



Credit: Ivar Leidus, [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Kan högre humlediversitet i landskapet öka fröskörden hos rödklöver?

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1199/VO/2019

Projekttitel på svenska enligt projektansökan: Kan högre humlediversitet i landskapet öka fröskörden hos rödklöver?

Projekttitel på engelska enligt projektansökan: Can increased bumblebee diversity in the agricultural landscape promote seed yield in red clover?

Projektledare: Åsa Lankinen

Författare till rapporten: Åsa Lankinen och Mattias Larsson

Fakultet: LTV

Institution: Växtskyddsbiologi

Projekttid: 1 Maj 2019 – 31 Juni 2023

Projektpartners: Lantmännen Lantbruk

Projektsammanfattning

Vall- och grönfoderväxter odlas på 1,1 miljoner hektar åkermark, vilket gör den till Sveriges största gröda. En väl fungerande grovfoderproduktion i Sverige, med tillgång till lämpliga sorter för svenska förhållanden, påverkar svenska gårdars lönsamhet och möjlighet att producera protein från svenska åkrar. En viktig del av vallens proteinproduktion sker via kvävefixerande vallbaljväxter, där rödklöver är mest använd i Sverige. Avkastningen i rödklöverfröodling varierar extremt mycket, vilket kan leda till allvarliga brister i tillgång på utsäde. Detta gäller särskilt de sena, tetraploida sorterna som är en viktig vallgröda i stora delar av Sverige. Orsaker till variationen är inte helt säkerställda, men de kan vara odlingstekniska, sortbundna eller andra, såsom brist på pollinatörstjänster. Rödklöverfröodlingar återfinns mestadels i Götaland och Svealand, där det har skett en minskning av pollinerande insekter, särskilt humlor, i samband med ett allt intensivare jordbruk. I detta treåriga projekt har vi fokuserat på pollinationstjänsternas betydelse för fröproduktionen hos rödklöversorter som är viktiga för vallodling i hela Sverige. Vi har undersökt om och i vilken omfattning en hög abundans och diversitet av pollinatörer i kulturlandskapet ger ökade och stabila fröskördar av sen rödklöver, dels genom fältförsök på sex platser från södra till norra Sverige och dels genom studier hos odlare i Skåne. Vi fann att antalet humlor med längre tungor, dvs pollinatörer som kan vara särskilt viktiga för rödklöver, generellt är högre i rödklöverfält i norra än i södra Sverige, men att det även fanns en stor variation mellan platser och år. Antalet långtungade pollinatörer påverkade skörden positivt i fältförsöken, men inte hos odlare i Skåne. I Skåne var bara 6 % av alla pollinatörer långtungade. Hos odlarna i Skåne kunde vi se att klöverspetsvivar hade en negativ effekt på skörden. Våra data visade också att fröskördarna blev högre i norra än i södra Sverige, och att det fanns en konsekvent skillnad mellan de fyra sorter som användes i fältförsöket. En viktig slutsats från projektet är att genetiska skillnader mellan populationer av rödklöver troligtvis påverkar frösättningen och att dessa faktorer är viktiga nog att överskugga den stora miljömässiga variation som klöverfröodlingar utsätts för. Odling snära råd till näringen och odlare utifrån resultaten diskuteras i slutrapporten.

Abstract

Forage and green fodder plants are grown on 1.1 million hectares of arable land, making it the largest crop in Sweden. A well-functioning protein production in Sweden, with access to suitable varieties for Swedish conditions, is above all important for profitability for Swedish farmers and their possibility to produce protein. A major part of protein produced in forage comes from forage legumes that fix nitrogen, where red clover is the most commonly used species in Sweden. Seed yield in red clover is extremely variable, which could lead to deficiency in the availability in red clover seed. This is especially true for the late, tetraploid varieties grown as leys in large parts of Sweden. The underlying reason for this variation is not fully known, but could be related to cultivation techniques, varieties used or pollination services. Red clover seed production is mostly done in Götaland and Svealand, where there has been a decrease in pollinating insects, especially bumblebees, in connection with increasingly intensive agriculture. In this three-year project, we have focused on the importance of the pollination services for seed production in red clover varieties that are important for clover leys across Sweden. We have investigated whether and to what extent a high abundance and diversity of pollinators in the cultural landscape gives increased and stable seed crops of late red clover, partly by conducting field trials at six sites from south to north Sweden

and partly by studies at farmers in Skåne. We found that the number of bumble bees with long tongues, i.e. pollinators potentially especially important for red clover, generally was higher in red clover fields in northern than southern Sweden, but we also saw large variation among sites and years. Number of long-tongued bumble bees had a positive effect on the seed yield in the field trials, but not in farmer fields in Skåne. In Skåne only 6 % of pollinators were long-tongued. In farmer fields we found that seed-eating weevils had a negative effect on the seed yield. Our data also showed a higher seed yield in northern than in southern Sweden, and that there was a consistent difference among the four investigated cultivars in the field trials. An important conclusion from the project is that genetic differences among populations of red clover most probably affect seed production and that these factors are important enough to shine through despite the large environmental variation affecting red clover. Cultivation-related advice to the industry and growers based on our results are discussed in the report.

