



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

EPOK – Centrum för ekologisk produktion
och konsumtion

Förstärkt växtskydd med blommande växter

– i grönsaks- och fruktodling



EPOK

**Förstärkt växtskydd med blommande växter
– i grönsaks- och fruktodling**

Publiceringsår: 2017, Uppsala

Författare: Ulf Nilsson¹, Mario Porcel², Weronika Swiergiel² & Maria Wivstad³

¹Inst. för ekologi, SLU ²Inst. för växtskyddsbiologi, SLU ³EPOK, SLU

Översättning och bearbetning: Elisabeth Ögren & Birgitta Rämert

Utgivare: SLU, EPOK – Centrum för ekologisk produktion och konsumtion

Layout och textredigering: Karin Ullvén

Omslagsfoto: Guido Gerding /Wikimedia Commons

Tryckeri:

Font: Akzidenz Grotesk & Bembo

ISBN 978-91-576-9534-5

© SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Förord

I dag finns ett stort intresse bland odlare och rådgivare för biologiska växtskyddsmetoder, speciellt i grönsaks- och fruktodling. Syftet med denna rapport är att förmedla resultat från aktuell forskning som studerat olika metoder för att förbättra biologisk bekämpning genom att gynna olika skadegörarens naturliga fiender. Rapporten är en kortad och översatt version av en kunskapssyntes utgiven av EPOK 2016: "Habitat manipulation – as a pest management tool in vegetable and fruit cropping systems, with focus on insects and mites", författad av Ulf Nilsson, Mario Porcel, Weronika Świergiel och Maria Wivstad. Jordbruksverket har ansvarat för översättning och textbearbetning som gjorts av Birgitta Rämert och Elisabeth Ögren. Rapporten innehåller även ett

tillägg med bilder från svenska odlingar. Merparten av bilderna är från gårdar som medverkar i Jordbruksverkets utvecklingsprojekt "Biodiversitet i frilandsodling" som startade 2015. Elisabeth Ögren och Johan Ascard, Jordbruksverket, har skrivit bildtexterna i det avsnittet.

Med denna kortare rapport vill vi göra materialet från kunskapssyntesen mer lättillgängligt och inspirera till att utveckla biologiska bekämpningsmetoder i praktisk odling.

Uppsala, oktober 2017

Maria Wivstad
Föreståndare,
EPOK

Elisabeth Ögren
Rådgivare,
Jordbruksverket



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden



Innehåll

FÖRORD.....	3
DEL I	
Betydelsen av naturlig biologisk mångfald.....	5
Faktorer som påverkar resultatet	7
Habitatmanipulering med en mångfald av växter	9
DEL II	
Nyckelskadegörare och naturliga fienden i grönsaksodling	14
DEL III	
Habitatmanipulering i äppelodlingar	20
DEL IV	
Några svenska exempel	26
GENERELLA SLUTSATSER	32
REFERENSER.....	35



Betydelsen av naturlig biologisk bekämpning

Naturliga fiender spelar en mycket viktig roll för att kontrollera insekter i lantbruks- och trädgårdsgrödor. Det ekonomiska värdet av deras insatser beräknas globalt sett till drygt 400 miljarder amerikanska dollar per år¹. Trots detta har betydelsen av de naturliga fiendernas insatser för att reglera skadegörare försumrats under de senaste femtio åren.

Habitatmanipulering

Naturliga fiender kan vara allt från mikroskopiska organismer som insektspatogena svampar och nematoder, insekter och spindeldjur, men också fåglar, groddjur samt däggdjur. Med begreppet habitatmanipulering menas att förbättra de naturliga fiendernas livsmiljöer (habitat) genom att öka mångfalden av grödor i odlingssystemen och på så sätt motverka de negativa effekter som lantbruket orsakar. Det slutliga målet med habi-

tatmanipulering är att förbättra den biologiska bekämpningen av skadegörare. De medel som behövs för att göra det sammanfattas i begreppet SNAP som är en förkortning av orden Skydd, Nektar, Alternativ föda och Pollen.

Habitatmanipulering kan genomföras på olika nivåer – från fältnivå till gårdsnivå och landskapsnivå². För att det ska lyckas måste de resurser som sätts in för att gynna de naturliga fienderna finnas tillgängliga när de behövs som bäst och där de är lätta att nå.

SNAP är en förkortning av orden Skydd, Nektar, Alternativ föda och Pollen.

FOTO: ELISABETH ÖGREN

Olika typer av biologisk bekämpning

Vanligtvis syftar biologisk bekämpning till att reglera skadegörare till en nivå under det ekonomiska tröskelvärdet. Strävan är alltså inte total utrotning. Genom att tillåta en mindre population av skadegörare eller andra insekter i grödan är det möjligt att säkerställa att det finns byten för de naturliga fienderna under odlingssäsongen. Därmed ökar möjligheten att de naturliga fienderna stannar kvar i fältet.

Det finns tre olika typer av biologisk bekämpning; klassisk, förstärkande och bevarande biologisk bekämpning.

Klassisk biologisk bekämpning

Dagens globala handel med levande växter har resulterat i att oönskade skadedjur kommit till regioner där de inte funnits tidigare. Där saknas ofta skadedjurets naturliga fiender och de befintliga predatorerna och parasitoiderna är inte tillräckligt effektiva. Genom att introducera naturliga fiender från skadedjurens egna geografiska område kan det gå att uppnå en tillräcklig kontroll av skadedjuren. Förhoppningen är att de introducerade naturliga fienderna ska föröka sig och att det ska leda till en långsiktig etablering³.

Förstärkande biologisk bekämpning

När en stor mängd naturliga fiender används för att få en knockout-effekt kallas det för förstärkande biologisk bekämpning³. Det kan ske genom att exempelvis köpa in naturliga fiender till en växthusodling eller genom att flytta delar av grenar med mycket rovkalster i en fruktodling.

Bevarande biologisk bekämpning

Habitatmanipulering är en del av begreppet CBC som är den engelska förkortningen av Conservation Biological Control och betyder bevarande biologisk bekämpning. CBC är en strategi inom biologisk bekämpning som syftar



NYCKELPIGA PÅ KÅL. FOTO: ULF NILSSON

till att förbättra betingelserna för de naturliga fiender som redan finns i jordbrukslandskapet³, och på så sätt stärka kontrollen av skadegörare i grödan. Det går att uppnå genom att skydda de naturliga fienderna under speciellt känsliga utvecklingsstadier från skador orsakade av till exempel jordbearbetning och växtskyddsmedel mot insekter. Syftet är att aktivt förbättra de naturliga fiendernas habitat (livsmiljöer) och därmed etablera dem i tillräckligt stort antal för att hålla nere skadegörare under det ekonomiska tröskelvärdet.

Sammanfattning

- Naturlig biologisk bekämpning är en viktig ekosystemtjänst med ett globalt ekonomiskt värde på över 400 miljarder amerikanska dollar.
- Biologisk bekämpning innebär att levande organismer används för att kontrollera skadedjur och sjukdomar.

Faktorer som påverkar resultatet



FOTO: ©ISTOCK.COM

Jordbruksmetoder

Det moderna lantbruket har vanligtvis en låg grad av biodiversitet (biologisk mångfald) som dessutom störs regelbundet av olika jordbruksmetoder. Det gör miljön ogästvänlig för naturliga fiender. Biodiversiteten har minskat snabbt under det senaste århundradet och det är vanligt att bara odla ett fåtal grödor och då som monokulturer. Kemisk bekämpning lämnar kvar bara ett fåtal blommande plantor som kan producera nektar och pollen till naturliga fiender. Jordbearbetning som plöjning och harvning kan störa möjligheten till utveckling för naturliga fiender.

Landskapet

Hur resultatet av biologisk bekämpning blir är förknippat med hur landskapet runt omkring ser ut^{4,5}. Strävan efter stora lättskötta fält har lett till minskad komplexitet med färre örter, buskar och träd i fältkanterna. Det är viktiga boplatser

och övervintringsställen som förlorats för många naturliga fiender. På landskapsnivå har förlusten av naturliga habitat som våtmarker, ängar och betesmarker drastiskt ändrat levnadsvillkoren för fåglar, däggdjur och ryggradslösa djur. Ett mer komplext landskap kan i större utsträckning förse naturliga fiender med resurser som övervintringsställen, bytesdjur och växtbaserad föda. Ett komplext landskap kan på så sätt upprätthålla en större mängd och mångfald av arter än enklare landskapstyper⁶. Naturliga fiender kan röra sig från det komplexa landskapet in i produktionsfälten när det finns gott om bytesdjur/skadedjur där.

I en svensk studie var den biologiska bekämpningen större i fält som låg inbäddade i ett komplext och vegetationsrikt landskap i Mellansverige jämfört med fält belägna i mindre komplexa jordbrukslandskap i södra Sverige⁷. På motsvarande sätt visade det sig att fruktodlingar som var belägna i nära anslutning till komplexa omgivningar med en blandning av träd, buskar och örter hade en rikare mångfald av arter av naturliga fiender än fruktodlingar med mindre komplexa omgivningar⁸.

Förbindelse mellan olika landskapstyper

De naturliga fiendernas förmåga att röra sig mellan olika livsmiljöer i landskapet påverkar hur effektiv den biologiska bekämpningen blir i fält⁹. Några naturliga fiender använder sig av gröna korridorer som binder samman komplexa och artrika habitat som skogar med åkrar där mångfalden inte är lika stor. De gröna korridorerna fungerar som motorvägar där de naturliga fienderna kan röra sig snabbare ut i fälten för att kolonisera plantor som blivit angripna av skadedjur. I en vetenskaplig studie visade det sig att en grön korridor med örter och gräs som skar genom en



vinodling underlättade för predatorer och parasitoider* att röra sig mellan ett naturligt habitat och vinodlingen. Detta ledde till en minskning av vissa skadedjur i odlingen¹⁰.

Ettåriga- eller fleråriga system – vad är skillnaden?

Jordbrukets odlingsystem är instabila ekosystem som karaktäriseras av frekventa onaturliga störningar som jordbearbetning, ogräsreglering, bekämpning med pesticider och bortförel av biomassa i samband med skörd. Alla dessa åtgärder har en negativ inverkan på naturliga fiender och hindrar att stabila populationer byggs upp. Det minskar också möjligheten att kontrollera skadedörare. Graden av störningar är högre i ettåriga odlingsystem än i fleråriga. I fleråriga system där grödan finns kvar under en längre tid är näringsvävarna ofta stabilare och innehåller både skadedörare och deras naturliga fiender¹¹. Flerårig vegetation i direkt anslutning till grödan erbjuder stora möjligheter att gripa in i systemet genom habitatmanipulering och gynna naturliga fiender utan att påverka den produktiva ytan.

Sammanfattning

- I moderna lantbrukssystem är den biologiska mångfalden låg och störs frekvent av jordbruksmetoder som skapar en ogästvänlig miljö för naturliga fiender.
- Fleråriga odlingsystem störs i mindre omfattning än ettåriga system, vilket gör dem mer stabila och gynnsamma för de flesta naturliga fiender.
- Det omgivande landskapet har stor inverkan på hur resultatet av biologisk bekämpning blir ute i fält.
- Ett mer komplext landskap, med en stor andel naturliga habitat och skogar, kan ge skydd åt fler arter och ett större antal naturliga fiender än ett landskap som karaktäriseras av en stor andel monokulturer av ettåriga grödor.

