antennen. Detta registreras som ett utslag på EAG-kurvan (elektroantennogram).**

inom isolerade fruktodlingar. Dagens feromonblandning är inte tillräckligt effektiv, dvs. den efterliknar inte hondoften bra nog. När tillräckligt många insekter finns i odlingen kommer många hanar att hitta fram till honor och para sig, trots feromonbehandlingen. Oacceptabla skördebortfall blir då följden. För flera andra fjärilsarter, t.ex. skadegörare på bomull, vin och persikor/nectariner, fungerar förvirringsmetoden dock utmärkt.

### Bättre spridningsmetoder

Flera multinationella företag arbetar nu intensivt på en förbättring, också vad gäller spridningen av feromonerna. Feromonfördelarna ska avge tillräckligt stora mängder feromon under insektens hela flygperiod. Samtidigt ska de innehålla så lite feromon som möjligt för att kostnaden ska minimeras.

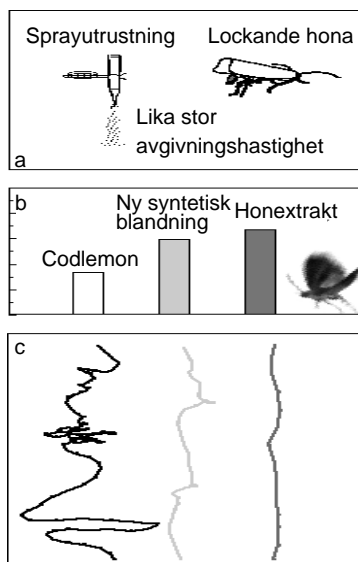
Den mest använda fördelartypen består av ett plastrep fyllt med feromon. Detta material ger en jämn avgivning av feromonet över en lång tid. De flesta typer av fördelare sätts ut för hand, men sprutbara tekniker är nu under utveckling.

### SLU och KTH samarbetar

Vi strävar efter att förvirringsmetoden med feromoner ska bli en säker och kostnadseffektiv teknik för bekämpning av äpplevecklaren och andra fjärilsarter som gör skada i äpple- och päronodlingar. För att uppnå detta har vi optimerat den sammansättning av substanser, som idag används mot äpplevecklaren. Vi arbetar dessutom med att inbegripa ett skydd mot övriga viktiga skadegörare inom fruktodlingen. Detta görs i ett MISTRA-finansierat samarbete med Kungliga tekniska högskolan i Stockholm.

### Optimerad blandning för förvirring

Äpplevecklarhonan avger en blandning av ett dussintal komponenter från feromonkörteln. En syntetisk huvudkomponent, codlemon, kan ensam vara tillräcklig för att locka hanar. Men genom att blanda in s.k. synergistiska komponenter, ökar man ofta kraftigt hanarnas svar, även om man använder en mycket mindre dos.



**FIGUR 2a.** *Sprayutrustningen gör det möjligt att direkt jämföra feromonextrakt från honor med syntetiska substanser. Se även bilden till höger:*

**FIGUR 2b.** *Antal äpplevecklarhanar som landar vid källan med enbart codlemon (huvudkomponenten i syntetiskt feromon), den nya syntetiska blandningen respektive med honextrakt. Mängden codlemon som avges per tidsenhet är konstant i alla tre fallen.*

**FIGUR 2c.** *Videoupptagning av hanarnas motvindsflykt mot codlemon, honextrakt respektive den nya syntetiska blandningen.*

Idag används tre feromonkomponenter i fördelaren – codlemon, dodekanol och tetradekanol. Vi har visat att hanarna kan urskilja honornas doftsignaler från de syntetiska feromonerna i fördelarna, även om de sistnämnda avger tusen gånger mer feromon än honorna! Detta tolkade vi som att ytterligare ett antal av honans substanser är feromonsynergister.

### Ytterligare tre substanser

Utöver de tidigare kända synergisterna, har vi nu identifierat ytterligare tre substanser. Dessa utgör, tillsammans med de tre tidigare använda, vår nya syntetiska blandning.