Bakgrund

Under de senaste årtiondena har abundansen och diversiteten av pollinerande insekter reducerats drastiskt över hela världen (Biesmeijer m fl. 2006; Dupont m fl. 2011; Bartomeus m fl. 2013). Minskningen av pollinerande insekter, framför allt bin och humlor, utgör ett problem för jordbruksproduktionen (Potts m fl. 2010), eftersom skörden hos många grödor gynnas av eller är beroende av hög mångfald bland pollinatörssamhället (Fontaine m fl. 2006; Hoehn m fl. 2008). Den negativa påverkan på pollinatörerna är starkt sammankopplat med ett mer intensivt jordbruk, med ökade monokulturer, fragmentering och förluster av naturliga habitat, såväl som ökad användning av agrokemikalier (Kleijn and Raemakers 2008; Scheper m fl. 2013; Goulson m fl. 2015).

I Sverige har artsammansättningen och diversiteten av humlefaunan förändrats drastiskt under de senaste 70 åren (Bommarco m fl. 2012). Den relativa abundansen av två korttungade arter har ökat från 40 till 89 procent i södra Sverige. Bommarco m fl. (2012) föreslog att detta stora beroende av bara några få pollinatörer kan vara en viktig faktor bakom nedgången i genomsnittliga skördar av rödklöver och en kraftigt ökad variation i skördeutfall under senare år. Studier har visat att pollinering av grödor kan gynnas av skötsel av pollinatörshabitat, inklusive skydd och restaurering av gynnsamma habitat, ökad kvalitet och kvantitet av blomresurser, minskad mekanisk bearbetning, minskad användning av agrokemikalier, och tillhandahållande av boplatser (se sammanställningar av Uyttenbroeck m fl. 2016; Garibaldi m fl. 2017). Till exempel visade Feltham m fl. (2015) en 25 % ökning av pollinatörsbesök till odlade jordgubbar när de växte inom 20 m från blomremсор.

Rödklöver är en viktig komponent inom både konventionellt och ekologiskt jordbruk (Thorup-Kristensen m fl. 2003). På grund av dess höga proteininnehåll och dess förmåga att fixera atmosfäriskt kväve odlas den i vallar för produktion av djurfoder (Boller m fl. 2010). Det har länge varit känt att tetraploida sorter ger lägre fröskördar än diploida sorter (Boller m fl. 2010), men de bakomliggande orsakerna är inte klarlagda. Ett flertal faktorer kan inverka, tex odlingstekniska, sortbundna/genetiska (tex ploidigrad), fertilitet eller andra såsom pollinatörstjänster (Boller m fl. 2010; Bommarco m fl. 2012; Vleugels m fl. 2019; Hederström m fl. 2021; Jing m fl. 2021a, b; Alison m fl. 2022).

Angående pollinatörers inverkan på rödklöverfröskörden så har man spekulerat i att tetraploida rödklöversorter, vilka är större och ger mer grönmassa, är svårare att pollinera eftersom humlearterna som dominerar dagens jordbrukslandskap har