FOTO: ©ISTOCK.COM

* Till skillnad mot en äkta parasit dödar eller steriliserar en parasitoid till slut sin värd.

Habitatmanipulering med en mångfald av växter

Blommor som födoresurs

Föda som kommer från växter kan ha stor betydelse för naturliga fiender som finns ute i fält. De flesta predatorer och parasitoider har förmågan att utnyttja nektar och pollen som tillskotts föda. Sockerrika komponenter som nektar har visat sig kunna förlänga parasitoiders livslängd och främja deras reproduktionsförmåga, optimera sökbeteendet och förmågan att kontrollera skadegöraren^{14,15,16,17,18,19}.

Samodling med blommor kan även vara betydelsefullt för att attrahera naturliga fiender till fältet under perioder när tillgången på bytesdjur är dålig. Tidig etablering av naturliga fiender, innan populationen av skadegörare byggs upp, är ofta avgörande för en framgångsrik kontroll av dessa²⁰.

Predatorer använder växtbaserad föda när tillgången på deras huvudsakliga värddjur är knapp^{21,22}. De använder den som ett nödvändigt komplement till sin diet²³ eller som den huvudsakliga födan under vissa utvecklingsstadier. Larver av guldögonsländor och blomflugor livnär sig på insekter medan den vuxna insekten äter nektar, pollen och honungsdagg²⁴.

Val av blommor

Naturliga fiender föredrar vissa arter av växter när de letar efter växtbaserad föda¹⁹. Urvalet kan baseras på olika aspekter som medfödd attraktion till vissa signaler från växter och repellerande till andra²⁷. Vad naturliga fiender föredrar kan också ändras under deras livstid genom inlärning.

All nektar och pollen är inte tillgänglig för alla naturliga fiender. Tillgängligheten är beroende av blommans form och uppbyggnaden av insektens mundelar^{25,28}. Många naturliga fiender har inte långsträckta mundelar, vilket begränsar



FOTO: ELISABETH ÖGREN



PERSISK KLÖVER (*TRIFOLIUM RESUPINATUM*).
FOTO: ELISABETH ÖGREN

dem att finna föda i djupa blommor²⁹. Växter ur familjen korgblommiga växter (Asteraceae) har smala rörformiga blommor vilket hindrar stora och medelstora parasitoider att komma åt nektar. Små parasitoider kan däremot pressa sitt huvud genom blomman och komma åt nektar²⁵.

Andra växter har inte sina blommor öppna under vissa tider på dagen då naturliga fiender söker efter växtbaserad föda. Växter ur familjerna vindeväxter (Convolvulaceae), näveväxter (Geraniaceae), gurkväxter (Cucurbitaceae), malva- växter (Malvaceae) och flenörtsväxter (Scrophulariaceae), sluter sina blommor vid skymning, en tid då vuxna guldögonsländor aktivt söker efter nektar och pollen³⁰.

Naturligtvis bör blomningsperioden sammanfalla med näringsbehoven hos den naturliga fiende som är målet för åtgärden. De arter som väljs ut bör ha olika blomningstid och överlappa varandra under lång tid. På så sätt går det att öka sannolikheten att kunna dra nytta av ett bredare spektrum av naturliga fiender.

I Storbritannien har det visat sig att plantor som blommar tidigt på våren är viktiga för att stödja bladlössens naturliga fiender. De gör det möjligt att bygga upp en population av naturliga fiender tidigt på säsongen³¹. I Sverige är det särskilt viktigt att välja arter som blommar tidigt till blomsterremсор, eftersom det är färre vilda växter som blommar tidigt än under senvåren och sommaren.

Med tanke på det som nämnts ovan har många studier fokuserat på blommande arter med öppna exponerade nektarkällor, som är lättillgänglig för många olika naturliga fiender, och som har en lång blomningstid. Växter från flockblommiga (Apiaceae)^{32,33,18,34}, kålväxter (Brassicaceae)^{19,13,34} och bovete (*Fagopyrum esculentum*) har visat sig användbara^{35,36,37,19}.

Nektar är viktigt som föda

Nektar kan antingen produceras inne i blommorna, så kallad floral nektar, eller i speciella strukturer utanför blommorna, så kalla extrafloral nektar. Nektar är energirik och används av

många olika typer av naturliga fiender från olika ordningar som tvåvingar (Diptera), skalbaggar (Coleoptera) och steklar (Hymenoptera). Sammansättningen i extrafloral nektar liknar den i floral nektar, men koncentrationen av socker är ofta högre²⁶. Extrafloral nektar kan finnas på blad, stipler (bukblad), stammar, hjärtblad och frukter³⁸. Den produceras under längre tid än floral nektar och är lättillgänglig för många naturliga fiender och är därför användbar vid habitatmanipulering. Till skillnad mot nektarproducerande blommor är extrafloral nektar inte förknippad med bjärt färgade blommor eller blomdoft. Den är därför svårare att lokalisera för födosökande naturliga fiender. Men doft från blommor av blåklint (*Centaurea cyanus*) har visat sig ha betydelse för att stekeln *Microplitis mediator* ska kunna lokalisera plantor med extrafloral nektar³⁹. Parasitoider och andra naturliga fiender kan förmodligen lära sig att identifiera signaler associerade med extrafloral nektar efter ett lyckat födosök.

Pollen som proteinkälla

Pollen är en protein- och aminosyrakälla för många naturliga fiender. Det är väl dokumenterat att pollen är viktig föda för blomflugor^{12,40} och guldögonsländor³⁰. När tillgången på bytesdjur är knapp kan även nyckelpigor, rovskinnbaggar som *Orius* spp. och rovkalster förlänga sin livslängd och reproduktionsförmåga genom att äta pollen^{41,42,43}. Att parasitoider äter pollen är däremot mindre vanligt, även om det förekommer⁴⁴.

Naturliga fiender föredrar ofta pollen från specifika växter^{45,30,46} och alla typer av pollen är inte lika väl lämpade som föda till naturliga fiender.

Skyddande miljöer

Att erbjuda skydd ute i fältet eller i fältkanter är en strategi som kan påverka förekomsten och mångfalden av naturliga fiender liksom deras rörelsemönster i grödan under odlings säsongen⁴⁷. Sådana miljöer kan förse naturliga fiender med en säker tillflyktsort från mänsklig påverkan som plöjning och harvning. De kan också erbjuda passande platser för reproduktion och vila under



varma dagar. Den mest kända funktionen är som övervintringsplats för marklevande predatorer som skalbaggar och spindlar⁴⁸.

Häckar, diken och fältkanter är exempel på skyddande miljöer utanför fältet. Där består vegetationen ofta av en blandning av gräs, örter, buskar och träd som skapats av naturens egen successionsordning.

Skyddande miljöer inom fältet består av gräs och/eller blommande örter som är valda för att gynna naturliga fiender. Det är ofta fleråriga miljöer som ändrar sin sammansättning av växter över åren. Det kan vara nödvändigt att underhålla dessa miljöer för att undvika ogräs eller dominans av ett fåtal arter⁴⁹. Skalbaggsåsar är en välkänd form av skyddande miljöer som är utformade för att erbjuda lämpliga övervintringsplatser för skalbaggar och spindlar⁴⁸. Det är upphöjda bäddar, 1–3 m breda som sås med tuvbildande gräs som till exempel hundäxing (*Dactylis glomerata*). Åsarna ger skydd mot ogynnsamma väder-

förhållanden och extrema temperaturskiftningar. Genom att placera skalbaggsåsar centralt på stora fält går det att uppnå en mer jämn fördelning av predatorer över fältet på våren. För mer information se Jordbruksverkets skrift ”Så anlägger du en skalbaggsås, Jordbruksinformation 1-2015”.

Alternativa bytesdjur

De flesta naturliga fiender kan livnära sig på fler än en typ av bytesdjur. De kallas då polyfaga. Under perioder när det huvudsakliga bytesdjuret saknas, eller bara finns i liten omfattning, kan naturliga fiender skifta till andra bytesdjur som har en passande storlek, så kallade alternativa bytesdjur. På motsvarande sätt kan parasitoider parasitera och utvecklas på fler än ett speciellt värddjur och dra nytta av att ha tillgång till alternativa värddjur⁵⁰. Alternativa bytesdjur kan därmed vara avgörande för naturliga fienders överlevnad och förmåga till fortplantning. Alternativa bytesdjur kan vara en nyckelresurs för att hålla kvar naturliga fiender i fält under perioder när det finns få skadedjur i odlingen, eller före



SLÖJSILJA (*AMMI MAJUS*).
FOTO: ELISABETH ÖGREN



RENFANA (*TANACETUM VULGARE*).
FOTO: ULF NILSSON

plantering och efter skörd av grödan. Tillgången till alternativa bytesdjur i fältkanterna tidigt på våren kan öka förekomsten av naturliga fiender och skynda på deras kolonisering av grödan senare på säsongen när populationer av skadedjur börjar byggas upp⁵¹.

Risker med habitatmanipulering i odlingsystemet

Även skadeinsekter, predatorer på predatorer och hyperparasitoider* kan utnyttja födoväxter som introduceras i odlingsystemet. Det kan ha negativ påverkan på resultatet av den biologiska bekämpningen. Om tillgången på blommor gör att konditionen på både skadeinsekter och nyttodjur förbättras, döljs den positiva effekten av biologisk bekämpning⁵². Forskare har därför betonat vikten av att använda utprovade födoväxtarter som i huvudsak utnyttjas av naturliga fiender^{32,15,6}. För att undvika obehagliga överraskningar i fält bör en utvärdering av lämpliga växtarter, avsedda för att vara födoresurser för naturliga fiender, även ta hänsyn till om skadeinsekterna påverkas eller inte. I Australien testades effekten av olika födoväxter på livslängden och fruktsamheten för både en skadegörare (*Phthorimaea operculella*) på potatis och dess främsta parasitstekel (*Copidosoma koehleri*)³³. Det visade sig att dill (*Anethum graveolens*), gurkört (*Borago officinalis*) och koriander (*Coriandrum sativum*) ökade parasitstekelns livslängd. Men det visade sig också att koriander ökade skadeinsektens livslängd, vilket inte gurkört gjorde. Forskarna föreslog därför gurkört som passande och utprovad födoväxt i fält.

Det är dock osannolikt att de finns växtarter som enbart utnyttjas av naturliga fiender, med tanke på den stora komplexiteten av primära och sekundära skadedjur som är förknippade med olika grödor. Därför bör urvalsprocessen av födoväxt fokusera på primära skadegörare och deras naturliga fiender.

Sammanfattning

- Att införa växter som är föda för naturliga fiender är den mest studerade formen av habitatmanipulering i frukt- och grönsaksodlingar.
- De flesta predatorer och parasitoider har förmågan att utnyttja nektar och pollen som extra föda.
- All nektar och pollen är inte tillgänglig för alla naturliga fiender. Tillgängligheten beror på blommans form och strukturen hos insektens mundelar.
- Skyddande livsmiljöer kan förse naturliga fiender med en fristad från mänsklig påverkan som till exempel plöjning och harvning. De är också passande platser för fortplantning och övervintring.
- Skadeinsekter, predatorer på predatorer och hyperparasitoider kan också utnyttja födoväxter som förs in i jordbruksekosystemet. Därför är det viktigt att använda utvalda födoväxter som huvudsakligen utnyttjas av naturliga fiender.

