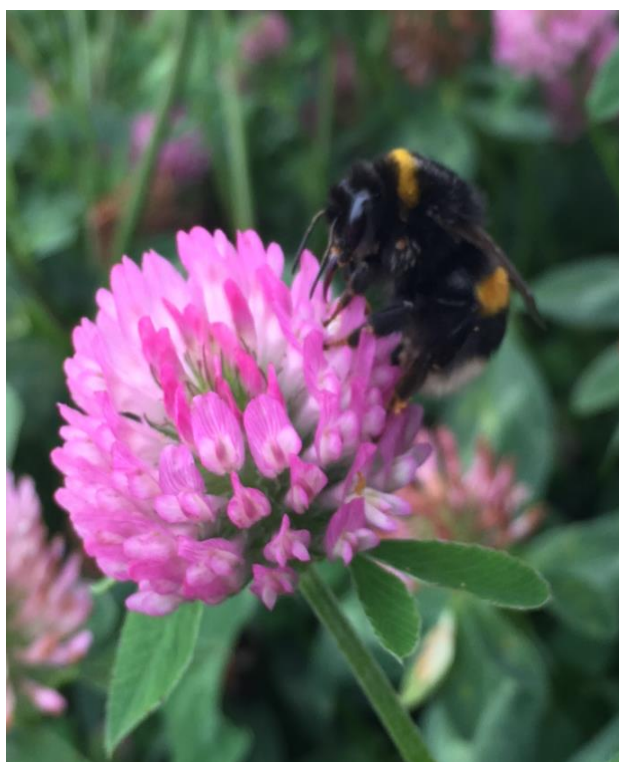


# Omgivningens påverkan på pollinering av rödklöver

-Environmental impact on red clover pollination

Pär Åkesson och Frans Brodde



# Omgivningens påverkan på pollinering av rödklöver

Environmental impact on red clover pollination

*Pär Åkesson och Frans Brodde*

Handledare: Mattias Larsson, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Btr handledare: Åsa Lankinen, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Btr handledare: Veronica Hederström, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Examinator: Kristina Karlsson Green, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Examensarbete inom Lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0743

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Pär Åkesson

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

Nyckelord: Rödklöver, humlor, bin, pollineringsgrad, pollineringsintensitet, blomhuvud, pollinatörer, transekt (försöksyta).



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## FÖRORD

Lantmästare – kandidatprogram är en 3 årig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). Tredje året är det möjligt att ta ut en kandidatexamen 180 hp. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och en presentation. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Detta arbete är utfört under det tredje läsåret och motsvarar 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Idén till studien kom från Tore Dahlgvist, Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare (SFO), hösten 2016, vid ett evenemang på Alnarp. Tore har även varit handledare för arbetet. Vi, författare, är båda intresserade av klöverproduktion - särskilt Pär som har haft odling hemma på gården. Tidigare var det vitklöver man odlade men på senare år har även rödklöver kommit in i växtföljden. Det är vår förhoppning att lantbrukare, genom vår uppsats, kan få en ökad förståelse för sambandet mellan pollinatörer och rödklöverfältets omgivning.

Ett varmt tack riktas till Tore Dahlgvist för mycket värdefull kunskap samt erfarenhet. Hans råd och praktiska synsätt, ur lantbrukarnas perspektiv, har utgjort basen för examensarbetet. Vi vill även tacka Per Persson, Fredrik Olsson, Bo Emanuelsson, Gustav Andersson, Stefan Johnsson samt Sven Åkesson som har tillåtit oss att göra våra försök i deras odlingar. Tack till Jan-Eric Englund för att du hjälpt oss med statistiska test.

Vi vill också tacka Linda Öhlund och Lantmännen Lantbruk som ordnade rödklöverplantor till oss som planterades i växthus.

Ett stort tack riktas till våra handledare Mattias Larsson, Åsa Lankinen och Veronika Hederström som har kommit med idéer och förslag på exjobbets utformning. Deras kunskap har hjälpt oss mycket under arbetets gång.

Kristina Karlsson Green har varit vår examinator.

Alnarp maj 2018

Pär Åkesson och Frans Brodde

# Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
SAMMANFATTNING	3
Abstract	4
INLEDNING	6
BAKGRUND/PROBLEMBESKRIVNING	6
Syfte	6
Mål	6
Frågeställningar	6
Avgränsning	6
LITTERATURSTUDIE	7
Inledning	7
Väderleksförhållande	8
Nektar och pollen	9
Pollinatörer	9
Nektartjuvar	10
Pollinering	10
Fröbildning	11
Åtgärder som gynnar pollinatörer	13
Risk med att köpa humlor	14
MATERIAL OCH METOD	15
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	15
15	
Val av gårdar	15
Pollineringsintensitet, inventering av pollinatörer	16
Pollineringsgrad	16
Temperatur och luftfuktighet	18
Nederbörd, solintensitet och vindhastighet	18
Blomintensitet	18
Rödklöver i växthus	19
Test mot olika dat	19
RESULTAT	21
Väderförhållande under säsongen	21
Pollinatörer och blommande blomhuvud	24
Pollinatörer i korrelation till temperatur	24
Frösättningsresultat	25
Bästa pollineringsperiod	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
Pollineringsgrad i korrelation mot medeltemperatur för hela perioden	30
Pollineringsgrad i korrelation mot medeltemperaturen första veckan	31
Pollineringsgrad i korrelation mot de två dagarna med högsta medeltemperatur.	32
Pollineringsgrad mot luftfuktighet.	32
DISKUSSION	33
Sammanfattning diskussion	38
Referenser	39

## SAMMANFATTNING

I flera år har man sett skördeskillnader inom samma sort rödklöver oberoende av odlingsplats. Sommaren 2017 genomförde vi praktiska studier på sex gårdar runt om i Skåne för att kartlägga vilka faktorer som påverkar frösättningen i tetraploid rödklöver.

Rödklöver är beroende av pollinerande insekter för korspollineringen och för att lantbrukaren ska få en god fröskörd. Flera olika faktorer påverkar resultatet av frösättningen. För att få en ökad förståelse om vad det är som påverkar pollineringen och pollineringsperioden valde vi att titta närmare på faktorer som; temperatur, luftfuktighet, nederbörd, biotop och pollinerande insekter.

Vår undersökning visade att de mest kritiska faktorerna som påverkar pollinatörernas aktivitet i fält och därmed pollineringen är temperaturen och luftfuktigheten. Sambandet mellan dessa två förändrar hela tiden utgångsläget för effektiviteten av de pollinerande insekterna. Vid hög luftfuktighet blir pollenkornen svårare att hantera vilket resulterar i att de pollinerande insekterna ägnar sig åt att leta efter nektar istället för pollen. De bästa pollineringsstillfällena sker oftast mitt på dagen då temperaturerna är högre samtidigt som luftfuktigheten är lägre.

Slutsats:

Det finns en variation av arter mellan gårdarna men det skulle krävas ytterligare försök för att med säkerhet fastställa fördelningen och antalet av de olika arterna. Vårt försök visar att de gårdar som har en större variation av biotoper även har fler arter av långtungade och korttungade pollinatörer.

Det är tydligt att andelen korttungade arter utgör 90–99% av alla observerade pollinatörer. Tidigare studier pekar på att de långtungade arterna har minskat i takt med att jordbrukslandskapet har förändrats (Rundlöf, 2013). Det är de långtungade pollinatörerna som är effektivast och som på bäst sätt pollinerar tetraploid rödklöver därav bör vi uppföröka andelen av dessa arter. Med denna observation i vårt försök vill vi upplysa lantbrukarna om betydelsen av att förbättra förutsättningarna för de långtungade arterna. Man kan gynna de långtungade pollinatörerna genom att anlägga eller låta hag- och ängsmarker, med blommor och rödklöver, gå upp i blom så att de har föda under längre perioder. I permanenta gräsvallar kan de långtungade pollinatörerna även bygga bon i lugn och ro förutsatt att vallen inte huggs.

Vi såg en trend, i våra försök, att antalet pollinatörer ökar med antalet blommande blommor men vi kan inte se ett säkert signifikant samband. Det behövs fler upprepningar av försöken för att få fram ett säkert samband. Men det verkar som att vi kan locka till oss humlorna till fältet tidigare genom att så in remsor med till exempel honungsört som blommor tidigare än rödklövern.

Det finns, enligt våra studier, ett signifikant samband mellan högre pollineringsgrad och högre temperatur. Våra försök visar att bästa pollinering infann sig i en period med höga dagstemperaturer och lite nederbörd. Många faktorer spelar in på när det är

tillfälle för bladdödning i rödklöver. Ett sätt att planera bladdödning i rödklöver är att bestämma bästa pollineringsdag och avdöda grödan 30 dagar efter det. Lantbrukare kan med hjälp av en enklare väderstation, som mäter temperatur och luftfuktighet, lättare bestämma bästa pollineringsdag utifrån det vi fått fram i studien.

Det finns, enligt våra försök, ett samband mellan pollineringsgrad och luftfuktighet. I studien ser vi att perioder med hög luftfuktighet har negativ pollineringsgrad jämfört med när luftfuktigheten är lägre. Detta beror till stor del på att vid hög luftfuktighet blir pollenet blött och svårhanterligt. Pollinatörerna samlar då nektar istället. Hög luftfuktighet förekommer ofta tidiga morgnar, framåt kvällen och vid regn.

Enstaka dagar med temperaturtoppar kan vara avgörande för en god frösättning eftersom att de pollinerande insekterna ofta är mycket aktiva då. Vid annalkande oväder som vid åska stiger temperaturerna kraftigt, detta känner pollinatörerna av och börjar på så vis att samla pollen effektivare. Detta beror på att de förbereder sig på att stanna i boet tills ovädet har försvunnit vilket ibland kan dröja flera dagar och då behövs mycket föda (Corbett, 1990).