korta tungor och därför inte når ned till nektarn i de större blommorna. Detta leder i sin tur till nektarstöld i stället för pollinering, det vill säga ett beteende där humlorna penetrerar blompipens sidor för att komma åt nektarn utan att komma i kontakt med ståndare eller pistill (Boller m fl. 2010). Det finns emellertid inte mycket vetenskaplig evidens för detta antagande (Starling 1950; Vleugels m fl. 2016). Vleugels m fl. (2016) analyserade tio egenskaper hos 600 genotyper från 30 sorter av både diploid och tetraploid klöver med avseende på samvariation med fröskörd. Deras studie visade att antalet blomhuvuden per planta och antalet fröer per blomhuvud var de viktigaste faktorerna som påverkade fröskörden, där den förstnämnda faktorn åtminstone delvis skulle kunna förklaras av ökad attraktion av pollinatörer. Amdahl m fl. (2016) undersökte fröskörden hos tio svenska och norska tetraploida rödklöversorter i fältförsök på två svenska och två norska lokaler (en respektive mer sydlig och en mer nordlig). Fröskördarna skilde sig inte generellt mellan länderna men skilde sig mellan lokaler, med den lägsta fröskörden vid Svalöv i södra Sverige (130 kg/ha jämfört med 459 kg/ha på den norska lokalen med högst fröskörd), trots att Svalöv har det mest fördelaktiga klimatet för fröproduktion. Dessa skillnader skulle delvis kunna bero på en brist på pollinatörer. Studien innefattade inte påverkan av pollinerande insekter. Rundlöf m fl. (2018) undersökte hur blomsterresor påverkade diversiteten av pollinatörer och fröproduktionen i 25 fält med diploid och 25 fält med tetraploid rödklöver. Trots att blomsterresor innebar att långtungade pollinatörer ökade i fälten så hade detta ingen mätbar effekt på fröskörden. Troligtvis beror detta på att antalet korttungade pollinatörer i fälten är så högt (> 95 %) att en ökning av de ovanliga, långtungade pollinatörerna bara har en marginell betydelse för pollineringen. Andra studier indikerar att pollinatörers besöksfrekvens är viktig för frösättningen (Jing m fl. 2021b) och att korttungade pollinatörer föredrar diploida sorter framför tetraploida sorter (Hederström m fl. 2021).

Även om det finns många indikationer på att abundansen och mångfalden av pollinatörer är en viktig orsak till låga fröskördar i rödklöver, så saknas det ännu entydiga data som särskiljer betydelsen av pollinatörer från andra orsaker. Framför allt finns det en brist på studier som kan påvisa starka samband som stödjer att produktionslandskapets allmänna utarmning leder till en minskning av strategiska pollinatörsarter som svarar för viktiga ekosystemtjänster, och att detta i sin tur påverkar fröskördarna negativt hos rödklöver. Om dessa samband kan tydliggöras kan vi utveckla konkreta åtgärder för att säkerställa produktion av framför allt de sena, tetraploida rödklöversorter som är viktiga för odling i hela Sverige.

Syfte

Projektets syfte har varit att få en ökad förståelse för pollinationstjänsternas betydelse för fröproduktionen hos rödklöver. Genom att utnyttja det faktum att artsammansättningen av pollinatörsfaunan skiljer sig stort från södra till norra Sverige, med ett högre antal långtungade humlearter i norra jämfört med i södra Sverige, har vi kunnat undersöka om en hög abundans och diversitet av pollinatörer i kulturlandskapet kan ge ökade och stabila fröskördar. Vi har främst fokuserat på sena, tetraploida rödklöversorter där fröproduktionen sker i Svealand och Götaland, medan vallodlingen sker i stora delar av Sverige. Vi har även haft målet att utöka vår förståelse av de underliggande faktorer som påverkar frösättningen genom att kartlägga frösättning i relation till odlingsplats, sortegenskaper, närvaron av pollinerande insekter och fröskadegörare.

Metod

Fältförsök på sex platser i Sverige

För att undersöka skillnader i pollinatörstillgången och fröskörd i södra och norra Sverige använde vi fältförsök i olika delar av Sverige (2020-2021) (Figur 1). I söder använde vi tre fältplatser: Skåne (Svalöv), Västergötland (Bjertorp) och Östergötland (Kölbäck). I norr använde vi tre försöksplatser: Ångermanland (Lännäs), Jämtland (Ås) och Västerbotten (Röbäcksdalen). Försöken bestod av 10×10 m² parceller med fyra sorter: SW Yngve (diploid, sen) och tre tetraploida, Betty och Peggy (sena) samt Vicky (medelsen) i två replikat per sort. Vi fokuserade på de sena sorterna då praktisk fröproduktion är mest utmanande i den typen. Den medelsena sorten Vicky tog vi med som jämförelsematerial.

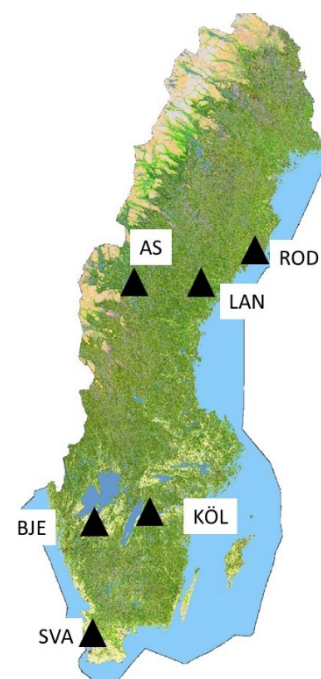
Försök hos odlare i södra Sverige

33 rödklöverfält hos 29 kommersiella gårdar (2019-2021) i Skåne valdes ut i samarbete med Lantmännen Lantbruk för att undersöka sambandet mellan faktorer som pollinatörstillgång och fröskörd, samt även effekter av fröskadegörare. På de valda fälten odlades främst medelsena eller sena sorter av tetraploid rödklöver (Vicky, Peggy, Betty, Kelly). I vissa analyser inkluderade vi även sju fält i Skåne som inventerades 2018.