* Parasitoider som lever på primära parasitoider.

Nyckelskadegörare och naturliga fiender i grönsaksodling

Alla grönsaksgrödor har sin egen uppsättning av skadedjur och sjukdomar som kan orsaka kvalitetsproblem och minskad avkastning. Insekter anses utgöra det största hotet i svensk grönsaksproduktion⁵³. Det går ofta att urskilja speciella nyckelinsekter för varje gröda. Men svårighetsgraden av den skada de orsakar varierar med till exempel geografiskt läge, odlingsystem och de odlingsmetoder som används på gården.

Det finns en potential i att förbättra skyddet av grödorna genom att skapa en mer gynnsam miljö för de naturliga fiender som redan finns i landskapet. Men det är viktigt att ta hänsyn till den rumsliga och tidsmässiga dynamiken mellan skadedjuren och deras naturliga fiender. Exempelvis är det mycket viktigt med strategier som möjliggör tidig kolonisering av naturliga fiender i grödan.

Habitatmanipulering är ofta mer fördelaktig i trädgårdsgrödor än i lantbruksgrödor. Det finns flera orsaker till detta. För det första är grönsaksfält ofta mindre än fält där spannmål eller oljeväxter odlas. Det är lättare för naturliga fiender att kolonisera små fält eftersom avstånden är mindre till de resurser som finns i vegetationen i fältkanterna och det omgivande landskapet. För det andra har grönsaker ett högre värde. Det gör det lättare för odlaren att bära högre kostnader för att introducera system med habitatmanipulering, som till exempel minskad produktionsyta och arbetskostnader.

Effekter på bladlöss

Bladlöss kan orsaka svåra skador på flera fältodlade grönsaker i Sverige. Förutom de direkta skadorna bladlössen orsakar på plantorna är de också bärare av virus. Några bladlusarter är

specialiserade på vissa grödor, till exempel sallatsbladlusen (*Nasonovia ribisnigri*) som suger på de yngsta bladen på sallatsplantor. Andra arter har en bred värdväxtkrets och kan angripa flera olika grödor. Till exempel persikbladlus (*Myzus persicae*) kan angripa grönsaker från familjerna potatisväxter (Solanaceae), målleväxter (Chenopodiaceae), korgblommiga (Asteraceae) och kålväxter (Brassicaceae). För denna extremt polyfaga bladlus är mer än 100 olika växtarter från 40 olika familjer möjliga värdväxter.

Att odla blommande växter har hitintills varit den dominerande strategin för habitatmanipulering för att kontrollera bladlöss i grönsaker. De flesta studier har haft som mål att förbättra förhållandena för blomflugor.

I storskalig kommersiell ekologisk odling i Kalifornien samodlas strandkrassing (*Lobularia maritima*) med sallat för att kontrollera bladlöss. Den ekonomiskt viktigaste skadegöraren i sallat är sallatsbladlusen. Det är en svårkontrollerad skadegörare då den angriper de innersta bladen i sallatshuvudet, där den är väl skyddad från bekämpningsmedel. Endemiska* arter av blomflugor kan emellertid utplåna bladluskolonierna om förhållanden är gynnsamma. För att förbättra effekten av den biologiska bekämpningen sår många odlare in blomsterremсор i grödan för att tillhandahålla pollen och nektar och därmed gynna äggläggningen av bladlusens fiender i sallatsgrödan⁵⁴. Biologisk bekämpning av sallatsbladlusen är framgångsrik på grund av att det är flera olika blomflugearter involverade som kompletterar varandra⁵⁴ varav samtliga gynnas av blomsterremсорna.

* Med endemisk menas en art som bara finns inom ett geografiskt begränsat område och/eller är helt beroende av en annan art.



SUBKLÖVER (*TRIFOLIUM SUBTERRANUM*) OCH VITKÅL.
FOTO: ELISABETH ÖGREN

Bakom detta lyckade exempel på habitatmanipulering ligger många år av intensiv forskning och fältförsök för att optimera systemet. Det visar på hur mycket tid och resurser som krävs för att utveckla fungerande system i andra grödor och/eller mot andra skadegörare. Det är inte möjligt att direkt överföra utformningen av det kaliforniska exemplet till svenska förhållanden. I Sverige förekommer blomflugorna huvudsakligen under senare delen av sommaren och kan därför inte kontrollera bladlössen på våren i den tidigt planterade sallaten. För att kunna utarbeta en strategi för habitatmanipulering som är anpassad för svenska förhållanden måste det först göras en inventering av bladlössens viktigaste naturliga fiender under hela odlingssäsongen.

I en brittisk studie såddes blomsterremsor med vilda blommor i ett sallatsfält för att mäta effekten av biologisk bekämpning av sallatsbladlusen⁵⁵. Blomsterremsorna innehöll en blandning av tolv olika arter från familjerna amarantväxter (Amaranthaceae), flockblommiga (Apiaceae), kålväxter (Brassicaceae), korgblommiga (Asteraceae) och ärtväxter (Fabaceae). I studien rikta-

des uppmärksamheten mot grupper av naturliga fiender med olika funktioner: naturliga fiender som sprids via luften, till exempel guldögonsländor, blomflugor och nyckelpigor, marklevande predatorer som till exempel jordlöpare och kortvingar, spindlar och svampar som angriper bladlöss. På de plantor som stod intill blomsterremsorna minskade antalet bladlöss tidigt på våren. Senare under säsongen kunde ingen effekt påvisas på bladluspopulationen. Den biologiska bekämpningen av bladlössen tillskrevs huvudsakligen naturliga fiender som sprids via luften som till exempel guldögonsländor, blomflugor, nyckelpigor och näbbskinnbaggar. Minskningen av antalet bladlöss avtog med avståndet från blomsterremsorna. Vid tio meters avstånd var effekten liten. Detta bekräftar tidigare studier som visat att blomsterremsor med strandkrassing hade en signifikant effekt på den biologiska bekämpningen av persikbladlusen (*Myzus persicae*) i sallat när avståndet till blomsterremsorna inte översteg elva meter⁵⁶. Placeringen av blomsterremsorna i grödan har stor betydelse för utfallet av den biologiska bekämpningen.



KÅLFJÄRIL (*PIERIS BRASSICAE*).
FOTO: DIDIER DESCOUENS, WIKIMEDIA COMMONS

En relativ ökning av förekomsten av blomflugor har också uppmätts i kålfält med kanter av blommande honungsört (*Phacelia tanacetifolia*). I fält som inte var omgivna av blomsterremсор var antalet bladlös högre. Förvånansvärt nog var det ingen skillnad i antal blomflugeägg mellan behandlingarna. Resultatet förklarades delvis med för korta avstånd mellan försöksfälten, det vill säga att blomflugorna intar föda i fälten med blomsterremсор, men lägger sedan ägg i kontrollfälten⁵⁷.

Effekt på flugor

Växtätande flug- och mygglarver kan orsaka stora skador på odlade växter genom att äta på rötter, stjälkar och blad. De allvarligaste skadegörarna i Sverige är morotsflugan (*Psila rosae*) och lilla kålflugan (*Delia radicum*). Båda arternas larver äter sig in i rötterna och gör gångar som leder till stora kvalitets- och skördeföruster.

Det finns även andra skadegörare som beroende av plats och år kan orsaka stora skador i form

av skördeföruster och försämrad kvalitet, som till exempel lökflugan (*Delia antiqua*) och kålgallmyggan (*Contarinia nasturtii*). I relation till hur stor skada de orsakar är det förvånansvärt få strategier för habitatmanipulering som är speciellt utformade för att kontrollera skadegörare bland flugor i grönsaksodling. En anledning kan vara att många av dessa flugor är beroende av att inta föda som vuxna för att kunna föröka sig⁵⁸.

Att tillhandahålla födoresurser i form av blommor i eller runt grödan kan eventuellt öka skadegörarproblemet istället för att minska det. Detta visades i en fransk studie där biologisk bekämpning av morotsflugan inte ökade i fält omgivna av kanter med en artrik flora utan istället ökade antalet lagda ägg av skadegöraren⁵⁹. Det visar varför det är viktigt att vara noggrann vid utformningen av en habitatstrategi.

I motsats till den franska studien har en svensk studie visat att blomsterremсор med hundäxing (*Dactylis glomerata*), bovete (*Fagopyrum esculentum*)



GULDÖGA (CHRYSOPIDAE). FOTO: SLU.

och dill (*Anethum graveolens*) inte ökade lilla kålflugans äggläggning. Den relativa förekomsten av parasitsteklar ökade, men detta ledde inte till en ökad parasitering^{19,60}. Det är troligt att lilla kålflugan fann andra födoresurser i det omgivande landskapet med hög artrikedom. Därför går det inte att dra några generella slutsatser från studien förrän den är upprepad i ett landskap med lägre artrikedom, där skadegöraren har färre alternativa födoresurser utöver blomsterremorna.

Blomsterremor kan även föröka upp parasitsteklar som parasiterar bladminerare (tvåvingar: Agromyzidae) på sallat, men enbart några arter⁶¹. I en studie från 2010 bidrog blommande födoresurser till ökad parasitering av ektoparasitoider (utvecklas utanpå sin värd) medan endoparasitoider (utvecklas inuti sin värd) inte påverkades positivt. De senare visade sig vara mindre beroende av nektarresurser. Parasiteringen började tidigare i sallatsfält med blomsterremor. De blommande växterna lockade troligen vuxna parasitsteklar från omgivande vegetation tidigt på säsongen.

Blomsterremorna erbjöd nektar och skydd innan deras värdinsekter anlände. Trots en ökad parasitering av ektoparasitoider minskade inte antalet bladminor eller populationen bladminerare. Orsaken var troligen att blandningen av blommande växter inte var fullt ändamålsenlig. Ett förslag till lösning var att sätta ut kommersiellt uppförökade parasitsteklar i kombination med blomsterblandningar. De naturliga fienderna som fanns på platsen var förmodligen inte tillräckligt effektiva i det här systemet⁶¹.

Effekt på fjärilar

Många studier i grönsaksodlingar har riktat in sig på skadegörande fjärilslarver. Effekten av att etablera blommande växter som föda har studerats för många skadegörande fjärilslarver och deras naturliga fiender. Flertalet av dessa studier har riktat in sig på fjärilsarter som angriper kålväxter, huvudsakligen vitkål (*Brassica oleracea* var. *capitata*). De flesta fjärilslarver som är skadegörande angriper ovanjordiska växtdelar och går lätt att se på plantorna. De är lätta att samla in för att



RINGBLOMMA (CALENDULA OFFICINALIS). FOTO: ELISABETH ÖGREN

studera parasitering. Både växtblandningar som innehåller flera arter och endast en art har undersökts som ett sätt att förbättra den biologiska bekämpningen av fjärilar som är skadegörande i grönsaksodlingar^{62,36,63}. De flesta studierna har riktat in sig på parasitsteklar i olika utvecklingsstadier, men med betoning på parasitsteklar som angriper fjärilslarverna. Betydelsen av nektar för att uppnå en effektiv biologisk bekämpning av skadegörande fjärilar har visats mycket elegant i ett fältförsök som utförts i Nederländerna³⁷. Resultaten från studien visar en 100-faldig ökning av parasiteringen av kålmalens larver (*Plutella xylostella*) när parasitstekeln (*Diadegma semiclausum*) hade tillgång till nektar från blommande boveteplantor. Den positiva effekten kunde huvudsakligen tillskrivas en signifikant längre fortplantningstid för de parasitsteklar som fick tillgång till nektar; 28 dagar jämfört med 1,2 dagar för parasitsteklar utan tillgång till nektar. Det har dock inte gått att visa lika tydliga resultat i fullskaliga fältförsök.