Väderförhållandena kring 5–19 juli bestod av varmare väder med mindre mängd nederbörd. Vid höga temperaturer och låg luftfuktighet kan pollinatörerna enkelt bära med sig pollen vilket ökar pollineringsgraden. Vid väderlek med högre temperaturer blir pollenet klistrigt och därav svårhanterligt, vid dessa tillfällena gör pollinatörerna ett aktivt val och letar nektar istället (Bekuzarova 1987). Våra försök har tydligt visat att den bästa pollineringsperioden pågick mellan 5–19 juli.

## Abstract

For several years there has been differences in yields of the same kind of red clover independent of the cultivation site. During the autumn of 2016 and spring 2017, the possibilities were discussed to possibly start a project on how to map which factors affect the release of tetraploid red clover. In the summer of 2017 we did a study on six farms in Scania.

Red clover is dependent on pollinating insects for cross-pollination and for the farmer to get high yields. Several different factors affect the outcome of the launch. In order to gain an understanding of what influences the pollination and pollination period, we chose to investigate factors such as; temperature, humidity, rainfall, biotope and pollinating insects.

Our survey showed that the most critical factors affecting pollinators activity in field and thus pollination are the temperature and humidity. The relationship between these two affects the effectiveness of the pollinating insects. In cold and humid weather, the pollen grain becomes difficult to handle, which results in pollinating insects looking for nectar instead of pollen. The best pollination is usually done in the middle of the day when temperatures are high while the humidity is lower.

Conclusion:

There is a variety of species between the farms, but further efforts would be needed to determine the distribution and the number of species. Our experiment shows that the farms that have a greater variety of biotopes also have a higher number of pollinators with both long and short tongues.

It is clearly that the proportion of short tongued species accounts for 90-99% of all observed pollinators. According to previous studies, the species with long tongues have declined as the agricultural landscape has changed (Rundlöf, 2013). It is the pollinators with long tongues that are the most effective and best pollinated tetraploid red clover, we should increase the proportion of these species. With this observation in our attempt, we want to inform farmers to improve the conditions for those species, so that the proportion of pollinators with long tongues increases. This can be done by planting or letting meadows with flowers and red clover go up in bloom so that pollinators have food for longer periods. In permanent lawns, they can also build nests, provided that the grazing ground is not cut off.

We could see a trend that the number of pollinators increased with the number of flowering flowers, but we can't see a sure significant relationship. More repetitions are required to determine if it is the case that determines. Based on the trend, we can attract the bumblebees to the field earlier by sowing strips with, for example, phacelia that blooms before the red clover does.

There is a significant correlation between higher pollination rates and higher temperatures according to our studies. Our attempt shows that best pollination occurred during a period of high daytime temperatures and a little rainfall. There are many factors deal with when to decide it is time to kill of the red clover, one way to plan killing red clover is to determine the best pollination day and kill 30 days after that. Farmers can easily determine the best pollination day by using a simple weather station that measures temperature and humidity, based on the results obtained in the study.

There is a connection between pollination and humidity. In the study, we see that periods of high humidity have a negative pollination effect against when the humidity is lower. This is mainly because of high humidity, the pollen becomes wet and difficult to handle, pollinators start collecting nectar instead. High humidity often occurs early in the morning, in the evening and at rainfall.

Single days of temperature peaks can be crucial for a good pollination it is because the pollinating insects are often very active then. In adverse weather conditions such as thunder, temperatures rise sharply, the pollinators can sense this and thus begins to gather pollen more efficiently. The fact that they start collecting pollen more effectively is because they prepare to stay in the estate until the storm has disappeared again, sometimes it may take several days, and much food is needed (Corbett, 1990).

Weather conditions around July 5-19 consisted of warmer weather with a smaller amount of rainfall. At high temperatures and low humidity, pollinators can easily carry pollen, which increases pollination efficiency. In weather conditions with higher temperatures, the pollen becomes sticky and hence difficult to handle, on these occasions the pollinators make an active choice and look for nectar instead (Bekuzarova 1987). Our efforts have clearly shown that the best pollination period lasted between 5 and 19 July

# INLEDNING

## Bakgrund/Problembeskrivning

SFO, Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare letar svar på varför skördenivån för samma sort av rödklöver varierar från odlingsplats till odlingsplats. Många faktorer spelar in under pollineringsperioden, såsom temperatur, nederbörd, fältets närmiljö (biotop), pollinerande insekter mm. Företrädare för fröodlingen ser med spänning fram emot utvärdering av några faktors betydelse för pollineringsgrad (pollineringsintensitet) och skörde-nivå.

### **Syfte**

Syftet med examensarbetet är att öka förståelsen kring varför man har sett en stor variation i skördeutbyte i tetraploid rödklöver mellan olika odlingsplatser och vad pollinatörerna har för inverkan på detta. Syftet är även att upplysa fröodlarna om betydelsen av pollinatörerna i rödklöver-odling. Vi vill öka förståelsen för vad som krävs för att gynna pollinatörerna så att de naturliga arterna förökar sig och upplysa vid vilka väderleksförhållande som pollinatörerna är som mest aktiva.

### **Mål**

Målet med detta examensarbete är att kartlägga förekomsten av olika pollinatörer. Få en bättre förståelse när pollinatörerna är som mest aktiva och på så vis lättare kunna planera avdödnings- och skördetillfälle bättre. Allt detta för att få jämnare och bättre skördeutbyte från tetraploida rödklöverodlingar.

### **Frågeställningar**

1. Hur ser fördelningen mellan honungsbin och humlor ut?
2. Finns det variation av lång och korttungade pollinatörer mellan gårdarna?
3. Finns det ett samband mellan antalet pollinatörer och blommande blomhuvud?
4. Påverkas pollineringsgraden av temperatur och luftfuktighet?
5. Kan enstaka dagar, med temperaturtoppar, ha signifikant påverkan på pollineringsgraden?
6. När är enligt vårt försök bästa pollineringsperiod?

### **Avgränsning**

För att få en representativ bild av läget väljer vi att utesluta diploida sorter eftersom att längden på kronpipen skiljer sig åt mellan diploida och tetraploida rödklöversorter



(kronpipens längd ställer krav på längden på pollinatörens tunga). Vi har valt att besöka fälten vid olika datum mellan klockan 09 – 18 eftersom att pollinatörerna är som mest aktiva då.

## LITTERATURSTUDIE

### *Inledning*

Rödklöver är den mest odlade baljväxten i Sverige - mycket tack vare den utökade användningen av grödan i vallfoderblandningar. År 2017 odlades det 2872 hektar rödklöver till utsäde i Sverige. Av dessa var 1048 hektar ekologiskt odlade enligt siffror som jordbruksverket redovisat i sin certifieringsstatistik över fröburna växtslag (Jordbruksverket, 2017). Rödklövern finns i olika sorttyper; dels finns diploid och dels tetraploid sorttyp (Jordbruksverket, 2017). De tetraploida rödklöversorterna har gett en högre foderskörd och stabilitet genom ökad sjukdomsresistens jämfört med diploida sorter. Tetraploid rödklöver har ofta en lägre frösättning än de diploida sorterna. Detta beror på att andelen blommor per blomhuvud är färre samt att kronpipen är längre, vilket gör det svårare för korttungade insekter (t.ex. vissa sorters humlor och bin) att pollinera. Allt detta resulterar i ett något högre pris per kg för tetraploid rödklöver. 2017 låg priset på diploid rödklöver mellan 26,50 – 28 kr/kg och för tetraploid rödklöver låg priset mellan 35 – 48 kr/kg (Karlsson, 2018 personlig kommunikation). Normalt skördas rödklöver en gång men ibland tar man ytterligare en skörd andra året men då räknar man med ett skördebortfall på upp till 50 % (Dahlqvist, 2018 personlig kommunikation). Avdödning och skörd av rödklöver beräknas till den period som det anses vara högst pollineringsintensitet. Tidigare försök visar att denna period inträffar mellan 18 – 22 juli (Dahlqvist, 2018 personlig kommunikation). Rödklöver odlas främst i slätt- och mellanbygd i Skåne, Östergötland samt Västra Götaland. Specialgrödor som rödklöver har inget alternativvärde - därför är det viktigt att hålla grödan fri från ogräs för att inte riskera att få varan underkänd som bruksvara.



Figur 1: Humla som letar föda i rödklöver

Rödklöver är en flerårig örtväxt som saknar utlöpare. Istället har rödklövern en kraftig pålrot som har en strukturförbättrande effekt i marken - särskilt på de styvare jordarna. Tack vare att rödklövern lever i symbios med *Rhizobium*-bakterien har den en förmåga att binda upp till 400 kg kväve per hektar, detta gör att rödklövern är mycket värdefull i ekologiska växtföljder där man inte får använda handelsgödsel. Med hjälp av rödklöverns kvävefixering ökar man proteininnehållet i vallar och klövern blir därför ett lönsamt proteintillskott i foder. Rödklövern är även smaklig, vilket ökar djurens konsumtion, både som ensilagefoder och som betesväxt. Rödklöver är även bra som förfrukt åt spannmålsväxter (Jordbruksverket, 2017). Vattentillgången är viktig för rödklöverplantorna speciellt under blomningsperioden eftersom plantorna då behöver producera mycket nektar för att locka till sig pollinatörer.