Pollinatörsinventeringar, blomningsgrad, fröskörd och fröskadegörare i fältförsök och hos odlare

Både i fältförsöken och hos odlare inventerade vi pollinatörstillgång och artsammansättning genom att lägga ut transekter, vilket är en beprövad metod (Lundin m fl. 2017), minst tre gånger per sommar. I parcellerna i fältförsöken på de sex platserna gjordes inventeringen genom att inventeraren gick fram och tillbaka i varje parcell fem gånger (5×10 m) och noterade förekomst och art av alla pollinerande insekter (humlor och honungsbin). I fälten hos odlare gjordes inventeringarna längs två 50 m långa transekter i fältet. Eftersom blomningsfrekvensen har en inverkan på pollinerande insekter, så kvantifierade vi även blomningsfrekvensen i rödklöverfältet vid tidpunkten för varje inventering genom att räkna utslagna blomhuvuden i en 0.5×0.5 m² ruta per parcell eller transekt. Senare under säsongen samlade vi in mogna blomhuvuden från skörderutor (0.5×0.5 m²), tre per parcell eller transekt, och bestämde fröskörd, g per ruta. Detta mått har använts som en indikation på fröskörden i våra analyser. Vi kunde se en stark koppling mellan fröskörden i skörderutorna och 1) skörd från tröskning av hela parcellerna på tre platser (Svalöv, Kölbäck och Lännäs) i fältförsöken, där rensningen av samtliga prov utfördes på förädlingsstationen i Svalöv, och 2) grobarhet av fröpartier insamlade från skörderutorna i fältförsöken (0.5×0.5 m², 100 frön per skörderuta. Odlarnas mått på fröskörd (kg/ha) var också korrelerade med fröskörden i skörderutorna (testad för en andel av odlarna).

Vi bestämde även fröförluster orsakade av klöverspetsvivar från blomhuvuden insamlade i slutet på säsongen (Lundin m fl. 2012). Om vi ska kunna förstå hur pollinatörerna påverkar fröskörden så är det viktigt att separera detta från effekter av fröskadegörare. För att få ett bättre mått på hur pollinatörer påverkar fröskörden frikopplad från skördeförluster märkte vi upp blomhuvuden samtidigt som pollinationsinventeringar och samlade in dessa tre veckor senare. Genom att gå igenom dessa blomhuvuden och bestämma antalet småblommor som hade utvecklats till ett frö eller inte och var skadat eller inte, kunde vi bestämma både pollinationsgrad innan vivelkada och slutgiltig frösettningsgrad.

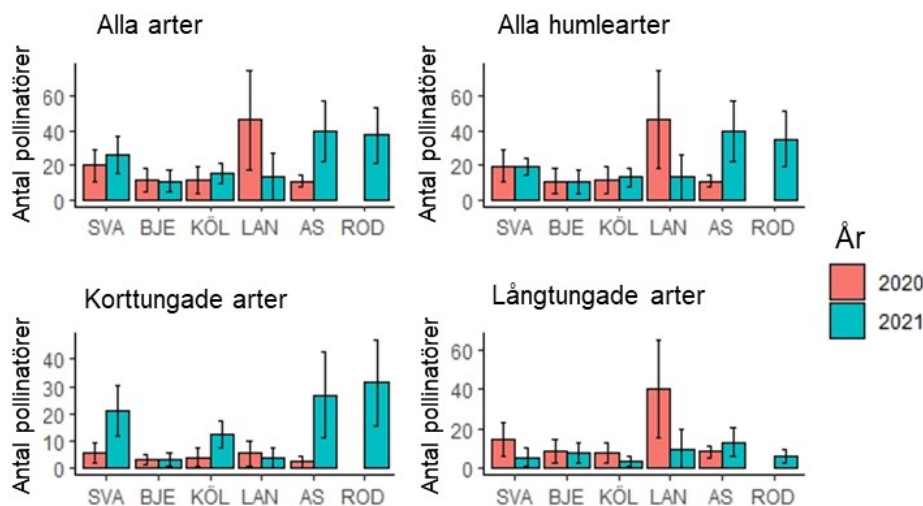


Figur 1. Karta över Sverige med de sex fältlokalerna (svarta trianglar) samt koder.

