

Kontroll av skadeinsekter i klöverfröodlingar med biologiska metoder

Projektnummer H1333073

Slutrapport 2014-2016

Olle Anderbrant¹, Åsa Lankinen², Maj Rundlöf¹, Göran Birgersson², Mattias Larsson², Glenn Svensson¹

¹ Biologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 37, SE-223 62 Lund

² Institutionen för växtskyddsbiologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Box 102, SE-230 53 Alnarp

Bakgrund

Tillgången på klöverfrö är grundläggande inom jordbruket, då klöver används för produktion av djurfoder och vid grön gödsling. Ekologisk produktion av röd- och vitklöverfrö har sedan 90-talet ökat markant i Sverige, som idag är en världsledande producent av ekologiskt klöverfrö. Skördarna för både konventionell och ekologisk fröodling varierar dock kraftigt mellan gårdar och mellan år och en bidragande orsak är skadeinsekter, främst frätande klöverspetsvivar av släktet *Apion* (numera *Protapion*), vilka kan orsaka stora skördeförluster (>50% av skörden). Vivlarna bekämpas sedan 2010 effektivt med en neonicotinoid inom den konventionella odlingen, medan den ekologiska sektorn saknar etablerade kontrollmetoder.

Syftet med projektet var att studera olika aspekter av insektsskador i klöverfröodlingar, för att bättre kunna övervaka, förebygga och eventuellt kontrollera sådana skador. Projektet har utgått från resultat och erfarenheter uppnådda inom projekt H1033099, som pågick 2011-2013. Fokus har legat på studier av klöverspetsvivar. Projektet omfattar perioden 2014-2016 och arbetet har i huvudsak följt de planer som finns med i ansökan från 2013. En lägesrapport skickades in i september 2015. Projektgruppen bestående av de sökande och anställda/stipendiater har träffats vid 22 tillfällen för rapportering, planering och diskussion.

Förutom projektgruppen har tre postdoktorer och flera tillfälliga fält- och laboratorieassistenter varit inblandade i projektets genomförande. Postdoktorer knutna till projektet var Franklin Nyabuga januari 2014 – februari 2015, David Carrasco sammanlagt fem månader 2014-2015 och Nicoletta Faraone juni 2015 – juni 2017. En av assistenterna 2014, Veronica Hederström, antogs 2015 som doktorand vid SLU (Alnarp) i ett relaterat Formas-finansierat projekt som fokuserar på pollination och frösättning hos klöver. Ola Lundin, som disputerade på en avhandling om rödklöverfröodling 2013 (Lundin 2013), har varit medarbetare i ett några av studierna och ibland deltagit i projektmötena.

Material och metoder

Fältförsök har under projektet koncentrerats till vitklöver och har omfattat 12, 14 respektive 13 fält i Skåne åren 2014-2016. Både konventionellt och ekologiskt brukade fält har inkluderats. I de konventionella fälten gjordes försök både inom en yta som behandlades som resten av fältet och i en yta där ingen besprutning mot insektsskadegörare gjordes. I alla ytor fångades skadeinsekter med hjälp av passiva fallfällor under första delen av växtsäsongen, dvs under skadeinsekternas immigration, etablering och äggläggning. Vidare samlades data in för att bestämma andra faktorer som kan förväntas påverka fröskörden, såsom antal

blomhuvuden och blommor per blomhuvud, antal och art av pollinatörer, vivelangrepp på blomhuvudena, parasiter på vivlarna, samt frösättning hos klöver.

Baserat på pilotförsök under 2013 påbörjades ett systematiskt försök 2015 (pågår fortfarande) för att få en uppfattning om hur avståndet mellan klöverfält skördat ett år påverkar förekomsten av klöverspetsvivel i ett närliggande fält skördat året efter. Förutom fångst med passiva fallfällor har utkrypningstält satts ut vid och mellan de båda fälten för att också få information om var vivlarna övervintrar. Åren 2015-2017 har tältförsök gjorts vid 4, 7 och 7 fält per år.

De elektrofysiologiska mätningarna av vilka doftämnen allmän klöverspetsvivel, *Apion trifolii*, (som föredrar rödklöver, Nyabuga m.fl. 2015a,b) kan uppfatta med sina antenner har slutförts. Därmed kan vi jämföra bredd och känslighet i doftsinnen med gulbent klöverspetsvivel *Apion fulvipes* (som föredrar vitklöver, Andersson m.fl. 2012, Nyabuga m.fl. 2015a,b).