### **Väderleksförhållande**

Oavsett temperatur så är nektarutsöndringen högre en solig dag jämfört med en molnig dag. Det beror på att nektarsocker bildas genom fotosyntes som i sin tur påverkas av solljuset (Shuel, 1955a). Markfukt, atmosfäriskt tryck och blommans placering på plantan sägs också påverka produktionen av nektar. I Ryssland kom Bekuzarova (1987) fram till att den optimala pollineringsperioden för blomman skedde mellan klockan 10 och 15 när temperaturen var mellan 21 - 24°C och den relativa luftfuktigheten var mellan 40 - 50 %. Vädret är en avgörande faktor som bestämmer vad de pollinerande insekterna väljer att hämta från blomman. Vid fuktigt väder, exempelvis på

morgonen eller kvällen, är det mestadels nektar som insekterna väljer att hämta, det beror på att när pollenet blir fuktigt blir det mycket tyngre och då svårare att bära med sig. Pollen är lättast att hämta när vädret är varmt, blåsigt och vid låg luftfuktighet - detta inträffar oftast mitt på dagen. Pollinatörerna känner även på sig om det kommer bli sämre väder framöver och kan då vara mer effektiva på att pollinera blommor eftersom att de då vill fylla på sina förråd av pollen så att de inte behöver svälta (Corbett, 1990).

### ***Nektar och pollen***

Nektar är ett medel som växterna använder sig av för att locka till sig pollinerande insekter - i utbyte mot mat till pollinatörerna blir blommorna pollinerade och växterna kan reproducera sig. Sammansättningen av nektar har studerats av Beutler (1953), Shuel (1955, 1975) och Percival (1965). Dessa studier kom fram till att nektarn mestadels innehåller sockerarter men även en mindre mängd substanser som bidrar till doft och smak som; organiska syror, flyktiga oljor, polysackarider, proteiner, enzymer och alkaloider.

De tre sockerarterna som nektarn huvudsakligen består av är sackaros, fruktos och glukos (Wykes 1952). Percival (1961) visade att blommor med djup kronpip har en sammansättning av sockerarter som skiljer sig åt från blommor med kortare kronpip genom att nektarn i de förstnämnda till största del består av sackaros med mindre mängd fruktos och glukos. Sammansättningen av sockerarter i blommor med kortare kronpip består till största del av glukos och fruktos samt en mindre del sackaros. Eftersom nektarproduktionen påverkas av solljus, markfukt, atmosfäriskt tryck och blommans placering på plantan så kan koncentrationen av sockerarterna variera mellan olika tider på dagen. Tidpunkten för blomning kan också påverka hur attraktiv blomman är för pollinatörerna (Free, 1994). Sockerkoncentrationen i rödklöverns nektar varierar mellan 29 - 66 % och utsöndras i botten på kronpipen. Genomsnittlig längd på kronpip är 9,5 mm medan tungan på ett honungsbi är 6,3 mm. Tungan har en ytterligare räckvidd på 0,5 mm. Biet kan dessutom trycka in sitt huvud cirka 1,1 mm i kronpipen. Nektarn behöver alltså stiga 1,6 mm för att bli tillgänglig för honungsbiet (Dunham, 1939).

Den ätliga delen av pollen är en sammansättning av protein, fett och kolhydrater. Synge (1947), provade att mata honungsbin med pollen från vitklöver respektive rödklöver i fem bikupor. I fyra av dessa bikupor var pollen från vitklöver mer attraktivt än rödklöver för honungsbin. Pollenlasten som pollinatörerna bär väger i genomsnitt 8 - 29 mg (Maurizio, 1953).

### ***Pollinatörer***

Enligt Ribbands (1953), Dade (1962), klarar honungsbin av att bära 70 mg nektar under kortare perioder men den genomsnittliga lasten är på 20–40 mg. Att det varierar så mycket beror bl.a. på hur attraktiv nektarn är för biet, på biets tidigare erfarenhet samt hur hög temperaturen är för tillfället. En annan faktor som kan påverka belastningen är hur mycket pollen som honungsbiet redan har samlat på sig. Pollenlasten som pollinatörerna bär väger i genomsnitt 8 - 29 mg (Maurizio, 1953).

Honungsbina klarar att pollinera rödklöverblommorna om omständigheterna är de rätta det vill säga om nektarn stiger i kronpipen, honungsbiet klarar då av att suga upp nektarn med hjälp av kapillärkraften (Goetze, 1948). En sommar som kännetecknas av varmt och torrt väder är fördelaktiga för nektarutsöndringen och då kan honungsbina besöka rödklöverblommorna mer frekvent. Westgate (1915), Coe (1915), Gubin (1936), Pedersen & Sørensen (1936), Dunham (1939), Jamieson (1950), Forster & Hadfield (1958), Åkerberg & Umaerus (1960), Benedek (1960) och Macfarlane et al. (1991) kom alla fram till att humlor besökte mellan 21 – 35 blommor per minut medan honungsbin endast besökte 10 – 15 blommor per minut - i deras försök har ingen hänsyn tagits till förekomsten av nektartjuvar.

Effektiviteten av pollinering ökar när längden på tungan ökar. I regel är det de större arterna av humlor som pollinerar tetraploid rödklöver eftersom dessa har längre tungor än honungsbin (Alekseev, 1981). Till skillnad från många humlearter så är honungsbina korttungade vilket innebär att de måste spendera mer tid vid varje blomma för att komma åt nektarn och utföra den pollinering som krävs. Det innebär att honungsbin är mindre effektiva än många humlearter. Det är även detta som förklarar det individuella värdet av olika pollinatörer, de humlearter som är långtungade är effektivare och kan pollinera fler blommor under samma tid som de korttungade och på rätt vis. Givetvis har mängden pollinatörer också stor betydelse, är antalet honungsbin betydligt fler än de långtungade humlorna har detta stor inverkan på pollineringen. Enligt Haslbachova & Vesely (1981), utför 12 000–13 000 honungsbin samma pollinering som 6 000 humlor. Ytterligare forskning visar på att det behövs cirka fem bikupor per hektar för att få en tillfredställande skördenivå (Rinker & Rampton, 1985)

### **Nektartjuvar**

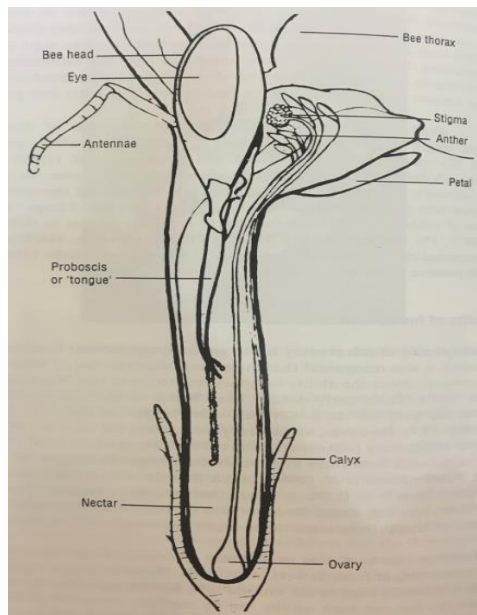
När en blomma och en pollinerande insekt inte är anpassade till varandra sker inte alltid pollinering. Pollen är oftare lättare åtkomligt än nektarn som är väl undandömt för pollinatörerna. Vissa bin är ibland för små och kan lyckas med att samla nektar utan att få något pollen på sig. Även humlor av samma art varierar i storlek. De korttungade humlorna har svårare att nå nektarn från blommor med längre kronpip. Exempel på korttungade humlor är *Bombus lucorum* (Ljus jordhumla) och *Bombus terrestris* (Mörk jordhumla). Dessa humlor biter ofta hål nära basen på kronpipen och kommer på så sätt åt nektarn. Efter att humlan bitit hål kommer honungsbiet för att få sin del av nektarn - dessa kallas för sekundära nektartjuvar. Pollinatörerna som gör så är inte värda något för blomman eftersom de stjälar nektarn utan att pollinera dem.

### **Pollinering**

Pollineringen är viktig både för insekterna och blommorna. Detta beror på att nektar och pollen förser insekterna med föda som gör att de kan bygga upp en stark stam samtidigt som blommorna blir pollinerade. När insekterna samlar mat i form av pollen och nektar fastnar en del pollen på kroppen, ofta på ställen som är svåra för insekten att göra sig ren på. Det är detta pollen som hjälper blommorna att producera frö, eftersom en del pollen fastnar i nästa blomma som insekten besöker (Bronstein et al, 2006). Samtidigt som en insekt letar nektar i en blomma lägger den tryck på ståndare

och stigma (stigma är klibbig vilket gör att pollenkornen fastnar lättare) med undersidan av huvudet - när detta pågår får insekten i sig nektar samtidigt som blomman blir pollinerad (se figur 2).

Klöver är i princip en helt självsteril växt och är således helt beroende av korspollinering med hjälp av insekter för att bilda frö (Free, 1993, Brødsgaard & Hansen, 2002, Hansen et al, 2006). Efter en lyckad etablering är pollinering den viktigaste faktorn för att få en hög fröskörd. I rödklöver är humlorna de viktigaste pollinatörerna även om honungsbina hjälper till (Brødsgaard & Hansen, 2002, Rundlöf, 2007 & 2008).



Figur 2: Honungsbi som pollinerar rödklöver (Free J. B., 1993)

## Fröbildning

Ett blomhuvud på rödklövern kan bestå av upp till 300 småblommor som öppnar sig i ordningsföljd från botten till toppen av blomman. De första blomhuvudena har oftast fler blommor än de blomhuvud som utvecklas senare på säsongen (Taylor & Quesenberry, 1996). Rödklöver har två fröämnen, varav oftast bara det ena utvecklas till ett frö. Vissa sorter som ger höga skördar kan ibland producera två frön per blomma men det är ovanligt (Taylor & Quesenberry, 1996).