Resultat

Pollinatörstillgång och diversitet skiljer sig åt mellan olika delar av Sverige

Det fanns fler pollinatörer på de nordliga lokalerna (Lännäs, Ås och Röbbäcksdalen) än i söder (Figur 2). Vi kunde dock även se en stor variation mellan platser och år. Långtungade humlearter var särskild vanliga 2020 i Lännäs.

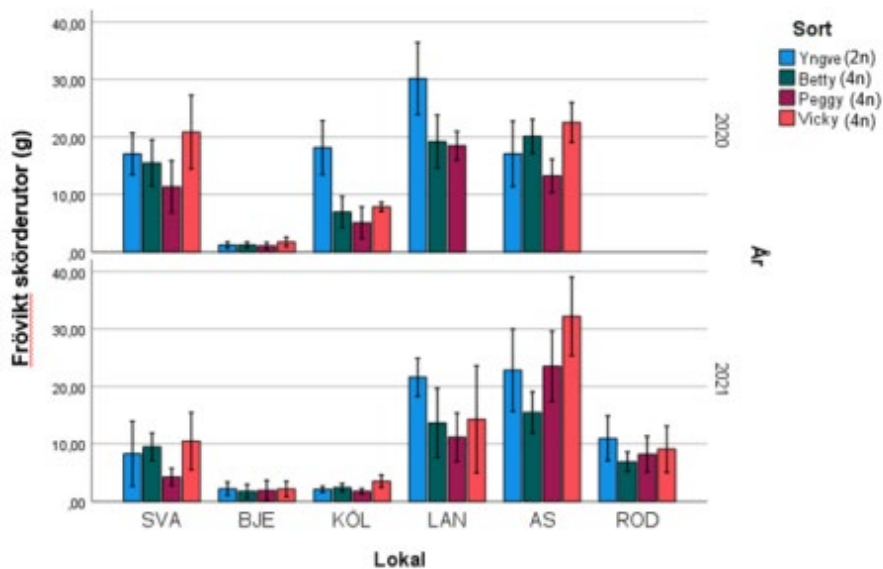


Figur 2. Antal pollinatörer uppdelade i olika grupper på olika försöksplatser med rödklöver från söder till norr i Sverige (vänster till höger) under 2020 och 2021. Kategorin "Alla arter" inkluderar humlor och honungsbin. Honungsbin ingår också i kategorin "Korttungade arter". Korttungade arter har tungor < 8 mm, långtungade arter har tungor > 8 mm (Goulson m fl. 2005). Felstaplar representerar medelfel. SVA = Svalöv, BJE = Bjertorp, KÖL = Kölbäck, LAN = Lännäs, AS = Ås, ROD = Röbbäcksdalen

Samtidigt som vi inventerade antalet pollinatörer i parcellerna så undersökte vi också tätheten av blomhuvuden i fältet per ytenhet (0.5×0.5 m² rutor). Högre täthet ledde till att fler pollinatörer besökte parcellen. Vi kunde inte hitta några konsekventa skillnader mellan de fyra undersökta sorterna för var pollinatörerna uppehöll sig.

Fröskörd i olika delar av Sverige påverkas av plats, sort och pollinatörer

Analyser av fröskörden i skörderutorna (0.5×0.5 m²) visade att skörden från de sex fältförsöken generellt var större i norra än i södra Sverige (Figur 3). Det var dock en stor variation mellan år och mellan platser främst i södra Sverige. Tex så var fröskörden relativt hög under 2020 i Svalöv men mycket lägre 2021, på en försöksplats som flyttats 2 km från föregående års placering. Vår analys visade också att sortskillnaderna var konsekventa mellan platser och år, vilket man skulle förvänta sig om det finns en genetisk effekt på fröskörden. De sorterna som hade högst fröskörd var diploida Yngve och tetraploida Vicky.



Figur 3. Fröskörd, redovisat som medelvärde från tre skörderutor per parcell och två parceller per sort på olika försöksplatserna från söder till norr i Sverige (vänster till höger) under 2020 och 2021 för fyra rödklöversorter. Felstaplar anger 95% CI. 4n = tetraploid, 2n = diploid, SVA = Svalöv, BJE = Bjertorp, KÖL = Kölbäck, LAN = Lännäs, AS = Ås, ROD = Röbbäcksdalen.

Vi kunde se en positiv koppling mellan fröskörd och antalet långtungade humlor för alla sorter i modeller som även kontrollerade för skillnaderna mellan odlingsplats, år och sort. Korttungade humlor samt honungsbin hade ingen tydlig effekt på fröskörden. Förekomst av klöverspetsvivlar påverkade inte fröskörden negativt i dessa analyser, vilket var förväntat eftersom fältförsöken behandlades mot vivlar.