Försök för att ta reda på vilka dofter som avges av röd- och vitklöver i olika stadier har gjorts i fält (pågår) och växthus. Dofter från klöverplantor av olika sorter och som utsatta för vivelangrepp eller ej har samlats upp och identifierats med hjälp av gaskromatografi och masspektroskopi. Vivlar, så väl som parasitsteklar, har samlats in med hjälp av håvning i klöverfält för beteendestudier och kemisk analys. Vidare har extraktion och doftuppsamling gjorts med olika arter och stadier av klöverspetsvivel för att studera om och hur kemiska signaler påverkar deras reproduktionsbeteende och förmågan hos deras parasiter att hitta dem.

Som resultat av ett möte med danska forskare gjordes försök att använda feromonfällor för att fånga klövervivel av släktet *Hypera*. För detta användes kommersiella beten för bomullsvivel, som innehåller samma ämnen som tidigare identifierats även från *Hypera*.

Resultat

Här följer först rapporteringen av de sex punkter som listades i början av den inskickade ansökan 2013 och därefter resultat från studier som initierats under försöksperioden (#7).

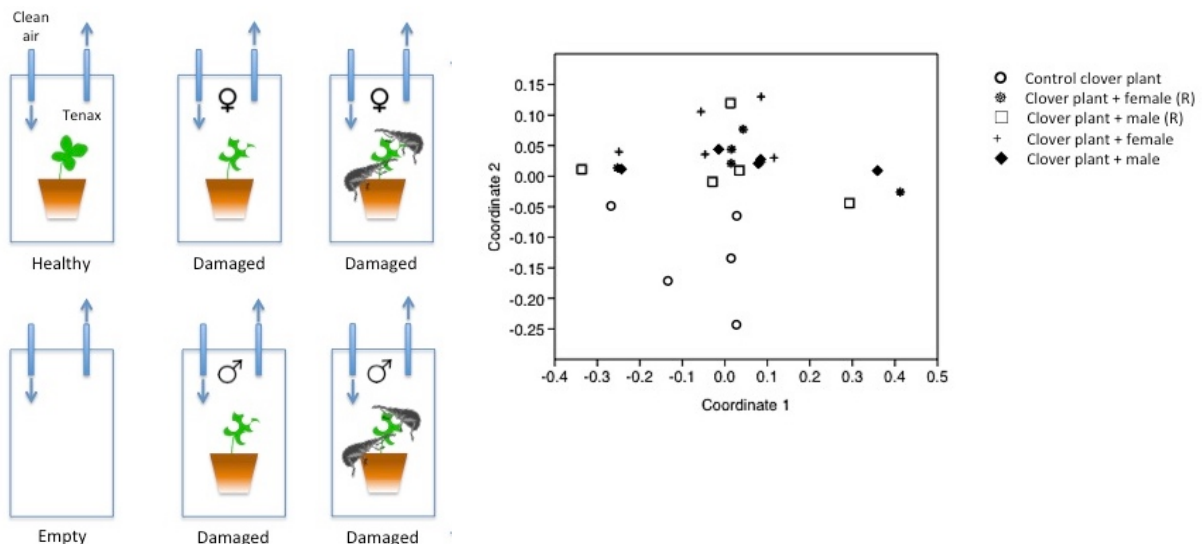
1. Kan de huvudsakliga fröskadegörarna i vit- respektive rödklöver, *Apion fulvipes* och *A. trifolii*, uppfatta och särskilja dofter från de två klöverarterna? Vi kommer att komplettera och slutföra de elektrofysiologiska analyserna och beteendestudierna.

De elektrofysiologiska mätningarna visar att vivelarterna ofta detekterar samma växtsubstanter med likartade typer av neuron, men att det också tycks finnas tydliga skillnader mellan vissa av arternas doftsinnen (Tabell 1). Dessa studier antyder att det kan finnas skillnader i doftsinnensystemen som arterna använder för att identifiera och lokalisera "sin" klöverart. Försök pågår för att studera om skillnaderna kan knytas till skillnader mellan klöverarternas doftspektrum (se nedan).

Uppsamling av flyktiga ämnen från intakta (före och under blomning) och vivelätta vit- och rödklöverplantor har genomförts i växthusmiljö och pågår för närvarande på friland. Sammanlagt har över 100 olika ämnen identifierats och arbetet med att hitta skillnader mellan sorter eller över tiden pågår för att om möjligt ringa in substanser eller ändrade förhållanden mellan ämnen, som kan relateras till perioden då vivlarna koloniserar fälten. De ännu ej färdigbearbetade resultaten från försöken i växthus framgår av **Figur 1**.