Studier med blommande växter som födore-surs i fält för att förbättra den biologiska bekämpningen av fjärilslarver i kålgrödor har gett blandade resultat beroende på plats, år och sammansättning av skadegörare och deras naturliga fiender^{62,36,64,65}. En kant av bovete runt kålfält ökade exempelvis inte förekomsten av skadegörarna nifly (*Trichoplusia ni*), rovfjäril (*Pieris rapae*) eller kålmal. Parasiteringen av nifly och rovfjäril var högre alla åren som studien pågick. Parasiteringen av *Diadegma insulare* på kålmal förbättrades bara under ett av de fyra åren³⁶.

Genom att tillföra enbart blåklint (*Centaurea cyanus*), till kålfält (*Brassica oleracea*) ökade parasiteringen och predationen på skadegöraren kålfly (*Mamestra brassicae*). Skadorna på grödan minskade och avkastningen ökade. Det gick dock inte att påvisa alla positiva effekter samtidigt under ett och samma år under de två år som studien pågick. Det gick därmed inte att klart bevisa att etablering av en blomsterresurs kan öka parasiteringen och minska skadegörarna och därmed öka avkastningen⁶⁵.

En blandning av flera olika blomsterarter (24 arter) i ett fält med broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) bidrog till att öka förekomsten av två fjärilsarter, vuxna individer av kålfjäril (*Pieris brassicae*) och larver av kålmalen. Studien visade dock en positiv effekt av biologisk bekämpning i fält med blommor, eftersom parasiteringen av parasitstekeln *Cotesia rubecula* på kålfjäril ökade⁶². Tyvärr undersöktes inte om den positiva effekten av denna blomsterblandning, bestående av flera arter, uppvägs av de negativa effekterna på skördekvantitet och avkastning. På liknande sätt ledde inte heller en schweizisk studie med blomsterblandningar till en konsekvent förbättring av den biologiska bekämpningen av kålffy och kålfjäril⁶⁴. I stället varierade resultaten med sammansättningen av skadegörare/naturliga fiender och mellan de olika platserna. I ett fält blev inte ägg- och larvparasiteringen bättre med extra blommor, medan äggpredation ökade på en av de två experimentplatserna. Extra blommor förbättrade parasiteringen på larver av kålfjäril, men endast på en av platserna.

Genom att tillföra blommande växter i grönsaksfält kan biologisk bekämpning av fjärilsarver förbättras, men det är fortfarande svårt att veta vilka direkta effekter det kommer att ge. Det gör det svårt att dra för långtgående generella slutsatser. Det går lättare att förutse negativa effekter,

som till exempel en ökning av förekomsten av skadegörande fjärilar, genom att använda färre antal välstuderade arter av blommande växter i fälten eller fältkanterna. Det kan därför vara ett bättre tillvägagångssätt än att använda ett stort antal arter i en blandning.

Sammanfattning

- En stor andel studier om habitatmanipulering i grönsaksodling har inriktats på sallat och kål (huvudsakligen broccoli och vitkål).
- I sallat har främst bladlöss och deras naturliga fiender studerats, medan fjärilsarver och deras naturliga fiender har varit fokus i kål.
- Det är möjligt att kontrollera skadeinsekter i grönsaker med habitatmanipulering och därmed komma under den ekonomiska skadetröskeln. Kontroll av bladlöss i ekologiskt odlad sallat i Kalifornien är ett exempel på detta.
- Det finns dock få andra vetenskapligt dokumenterade exempel på system för habitatmanipulering som används i stor utsträckning av odlare. I stället härrör de flesta övriga exemplen från vetenskapliga studier som sällan är testade i storskaliga fältförsök och i olika miljöer.

Habitatmanipulering i äppelodlingar

Det finns flera olika skadeinsekter och kvalster som angriper svenska äppelodlingar. Den röda äpplebladlusen (*Dysaphis plantaginea*) är tillsammans med vecklare en av de allvarligaste skadegörarna i svensk fruktodling⁶⁷. Till skillnad från andra länder i norra Europa är äppelvecklaren (*Cydia pomonella*) inte den dominerande arten när det gäller skadorna på frukten. Istället är olika arter av bladvecklare de allvarligaste skadegörarna. De arter som dominerar är frukträdsommarvecklare (*Archips podanus*) och lövträdsknoppvecklare (*Spilonota ocellana*)^{68,66}. Växtsugande skadeinsekter som blodlusen (*Eriosoma lanigerum*) och kommasköldlusen (*Lepidosaphes ulmi*) har ökat under senare år och kan lokalt ha stor betydelse. Äpp-

lestekeln (*Hoplocampa testudinea*) och frostfjärilen (*Operophtera brumata*) är andra allvarliga skadegörare i ekologisk odling.

Effekter på bladlöss och sköldlöss

De flesta insatser av habitatmanipulering i äpple har varit inriktade på bladlössens naturliga fiender. Ett stort antal studier har visat på deras betydelse för att kontrollera de allvarligaste bladlusarterna^{69,70,71,72}. Av det spektrum av naturliga fiender som äter bladlöss, kan betydelsefulla arter som blomflugor, guldögonsländor och nyckelpigor dra nytta av födoresurser som blommande växter i systemet. Blomflugor och guldögonsländor äter pollen och nektar som vuxna. Nyckelpigor kan utnyttja pollen som alternativ föda.



FOTO: JOHAN ÅSCARD

Blommande växter kan alltså lokalt locka till sig bladlössens naturliga fiender och öka deras fortplantningsförmåga. Det är dock mindre känt hur ändamålsenlig habitatmanipulering är för andra betydelsefulla predatorer inom gruppen skinnbaggar och särskilt predatorer i gruppen ängsskinnbaggar. Tillgången på pollen verkar dock bidra till en ökning av vissa arter⁷³.

Habitatmanipulering i äppelodlingar har i många fall visat sig vara effektiva för att öka viktiga arter av naturliga fiender till bladlöss. Blomflugor har konstaterats förekomma i remsor med vitklöver (*Trifolium repens*), men det gick inte att fastställa någon direkt effekt på den biologiska bekämpningen av äpplebladlusen (*Aphis pomi*)⁷⁴. I träd med närhet till blomsterremsor med speciellt utvalda växter, fanns många olika bladluspredatorer. Det var huvudsakligen skinnbaggar, nyckelpigor och guldögonsländor⁷⁵. Denna ökning av antalet naturliga fiender resulterade i en minskning av grön och röd äpplebladlus⁷⁶.

I en kinesisk studie visade det sig att samodling med aromatiska växter i en fruktodling var en bra metod för att uppnå en betydande minskning (cirka 35 procent) av bladlöss⁷⁷. Dessutom förekom guldögonsländor, blomflugor och nyckelpigor rikligare när två av de tre aromatiska växterna jämfördes med kontrollen som bestod av gräs. I en studie från Storbritannien förmådde blåklint och åkerkulla (*Anthemis arvensis*) att uppföröka näbbskinnbaggar, som är viktiga bladlusfiender i svenska fruktodlingar⁷⁸. I fruktodlingar har det dokumenteras att dessa naturliga fiender har förmåga att utnyttja födoresurser från blommande växter och förflytta sig till trädkronorna. Märkning av insekter har använts för att visa att blomflugor, guldögonsländor och näbbstinkflyn förflyttar sig från ett etablerad strandkrassing till äppelträden¹³. Studien är den enda som undersökt effekten av habitatmanipulering på predation på ullöss. Den visade att det ökade antalet bladluspredatorer bidrog till färre kolonier av ullöss på krukade träd.

Andra typer av växande marktäckning har inte visat sig leda till någon liknande ökning av mängden naturliga fiender. I en studie med sepa-



FOTO: BÉLA MOLNAR

rata test av dels blomsterblandningar bestående av många arter från olika familjer samt enbart en art (från familjen korgblommiga, flockblommiga, vitsenap eller bovete), gick det inte att visa på någon ökning av bladluskonsumerande insekter⁷⁹. I en tjeckisk studie bidrog dock en blandning av olika blommande växter till en ökning av förekomsten av predatorer inom ordningen skinnbaggar⁸⁰. I en annan studie observerades ingen effekt på angreppsgraden av grön äpplebladlus vid tillgång till blommande ettåriga växter som var placerade mellan trädraderna, trots en ökning av antalet guldgömsländor⁸¹. Inte heller andra studier har funnit någon effekt på förekomsten av röd och grön äpplebladlus och mängden predatorer vid närvaro av blommande marktäckning^{82,83}. Detta trots att en stor mängd blomflugor samlades in från blomsterremorna⁸². Forskarna identifierade flera faktorer som kunde förklara varför strategin inte var framgångsrik. Tidsskillnaden mellan förekomst av skadegörare och blomningstid i blomsterremorna kunde förklara varför den biologiska bekämpningen inte ökade. Några av bladlössens naturliga fiender har stor spridningsförmåga vilket kan maskera skillnader mellan blomsterremor- och kontrollrutor. Det visar alltså på begränsningar i försöksupplägget⁸¹. Olika försöksresultat kan också påverkas av skillnader i bladlustäthet inom fruktodlingen, liksom förhållandet mellan myror och bladlöss, som hindrar naturliga fienders effektiva kontroll.

Spindlar

Det har visat sig att habitatmanipulering som en resurs av nektar och pollen för kontroll av bladlöss i fruktodling även kan bidra till en ökning av arter som är predatorer i alla utvecklingsstadierna. Flera studier har visat en ökning av antalet spindlar och andra predatorer i äppelträden^{84,85}.⁸⁶. De kan inte direkt tillgodogöra sig den föda som produceras i blomsterremor. Nätbyggande spindlar kan öka i antal framåt hösten genom att utnyttja den ökning av mängden byten i träden, som lockats dit av blomsterremorna. Vid den tidpunkten kan ett ökat antal spindlar resultera i ett större antal spindelnät. Det bidrar till att kontrollera den röda äpplebladlusen som

Samspelet myror–bladlöss

Nästan alla bladlöss som förekommer i Sverige, som den röda äpplebladlusen och den gröna äpplebladlusen, sköts om av myror. Myrorna bidrar till att förbättra bladlössens överlevnadsförmåga och populationstillväxt. I detta ekologiska samspel, som kallas mutualism, erhåller myrorna en sockerrik honungsdagg som bladlössen utsöndrar. Honungsdaggen är en biprodukt från bladlössens sugande av växtsaft. I gengäld skyddar myrorna bladluskolonierna från naturliga fiender och sanerar kolonierna. Myrorna bokstavligen patrullerar runt bladluskolonierna, attackerar, kör bort och även dödar predatorer och parasitsteklar som vågar sig in i deras försvarsområde. I fruktodlingar har det fastställts ett samband mellan myrförekomst och högre angrepp av bladlöss, genom en lägre förekomst av naturliga fiender¹⁰⁴. Situationen kan eventuellt begränsa effekten av bevarande biologisk bekämpning som till exempel habitatmanipulering.

förflyttar sig som vingad bladlus till äppelträden på hösten för att lägga ägg⁸⁵. Jaktspindlar är mer rörliga än nätbyggande spindlar och kan därför leva på alternativa byten i vegetationen under träden. En ökning av antalet jaktspindlar kan förmodligen också bidra till en tidig kontroll av den röda äpplebladlusen⁸⁷. I en studie sattes ökningen av antal jaktspindlar i samband med tillgång till blommande marktäckning⁸⁶, men ingen märkbar ökning av bladluskontroll registrerades. Förekomsten av den röda äpplebladlusen mättes dock inte.