Blomningsgraden var generellt högre i norra än i södra Sverige, och diploida Yngve hade högre blomningsgrad än de tetraploida sorterna. Vi fann att blomningsgraden var positivt korrelerad med fröskörden, vilket var att vänta eftersom skörden är en komponent av både antal frön per blomhuvud och antal blomhuvuden per planta.

Fröskörd hos odlare påverkas mest av tillgång på klöverspetsvivlar

Fröskörden i skörderutorna (0.5×0.5 m²) hos de olika odlarna i Skåne från 2019-2021 uppvisade stor variation mellan olika fält. En analys av dessa fält, som även inkluderade fyra gårdar från 2018, visade att klöverspetsvivlar hade en negativ effekt på fröskörden i skörderutorna. Pollinatörsförekomst påverkade däremot inte fröskörden. Analyser av pollinatörstillgång och diversitet från Skåne 2018-2021 visade att andelen långtungade humlor endast var 6 % (som en andel av alla humlor och honungsbin). Hos klöverhuvuden insamlade tre veckor efter uppmärkning i fält så fann vi däremot att pollineringsgraden var positivt korrelerad med antalet pollinatörer som fanns samtidigt i fältet, dvs antalet pollinatörer påverkade den potentiella slutskörden. En markant skillnad mellan pollineringsgrad och frösettningsgrad pga vivelskador poängterar att vivelförekomst är negativ för den slutliga fröavkastningen. Detta indikerar att god tillgång på de mestadels korttungade humlor och honungsbin som finns i Skåne kan vara positiv för fröskörden om man kontrollerar för vivelskada.

Diskussion

Pollinatörstillgång och diversitet i olika delar av Sverige

Trots att rödklöver är nästan helt beroende av insektspollinering för att sätta frö, så vet vi idag inte med säkerhet hur stor betydelse brist på pollinering har på fröavkastningen i rödklöver, särskilt hos sen tetraploid klöver. En anledning till denna kunskapslucka är att det är svårt att studera sambandet mellan pollinatörstillgång och fröskörd eftersom vi i södra Sverige, där klöverfröproduktionen sker, har en utarmad humlefauna där över 95 % av humlorna består av två korttungade arter (Bommarco m fl 2012; Rundlöf m fl 2018). Våra resultat från Skåne i kommersiella fält är i linje med dessa studier, då vi fann att 6 % av humlorna var långtungade.

Våra resultat från fältförsök 2020-2021 indikerar att antalet humlor med långa tungor var större i norra än i södra Sverige, men vi såg också en stor variation mellan platser och år. Det är troligt att denna skillnad är kopplad till odlingslandskapet och det mer högintensiva jordbruket i söder. Studier har visat att landskapsfaktorer runt odlade fält, tex andelen jordbruksmark, minskar artdiversiteten hos pollinerande insekter (Senapathi m fl, 2015).

En faktor som var viktig för pollinatörstillgången i fältförsöken var blomningsfrekvensen i fälten. Detta resultat är intressant i ljuset av att flera studier har hittat korrelationer mellan antal blomhuvuden och fröskörd (Amdahl m fl 2016; Vleugels m fl. 2016, 2019; Jing m fl 2021a), vilket ytterligare stärker att denna egenskap kan vara viktig att studera närmare hos olika sorter. Ännu ett intressant resultat var att blomningsgraden i fältförsöken var högre i norra än i södra Sverige. Även om vi inte såg några sortskillnader i hur mycket de fyra sorterna vi studerade påverkades av odlingsplats, så hade det varit givande att studera detta i ett större antal sorter. Vår studie var inte designad för att undersöka de bakomvarande orsakerna för skillnaden i blomningsgrad mellan norr och söder. Vi kan spekulera i att blomningsgraden påverkas av dagslängden på något sätt, vilket hade varit intressant att studera mer i detalj.

Fröskörd och odlingsplats, sort, pollinatörer och klöverspetsvivar

Våra resultat från fältförsöken indikerar att fröskörden generellt var högre på de tre platserna i norra Sverige. Det fanns dock en variation mellan år och plats, tex så var skörden god i Skåne (Svalöv) speciellt under ett år. Vi noterade en hög mängd klöverspetsvivar under fältförsökets första år i Bjertorp, vilket åtminstone delvis skulle kunna förklara den låga skörden hos denna fältlokal. Ett intressant resultat var att vi kunde se konsekventa skillnader mellan de olika sorterna vi studerade trots den stora variationen mellan platser och år. Detta ger en mycket stark indikation på att genetiska faktorer inverkar på fröskörden, vilket även studier antyder (tex Amdahl m fl 2016).