De blommor som har blivit pollinerade börjar vissna cirka två dagar efter att pollineringen har skett medan de blommor som inte har blivit pollinerade förblir mottagliga för pollinering upp till 10 dagar beroende på temperatur och luftfuktighet. Vid utvecklingen av klöverfrö så är fröet fysiologiskt moget efter cirka 2 ½ vecka efter pollinering men kan behöva ännu en vecka för att torka. Tre dagar efter pollinering är embryona sfäriska och efter ytterligare fem dagar har embryona passerat ett hjärtformat stadie och blivit mer pilformade (Armstrong, 1968). Efter åtta dagar börjar hjärtbladen att

bildas inne i det blivande fröet och efter 11 dagar har hjärtbladet vuxit till sig. Embryona når sin fulla storlek efter 14 – 17 dagar efter pollinering och sedan tar det ytterligare en vecka innan fröet har mognat och torkat in (Mackiewicz, 1965).

Till stor del är det längden på kronpipen som påverkar hur hög frösättningen blir. Långa kronpipor gör det betydligt svårare och därmed mindre intressant för pollinatörer med kort tunga att pollinera blommorna. Längden på kronpipen hos tetraploida sorter varierar mellan 7,9–11,3 mm (Nikovitz, 1985). Skillnaden på längden av tetraploid respektive diploid kronpip är cirka 0,8 – 1,1 mm (Wexelsen; Vestad, 1954). Det finns fler forskare som har kommit fram till att kronpip från tetraploida sorter är längre men även bredare vilket gör att pollinatörerna kan komma längre in i blomman och eventuellt underlätta för en del insekter. Tetraploid rödklöver producerar mer nektar än diploid rödklöver men bredden på kronpipen gör att det inte finns någon signifikant skillnad på nivån för nektarn mellan sorterna.

Tillväxten av stjälkar och blommor gynnas av långa dagar och vädret bestämmer hur fort internoderna växer fram som i sin tur avgör när blomningen startar. En ökad skörd är resultatet av kombinationen av fler stjälkar, fler blommor och längre dagar (Bowley et al., 1987; Puia et al., 1982). Tusenkornvikten spelar också en viss roll i hur hög fröskörden kan bli och den skiljer sig åt mellan de olika sorterna. Frön från tetraploid rödklöver har en högre tusenkornvikt än diploida frön där tetraploida frö väger 2,67 – 2,77 gram jämfört med 1,73 – 2,05 gram för diploida frön (Tayler & Quesenberry, 1996). En annan faktor som påverkar skördenivån är antalet blommor som ryms per blomhuvud. Ett litet blomhuvud rymmer färre blommor än på ett stort blomhuvud.

I två tidigare försök som har gjorts av Vimarlund (2008) i rödklöver fann man att förekomsten av honungsbin och humlor skiljde sig åt markant i respektive antal. I ett försök utförde man två upprepningar där det visade sig att honungsbin utgjorde 11% av blombesökarna i första upprepningen medan honungsbin utgjorde 24% av blombesökarna under andra upprepningen. Resterande blombesök stod humlor och övriga vilda pollinatörer för. I andra försök som gjorts för att undersöka betydelsen av pollinerande insekter fann man att rödklöver som blivit pollinerad av både honungsbin och humlor gav en merskörd på 600–700 % jämfört med försöksled helt utan pollinatörer (Brødsgaard & Hansen, 2002). Även om humlorna är de viktigaste pollinatörerna så visar senare forskning att också honungsbin bidrar mycket till fröproduktionen. I en dansk undersökning kunde man visa att en rödklöverskörd ökade från 209 kg/ha till 392 kg/ha om man placerade ut bisamhällen (Wermuth, 2009). Det framgår inte om det var tetraploid eller diploid rödklöver som försöket gjordes i. Betydelsen av honungsbin är större på slättbygden där antalet vilda pollinatörer antas vara lägre (Nätterlund, 2007). Det är viktigt att stammen av humlor och bin är etablerad när blomningsperioden börjar eftersom att fruktbarheten av rödklövern sjunker drastiskt efter början av blomningsperioden. Det betyder att det är viktigt att pollinering sker så snart blomman har öppnat sig för att säkerställa fröbildningen (Williams, 1925, Free, 1965a). Det finns forskning som tyder på att fröproduktionen per hektar är högre på arealmässigt mindre fält. Det beror på att kolonier med ett lägre antal humlor pollinerar fler blommor per blomhuvud. En undersökning gjord (Holm, 1972) under en 3-årsperiod, visar att det finns en korrelation mellan antalet producerade frö per kvadratmeter och antalet besök som gjorts av honungsbin och humlor. Korrelationen i denna undersökning, mellan frömängd och antal besök av pollinatörer, stämde överens upp till cirka 3000 besök, därefter stagnerar fröproduktionen även om antalet besök blev fler. Försöket visar på

att effektiviteten av en stor population pollinatörer minskar efterhand som det blir färre blommor att pollinera. Vid en population på 20 000 pollinatörer/ha kunde man räkna fram att man skulle få en skörd på 1100 – 1200 kg/ha.

### **Åtgärder som gynnar pollinatörer**

Jordbrukslandskapet har förändrats mycket i brukningssätt och struktur under tidernas gång - till pollinatörernas nackdel. Den minskande variationen i jordbrukslandskapet och tillgången på resurser som mat för pollinatörerna har påverkat pollinatörerna negativt och lett till minskning av antalet vilda pollinatörer och andra nyttodjur (Rundlöf, 2013). Värst drabbade är en del långtungade humlearter, de arter som vi helst ser i fält då de är effektiva pollinerare i den djupa kronpipen som diploidrödklöver har. Klöverhumlan är med som nära hotad på Sveriges rödlista och har försvunnit helt ur odlingslandskapet i Holland och England (Jordbruksverket 2018b). Forskningen visar att genom enkla åtgärder kan man, som odlare, öka beståndet av pollinatörer. Det man främst kan hjälpa till med är att ordna ställen där pollinatörerna kan bo och se till så att det finns föda för dem året runt. Humlor bygger gärna bo i åkerholmar, diken, högt gräs, bland död ved samt i gamla sork- och musbon. Genom att låta fleråriga gräsmarker med klöver och andra blommande blommor vara utan att hugga gräset kan man förse pollinatörer med både boplatser och föda. Andra små biotoper och obrukad mark kan skötas så att pollinatörerna får lättare att hitta ställen att bo på samt samla föda ifrån. Är det brist på små biotoper för att bygga bon i så kan man sätta ut gamla halm-balar där de kan bygga bon (Jordbruksverket 2018a).

Ett skäl till att humlesamhällena har minskat är att tillgång på blommande blommor, under hela säsongen, är en brist i dagens jordbrukslandskap. Hansälgen som ger pollen är mycket viktigt för humlorna då den blommar tidigt redan före lövsprickningen. Det är tidigt på våren när humledrottningarna vaknar ur vintervilan och behöver mat, för att äggläggningen skall komma igång, som hansälgen är av stor betydelse. Ju tidigare äggläggningen kommer igång desto fler humlor blir det i samhällena. Sälgen kan man plantera i närheten av sina fält för att hjälpa humledrottningarna på våren (Risberg, 2008).

Genom att så remsor av honungsört, som blommar innan rödklövern, i fältet eller längs vändtegen kan man locka till sig pollinatörer redan innan rödklövern börjat blomma (se figur 3 för exempel). Det har, enligt försök, gett en merskörd på 81 kg/ha (Rundlöf, 2013). Förutom att locka till sig pollinatörer, innan rödklövern blommar, kan man använda kantzoner och remsor ute i fält för att så in blommor som ger tillgång till föda under hela säsongen. Vill man förlänga perioden för blomningen och därmed maten kan man variera såtidpunkten. När det är svalt väder avger rödklöver inte så mycket föda i form av nektar och då kan pollinatörerna söka föda i honungsörten. Pollinatörerna behöver också tillgång till vatten. Finns det inget naturligt vatten tillgängligt i närheten kan man lösa det genom att sätta ut vattenkar med någon träplanka eller stenar i som de kan landa och sitta på när de dricker (Risberg, 2008, Pedersen, 2008).



Figur 3: Insådd honungsört i en remsa i mitten av rödklövern för att locka till sig pollinatörer innan rödklövern blommar. Gård 5.

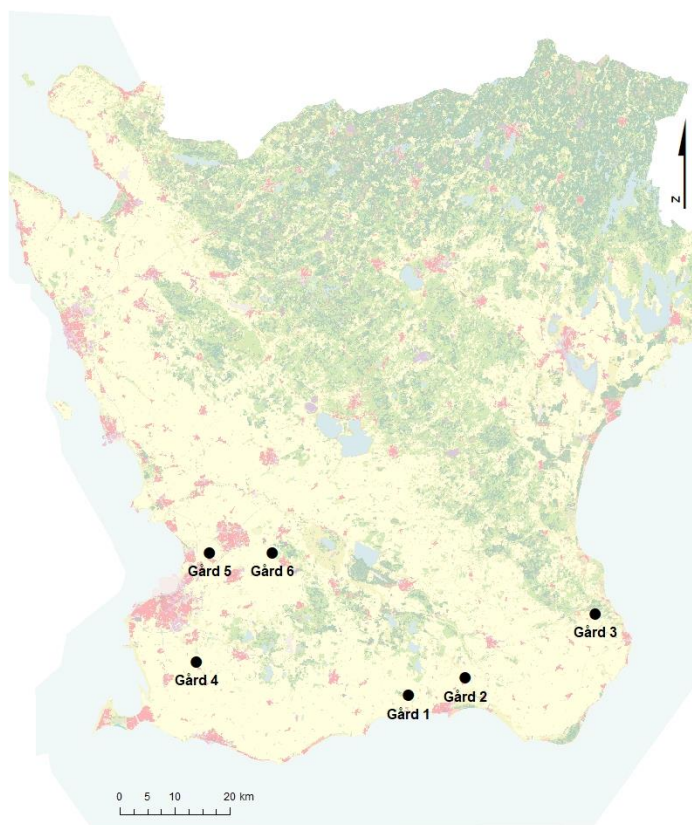
### ***Risk med att köpa humlor***

Det finns humlesamhälle att köpa för att kunna sätta ut i fält och på så viss få hjälp med pollineringen. Detta utvecklades från början för användning vid pollinering i växthus där det inte finns vilda humlor i till exempel tomatodling. De humlor som är tillgängliga att köpa är en sydeuropeisk ras av mörk jordhumla. Det finns en risk att de inköpta humlorna bär på sjukdomar och parasiter som de kan sprida till vilda humlesamhällen och även bisamhällen (Jordbruksverket 2018a).