Tabell 1. Exempel på olika neurontyper hittade på antennerna av *Apion trifolii* (At, rödmarkerade kolumner) respektive *Apion fulvipes* (Af, gulmarkerade kolumner). Enskilda neurontyper detekterar olika syntetiska testsubstanser identifierade från klöver med olika känslighet (markerade med +). Många neurontyper har mer eller mindre identiska responspektra i de båda arterna, medan vissa uppvisar tydliga skillnader (se typ 3, inramad box). Vissa neurontyper tycks unika för endast den ena arten (exempelvis typ X och Y).

Ämne/Neurontyp	1At	1Af	3At	3Af	5At	5Af	6At	6Af	At X	Af Y
Phenylacetaldehyde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+++
(+)-3-Octanol	0	0	0	0	+++++	+++++	0	0	+	0
6-Methyl-5-hepten-2-one	0	0	0	0	0	0	0	0	++	0
Indole	+++++	++++	0	0	0	0	0	0	0	0
Methyl.salicylate	0	0	0	0	0	0	0	0	++++	0
Benzylalcohol	0	0	+	+	0	0	++	++	0	0
E2-Hexenol	0	0	0	0	+++	++	+++++	+++++	0	+
Z3-Hexenol	0	0	0	0	++	+	+++++	+++++	0	0
Z3-Hexenyl.acetate	0	0	0	0	0	0	++	+	0	0
Phenethyl.alcohol	+	0	0	0	+	0	0	0	0	0
Benzaldehyde	+	+	+++	++++	0	0	0	0	0	+++
2-Ethyl-1-hexanol	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
2-hexanone	0	0	0	0	0	0	0	0	+++	0
2-heptanone	0	0	0	0	++	0	0	0	+++	0
(+)-Linalool	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
1-Hexanol	0	0	0	0	+++	++	++++	++++	0	0
Acetophenone	+	+	++++	0	0	0	+	0	+	0
(E/Z)- β -Ocimene	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
(+)-1-Octen-3-ol	0	0	0	0	+++++	+++++	0	0	+	0
Totala antalet neuron	3	5	19	8	19	13	9	11	13	8



Figur 1. Doftuppsamling från intakta och vovelskadade vitklöverplantor och diagram som visar resultatet av en statistisk jämförelse (principalkomponentanalys, PCA) av doftsammansättningen (relativa värden). Diagrammet visar skillnader mellan intakta plantor (ofyllda cirklar) och vovelskadade dito (av *Apion fulvipes*, R indikerar att vovlarna togs bort innan doftuppsamlingen, motsvarande mittbilderna i de två raderna till vänster).

2. Använder de båda *Apion*-arterna sexualferomoner?

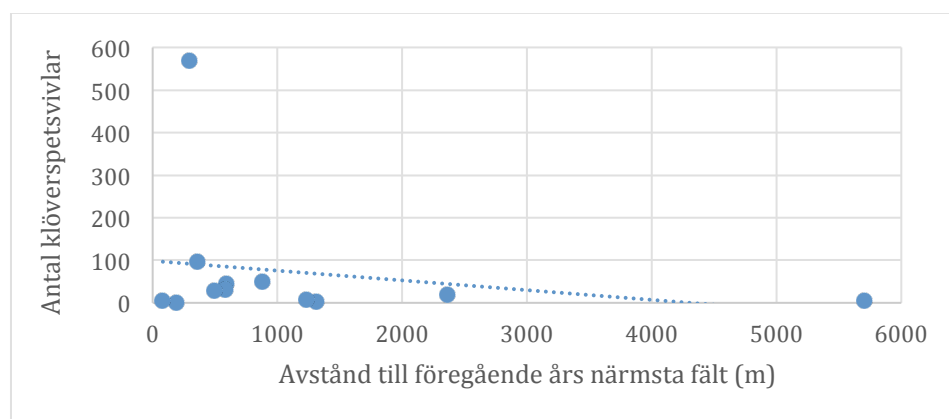
Det finns inte några belägg eller indikationer på att klöverspetsvivelarna använder sexual- eller aggregationsferomoner som är aktiva över längre avstånd. Möjligen använder de sig av kontaktsignaler som gör att de kan identifiera rätt art och kön vid parningen genom beröring. Vi har extraherat och samlat upp dofter från både hanar och honor av *A. fulvipes* och *A. trifolii*, och gjort detta både före och efter parning. Kemisk analys visar att samma ämnen finns hos alla typer av vivelar, men att proportionerna varierar, t.ex. går mängden (*Z*)-12-pentacosene ner hos båda könen efter parning (**Tabell 2**). Beteendestudier (y-rör och öppen arena) har genomförts, men vivelarna har tyvärr inte uppvisat några tolkbara beteenden, såsom t.ex. attraktion.