Tillgången på långtungade pollinatörer hade en positiv effekt på fröskörden i fältförsöken. Effekten av korttungade pollinatörer var mer otydlig. I odlarnas fält 2018-2021 i Skåne, där pollinatörerna främst var korttungade, kunde vi inte säkerställa statistiskt att det finns ett positivt samband mellan fröskörd och pollinatörstillgång. Här hade istället tillgång på klöverspetsvivar en negativ effekt på fröskörden. Vi kunde dock se att även korttungade pollinatörer påverkade pollineringsgraden i tidigt insamlade blomhuvuden där vi kunde frikoppla från vivelskada. Detta resultat styrker ytterligare att det är av stor betydelse att kontrollera klöverspetsvivelarna i odlingen för att öka fröskörden.

Framtida studier, nytta för näringen och odlingsnära råd

Utifrån våra resultat drar vi slutsatsen att det är viktigt att jobba vidare med att kartlägga de genetiska faktorer som verkar ha en stark inverkan på fröskörden. Detta är något som vi nu studerar inom vårt SLU Grogrundprojekt, <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogrund/projekt/vaxtforadling-for-okad-froavkastning-hos-rodsklover/>.

Inte bara fröskördarna och tillgången på långtungade pollinatörer var högre i norra än i södra Sverige, utan också blomningsfrekvensen var högre hos alla sorter som vi studerade. Vi ser en positiv korrelation mellan blomningsgrad och både antal pollinatörer och fröskörd. Detta skulle kunna indikera att odling av rödklöverfrö kan vara extra gynnsamt i norra Sverige. För växtförädlingen kan blomningsfrekvensen vara en viktig egenskap att studera närmare.

Trots att vi studerade många gårdar och flera år kan vi inte se någon effekt av pollinatörer på fröskörden på kommersiella gårdar i Skåne. Långtungade pollinatörer är dock väldigt få här (ca 6 %). Vi ser däremot att klöverspetsvivlar har en starkt negativ effekt. Det är därför viktigt att följa de riktlinjer som finns för att bekämpa vivlarna (tex kemisk bekämpning i knoppstadiet, flytta fält mellan år minst 800 m (Lundin m fl. 2016), se Jordbruksverkets bekämpningsrekommendationer 2023).

Pollinatörer påverkar pollineringsgraden signifikant på gårdar i Skåne innan vivlarna minskar den slutgiltiga frösättningsgraden. Detta pekar på att även de pollinatörer som finns tillgängliga i Skåne (främst korttungade humlor) är viktiga att värna om för fröskörden. Flera studier har visat att med hjälp av åtgärder i landskapet som gynnar pollinatörer (Öckinger och Smith 2007; Scheper m fl. 2015; Cole m fl. 2017), framför allt se till att det finns kontinuerliga blomresurser i landskapet över hela odlings säsongen (Timberlake m fl. 2019), så kan man öka populationerna. Konkreta råd finns att hämta på Jordbruksverket och Naturvårdsverket.

Referenser

- Alison J, Alexander JM, Diaz Zeugin N, Dupont YL, Iseli E, Mann HMR, Høye TT. 2022. Moths complement bumblebee pollination of red clover: a case for day-and night insect surveillance. *Biol Lett* 18:20220187.
- Amdahl H, Aamid TS, Ergon Å, Kovi MR, Marum P, Alsheikh M, Rognli OA. 2016. Seed yield of Norwegian and Swedish tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.) populations. *Crop Sci* 56:603-612.
- Bartomeus I, Ascher JS, Gibbs J, Danforth BN, Wagner DL, Hedtke SM, Winfree R. 2013. Historical changes in northeastern US bee pollinators related to shared ecological traits. *Proc Natl Acad Sci U S A* 110:4656-4660.
- Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemueller R, Edwards M, Peeters T Schaffers AP, Potts SG, Kleukers R, Thomas CD, Settele J, Kunin WE. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313:351-354.
- Boller B, Schubiger FX, Koelliker R. 2010. *Red Clover*. Fodder Crops and Amenity Grasses 5.
- Bommarco R, Lundin O, Smith HG, Rundlöf M. 2012. Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 279:309-315.
- Cole LJ, Brocklehurst S, Robertson D, Harrison W, McCracken DI. 2017. Exploring the interactions between resource availability and the utilisation of semi-natural habitats by insect pollinators in an intensive agricultural landscape. *Agric Ecosyst Environ* 246:157-167.