## MATERIAL OCH METOD

### Försöksuppläggning



Figur 4: Placering av gårdar 1-6 där försöken utfördes i Skåne, Sverige.

#### *Val av gårdar*

Vår undersökning har genomförts på sex olika gårdar runt om i södra Skåne där man odlar tetraploid rödklöver. Miljön i närområdet fick bestämma vilka gårdar som skulle användas i försöken, med ett rimligt avstånd till varandra för att studien skulle kunna utföras så smidigt som möjligt. Avstånden mellan försöksplatserna försökte vi samtidigt välja så stora att väderskillnader skulle kunna ha betydelse under säsongen. Beroende på var gårdarna är placerade skiljer sig också omgivningarna åt. Genom denna skillnad hoppades vi kunna se pollinatörer med artskillnader på de olika platserna. Gårdarna vi valt ligger i anslutning till naturreservat, grustag, våtmark, skog samt på slättbygd. Kvalitativa och kvantitativa skillnader i omgivningarna har emellertid inte karakteriserats eller använts i analyser av resultaten. På varje gård placerade vi ut två upprepningar av samma metod. Försöken sattes ut den 4 juli

och togs in i strax innan skörd den 26 augusti. Försöket omfattade sex gårdar, tre av

dem var placerade på sydöstra sidan av Skåne medan de andra tre var placerade på den västra sidan av Skåne (se figur 4 för placering).

### ***Pollineringsintensitet, inventering av pollinatörer***

Mängden pollinatörer av olika arter i fältet vid varje besök har uppskattats genom transektinventeringar enligt en metod som har använts av forskare på SLU i andra vit- och rödklöverförsök (Hederström 2017, personlig kommunikation). Två transekter på varje fält är utplacerade, den 4 juli när en del blomhuvud började blomma i rödklöverfälten, på så skilda ställen som möjligt inom fältet men med krav på ett genomsnittligt jämnt bestånd utan skuggning.

Transekterna som placerades ut var 50 m långa och 1 m breda. Vid varje tillfälle som transekterna besöktes noterades alla pollinatörer i varje transekt genom att vi under en tio minutersperiod sakta gick längs med transekten och protokollförde varje individ av de arter av humlor och bin som observerades inom transekten. Det var endast de pollinatörer som satt på blomhuvudena som vi antecknade; individer som befann sig i luften när vi inventerade transekterna utförde ingen pollinering och räknades därför inte med. De humlor som inte kunde artbestämmas ute i fält plockades in med håv och lades ner i rör för att vid senare tillfälle artbestämmas. Under varje stopp vi gjorde för att fånga in en pollinatör pausades klockan så att tio minuter åtgick till att notera antalet pollinatörer. Besöken ute i fält gjordes mellan klockan 09 - 18.

Datumen för inventering av pollinatörer på varje gård har skett efter ett i förväg bestämt, regelbundet schema över säsongen, och inte beroende på väder, eftersom vi ville studera hur vädret påverkar aktiviteten bland pollinatörerna under säsongen. Inventeringarna har alltså genomförts på samma sätt oavsett väderlek, medan väderförhållanden har loggats kontinuerligt eller noterats vid fältbesök (se nedan). Vid jämförelser av pollinatörmängder mellan olika lokaler är det annars vanligt att man inventerar varje lokal endast ett fåtal gånger per säsong och då väljer dagar med gynnsamma förhållanden för pollinatörer (Hederström 2017, personlig kommunikation).

### ***Pollineringsgrad***

För att uppskatta frösättningsgraden under olika tidpunkter på säsongen märkte vi vid varje besökstillfälle ut fem blomhuvuden på tre slumpvis utvalda ställen i varje transekt som senare samlades in. Dessa blomhuvuden märktes ut med färgglada snören för att lätt kunna hittas vid inhämtning. De blomhuvuden som märktes ut fick stå kvar i fältet i två veckor för att sedan klippas av och frysas ner. Blomhuvudena som märktes ut hade maximalt fem blommor i blomhuvudet öppna och resten knoppar. Genom att upprepa försöket på samtliga gårdar sex gånger med några dagars mellanrum mellan besöken och märka upp 15 blomhuvud i varje transekt vid varje besök samlade vi totalt in 1080 blomhuvud.

Ex. Beräkning av antalet insamlade blomhuvud:

$6 \text{ gårdar} * 6 \text{ upprepningar} * 15 \text{ blomhuvud} * 2 \text{ transekter} = 1080 \text{ blomhuvud.}$



Figur 5: Fröinventering i blomhuvud Alnarp.

För att få fram pollineringsgraden har blomhuvudena som samlades in från fälten tagits upp ur frysen, blommorna har plockats av från blomhuvudet, sedan har pistillen plockats fram med hjälp av pincett och stereolupp (se figur 5). Vi har protokollfört antalet bildade frö i blomhuvuden och ställt det mot hur många blommor från blomhuvudet som saknade frö. Andelen utvecklade frö per blomhuvud genom totala antalet blommor kallar vi pollineringsgrad. Vi har haft opollinerade rödklöverbblommor från växthus utan pollinatörer att referera till för att med säkerhet kunna avgöra skillnaderna mellan pollinerade och icke-pollinerade fröer.

*Ex. Pollineringsgrad*, 150 blommor på blomhuvudet, varav 46 blommor med frö och 104 blommor utan frö.

$46/150=30,6\%$  pollineringsgrad.

I denna studie har vi fått begränsa oss till att analysera en mindre del av de blomhuvuden som samlades in, eftersom analyserna av frösättningsgrad tog längre tid än väntat p.g.a. svårigheten att bedöma om fröämnet var pollinerat eller opollinerat. Vi bestämde oss för att ta ut material från minst två perioder per gård där väderbetingelserna i temperatur och luftfuktighet skilde sig åt väsentligt. Den första tiden (5–19 juli) kännetecknas av ett högtryck med mycket sol och hög medeltemperatur. Den andra perioden

(17–31 juli), var det regnigare, högre luftfuktighet och något lägre medeltemperatur (se Resultat).

Resterande insamlat material får granskas djupare vid fortsatta studier.

### ***Temperatur och luftfuktighet***

I varje transekt placerade vi ut tinytags (en kännare som loggar data). Var tionde minut registrerar dessa temperatur och luftfuktighet ute i fält från den 4 juli till den 26 augusti (Intab, 2018). Den medeltemperatur och medelluftfuktighet som samlats in mellan klockan 09 - 18 har sedan jämförts med övriga insamlade data från respektive fält. För att få ett så noggrant resultat som möjligt har vi efterhand som rödklövern växt flyttat tinytagen som loggat temp och luftfuktighet så att den alltid stått i höjd med blommorna eftersom det är där pollinatörerna förväntas vara. För att inte tinytagen ska påverkas av direkta väderbetingelser som solljus eller regn har vi monterat folierade plastkrukor över dessa som skydd.

### ***Nederbörd, solintensitet och vindhastighet***

Genom att använda oss av regnmätare i samtliga fält har vi kunnat notera skillnaderna i nederbörd mellan varje besökstillfälle. Solintensiteten har bedömts i hur många procent solen är framme vid tillfället för pollineringsinventeringen i transekterna. Vindhastigheten har antecknats från SMHI:s prognos från specifika platsen vid fältet och varje tillfälle.

### ***Blomintensitet***

Blomintensiteten har tagits fram genom att en ram med måtten 0,5 m\*0,5 m (1/4 m<sup>2</sup>) slumpvis placerats ut i båda transekterna på varje gårdsbesök då pollinatörer har räknats (se figur 6 nedan). Inom denna ram har blomhuvuden klassats in i tre stadier och räknats. Blomhuvud med färre än fem öppna blommor har klassats som knoppar, blomhuvud med fler än fem blommande blommor som blommande, blomhuvud med max fem öppna blommor och resten överblommande klassades som överblommande.



Figur 6: Räkning av blomhuvud i transekterna i en ram med måtten för en  $\frac{1}{4}$  kvadratmeter.

### ***Rödkläver i växthus***

För att kunna bestämma vad som var fröämne och vad som utvecklats till frö använde vi oss av rödkläverplantor framdrivna i växthus som jämförelser. I växthuset fanns inga pollinerande insekter vilket gjorde att vi kunde plocka fram fröämne från icke pollinerade blomhuvud dessa har vi sedan jämfört med pollinerade blommor inplockade från fält. Vi tittade även på hur lång tid det tog från att första blomman i blomhuvudet öppnade sig tills att blomhuvudet stod i full blom samt hur lång tid det tog innan blommorna stängde och vissnade så att de inte längre kunde bli pollinerade.