Tabell 2. Mängden av de kvantitativt största ämnena i extrakt från parade och oparade hanar och honor av *Apion fulvipes*. IS = internstandard för kvantifiering.

#	Kemiskt ämne	Retentions- tid	ng/uL			
			Hanar oparade	Honor oparade	Hanar parade	Honor parade
1	Hexadecanal	20.359	0.96	0.52	0.62	0.63
2	okänt	22.901	0.58	0.24	0.31	0.19
3	(<i>Z</i>)-9-Tricosen	25.811	0.25	0.07	0.18	0.06
4	(<i>Z</i>)-12-Pentacosen	28.987	1.58	0.16	0.30	0.07
5	okänt	33.705	0.43	0.38	0.26	0.23
-	IS (tetradecanal)	14.282	10	10	10	10

3. Hur påverkar vivelarnas övervintring och spridning klöverskadorna följande år?

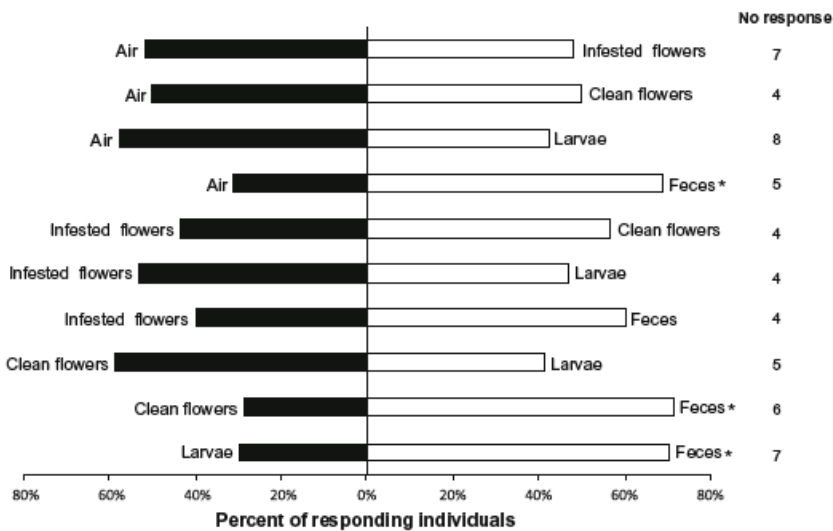
Resultat från utkrypningstålten visar att vivelarna kan övervintra både i närheten av fältet där de utvecklades och intill det fält där de kan förväntas reproducera sig, samt i odlingslandskapet mellan dessa fält. Försök pågår även innevarande år, men tittar man på mönstret från 2015 och 2016 är det tydligt att det finns fler övervintrande vivelar i närheten av det nya fältet om avståndet till föregående års fält är mindre än 1 km jämfört med om avståndet är större (**Figur 2**). Vi kommer även att analysera fångst i de passiva fallfällorna och skörderesultat i relation till avståndet från föregående års fält.



Figur 2. Antal klöverspetsvivelar insamlade i utkrypningstålt per fält i relation till avståndet till föregående års vitklöverfält, data från 2015 och 2016.

4. Använder den vanligaste parasitstekeln i svenska klöverfröodlingar, *Spintherus dubius*, doftsignaler för att hitta sin värd?

Spintherus dubius förekommer både i vit- och rödklöver och är den vanligaste parasitstekeln som kläcks från klöverblommor angripna av klöverspetsvivlar. För att ta reda på om dofter spelar någon roll för stekeln när den ska hitta sin värd, d.v.s. larver av klöverspetsvivlar, testades parade stekelhonor i valförsök med kombinationer av två olika dofter. Genomgående, både i vit- och rödklöver, var att avföring från respektive vivelart var det mest valda stimulus (för vitklöver, se **Figur 3**). Komponenterna i doften har identifierats, men vi vet ännu inte vilka ämnen som är viktiga för stekeln (Faraone m.fl. 2016, 2017b).



Figur 3. Doftval hos honor (34 per test) av parasitstekeln *Spintherus dubius* när de hade två olika dofter, i detta fall från vitklöver och dess vanligaste vivelart, *Apion fulvipes* (från Faraone m.fl. 2017b). * = Signifikant skillnad i valet mellan dofterna ($p < 0,05$).

5. Hur vanlig är den fjällsprötade grönglansäckmalen, *Coleophora deauratella*, och kan den utgöra en potentiellt viktig skadegörare i svenska klöverfröodlingar i framtiden?