I vindtunnelförsök får hanarna flyga mot vinden lockade av syntetiska feromoner eller äkta dofter från en hona. I en sprayutrustning sprutas feromonblandningen ut med exakt hastighet. På så sätt har vi kunnat jämföra extrakt gjorda på honans feromonkörtel med syntetiska substanser, se figur 2a.

### Rakare flykt med nya blandningen

Hanar fick flyga i motvind i en vindtunnel mot honextrakt respektive mot en lösning med samma mängd codlemon. Resultaten visar entydigt att äpplevecklarens feromon innehåller ytterligare komponenter (figur 2b). I figuren jämförs honextrakt med codlemon i termer av hur många hanar som når källan.

Hanarna flyger mycket snabbare och rakare mot honor än mot codlemon,

se figur 2c. Den nya feromonblandningen gör flykten mer lik den mot honorna.

Den praktiska utprovningen av den nya feromonblandningen görs i samarbete med två företag och odlarorganisationer i USA och Argentina. Blandningen har nyligen patenterats av Pheronet, se faktaruta 2 på nästa sida.

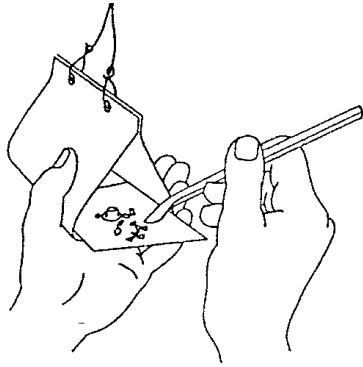
### Samtidig kontroll av andra skadegörare

För att samtidigt kontrollera alla de vanligaste skadegörarna i äppleodlingar skulle man kunna blanda feromoner från dessa i ett blandpreparat. Vi har nu identifierat feromonsammansättningen hos fem av de viktigaste blad- och knoppvecklarna, dvs. *Hedya nubiferana*, *Pandermis heparana*, *Archips podana*, *Archips rosana* och *Spilota ocellana*.

De nyidentifierade komponenterna har testats i fält och ska inkorporeras i förvirringsmetoden mot äpplevecklaren. Vi har också inlett studier av rönnbärsmalen (*Argyresthia conjugella*), som kan leda till ett ännu mer komplett skydd för äppleodlingarna.

### Syntetisk äppledoft lockar parade honor

Inflygning av parade honor i fruktodlingen påverkas inte av feromonbehandlingen. En möjlig väg är att använda syntetisk äppledoft för att fanga äggläggande honor. Massfångst av hanar är inte effektivt som bekämpningsmetod, eftersom en enda in-



**FIGUR 3. Prognosfälla med feromon. De fångade hanarna räknas, så att skadetrycket i odlingen kan bedömas.**

sektshane kan para sig med många honor. En högattraktiv honfälla, eventuellt med tillsats av en insekticid, skulle däremot kunna massfånga honorna. Det skulle kunna bli ett mycket bra komplement till förvirringstekniken mot hanarna.

Vi har identifierat ett hundratal flyktiga doftämnen från äpple av olika sorter och i olika utvecklingsstadier. Från åtta av dem har vi kunnat konstatera svar från honans antenner. Vidare studier kommer nu att utföras i fält och i vindtunnel.

### Feromoner i prognosyfte

Feromonfällor för prognos lockar skadeinsektshanar till ett syntetiskt framställt bete. Hanarna fastnar på en klisterbotten, där de kan räknas, se figur 3.

Användning av feromonfällor är idag en väletablerad metod och en del av bekämpningen av skadeinsekter i frukt- och vinodlingar världen runt. De är mycket effektiva redskap för att upptäcka förekomsten av fjärilssarter och för att registrera flygperiodens förlopp. Genom att bestämma den optimala tidpunkten blir insekticidinsatserna effektivare och säkrare. I vissa fall är det till och med möjligt att helt låta bli att bespruta.