### ***Test mot olika data***

#### ***Analyser***

#### ***Väderförhållanden***

För att visa väderförhållande ute i fält har vi lagt in den insamlade väderdatan (solintensitet, medeltemperaturen mellan 09–18, vind, nederbörd, luftfuktighet) från varje gård i ett diagram för perioden. Utifrån denna data har vi bestämt vilka peri-

oder vi vill jämföra med varandra. Av väderdata har solintensitet, vind och nederbörd endast använts för denna jämförelse, medan temperatur och luftfuktighet också har använts för analyser av pollineringsgrad

### ***Blomningsintensitet***

De räknade blomhuvudena har klassats i tre olika stadier som vi sedan har satt in i ett diagram mot datumen för varje gård, då de har räknats ute i fält, för att kunna se blomintensiteten över tid.

### ***Förekomst av pollinatörer på olika gårdar***

För att kunna jämföra antalet arter och mängden pollinatörer mellan de olika gårdarna har vi lagt resultatet i en tabell. Vi har även tagit fram en tabell där vi jämför korttungade med långtungade pollinatörer mellan gårdarna.

### ***Pollinatörer mot blommande blomhuvud.***

För att se om det fanns ett samband mellan antalet blommande blommor och antalet pollinatörer i fält gjorde vi en korrelation mellan dessa två faktorer. Här har vi tagit ett medelvärde av antalet pollinatörerna från båda transekterna hos varje gård mot medelvärde av blommande blommor från båda transekterna vid samma tidpunkt. Detta är ett medelvärde över antalet pollinatörerna och blommande blommor från båda transekterna från varje gård, vid varje besök. Man kan tänka sig att när det finns många blommor, produceras det även mycket nektar som lockar till sig många pollinatörer.

### ***Pollinatörer mot temperatur.***

Genom att korrelera antalet pollinatörer som besökte blommorna under tiden vi var i fältet och jämföra med temperaturen, över alla gårdar och besökstillfällen, har vi kunnat göra test för att se om det finns en korrelation mellan temperatur och antalet pollinatörer.

### ***Bästa pollineringsgrad mot sen eller tidig period.*** (tidig 5–19 juli, sen 17–31 juli)

Genom att jämföra alla blomhuvud som vi har undersökt och fått fram pollineringsgrad på kan vi jämföra pollineringsgrad med tidpunkt för pollineringen. Med denna information kan vi bestämma när den högsta pollineringen har inträffat i de perioder vi har räknat blomhuvud och på så vis får fram vilken period som flest blommor blev pollinerade.

### ***Sambandet mellan totala pollinatörer mot pollineringsgrad***

För att kunna se om våra observationer med antalet pollinatörer vid inventerings tillfällena hade samband med pollineringsgrad för den period då blomhuvudena stod ute i fält korrelerade vi dessa två faktorer.

### ***Dagar som genererat högst pollineringsgrad.***

För att kunna bestämma under vilken period som temperaturen eventuellt påverkar pollineringsgraden relation till blomhuvudets mognad har vi valt att bryta ner pollineringsgrad mot temperatur i tre delar. Först har vi mätt pollineringsgraden och jämfört den mot medeltemperaturen från en 2-veckorsperiod efter att blomman märktes. Eftersom att en blomma är mottaglig för pollinering upp till tio dagar kan man förvänta sig att bra väder med en jämn temperatur är gynnsam för både pollinatörer och blommor vilket bör vara positivt för pollineringsgraden. Genom att bryta ner testet ytterligare har vi med medeltemperatur för en vecka kunnat jämföra vädrets inverkan under ett kortare pollineringsfönster för blomman. För att ta testet ett steg till så har vi valt att titta på pollineringsgraden mot de två dagar som hade högst medeltemperatur under X dagar efter att blomman märktes. En sådan korrelation vore rimligast under förutsättningen att den huvudsakliga pollineringen för varje blomma sker under ett kort tidsfönster med mycket gynnsamt väder.

### ***Pollineringsgrad mot fröskörd.***

Genom att göra en korrelation mellan pollineringsgraden för de två olika tidpunkterna *tidig* och *sen* period mot den faktiska fröskörden har vi försökt studera vilken av dessa perioder som haft störst påverkan på fröskörden. Vi har fått den uppmätta fröskörden från de olika gårdarna av Tore Dahlqvist genom odlarna och fröföretagen.

### ***Luftfuktighetens påverkan på pollineringsgrad.***

Vid test av pollineringsgrad mot luftfuktighet har den andel blommor som blivit pollinerade och bildat frö ställts mot luftfuktighet. Väderdatan är tagen ur den perioden från det att blomhuvuden märktes ut, hade maximalt fem öppna blommor och resten knoppar till att de efter cirka två veckor klipptes av och lades i påsar för att frysas ned. Det är under den period som rödklövern stått i fält och har kunnat bli pollinerad.

## **Statistik**

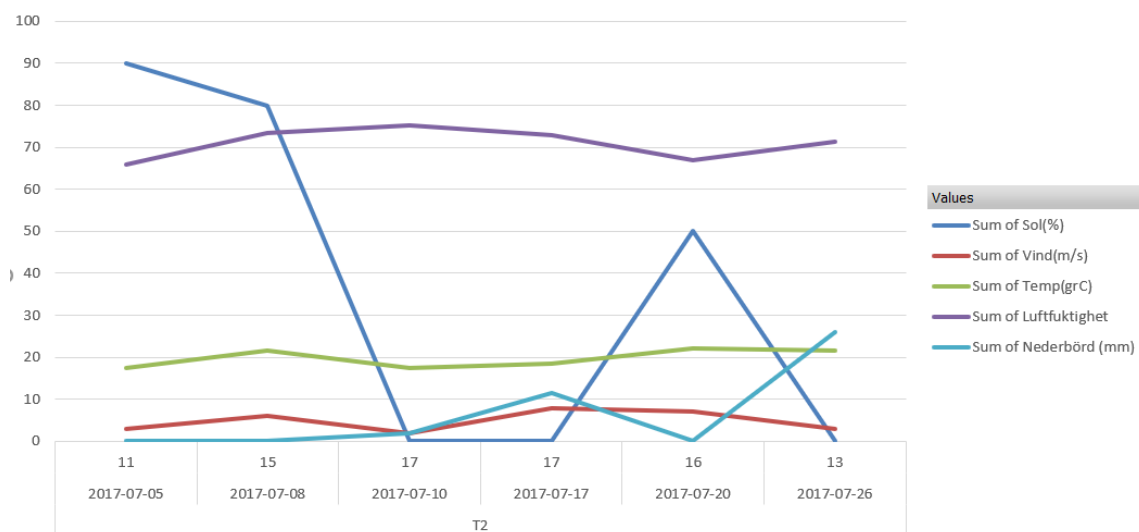
Statistiska test har utförts i Minitab 16.0 Vi har valt att göra enklare Pearson-korrelationer med två faktorer i taget och envägs-anovor. Vi har även använt oss av chi-två test. Det är troligt att flera olika faktorer kan tänkas samvariera och därmed påverkar tillsammans den beroende variabeln men det har inte vi hunnit ta hänsyn till i analyserna inom tidsramen som är tillgänglig för arbetet.

## **RESULTAT**

### ***Väderförhållande under säsongen***

Väderförhållandena under blomningsperioden 2017 bjöd på varierande väderlek. Figur 7 visar väderdata från gård 1. Mönstren för de olika gårdarna var likartade. Eftersom

olika gårdar besöktes vid olika datum kan medelvärden för flera gårdar inte slås ihop på samma tidsaxel, så diagrammet från gård 1 kan tjäna som exempel. Som vi ser i diagrammet nedan var det till en början ett stabilt väder med höga temperaturer och låg luftfuktighet. Efterhand som vi passerade mitten av perioden, runt den 10 juli, växlade väderleken om och gav oss svalare väderförhållande som resultat av nederbörden, till följd av detta minskade även solinstrålningen. Ett par dagar runt den 20 juli ökade temperaturen och solinstrålningen igen med ett par dagar, senare kom ytterligare nederbörd med lägre temperatur. Väderförhållandena hos samtliga gårdar var med högtryck i början och en tydlig väderväxling i mitten av perioden med ett lågtryck. Det är utifrån dessa iakttagelser som vi har valt ut att jämföra de insamlade blommorna mot varandra. (se figur 7 nedan). Blomningsperioden var ovanligt regnig, likaså skördeperioden.

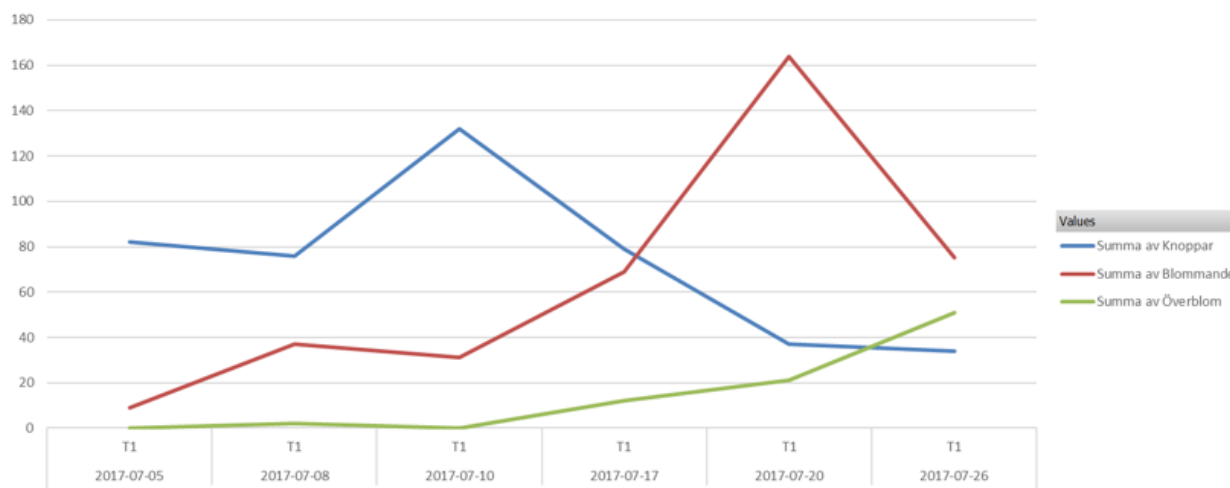


Figur 7: Väderdata från besökstillfällena i fält hos Gård 1. På x-axeln visas transekt i fältet, datum och klockslag för besökstillfället. Här kan vi se att i början av perioden var det högtryck följt av en regnperiod.