Rapporter om påverkan på spindelpopulationer vid habitatmanipulering är relativt motstridiga, med undantag av effekten på specialiserade bladluspredatorer. Flera studier har inte kunnat visa någon ökning av antalet spindlar eller ökad diversitet som ett resultat av habitatmanipulering-

en^{88,83}. Orsaken till detta anses vara både ogräs i kontrolleden och storleken på blomsterrem-sorna⁸⁶.

Röd äpplebladlus

Den bladlus som gör störst skada i svensk äppelodling är den röda äpplebladlusen. Resultat från ett flertal försök antyder att spindlar spelar en mindre roll som bladluspredatorer på våren när bladluskolonierna byggs upp^{85,72,86}. En utvärdering av effekter av olika strategier för biologisk bekämpning av bladlöss före blom bör därför inriktas på förekomsten av jaktspindlar och hur effektiva de är som predatorer. På hösten bör studier göras av påverkan på nätbyggande spindlar, spindelnät och antalet migrerande bladlöss som fångas i dessa.

Kommasköldlus

I svensk fruktodling är kommasköldlusen (*Lepidosaphes ulmi*) en sekundär skadegörare, som kan försämra fruktkvaliteten även vid låga populationstätheter genom att placera sig på äppelkärten. Få försök har genomförts för att undersöka predatorernas effekt på denna skadegörare i äppelodlingar⁸⁹. Det saknas information om hur kommasköldlusen kan påverkas av habitatmanipulering. Larver av guldögonsländor och nyckelpigor kan konsumera unga rörliga nymfstadier av sköldlöss^{90,91}. De kan vara tänkbara predatorer även på kommasköldlusen i Sverige och kan öka i antal genom habitatmanipulering. För att kunna utforma en användbar metod behövs mer forskning för att undersöka hur naturliga fiender påverkar skadegörarens populationsdynamik.

Parasitsteklar

Många arter av parasitsteklar kräver eller kan utnyttja blomsternektar för att förlänga sin livslängd, optimera sitt sökbeteende och öka fertiliteten^{6,73}. Det är därför förvånande att ingen av de studier som gått igenom har inriktat sig på effekten på parasitering av bladlöss och sköldlöss. Generellt har det varit lite intresse för vilken hämmande effekt som parasitsteklarnas har på skadegörare inom ordningen växtsugare i fruktodling. Det beror delvis på att de anses ha begränsad betydelse för regleringen av skadegö-

rarna⁹². Detta betyder inte att habitatmanipulering inte kan bidra till att höja parasiteringen av bladlöss till en nivå, som även om den är låg, i sin helhet skulle kunna bidra till ett mer motståndskraftigt system mot bladlöss.

Effekter på vecklare

Predation på vecklare i äppelodlingar har undersökts i mindre omfattning än predation på bladlöss. Många polyfaga predatorer som livnär sig på unga utvecklingsstadier av vecklare, främst ägg och unga larver, har identifierats. Det är känt att tvestjärtar äter av äppelvecklarens ägg och övervintrande larver och påverkar den årliga livscykeln av denna skadegörare⁹³. Videostudier av predation på larver av bladvecklare på vinblad har visat att tvestjärtar var de dominerande konsumenterna⁹⁴. Deras närvaro har satts i samband med predation av äggsamlingar av bladvecklare i fruktodlingar⁹⁵. Tvestjärtar är rovinsekter i samtliga utvecklingsstadier, med begränsad spridningsförmåga i en fruktodling. De kan inte direkt utnyttja fördelarna med tillförda födoresurser som blommande växter. Men de skulle kunna dra nytta av skyddande häckar⁹⁶ och möjliga alternativa byten som lever i blomsterrem-sorna, på samma sätt som det har observerats för spindlar⁸⁵. Trots att tvestjärtar också räknas som ett vanligt rovdjur på bladlöss i äppelodlingssystem^{70,72} har effekten av habitatmanipulering på denna grupp inte blivit uppmärksammasad.

Andra generella predatorer har satts i samband med predation på vecklare. Näbbstinkflyn och rovlevande ängsskinnbaggar anses äta äppelvecklarens ägg och unga larver. Många nyckelpigarter finns beskrivna som möjliga rovdjur på äppelvecklare och bladvecklare vid låga förekomster av bladlöss och säckspindlar är kända konsumenter av bladvecklarlarver⁹³. Flera studier har visat att det går att föröka dessa predatorer med hjälp av habitatmanipulering^{85,78,13} och därmed kunna bidra till predation av vecklare. Denna tänkbara ökning av predation har dock inte påvisats experimentellt. Åtminstone en studie har visat på markbehandlings betydelse för uppförökning av marklevande rovdjur som ett bidrag till biologisk bekämpning av äppelvecklare⁹⁷. Studien



FÖRSÖKSRUTOR I SKÅNE. FOTO: WERONIKA ŚWIERGIEL

visade att spridning av kompost under träden bidrog till att antalet alternativa byten och generella predatorer ökade. Men åtgärden resulterade inte i någon ökad predation på äpplevecklaren.

Parasitering av vecklare och speciellt bladvecklare kan bidra till en betydande reglering av skadegörare i fruktodlingar⁹². Ett stort antal parasitstekelararter angriper vecklare i deras unga utvecklingsstadier från ägg till puppa. Denna speciellt sammansatta grupp av insekter som lever av andra insekter kan dra stor nytta av födoresurser, främst nektar, som tillförs genom habitatmanipulering. En tidig studie observerade att närvaro av blommande växter i närheten av äppelträd hade en betydande påverkan på parasiteringen av äpplevecklarens ägg⁹⁸. En växande marktäckning av vickerarter (*Vicia* spp.) resulterade i färre angrepp av äpplevecklaren och äpplevecklarens parasitsteklar samlades in direkt från samodlingsväxterna⁸⁴.

Allt sedan denna sistnämnda, tidiga studie har försök med habitatmanipulering för att kontrollera vecklare i fruktodlingen riktat in sig på att öka upp förekomsten och förbättra förutsättningarna för parasitsteklar. Blommande växters dragningskraft på parasitsteklar är väl dokumenterad i äppelodlingar^{35,78,99}. I ett flertal fall har ökningen av parasitsteklar också lett till en förbättrad biologisk bekämpning av bladvecklare. På Nya Zeeland studerades samspelet mellan blek fruktvecklare (*Epiphyas postvittana*) och en av dess vanligaste parasitsteklar (*Dolichogenidea tasmanica*) i närvaro av strandkrassing, honungsört och bovete. I försöksrutorna med bovete och strandkrassing var parasiteringsgraden högre och populationen av bladvecklare mindre, liksom angreppen på frukten. De förbättrade förutsättningarna för parasitstekeln tillskrevs en ökad livslängd och förbättrad fertilitet, som tidigare födo försök i laboratorium visat⁹⁹. Liknande resultat har nyligen rapporterats vad gäller graden av parasitering genom att använda enbart bovete³⁵. I ungerska äppelodlingar gav en blomsterremsa med blandade växter inte någon effekt på andelen skadad frukt orsakad av äpplevecklaren och bladvecklare¹⁰⁰. Parasiteringen av bladveck-

lare förekom dock i större utsträckning i försöksrutorna med blomsterremсор.

Att tillföra nektarresurser till vuxna parasitsteklar är förmodligen den mest studerade strategin för habitatmanipulering med syfte att öka graden av parasitering, men det är inte den enda strategin. I speciella fall kan bristen på alternativa byten vara ett hinder även för mycket effektiva parasitsteklar. Det är fallet för parasitstekeln *Colpoclypeus florus*, en av de vanligaste parasitsteklarna på bladvecklare i både Europa och Nordamerika. Den kräver stora vecklarlarver på hösten för sin övervintring. Det tvingar den att flyga långa sträckor bort från äppelodlingarna för att överleva^{101, 50}. I en studie genomförd i Washington State identifierades smultronsikelvecklare (*Ancylis comptana*) som en lämplig höstvärd för parasitstekeln¹⁰¹. Smultronsikelvecklaren angriper rosväxter och jordgubbsplantor. Speciellt höga nivåer av parasitering orsakad av *C. florus* uppmättes i närheten av försöksrutor med rosor. Efter att ha skapat artificiella habitat med rosor och satt ut smultronsikelvecklaren i dessa, upptäcktes en lyckad etablering av parasitstekeln även i intilliggande fruktodlingar där den inte tidigare funnits⁵⁰.

Tachinidflugor är parasitoider på flera arter av bladvecklare i norra Europa. Arterna *Cyzenis albicans* och *Lypha dubia* antas bidra till den biologiska bekämpningen av frostfjärilen i svenska äppelodlingar, särskilt vid höga tätheter av bytsdjuren⁹². Inte mycket forskning har genomförts av tachinidflugornas näringsekologi, men det är känt att de söker näring från och attraheras till blommande växter¹⁰². Idag, finns det ingen information om möjliga effekter av habitatmanipulering på denna grupp av naturliga fiender.

Effekter på kvalster

Tre olika studier har belyst effekten av habitatmanipulering på kvalster i äppelträd. En blomsterblandning som bestod av blåklint, gullkrage (*Glebionis segetum*) och åkerkulla (*Anthemis arvensis*) hade ingen effekt på en population av rött spinn (*Panonychus ulmi*) som samlades in från äppelblad⁷⁸. På samma sätt hade en växande mark-

täckning av lusern ingen effekt på två rovlevande kvalsterarter och tre olika arter av växtätande kvalster¹⁰³. I en ungersk fruktodling bidrog en sammansatt blandning av blommande växter som placerades mellan träraderna till större antal och ökad mångfald av rovkvalster¹⁰⁰. Dessa motstridiga resultat av habitatmanipulering på rovkvalster antas bero på att de olika växterna som användes i försöksrutorna med blommor hade olika effekter. Även om ingen av dessa tre studier registrerade skillnader i förekomst av spinnkvalster visar den ungerska studien¹⁰⁰ på möjligheten att förbättra förekomsten av rovkvalster, både till antal och diversitet. Åtminstone teoretiskt skulle det kunna bidra till en snabbare och mer effektiv respons på ett eventuellt spinnkvalsterutbrott.