Coleophora deauratella är vitt spridd, men förefaller sällan förekomma i stort antal inom dess ursprungliga utbredningsområde (framförallt Europa). Det är därmed högst osannolikt att arten skulle kunna utvecklas till en skadegörare här. Vi bestämde därför att inte prioritera denna art. Ett antal infångades med hjälp av feromonfällor under 2013 i samarbete med Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI), Schweiz, och resulterade i två insamlingsresor från CABI för att dokumentera parasitoider som angriper arten i Sverige. Syftet var att få kunskap för att eventuellt använda någon art för biologisk bekämpning av *C. deauratella* i Kanada, där den är introducerad och ibland har orsakat 99,5% skördeminskning. Tyvärr lyckades inte övervintring och kläckning tillräckligt bra i Schweiz. Samtidigt kollapsade *C. deauratella*-populationen i Kanada pga en av de europeiska parasitoiderna (Haye 2015).

6. Kan de identifierade doftsignalerna användas för att göra prognosfällor mera effektiva eller för direkt kontroll.

Vi kan konstatera att doftsignalerna som är beteendemässigt dokumenterade (val av klöverart) ännu inte kunnat karaktäriseras kemiskt. Även om de aktiva ämnena kan bestämmas i kommande studier förefaller det svårt att kunna utnyttja dem för att manipulera vivlarnas beteenden med tanke på den kraftiga naturliga klöverdoften som finns då fälten koloniserats. Det är därför mest realistiskt att använda och möjligen förbättra de passiva fällor som hittills

använts och utnyttja dem till att utvärdera olika åtgärder som minskar förekomsten av klöverspetsvivlar.

7. Övriga resultat

Vivlar inom släktet *Hypera*, i synnerhet *H. meles*, är liksom *Apion*-arter vanliga i klöverfält och i Danmark anses de göra större skada än *Apion*-arterna. *H. meles* har tidigare undersökts med avseende på potentiella feromonkomponenter och ett av de identifierade ämnena är detsamma som ingår i bomullsvivelns feromon. Detta finns kommersiellt tillgängligt och testades i vitklöverfält i Skåne (ett fält) och Danmark (två fält). Dock fångades inte signifikant fler *Hypera* i fällor betade med feromonet jämfört med kontrollfällor. För att kunna ta reda på om de identifierade ämnena är beteendeaktiva, behöver de testas var och en och i olika kombinationer.

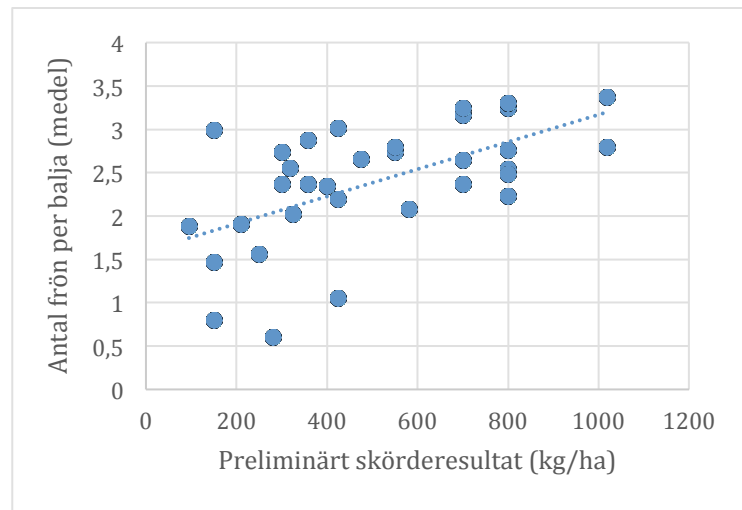
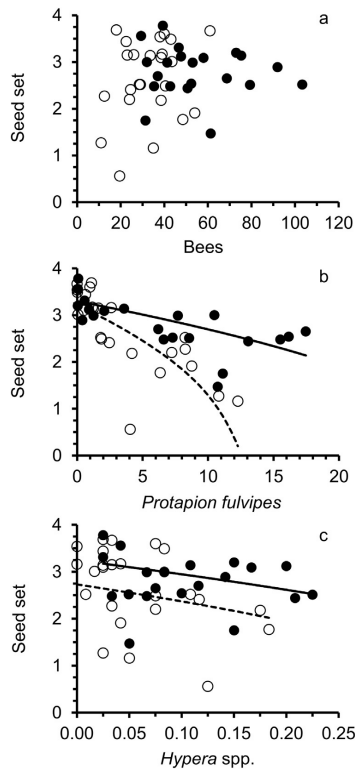
Under alla tre projektåren har inte bara vivelförekomst dokumenterats i vitklöverfälten utan också förekomst av olika pollinatörer i relation till blomning och hur många parasitsteklar som finns. Dessutom har olika mått på frösättning och skörd tagits. Data från 2014 kombinerades med dem från ett tidigare projekt 2011 och analyserades för att få fram de viktigaste faktorerna som bestämmer frösättning och potentiell skörd i ekologisk och konventionell vitklöver. I jämförelse ekologisk mot konventionell odling fann vi att skörden var i medeltal 42 % lägre i de ekologiska odlingarna, och detta kunde nästan helt förklaras av lägre antal frön per balja. De ekologiska odlingarna hade ungefär lika många blommor som de konventionella odlingarna, och fröna var ungefär lika tunga, men det var klart mindre antal frön per balja. Lite förvånande fanns det fler vilda bin och humlor i fält som brukades konventionellt jämfört med i ekologiska, troligtvis pga skador på blommorna orsakade av vivlar och andra skadegörare. Antalet pollinatörer var inte relaterat till frösättningen. Vivlar, framförallt *A. fulvipes*, var vanligare i ekologiska odlingar jämfört med konventionella och de var avgörande för frösättning och därmed skörd (**Figur 4**, Lundin m. fl. 2017).