### ***Blomstadiernas fenologi under säsongen, blomintensiteten***

Vid varje besökstillfälle ute i fält bestämdes blomintensiteten. Här kunde vi tydligt följa blomstadiernas fenologi under säsongen. Diagrammet nedan visar en långsam start i utvecklingen av knoppar till blommande blommor. Runt den 10 juli kom en del nederbörd, kombinerat med lite högre temperaturer vilket kan ha triggat igång produktionen av knoppar och därefter blommande blomhuvuden. Som vi kan se både i vårt försök och i litteraturstudien så tar det nästan tre veckor innan blommorna är helt överblommade, diagrammet visar på samma resultat där de överblommade blommorna ökar drastiskt från och med den 20 juli (Figur 8). Även här väljer vi att visa ett representativt exempel eftersom det är svårt att kombinera data från flera gårdar med olika besöksdatum.





Figur 8: Blomstadiernas fenologi under säsongen, perioden mellan 5 - 26 juli 2017. Insamlade data från de inventeringsbesök som gjordes i fält på Gård 1 under denna period X-axeln visar datum och medelvärdet av de två transekterna. Y-axeln visar mängd blomhuvud

### *Förekomst av pollinatörer på olika gårdar, frågeställning 1 - 2*

Det fanns en variation i mängden pollinatörer på gårdarna och mellan olika arter. Pollinatörerna har räknats i transekterna vid varje besök ute i fält samt artbestämts. Det var tydligt att jord-humlan är den dominerande arten i fält och den stod för hela 79% i genomsnitt av totala antalet pollinatörer på gårdarna. Variationen i andelen jordhumlor per gård låg mellan 71% - 86%. Därefter kom tambin med ett genomsnitt på 11% av totala antalet pollinatörer ute på gårdarna och en variation mellan gårdarna på 6% - 25%. Antalet pollinatörer skiljde sig väsentligt åt mellan gårdarna. Se tabell 1 nedan. Det gjordes även ett homogenitetstest (chi-två) som har testat om det fanns skillnad mellan alla gårdar och förekomsten av lång- respektive korttungade arter. Chi-två testet visar att det finns skillnad mellan gårdarna med Chi-två värde på 34,2, DF 5, P-värde 0.00. Pollinatörer med en tunga under 7,7 mm har klassats som korttungade.

Tabell 1: Tabell över förekomsten av pollinatörer totalt i transekterna per gård, sammanlagda antalet pollinatörer per gård samt procentandelen av varje art av dess totala antal.

Pollinatörer	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4	Gård 5	Gård 6	Antal tot	Mängd tot
Jordhumla	266	379	426	183	76	123	1453	79%
Tambi	19	63	46	21	8	44	201	11%
Vallhumla	25	44	25	3	1	2	100	5%
Stenhumla	11	3	24	5	12	5	60	3%
Mosshumla	8	4	1	0	0	0	13	1%
Solitärbi	1	2	1	0	1	0	5	0.3%
Gräshumla	0	0	1	1	2	0	4	0.2%
Haghumla	0	0	1	0	0	0	1	0.1%
<b>Summa</b>	<b>330</b>	<b>495</b>	<b>525</b>	<b>213</b>	<b>100</b>	<b>174</b>	<b>1837</b>	<b>100%</b>

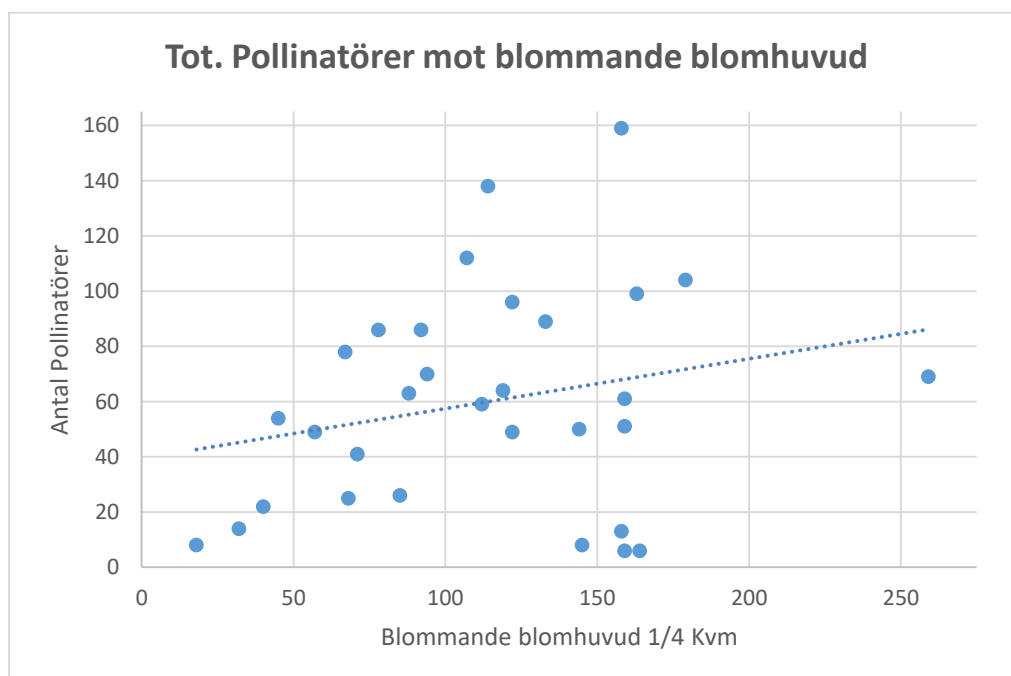
Tabell 2: Tabell över förekomsten av lång- respektive korttungade pollinatörer samt även mängden av olika arter per gård. Chi-två i minitab gav bokstäverna för gårdarna

längst ner i tabellen. De gårdarna som delar samma bokstav skiljer sig inte åt i homogenitetstestet.

Pollinatörer	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4	Gård 5	Gård 6
Korttungade	297	447	497	209	97	172
Långtungade	33	48	28	4	3	2
Andel korttungade	90.0%	90.3%	94.7%	98.1%	97.0%	98.9%
	c	c	b	ab	ab	a

### **Pollinatörer och blommande blomhuvud**

Skillnaden är inte signifikant men det fanns en trend till att de pollinatörer som var ute i transekterna ökade med antalet blommande blomhuvud i fält (se figur 9 nedan).



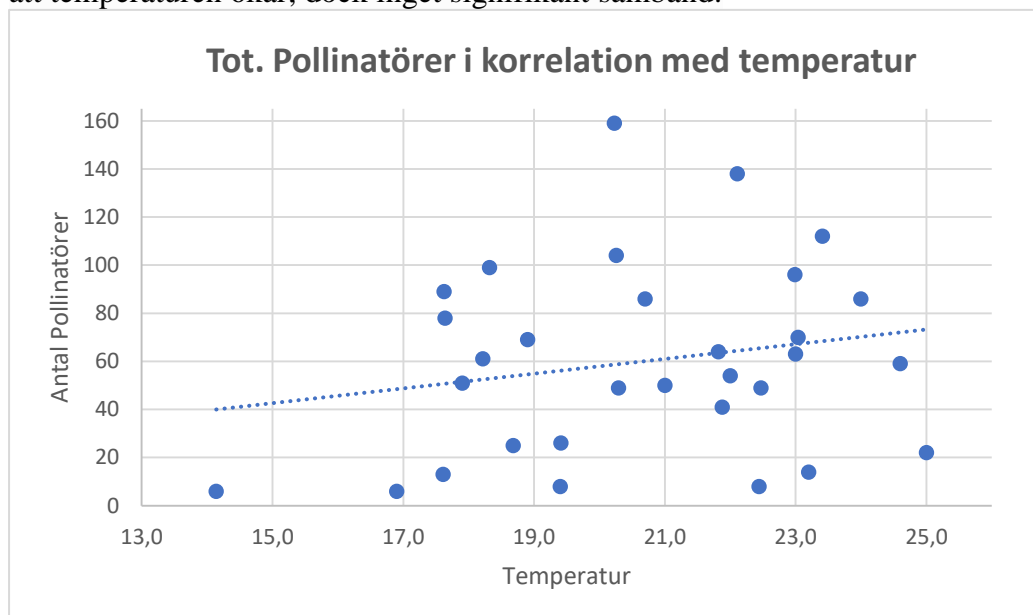
Figur 9: Y-axeln visar antalet pollinatörer i transekterna vid samtliga besök på alla gårdar i mot antalet blommande blommor vid samma tillfälle, visas på x-axeln. Antalet blommande blommor är räknade inuti en slumpvis utplacerad ram med måtten för en ¼ kvadratmeter.

Pearson correlation,  $r = 0,023$ ,  $N = 31$ ,  $P = 0.19$

### **Pollinatörer i korrelation till temperatur**

I diagrammet se figur 10, visas resultatet av hur många pollinatörer det fanns i transekterna (ytan som vi räknade pollinatörer i) mot temperaturen uppmätt vid inventeringstillfället. I denna korrelation kan vi utläsa en trend till att pollinatörerna ökar i takt med

att temperaturen ökar, dock inget signifikant samband.