## Feromonkvalitet eftersträvas

Idag finns prognosfällor att köpa för i stort sett alla ekonomiskt betydande skadegörare tillhörande fjärilssläktet. Ett problem har dock visat sig vara att tillförlitligheten varierar. Insektshanen är ytterst känslig för det artegna feromonet. Mycket små mängder föroreningar i de syntetiskt framställda feromonsubstanserna, kan göra betet helt oattraktivt eller resultera i att det lockar andra arter.

Inom ramarna för vårt MISTRA projekt "Bekämpning av fruktskadegörare med feromoner" har vi grundat Pheronet. Det är en internationell sammanslutning av feromonforskare med SLU i Alnarp som administrativ bas. Verksamheten inbegriper utveckling, kvalitetskontroll och distribution av egna prognosfällor.

Pheronet har som enda distributör tagit på sig uppgiften att certifiera de syntetiska substanser som används i fällorna. Först efter godkänt fälttest får feromonet ett certifieringsnummer. Odlaren garanteras att just den syntetiska substans som finns i fällan är testad för målsekten. Han eller hon garanteras också ett bete med samma substans i samma mängd året därpå.

Idag tillhandahåller Pheronet prognosfällor för ett trettiotal fjärilssarter, men utvecklingsarbete pågår kontinuerligt och nya arter och även nya familjer av skadeinsekter tillkommer.

En fullständig lista över alla nu kända fjärilsferomoner har sammanställts av professor Heinrich Arn och hans medarbetare och finns tillgänglig på webben, se litteraturlistan.

### Litteratur och webbtips

- Bengtsson M., Witzgall P. 1999. Användning av sexualferomon som varnings- respektive förvirringsmetod. *Faktablad om växtskydd, Trädgård 178 T*.
- Feromoner och kairomoner för bekämpning av skadeinsekter. Ett MISTRA-finansierat forskningsprogram. *Årsrapport 1997*.
- Feromoner och kairomoner för bekämpning av skadeinsekter. Ett MISTRA-finansierat forskningsprogram. *Årsrapport 1998*.
- Ridgway, R. L., Silverstein, R. M., and Inscoc, M. N. 1990. *Behavior-modifying chemicals for insect management: applications of pheromones and other attractants*. Marcel Dekker, New York.
- Witzgall P., Arn H. 1997. Technology Transfer in Mating Disruption. *IOBC wprs Bulletin Vol. 20(1)*, Montfavet. <http://phero.net/iobc/montpellier>
- Witzgall P., Gustafsson S., Bengtsson M. 1999. Feromonbekämpning mot äpplevecklaren vinner mark. *Frukt och bärödling 41(3)*, 16-19
- Phero.Net, Pherolist, IOBC/WPRS Working Group. *Use of pheromones and other semiochemicals in Integrated Control*. <http://www.pherolist.slu.se>

### Ämnesord

Feromoner, förvirringsmetod, äpplevecklaren, fruktskadegörare, feromonprognos, feromonfälla



FD Marie Bengtsson är docent vid SLU, institutionen för växtskyddsvetenskap, avdelningen för kemisk ekologi, Box 44, 230 53 Alnarp. Telefon: 040-41 53 08. Fax: 040-46 21 66. E-post: Marie.Bengtsson@vsv.slu.se

FD Peter Witzgall är docent vid samma avdelning. Telefon: 040-41 53 07. E-post: Peter.Witzgall@vsv.slu.se

Ansvarig utgivare:  
Redaktör:

Britta Fagerberg, SLU, JLT-fakulteten, Box 7070, 750 07 Uppsala  
Nora Adelsköld, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 Uppsala  
Telefon: 018-67 17 07 • Telefax: 018-67 35 20  
E-post: Nora.Adelskold@info.slu.se

Internet:  
Prenumeration och lösnummer:

[www.slu.se/forskning/fakta.html](http://www.slu.se/forskning/fakta.html)  
SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala  
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54/67 35 00  
E-post: Inger.Blomstedt@service.slu.se

Prenumerationspris:  
Tryck:

140 kronor + moms  
SLU Reproenheten, Uppsala, 2000  
ISSN 0280-7157 © SLU