Det finns ett tydligt samband mellan frösättning och skörderesultat (**Figur 5**), liksom mellan antalet fångade vivlar i fallfällorna och frösättning (**Figur 6**). Med en medelfångst högre än 30 vivlar per fallfälla kommer frösättningen aldrig över 3 frön per balja i de av oss studerade fälten.

Diskussion

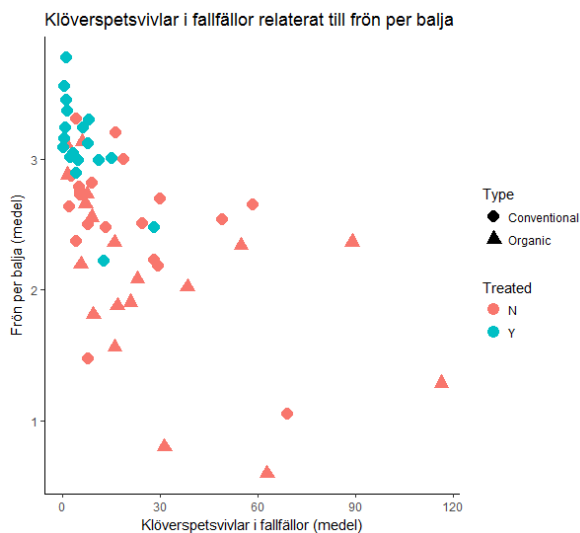
Arbetet inom projektet har resulterat i bättre kunskap om skador i klöverfröodlingar som orsakas av insekter och om andra faktorer som påverkar fröskörden. I vitklöver i Skåne finns det tillräckligt med pollinatörer om de nuvarande rekommendationerna vad gäller komplettering med bikupor och åtgärder för att gynna vilda bin och humlor följs (Lundin m.fl. 2017). Det är också tydligt att skördens storlek till stor del bestäms av angrepp av klöverspetsvivlar och i ekologisk odling är sådana angrepp helt avgörande (Lundin m.fl. 2017).

De två vanligaste arterna av klöverspetsvivlar är specialister på var sin klöverart och mycket av deras värdväxtval sker med hjälp av luktsinnet (Nyabuga m.fl. 2015a,b). Båda vivelarternas förmågor att uppfatta olika ämnen har dokumenterats i detalj med hjälp av elektrofysiologi



Figur 5 (ovan). Samband mellan frösättning och skörd (preliminärt från odlare) i vitklöver 2015 och 2016.

Figur 4 (vänster). Förhållande mellan antal pollinatörer (a) eller skadegörare (b,c) och frösättning i vitklöverfält 2011 (cirklar) och 2014 (punkter), från Lundin m. fl. (2017).



Figur 6. Frösättning i förhållande till antalet fångade klöverpetsvivar (i stort sett uteslutande *Apion fulvipes*). Orange symboler avser obesprutade ytor antingen i ekologiska fält (trianglar) eller konventionella odlingar (fyllda cirklar). Ytor som besprutats mot skadeinsekter är blå.