Sammanfattning

- Habitatmanipulering i äppelodlingar verkar vara en effektiv metod för att locka bladluspredatorer som aktivt söker föda i blommande växter som vuxna. Det kan vara guldögonsländor och blomflugor och möjligtvis kan även andra bladluspredatorer som nyckelpigor och näbbskinnbaggar öka i antal.
- Förekomsten av predatorer påvecklare, särskilt tvestjärtar och skalbaggspredatorer kan också öka i antal med denna metod. Flertalet forskningsatsningar har dock riktats mot förbättrad förekomst av parasitsteklar med ett klart samband mellan växtbaserad föda och ökad parasitering av vecklarlarver.
- Motstridiga försöksresultat, speciellt när det gäller den biologiska bekämpningens kapacitet och förmågan att reglera skadegörare, pekar på vikten av att optimera habitatmanipuleringen utifrån lokala förutsättningar för att uppnå märkbar positiv effekt.

Några svenska exempel



BILD 1: FOTO: ELISABETH ÖGREN

Jordbruksverket startade 2015 projektet Biodiversitet i frilandsodling med syftet att samla erfarenheter kring den praktiska användningen av åtgärder som på olika sätt gynnar naturliga fiender och pollinerare i ekologisk frilandsodling av grönsaker och bär. I projektet arbetar Jordbruksverket tillsammans med odlare och rådgivare med att testa olika åtgärder i praktisk odling och dokumentera lärdomar och erfarenheter. Under åren har sex odlingar medverkat i projektet och totalt 50 olika åtgärder dokumenterats. I det följande avsnittet presenteras ett antal av dessa åtgärder med bilder och korta bildtexter.

Bild 1, till vänster: Flerårig blomsterrensa i grönsaksodling. Blomsterrensan såddes direkt på fält i början av juni 2015 och består av 2 ängsfröblandningar med totalt 28 olika örter och 4 gräs. Bilden är tagen den 7 september 2015, då blåklint och klätt dominerar.

Bild 2, nedan: Samma blomsterrensa men foto taget den 6 juli 2016 då färgkulla dominerar. De olika arterna avlöser varandra i blomningstid och det är stor variation i form och färg.



BILD 2: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 3: FOTO: CHRISTINA WINTER

Bild 3, ovan: Enkel direktsådd blomsterremsa med enbart ringblomma i grönsaksodling, foto 9 juli 2015. Ringblommor blommar länge och självsår sig lätt.

Bild 4, nedan: Komplex ettårig blomsterremsa med en färdig blandning av 19 olika arter med stor variation i blomform, färg och blomningstid. Foto 12 september 2016.

Bild 5 till höger: Enkel ettårig blomsterremsa i grönsaksodling med direktsådd rosenskära. Foto 7 september 2015.



BILD 4: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 5: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 6: FOTO: THILDA HÅKANSSON

Bild 6, ovan: Ettårig blomsterrensa med honungsört och persisk klöver i plantlök, löken har just lossats. Foto 16 augusti 2016.

Bild 7, till höger: Bovete och luddvicker sådd i pluggbrätten och utplanterad samtidigt med sallat. Foto 29 augusti 2017.

Bild 8A och 8B, nedan: Blommande grüngödsling mellan rader av plommonträd. Grüngödslingen består av honungsört, blodklöver, persisk klöver, dill och cikoria. Foto 29 augusti 2017.



BILD 7: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 8A: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 8B: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 9: FOTO: KRISTINA HOMMAN



BILD 10: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 11: FOTO: ELISABETH ÖGREN

Bild 9, ovan till vänster: Skalbaggssås anlagd centralt i grönsaksodling. Åsen är anlagd under juli och augusti 2015 och består av både sådda och planterade arter. I kanten av åsen finns planterad strandsvingel och rödsvingel. I mitten har odlaren sått en ängsfröblandning med örter, hundäxing, svartkämpar och ängssvingel och planterat bland annat kummin, gräslök, renfana, kaukasisk förgätmigej, vallört, kardvädd och ängsklocka. Foto 7 juli 2016.

Bild 10, ovan: Flerårig grön gödsling i grönsaksodling anlagd våren 2014. Grön gödslingen består av rödklöver, vitklöver, käringtand, gräsfröblandning och självsådd luddvicker och humlelusern. Delar av grön gödslingen tillåts gå i blom medan andra delar putsas. Foto 2 juli 2015.

Bild 11, till vänster: Insådd av persisk klöver mellan rader av pumpa som är planterad på nedbrytbar plast. Klövern håller nere ogräs som annars lätt får fotfäste mellan de plasttäckta raderna. Den blommande klövern lockar in pollinerare i beståndet. Till vänster en blommande grön gödsling med bland annat bovete.

Bild 12, nedan: Visningsträdgård med stor mångfald av blommande växter i anslutning till grönsaks- och bärödling. Visningsträdgården är ett uppskattat inslag i gårdsbilden för besökare till gårdsbutik och självplocket samtidigt som den gynnar naturliga fiender och pollinerare. Foto 26 augusti 2015.

Bild 13, till höger: Insektshotell placerat i gårdens visningsträdgård. Här erbjuds gynnsamma miljöer för bland annat solitärbin som är värdefulla pollinerare i gårdens bärödling.

Bild 14, nedan till höger: Blomsterremsa med både ettåriga och fleråriga arter i bärödling. Den ettåriga remsan är sådd i rutor med ringblomma och koriander, honungsört och persiskt klöver samt bovete och luddvicker. Den fleråriga remsan består av direktsådd blåklint och klätt. Hundäxing, vadd och nepeta är planterad i kanterna.



BILD 12: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 13: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 14: FOTO: ELISABETH ÖGREN



BILD 15: FOTO: JOHAN ASCARD



BILD 16: FOTO: JOHAN ASCARD

Bild 15, ovan: Blomsterrensa med honungsört i äppelodling i Blekinge. Odlaren fräste remsor i gräsbanorna på våren och sädde in blomsterrensor. Foto 30 augusti 2017.

Bild 16 till vänster: Blomsterrensa i äppelodling i Kivik, insådd med över 30 olika arter örter och gräs. Här dominerar vildmorot, cikoria, käringtand och rödklöver.

Bild 17, nedan: Blomsterrensa i äppelodling i en annan odling i Kivik, insådd med samma fröblandning som den andra odlingen med över 30 olika arter. Men här dominerar rödklöver.



BILD 17: FOTO: JOHAN ASCARD



BILD 18: FOTO: JOHAN ASCARD



BILD 19: FOTO: JOHAN ASCARD

Bild 18, ovan: Blomsterrensa i utkanten av en äppelodling med många olika arter. Foto 30 augusti 2017.

Bild 19, till vänster: Parasitsteklar i blomma av vildmorot.

Generella slutsatser

I denna genomgång har vi visat att habitatmanipulering i äpple och grönsaker har potential att på olika sätt gynna skadegörarnas naturliga fiender. Flertalet studier har fram till idag riktat in sig på att förse naturliga fiender med föda. Endast ett fåtal studier har undersökt påverkan av att erbjuda skydd. Laboratoriestudier har kopplat ihop habitatmanipulering med förbättrad fortplantning, förbättrat sökbeteende efter bytesdjur/värdjur och förlängd livslängd. Ett större antal och en rikare mångfald av naturliga fiender har observerats regelbundet i fält. Få studier har dock kunnat visa i praktiken att en ökad mängd av typiska naturliga fiender verkligen har medfört förbättrad biologisk bekämpning, det vill säga en skadegörarnivå som är godtagbar ur ett odlingsmässigt perspektiv. Även i tidigare genomgångar har denna brist på information pekats ut som ett hinder för att införa biologiska bekämpningsmetoder.

Svårigheten att visa detta samband beror troligen på de komplexa samspelen mellan olika nivåer i näringskedjan och påverkan av det omgivande landskapet. Det gör det svårt att dra generella slutsatser baserade på de kunskaper som är tillgängliga idag. Dessutom beror förekomsten av skadeinsekter och naturliga fiender på odlingsmetoder både på landskapsnivå och fältnivå. Alla dessa problem visar att det finns behov av fler grundläggande studier, utförda i olika landskapstyper och i lämplig skala. Det behövs noggranna undersökningar av hur habitatmanipulering påverkar näringsvävsstrukturerna för att generell kunskap ska komma fram och för att öka förståelsen för dessa system.

Samarbete behövs

Det är brist på väl utvecklade habitatmanipuleringsystem som är färdiga att tas i bruk av od-

lare. För att kunna utveckla praktiska och funktionella system finns ett behov av djupare och långsiktigare samarbeten mellan odlare, rådgivare och forskare. Idag vet vi möjligen vilka växtarter som kan användas för att öka antalet av specifika naturliga fiender, men vi vet betydligt mindre om vilka kvantiteter som behövs. Vi vet inte heller vilka odlingstekniska strategier som bör användas och hur habitatet bör placeras i fältet för att optimera användningen där. För att öka möjligheterna för odlare att använda sig av habitatmanipulering kan mångfunktionalitet vara en väg, exempelvis genom att kombinera detta med fånggrödor.

Forskningen kommer inte ensamt att kunna ta fram lösningar för en lyckad habitatmanipulering för varje enskild situation på grund av komplexiteten och speciella lokala förutsättningar. Forskare kan medverka till att rådgivare och odlare blir skickligare på att experimentera med habitatmanipulering och att de observerar resultaten över tid. Odlare efterfrågar mer kunskaper om skadegörarens och naturliga fienders livscyklar och biologi. De behöver den kunskapen för att kunna finna praktiska lösningar på sina gårdar och öka den naturliga biologiska bekämpningen för att motverka spridningen av skadegörare. Odlarna vill ha metoder som är lätta att använda för att kunna observera effekten av habitatmanipulering och för att utvärdera resultatet. De efterfrågar kunskaper om hur effektiv skadebekämpning kan vara och eventuella risker med att habitatmanipulering kan föröka upp skadegörare. De efterfrågar också kunskaper om tröskelvärden.

Forskning skulle därför kunna inriktas på habitatmanipulering, där det förväntas en högre risk att föröka upp nyckelskadegörare. Forskningen

skulle även kunna inriktas på inventeringar av naturliga fienders populationsdynamik över hela säsongen och på att utvärdera den biologiska bekämpningens effektivitet och fastställa tröskelvärden.

Fokus på lättanvända metoder

Denna genomgång ger ledtrådar till faktorer att ta hänsyn till vid utformningen av observationsförsök som odlare kan genomföra. På grund av de komplexa sambanden, bör fokus vara på lättanvändbara metoder för att studera effekten på nyckelskadegörare och deras huvudsakliga naturliga fiender. Om nyckelskadegörarna lever av pollen och nektar, finns det behov av större försiktighet vid valet av nyttoväxter med tanke på deras morfologi, blomningstid och tillgänglig information om andra preferenssignaler. Om de viktigaste naturliga fienderna behöver förbindelsevägar, skydd och/eller alternativa byten bör det tillgodoses. Effekten av landskapet är av avgörande betydelse för utfallet av den naturliga biologiska bekämpningen. Det är störst sannolikhet att habitatmanipuleringen kan ge en förstärkande effekt i landskap med medelmåttig mångfald där förekomsten av naturliga fiender

inte är så stor. Landskap med en mångfald av växtarter med förbindelser sinsemellan är en politisk fråga, eftersom odlare bara kan påverka detta i begränsad omfattning.