- Dupont YL, Damgaard C, Simonsen V. 2011. Quantitative historical change in bumblebee (*Bombus* spp.) assemblages of red clover fields. *PLoS One* 6:e25172.
- Feltham H, Park K, Minderman J, Goulson D. 2015. Experimental evidence that wildflower strips increase pollinators to crops. *Ecol Evol* 5:3523-3530.
- Fontaine C, Dajoz I, Meriguet J, Loreau M. 2006. Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLoS Biol* 4:129-135.
- Garibaldi LA, Requier F, Rollin O, Andersson GKS. 2017. Towards an integrated species and habitat management of crop pollination. *Curr Opin Insect Sci* 21:105-114.
- Goulson D, Hanley ME, Darvill B, Ellis JS, Knight ME 2005. Causes of rarity in bumblebees. *Biol Conserv* 122:1-8.
- Goulson D, Nicholls E, Botias C, Rotheray EL 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347:1255957.
- Hederström, V., Rundlöf, M., Birgersson, G., Larsson, M.C., Balkenius, A., Lankinen, Å. 2021. Do plant ploidy and pollinator tongue length interact to cause low seed yield in red clover? *Ecosphere* 12(3):e03416.
- Hoehn P, Tschantke T, Tylianakis JM, Steffan-Dewenter I. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 275:2283-2291.
- Jing S, Kryger P, Boelt B. 2021a. Review of seed yield components and pollination conditions in red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. *Euphytica* 217:69.
- Jing S, Kryger P, Markussen B, Boelt B. 2021b. Pollination and plant reproductive success of two ploidy levels in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Front Plant Sci* 12:720069.
- Kleijn D, Raemakers I. 2008. A retrospective analysis of pollen host plant use by stable and declining bumble bee species. *Ecology* 89:1811-1823.
- Lundin O, Svensson GP, Larsson MC, Birgersson G, Hederström V, Lankinen Å, Anderbrant O, Rundlöf M. 2017. The role of pollinators, pests and different yield components for organic and conventional white clover seed yields. *Field Crops Res* 210:1-8.
- Lundin O, Rundlöf M, Smith HG, Bommarco R. 2012. Towards integrated pest management in red clover seed production. *J Econ Entomol* 105:1620-1628.
- Lundin O, Rundlöf M, Smith HG, Bommarco R. 2016. Historical change and drivers of insect pest abundances in red clover seed production. *Agric Ecosyst Environ* 233:318-324.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol* 25:345-353.
- Rundlöf M, Lundin O, Bommarco, R. 2018. Annual flower strips support pollinators and potentially enhance red clover seed yield. *Ecol Evol* 8:7974-7985.
- Scheper J, Holzschuh A, Kuussaari M, Potts SG, Rundlöf M, Smith HG, Kleijn D. 2013. Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss - a meta-analysis. *Ecol Lett* 16:912-920
- Senapathi D, Carvalheiro LG, Biesmeijer JC, Dodson, CA, Evans RL, McKeerchar M, Morton RD, Moss ED, Roberts SPM, Kunin WE, Potts SG. 2015. The impact of over 80 years of land cover changes on bee and wasp pollinator communities in England. *Proc R Soc B* 282:20150294.
- Scheper J, Bommarco R, Holzschuh A, Potts SG, Riedinger V, Roberts SPM, Rundlöf M, Smith HG, Steffan-Dewenter I, Wickens JB, Wickens VJ, Kleijn D. 2015. Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. *J Appl Ecol* 52:1165-1175.
- Starling TM, Wilsie CP, Gilbert NW. 1950. Corolla tube length studies in red clover. *Agron J* 42:1-8.
- Thorup-Kristensen K, Magid J, Jensen LS. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Adv Agron* 79:227-302.
- Uyttenbroeck R, Hatt S, Paul A, Boeraeve F, Piqueray J, Francis F, Danthine S, Frederich M, Dufrene M, Bodson B, Monty A. 2016. Pros and cons of flower strips for farmers. A review. *Biotechnol Agron Soc Environ* 20:225-235.

- Vleugels T, Ceuppens B, Cnops G, Lootens P, van Parijs FRD, Smagghe G, Roldan-Ruiz I. 2016. Models with only two predictor variables can accurately predict seed yield in diploid and tetraploid red clover. *Euphytica* 209:507-523.
- Vleugels T, Amdahl H, Roldán-Ruiz I, Cnops G. 2019. Factors underlying seed yield in red clover: review of current knowledge and perspectives. *Agronomy* 9:829.
- Öckinger E, Smith HG. 2007. Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *J Appl Ecol* 44:50-59.