(Andersson m.fl. 2012) och konstaterats vara mycket lika, även om känsligheten för enskilda ämnen kan skilja sig mycket åt mellan arterna. Vi har ännu inte kunnat precisera hur klöverarterna kan urskiljas av vivlarna. Kommunikation mellan vivlar, t.ex. inför parning, tycks inte ske med hjälp av kemiska signaler verksamma över större avstånd och därmed är det i dagsläget inte möjligt att använda feromonfällor för effektivare övervakning. Konventionella odlare rekommenderas att bevaka klöverpetsvivar med fångstskålar och bekämpa vid behov. Mer forskning om hur den kemiska bekämpningen i praktiken kan ske behovsanpassat och effektivt men samtidigt skonsamt mot nyttoinsekter behövs, viss vägledning ges dock i Jordbruksverkets senaste rekommendationer och riktlinjer (Gustafsson 2017). För ekologisk odling krävs andra åtgärder för att minimera skadorna från vivlarna. De pågående försöken, som bl. a. omfattar dokumentering av övervintringsplatser, kan möjligen

ge svar på hur olika landskapsfaktorer påverkar angrepp och skörd. Preliminära resultat visar att det är viktigt att maximera avstånden mellan fälten från ett år till nästa.

När genomförda och pågående försök är utvärderade hoppas vi kunna förfina råden både när det gäller hur vivelfångsten i passiva fallfällor ska bedömas och användas och vilka landskapsrelaterade faktorer som har betydelse för klöverspetsvivlarnas populationstäthet. Framtida forskning bör inrikta sig på att utvärdera olika åtgärder som kan minska förekomsten av klöverspetsvivlar.

Slutsatser (gällande nytta med råd till näringen)

- Klöverspetsvivlarna förefaller inte använda feromoner, åtminstone inte några som är verksamma över större avstånd. Möjligheten att utveckla feromonbaserade övervaknings- och kontrollmetoder för klöverspetsvivlar bedöms som liten. Istället kan passiva fallfällor användas för övervakning av skadegörarnivå och som beslutsunderlag för vivelbekämpning i konventionell odling.
- Frösättning i vitklöver förefaller inte begränsas av tillgången på pollinatörer. Odlare rekommenderas att fortsatt säkerställa tillgången till honungsbin (1-2 kolonier per hektar) och vilda humlor i vitklöverfrödning i nuvarande omfattning, men vi finner inget stöd för att en ökad mängd pollinatörer skulle öka skörden ytterligare.
- Den viktigaste faktorn för frösättning i vitklöver är angrepp av gulbent klöverspetsvivel (*Apion fulvipes*) och en bekämpningströskel på 30 vivlar per fallfälla kvarstår (Gustafsson 2017). Detta poängterar vikten av att fortsätta försöka finna effektiva motåtgärder, i synnerhet i ekologisk odling, där kemisk bekämpning inte får utföras, men även av att utveckla och tillämpa integrerat växtskydd i konventionell odling.
- Angreppen förefaller lägre om avståndet är över en kilometer till föregående års fält. Odlare rekommenderas att maximera avståndet mellan innevarande och förevarande års vitklöverfrödning för att minska förekomsten av klöverspetsvivlar.

Publikationer

- Faraone, N., Anderbrant, O., Rundlöf, M., Svensson, G., Larsson, M., Birgersson, G. and Lankinen, Å. 2015. Chemical ecology of *Apion* spp.: are cuticular hydrocarbons involved in mating behavior? Entomological Society of America, Annual meeting, Minneapolis Nov. 15-18, poster D3532.
- Faraone, N., Anderbrant, O., Svensson, G., Rundlöf, M., Larsson, M., Birgersson, G. and Lankinen, Å. 2016. Host location cues of *Spintherus dubius* (Nees) (Hymenoptera: Pteromalidae), the clover weevil parasitoid. 32nd Annual meeting of the International Society of Chemical Ecology, Iguassu Falls, Brazil 4-8 July 2016, Abstracts, p. 129.
- Faraone, N. Svensson, G.P. and Anderbrant, O. 2017a. Chemical ecology of *Apion* spp.; Are cuticular hydrocarbons involved in mating behaviour? Swedish Oikos Meeting 2017, Lund 7-9 February, p. 29.
- Faraone, N., Svensson, G.P. and Anderbrant, O. 2017b. Attraction of the larval parasitoid *Spintherus dubius* (Hymenoptera: Pteromalidae) to feces volatiles from the adult *Apion* weevil host. Journal of Insect Behavior 30:119-129.