Kombinera med andra metoder och marknadsföring

Habitatmanipulering är inte en växtskydds metod som står på egna ben. Den måste samordnas med andra metoder som en god växtföljd, motståndskraftiga sorter, avstånd mellan fält med samma gröda (för att motverka förflyttning av skadeinsekter under säsongen), lämplig tillförsel av näring och samodling. Det är också troligt att utsättning av kommersiellt uppförökade naturliga fiender, som finns naturligt i den svenska faunan, kommer att bli vanligare i grönsaksodlingen och fruktodlingen i framtiden. Habitatmanipuleringen blir då viktig för att hålla kvar de utsläppta naturliga fienderna på den plats där odlaren behöver dem.

Ökad mångfald av växter i fälten kommer också att förstärka eller bevara andra värden, så som pollinerande insekter, fågelliv och ett mer estetiskt tilltalande jordbrukslandskap.

Referenser

- ¹ Van Lenteren, J., 2006. Ecosystem services to biological control of pests: why are they ignored? Proceedings Netherlands Entomological Society Meeting 17, 103-111.
- ² Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45, 175-201.
- ³ Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. BioControl 46, 387-400.
- ⁴ Rusch, A., Bommarco, R., Jonsson, M., Smith, H.G., Ekbom, B., 2013. Flow and stability of natural pest control services depend on complexity and crop rotation at the landscape scale. Journal of Applied Ecology 50, 345-354.
- ⁵ Jonsson, M., Bommarco, R., Ekbom, B., Smith, H.G., Bengtsson, J., Caballero-Lopez, B., Winqvist, C., Olsson, O., 2014. Ecological production functions for biological control services in agricultural landscapes. Methods Ecol. Evol. 5, 243-252.
- ⁶ Thies, C., Tschamtko, T., 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. Science 285, 893-895.
- ⁷ Östman, O., Ekbom, B., Bengtsson, J., 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. Basic and Applied Ecology 2, 365-371.
- ⁸ Szentkiralyi, F., Kozar, F., 1991. How many species are there in apple insect communities - testing the resource diversity and intermediate disturbance hypotheses. Ecological Entomology 16, 491-503.
- ⁹ Wilkinson, T.K., Landis, D.A., 2005. Habitat diversification in biological control: the role of plant resources. In: Wäckers, F., Van Rijn, P., Bruin, J. (Eds.), Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: Protective Mutualism and Its Applications, pp. 305-325.
- ¹⁰ Nicholls, C.I., Parrella, M., Altieri, M.A., 2001. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. Landscape Ecology 16, 133-146.
- ¹¹ Simon, S., Bouvier, J.-C., Debras, J.-F., Sauphanor, B., 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. Agronomy for Sustainable Development 30, 139-152.
- ¹² Hickman, J.M., Lovei, G.L., Wratten, S.D., 1995. Pollen feeding by adults of the hoverfly *Melanostoma fasciatum* (Diptera: Syrphidae). N. Z. J. Zool. 22, 387-392.
- ¹³ Gontijo, L.M., Beers, E.H., Snyder, W.E., 2013. Flowers promote aphid suppression in apple orchards. Biological Control 66, 8-15.
- ¹⁴ Takasu, K., Lewis, W.J., 1995. Importance of adult food sources to host searching of the larval parasitoid *Microplitis croceipes*. Biological Control 5, 25-30.
- ¹⁵ Baggen, L.R., Gurr, G.M., Meats, A., 1999. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. Entomologia Experimentalis et Applicata 91, 155-161.
- ¹⁶ Tyljanakis, J.M., Didham, R.K., Wratten, S.D., 2004. Improved fitness of aphid parasitoids receiving resource subsidies. Ecology 85, 658-666.
- ¹⁷ Berndt, L.A., Wratten, S.D., 2005. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. Biological Control 32, 65-69.
- ¹⁸ Vattala, H.D., Wratten, S.D., Phillips, C.B., Wäckers, F.L., 2006. The influence of flower morphology and nectar quality on the longevity of a parasitoid biological control agent. Biological Control 39, 179-185.
- ¹⁹ Nilsson, U., Rännback, L.M., Anderson, P., Eriksson, A., Rämert, B., 2011. Comparison of nectar use and preference in the parasitoid *Trybliographa rapae* (Hymenoptera: Figitidae) and its host, the cabbage root fly, *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae). Biocontrol Science and Technology 21, 1117-1132.
- ²⁰ Tenhumberg, B., Poehling, H.M., 1995. Syrphids as natural enemies of cereal aphids in Germany – aspects of their biology and efficacy in different years and regions. Agriculture Ecosystems & Environment 52, 39-43.
- ²¹ Cottrell, T.E., Yeargan, K.V., 1998. Effect of pollen on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) population density, predation, and cannibalism in sweet corn. Environmental Entomology 27, 1402-1410.

- ²² Eubanks, M.D., Denno, R.F., 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. *Ecology* 80, 1253-1266.
- ²³ Dunbar, D.M., Bacon, O.G., 1972. Feeding, development, and reproduction of *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Lygaeidae) on eight diets. *Annals of the Entomological Society of America* 65, 892-895.
- ²⁴ Stelzl, M., 1991. Investigations on food of *Neuroptera adults* (Neuropteroidea, Insecta) in Central Europe - with a short discussion of their role as natural enemies of insect pests. *Journal of Applied Entomology-Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie* 111, 469-477.
- ²⁵ Jarvis, M.A., Kidd, N.A.C., Fitton, M.G., Huddleston, T., Dawah, H.A., 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. *Journal of Natural History* 27, 67-105.
- ²⁶ Wäckers, F.L., 2005. Suitability of (extra-) floral nectar, pollen, and honeydew as insect food sources. In: Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J. (Eds.), *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: Protective Mutualism and Its Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17-74.
- ²⁷ Wäckers, F.L., 2004. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control* 29, 307-314.
- ²⁸ Sivinski, J., Wahl, D., Holler, T., Dobai, S.A., Sivinski, R., 2011. Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. *Biological Control* 58, 208-214.
- ²⁹ Krenn, H.W., Plant, J.D., Szucsich, N.U., 2005. Mouthparts of flower-visiting insects. *Arthropod Structure & Development* 34, 1-40.
- ³⁰ Villenave, J., Deutsch, B., Lode, T., Rat-Morris, E., 2006. Pollen preference of the *Chrysoperla species* (Neuroptera: Chrysopidae) occurring in the crop environment in western France. *European Journal of Entomology* 103, 771-777.
- ³⁶ Ramsden, M.W., Menendez, R., Leather, S.R., Wäckers, F., 2015. Optimizing field margins for biocontrol services: The relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture Ecosystems & Environment* 199, 94-104.
- ³¹ Patt, J.M., Hamilton, G.C., Lashomb, J.H., 1997. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: Interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83, 21-30.
- ³³ Baggen, L.R., Gurr, G.M., 1998. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control* 11, 9-17.
- ³⁴ Russell, M., 2015. A meta-analysis of physiological and behavioral responses of parasitoid wasps to flowers of individual plant species. *Biological Control* 82, 96-103.
- ³⁵ Stephens, M.J., France, C.M., Wratten, S.D., Frampton, C., 1998. Enhancing biological control of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) by sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) in an orchard. *Biocontrol Science and Technology* 8, 547-558.
- ³⁶ Lee, J.C., Heimpel, G.E., 2005. Impact of flowering buckwheat on Lepidopteran cabbage pests and their parasitoids at two spatial scales. *Biological Control* 34, 290-301
- ³⁷ Winkler, K., Wäckers, F., Bukovinszkyne-Kiss, G., van Lenteren, J., 2006. Sugar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic and Applied Ecology* 7, 133-140.
- ³⁸ Pacini, E., Nicolson, S.W., 2007. Introduction. In Nicolson, S.W., Nepi, M., Pacini, E. (eds.) *Nectar and Nectar*. Dordrecht: Springer-Verlag, 1-19.
- ³⁹ Geneau, C.E., Wäckers, F.L., Luka, H., Balmer, O., 2013. Effects of extrafloral and floral nectar of *Centaurea cyanus* on the parasitoid wasp *Microplitis mediator*: Olfactory attractiveness and parasitization rates. *Biological Control* 66, 16-20.
- ⁴⁰ Bugg, R.L., Colfer, R.G., Chaney, W.E., Smith, H.A., Cannon, J., 2008. *Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops*. University of California Publication 8285.
- ⁴¹ De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K., Deforce, K., 2005. Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest Management Science* 61, 1129-1132.
- ⁴² Lundgren, J.G., 2009. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. *Biological Control* 51, 294-305.
- ⁴³ Wong, S.K., Frank, S.D., 2013. Pollen increases fitness and abundance of *Orius insidiosus* Say (Heteroptera: Anthracoridae) on banker plants. *Biological Control* 64, 45-50.
- ⁴⁴ Lu, Z.X., Zhu, P.Y., Gurr, G.M., Zheng, X.S., Read, D.M.Y., Heong, K.L., Yang, Y.J., Xu, H.X., 2014. Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. *Insect Science* 21, 1-12.
- ⁴⁵ Colley, M.R., Luna, J.M., 2000. Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environmental Entomology* 29, 1054-1059.

- ⁴⁶ Nunes Morgado, L., Resendes, R., Moura, M., Mateus Ventura, M.A., 2014. Pollen resources used by *Chrysoperla agilis* (Neuroptera: Chrysopidae) in the Azores, Portugal. *European Journal of Entomology* 111, 143-146.
- ⁴⁷ Griffiths, G.J.K., Holland, J.M., Bailey, A., Thomas, M.B., 2008. Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control* 45, 200-209.
- ⁴⁸ MacLeod, A., Wratten, S.D., Sotherton, N.W., Thomas, M.B., 2004. 'Beetle banks' as refuges for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. *Agricultural and Forest Entomology* 6, 147-154.
- ⁴⁹ Carvell, C., Pywell, R.F., Smart, S.M., Roy, R., 2001. Restoration and management of bumblebee habitat on arable farmland: literature review. DEFRA Contract Report BD1617., Cambridgeshire, UK
- ⁵⁰ Unruh, T.R., Pfannenstiel, R.S., Peters, C., Brunner, J.F., Jones, V.P., 2012. Parasitism of leafrollers in Washington fruit orchards is enhanced by perimeter plantings of rose and strawberry. *Biological Control* 62, 162-172.
- ⁵¹ Van Emden, H.F., 1990. Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. Intercept Ltd, Andover.
- ⁵² Lavandero, B., Wratten, S.D., Didham, R.K., Gurr, G.M., 2006. Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: A double-edged sword? *Basic and Applied Ecology* 7, 236-243
- ⁵³ Anonymous, 2001. Trädgårdsnäringens växtskydds-förhållande In: Jönsson, B. (Ed.), Rapport- Jordbruksverket.
- ⁵⁴ Smith, H.A., Chaney, W.E., 2007. A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the Central Coast of California. *Journal of Economic Entomology* 100, 39-48.
- ⁵⁵ Skirvin, D.J., Kravar-Garde, L., Reynolds, K., Wright, C., Mead, A., 2011. The effect of within-crop habitat manipulations on the conservation biological control of aphids in field-grown lettuce. *Bulletin of Entomological Research* 101, 623-631.
- ⁵⁶ Chaney, W.E., 1998. Biological control of aphids in lettuce using in-field insectaries. In: Pickett, C.H., Bugg, R.L. (Eds.), *Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests.*, pp. 73-83.
- ⁵⁷ White, A.J., Wratten, S.D., Berry, N.A., Weigmann, U., 1995. Habitat manipulation to enhance biological control of brassica pests by hover flies (Diptera: Syrphidae). *Journal of Economic Entomology* 88, 1171-1176.
- ⁵⁸ Wäckers, F.L., Romeis, J., van Rijn, P., 2007. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. *Annual Review of Entomology* 52, 301-323.
- ⁵⁹ Picault, S., 2013. Functional biodiversity in vegetable crops: natural control of the carrot fly *Psila rosae*. (Biodiversité fonctionnelle en cultures légumières: régulation naturelle de la mouche de la carotte *Psila rosae*). *Infos-Ctifl*, 38-52.
- ⁶⁰ Nilsson, U., Rännbäck, L.M., Anderson, P., Björkman, M., Futter, M., Rämert, B., 2015. Effects of conservation strip and crop type on natural enemies of *Delia radicum*. *Journal of Applied Entomology*.
- ⁶¹ Masetti, A., Lanzoni, A., Burgio, G., 2010. Effects of flowering plants on parasitism of lettuce leafminers (Diptera: Agromyzidae). *Biological Control* 54, 263-269.
- ⁶² Zhao, J.Z., Ayers, G.S., Grafius, E.J., Stehr, F.W., 1992. Effects of neighboring nectar-producing plants on populations of pest Lepidoptera and their parasitoids in broccoli plantings. *Great Lakes Entomologist* 25, 253-258.
- ⁶³ Winkler, K., Wäckers, F., Pinto, D.M., 2009. Nectar-providing plants enhance the energetic state of herbivores as well as their parasitoids under field conditions. *Ecological Entomology* 34, 221-227.
- ⁶⁴ Pfiffner, L., Luka, H., Schlatter, C., Juen, A., Traugott, M., 2009. Impact of wildflower strips on biological control of cabbage lepidopterans. *Agriculture Ecosystems & Environment* 129, 310-314.
- ⁶⁵ Balmer, O., Geneau, C.E., Belz, E., Weishaupt, B., Foerderer, G., Moos, S., Ditner, N., Juric, I., Luka, H., 2014. Wildflower companion plants increase pest parasitism and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution. *Biological Control* 76, 19-27.
- ⁶⁶ Sjöberg, P., Rämert, B., Thierfelder, T., Hillbur, Y., 2015. Ban of a broad-spectrum insecticide in apple orchards: effects on tortricid populations, management strategies, and fruit damage. *Journal of Pest Science*, 1-9.
- ⁶⁷ Sandskär, B., 2003. Apple scab (*Venturia inaequalis*) and pests in organic orchards. PhD thesis, SLU, Sweden.
- ⁶⁸ Porcel, M., Sjöberg, P., Swiergiel, W., Dinwiddie, R., Rämert, B., Tasin, M., 2014. Mating disruption of *Spilonota ocellana* and other apple orchard tortricids using a multispecies reservoir dispenser. *Pest Management Science*.
- ⁵⁹ Carroll, D.P., Hoyt, S.C., 1984. Natural enemies and their effects on apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), colonies on young apple trees in central Washington. *Environmental Entomology* 13, 485-492.
- ⁷⁰ Miñarro, M., Hemptinne, J.L., Dapena, E., 2005. Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. *BioControl* 50, 403-414.

- ⁷¹ Brown, M.W., Mathews, C.R., 2007. Conservation biological control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), in eastern North America. *Environmental Entomology* 36, 1131–1139.
- ⁷² Dib, H., Simon, S., Sauphanor, B., Capowiez, Y., 2010. The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. *Biological Control* 55, 97–109.
- ⁷³ Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., 2012. Pick and mix: selecting flowering plants to meet the requirements of target biological control insects. In: Gurr, G.M., Wratten, S.D., Snyder, W.E., Read, D.M.Y. (Eds.), *Biodiversity and Insect Pests: Key Issues for Sustainable Management*, pp. 139–165.
- ⁷⁴ Haley, S., Hogue, E., 1990. Ground cover influence on apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), and its predators in a young apple orchard. *Crop Protection* 9, 225–230.
- ⁷⁵ Wyss, E., 1996. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 60, 47–59.
- ⁷⁶ Wyss, E., 1995. The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 75, 43–49.
- ⁷⁷ Song, B., Wu, H., Kong, Y., Zhang, J., Du, Y., Hu, J., Yao, Y., 2010. Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard. *BioControl* 55, 741–751.
- ⁷⁸ Fitzgerald, J.D., Solomon, M.G., 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? *Biocontrol Science and Technology* 14, 291–300.
- ⁷⁹ Bone, N.J., Thomson, L.J., Ridland, P.M., Cole, P., Hoffmann, A.A., 2009. Cover crops in Victorian apple orchards: Effects on production, natural enemies and pests across a season. *Crop Protection* 28, 675–683.
- ⁸⁰ Kinkorova, J., Kocourek, F., 2000. The effect of integrated pest management practices in an apple orchard on Heteroptera community structure and population dynamics. *Journal of Applied Entomology* 124, 381–385.
- ⁸¹ Markó, V., Jenser, G., Kondorosy, E., Abraham, L., Balazs, K., 2013. Flowers for better pest control? The effects of apple orchard ground cover management on green apple aphids (*Aphis* spp.) (Hemiptera: Aphididae), their predators and the canopy insect community. *Biocontrol Science and Technology* 23, 126–145.
- ⁸² Vogt, H., Weigel, A., 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *IOBC/WPRS Bulletin* 22 (7), 39–46.
- ⁸³ Fréchette, B., Cormier, D., Chouinard, G., Vanoosthuyse, F., Lucas, E., 2008. Apple aphid, *Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae), and predator populations in an apple orchard at the non-bearing stage: The impact of ground cover and cultivar. *European Journal of Entomology* 105, 521–529.
- ⁸⁴ Altieri, M.A., Schmidt, L.L., 1986. Cover crops affect insect and spider populations in apple orchards. *California Agriculture* 40, 15–17.
- ⁸⁵ Wyss, E., Niggli, U., Nentwig, W., 1995. The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *Journal of Applied Entomology* 119, 473–478.
- ⁸⁶ Markó, V., Keresztes, B., 2014. Flowers for better pest control? Ground cover plants enhance apple orchard spiders (Araneae), but not necessarily their impact on pests. *Biocontrol Science and Technology* 24, 574–596.
- ⁸⁷ de Roince, C.B., Lavigne, C., Mandrin, J.F., Rollard, C., Symondson, W.O.C., 2013. Early-season predation on aphids by winter-active spiders in apple orchards revealed by diagnostic PCR. *Bulletin of Entomological Research* 103, 148–154.
- ⁸⁸ Pekár, S., 1999. Effect of IPM practices and conventional spraying on spider population dynamics in an apple orchard. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 73, 155–166.
- ⁸⁹ Karsmeijer, M.M.D., 1973. Observations on the enemies of the oyster shell scale, *Lepidosaphes ulmi*, on apple in the Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 79, 122–124.
- ⁹⁰ Szentkirályi, F., 2001. Lacewings in fruit and nut crops. In: McEwen, P., New, T.R., Whittington, A.E. (Eds.), *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 172–238.
- ⁹¹ Hodek, I., Honěk, A., 2009. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biological Control* 51, 232–243.
- ⁹² Cross, J.V., Solomon, M.G., Babandreier, D., Blommers, L., Easterbrook, M.A., Jay, C.N., Jenser, G., Jolly, R.L., Kuhlmann, U., Lilley, R., Olivella, E., Toepfer, S., Vidal, S., 1999. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology* 9, 277–314.
- ⁹³ Solomon, M.G., Cross, J.V., Fitz Gerald, J.D., Campbell, C.A.M., Jolly, R.L., Olszak, R.W., Niemczyk, E., Vogt, H., 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe - 3. Predators. *Biocontrol Science and Technology* 10, 91–128.

- ⁹⁴ Frank, S.D., Wratten, S.D., Sandhu, H.S., Shrewsbury, P.M., 2007. Video analysis to determine how habitat strata affects predator diversity and predation of *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard. *Biological Control* 41, 230–236.
- ⁹⁵ Suckling, D.M., Burnip, G.M., Hackett, J., Daly, J.C., 2006. Frass sampling and baiting indicate European earwig (*Forficula auricularia*) foraging in orchards. *Journal of Applied Entomology* 130, 263–267.
- ⁹⁶ Moerkens, R., Leirs, H., Peusens, G., Gobin, B., 2010. Dispersal of single- and double-brood populations of the European earwig, *Forficula auricularia*: a mark-recapture experiment. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 137, 19–27.
- ⁹⁷ Mathews, C.R., Bottrell, D.G., Brown, M.W., 2004. Habitat manipulation of the apple orchard floor to increase ground-dwelling predators and predation of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Biological Control* 30, 265–273.
- ⁹⁸ Leius, K., 1967. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. *Canadian Entomologist* 99, 444–446.
- ⁹⁹ Irvin, N.A., Scarratt, S.L., Wratten, S.D., Frampton, C.M., Chapman, R.B., Tylanakis, J.M., 2006. The effects of floral understoreys on parasitism of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) on apples in New Zealand. *Agricultural and Forest Entomology* 8, 25–34.
- ¹⁰⁰ Markó, V., Jenser, G., Mihalyi, K., Hegyi, T., Balazs, K., 2012. Flowers for better pest control? Effects of apple orchard groundcover management on mites (Acari), leafminers (Lepidoptera, Scitellidae), and fruit pests. *Biocontrol Science and Technology* 22, 39–60.
- ¹⁰¹ Pfannenstiel, R.S., Unruh, T.R., Brunner, J.F., 2010. Overwintering hosts for the exotic leafroller parasitoid, *Colpoclypeus florus*: Implications for habitat manipulation to augment biological control of leafrollers in pome fruits. *Journal of Insect Science* 10, 1–13.
- ¹⁰² Al-Dobai, S., Reitz, S., Sivinski, J., 2012. *Tachinidae* (Diptera) associated with flowering plants: Estimating floral attractiveness. *Biological Control* 61, 230–239.
- ¹⁰³ Mullinix, K., Isman, M.B., Brunner, J.F., 2010. Key and secondary arthropod pest population trends in apple cultivated over four seasons with no insecticides and a legume cover. *Journal of Sustainable Agriculture* 34, 584–594.
- ¹⁰⁴ Nagy, C., Cross, J.V., Markó, V., 2013. Sugar feeding of the common black ant, *Lasius niger* (L.), as a possible indirect method for reducing aphid populations on apple by disturbing ant-aphid mutualism. *Biological Control* 65, 24–36.
- ¹⁰⁵ Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A., Gurr, G.M., 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods.

Idag finns ett stort intresse bland odlare och rådgivare för biologiska bekämpningsmetoder, speciellt i grönsaker och frukt. Syftet med denna rapport är att förmedla resultat från aktuell forskning som studerat olika metoder för att gynna olika skadegörarens naturliga fiender samt att inspirera till utveckling av biologiska bekämpningsmetoder i praktisk odling.

Rapporten är en kortad och översatt version av en kunskapssyntes utgiven av EPOK 2016.