- Lundin, O., Svensson, G.P., Larsson, M.C., Birgersson, G., Hederström, V., Lankinen, Å., Anderbrant, O. and Rundlöf, M. 2017. The role of pollinators, pests and different yield components for organic and conventional white clover seed yields. *Field Crops Research* 210:1-8.
- Nyabuga, F.N., Carrasco, D., Ranåker, L., Andersson, M.N., Birgersson, G., Larsson, M.C., Lundin, O., Rundlöf, M., Svensson, G.P., Anderbrant, O. and Lankinen, Å. 2015a. Field abundance patterns and odor-mediated host choice by clover seed weevils, *Apion fulvipes* and *A. trifolii* (Coleoptera: Apionidae). *Journal of Economic Entomology* 108:492-503.
- Nyabuga, F.N., Caraccas, D., Ranåker, L., Andersson, M.A., Birgersson, G., Larsson, M.C., Lundin, O., Rundlöf, M., Svensson, G.P., Anderbrant, O. 2015b. Clover seed weevils: Flowers for the females, poster 71. ISCE2015 International Society of Chemical Ecology, Stockholm, Sweden 29th June – 3rd July 2015, p 331.
- Svensson, G.P. (Faraone, N., Anderbrant, O.) 2017. Attraction of the larval parasitoid *Spitherus dubius* to faeces volatiles from the adult *Apion* clover weevil host. Swedish Oikos Meeting 2017, Lund 7-9 February, p. 35.

Manuskript (preliminära författare och titlar och i varierande stadier av framskridande):

- Berger, J., Birgersson, G., Larsson, M.C., Rundlöf, M., Svensson, G.P., Anderbrant, O., Lankinen, Å. Parasitoid community in clover seed fields in southern Sweden.
- Carrasco, D., Andersson M.N., Nyabuga, F.N., Anderbrant, O., Svensson, G.P., Birgersson, G., Lankinen, Å. and Larsson, M.C. Olfactory sensory neurons in the red clover seed weevil, *Apion trifolii* (Coleoptera: Apionidae).
- Faraone, N., Svensson, G.P., Anderbrant, O. Cuticular hydrocarbons in *Protapion* clover seed weevils of different species, sex and reproductive status.
- Faraone, N., Larsson, M.C., Anderbrant, O., Lankinen, Å., Rundlöf, M., Svensson, G.P., Birgersson, G. Volatiles emitted from clover – species, stage and insect induction.
- *Hederström, V., Nyabuga, F.N., Anderbrant, O., Svensson, G.P., Lankinen, Å., Rundlöf, M., Larsson, M.C. Overwintering and dispersal of clover seed weevils – distances and habitats.

* Planeras att ingå i Hederströms doktorsavhandlingen som förväntas försvaras 2019.

Resultatförmedling till näringen

- 2014-01-20: Presentationer på klöverfrödag i Alnarp arrangerad av Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare i samarbete med fröföretagen. (Olle Anderbrant, Ola Lundin, Maj Rundlöf).
- 2014-01-20: Möte med projektets referensgrupp, Alnarp (projektgruppen).
- 2014-03-25: Presentation på klöverfrödag i Vänersborg arrangerad av Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare i samarbete med fröföretagen. (Ola Lundin).
- 2014-03-26: Presentation på klöverfrödag i Norrköping arrangerad av Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare i samarbete med fröföretagen. (Ola Lundin).
- 2014-06-24: Fältvandring i Norregårdens klöverfröodling, sydvästra Skåne, organiserad av Odling i balans (Maj Rundlöf).
- 2015-10-26 Klöverdag i Alnarp, med presentationer och diskussioner tillsammans med referensgruppen
- 2015-11-13 Möte i Alnarp tillsammans med klöverforskare i Danmark om framtida samarbete (projektgruppen).
- 2016-06-16 Fältvandring, Kastberga Gård, Eslöv, med fokus på pollinering och vivlar i

rödklöver. Från projektet: Veronica Hederström och Glenn Svensson.

- 2016-08-17 Diskussionsmöte med Lantmännen Lantbruk om möjlig forskning ang. problem med frösättning i rödklöver (projektgruppen).

Odlare har fått kontinuerlig information om hur projektet fortskrider, t ex avseende fällfångst av vivlar.

Övriga referenser

- Andersson, M.N., Larsson, M.C., Svensson, G.P., Birgersson, G., Rundlöf, M., Lundin, O., Lankinen, Å. and Anderbrant, O. 2012. Characterization of olfactory sensory neurons in the white clover seed weevil, *Apion fulvipes* (Coleoptera: Apionidae). *Journal of Insect Physiology* 1325-1333.
- Haye, T. 2015. Annual project report 2014, Arthropod biological control program. CABI Switzerland
- Gustafsson, G. (red.) 2017. Bekämpningsrekommendationer Svampar och insekter 2017. Jordbruksverket
- Lundin, O. 2013. Ecology and management of crop pollination and pest control. Insights from red clover seed production. Doctoral thesis No. 2013:39, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish university of Agricultural Sciences.