Figur 10: Korrelation mellan dagstemperatur uppmätt vid tiden för besöket och mängden pollinatörer noterade i transekten under samma tid.

Pearson correlation,  $r = 0,020$ ,  $N = 31$ ,  $P = 0.27$

### **Frösättningsresultat**

I början av blomningen (tidigare perioden) var temperatur hög och luftfuktigheten låg. Därefter i den senare perioden var temperaturen lägre och luftfuktigheten hög. Baserat på väderleksförhållandena väljer vi att göra analysen på frösättningen med en jämförelse mellan de två olika perioderna. Detta för att utvärdera om vädret har påverkan på pollineringsgraden/frösättningen.

För flertalet av fröämnen tog det längre tid än två veckor för frö att bildas, från det att de blivit pollinerade. Den totala nedvissningen av blomman sker efter 10-14 dagar från att de börjat blomma och då sker inte mer pollinering utan frötveckling fortsätter hos de blommor som blivit pollinerade (Armstrong, 1968).

Pollineringsgraden visade en variation på mellan 20% och 80% av de blomhuvudena som samlades in där det räknades frö per blomma. Variationen i antalet blommor per blomhuvud låg på mellan 42 och 178 blommor.

(Se figur 11,12 och 13 på fröämne och frö nedan).



Figur 11: Här ser man utvecklingsstadierna för olika frö.



Figur 12: Fröämne från icke pollinerad blomma planterad i växthus.

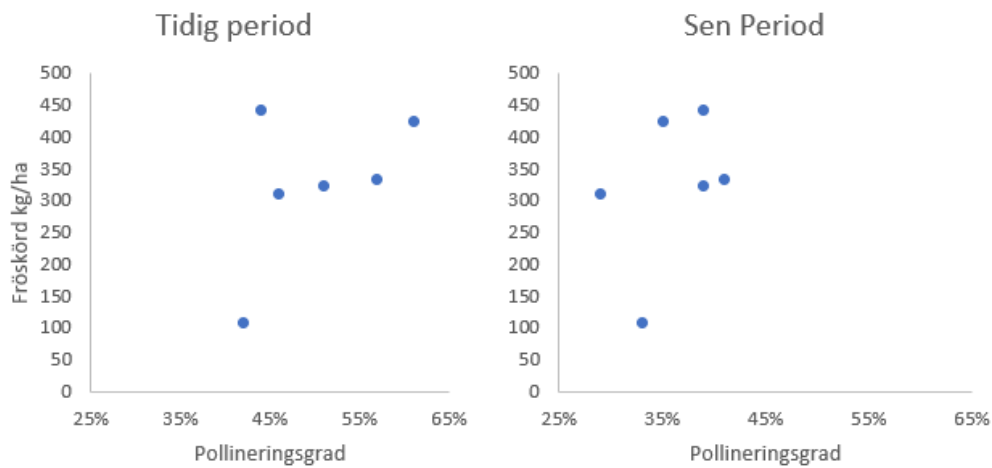


Figur 13: Bild på aborterat frö eller fröämne.

Tabell 3. Data över medelpollineringsgrad och faktisk fröskörd (rensad och torkad) per hektar för de sex gårdarna. Medelpollineringsgrad som vi har fått fram genom fröräkning av blomhuvuden i de två perioder vi valde att jämföra, period 1 tidig (utmärkta blomhuvud runt 5 juli) och period 2 sen (utmärkta blommor runt 17 juli). En variansanalys (ANOVA) visade att det var en tydlig skillnad i genomsnittlig pollineringsgrad mellan de tidiga och sena mätningarna ( $P < 0,0035$ )

Gård	Pollineringsgrad period 1 (tidigt)	Pollineringsgrad period 2 (sent)	Fröskörd
Gård 5	44 %	39%	443kg/ha
Gård 4	61 %	35%	424kg/ha
Gård 2	57 %	41%	334kg/ha
Gård 1	51 %	39%	390kg/ha
Gård 6	46 %	29%	311kg/ha
Gård 3	42 %	33%	110kg/ha

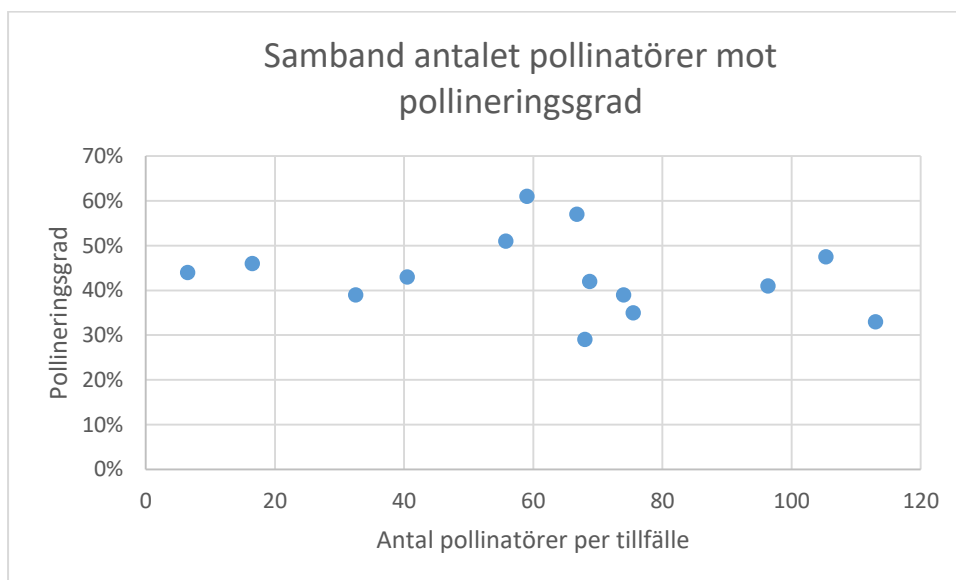
En variansanalys (Anova) visade signifikanta skillnader i pollineringsgraden mellan tidig och sen pollineringsperiod ( $P < 0,0035$ ). (se tabell 3). Vi gjorde en separat jämförelse av den faktiska fröskörden hos gårdarna mot pollineringsgraden i var och en av de två olika perioder vi har valt att studera (figur 14). Det finns ingen signifikant korrelation mellan pollineringsgraden som vi har fått fram genom fröräkning av blomhuvud och den fröskörd de uppnått på gårdarna. P-värdena för den tidiga respektive sena perioden är på 0,31 och 0,44 så vår pollineringsgrad korrelerar inte med skörd varken i den tidiga eller sena perioden.



Figur 14: Fröskörd hos de sex gårdar i y-axeln mot pollineringsgrad av de insamlade blomhuvudena i tidig och sen period i x-axeln. P-värde = 0,31 för den tidiga perioden och 0,44 för den sena perioden mellan fröskörd och framräknade pollineringsgrad. Inget statistiskt samband mellan vår pollineringsgrad och fröskörd hos odlarna.

### ***Sambandet mellan totala pollinatörer och pollineringsgrad***

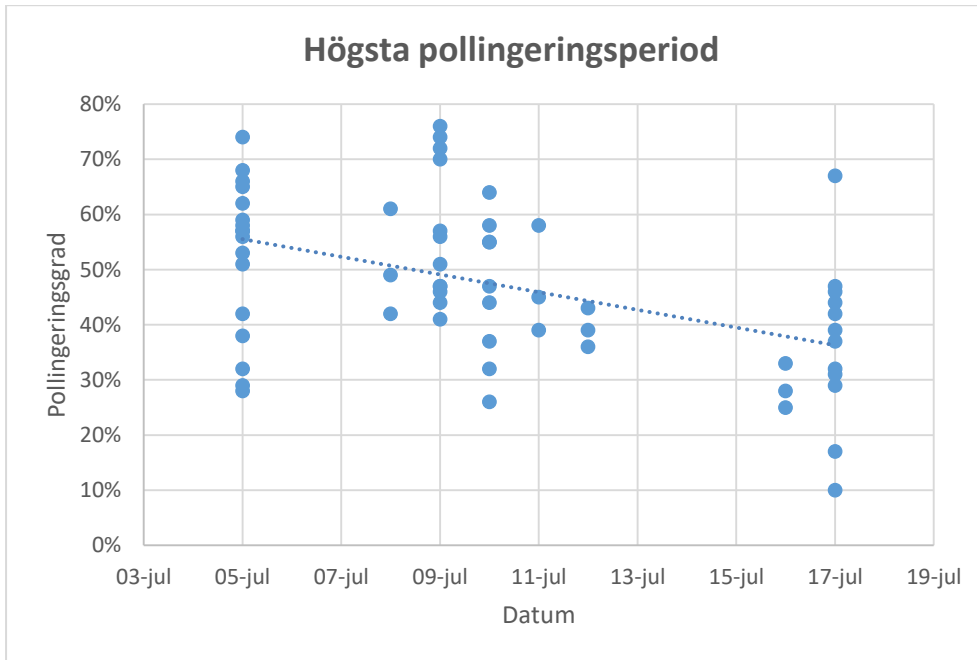
Sambandet mellan pollinatörerna i fält och pollineringsgraden syns i Figur 15 nedan. Antalet pollinatörer i testet är medelantalet av pollinatörer per inventeringstillfälle mellan klockan 09 - 18 i transekten under den period då blomhuvudena stod ute i fält. De blomhuvudena har sedan samlats in för att ta fram pollineringsgrad genom fröräkning. Enligt det statistiska testet finns det inget signifikant samband mellan antalet pollinatörerna och pollineringsgraden.



Figur 15: Y-axeln visar pollineringsgrad från samtliga gårdars räknade blomhuvud mot antalet pollinatörer under pollineringsperioden ute i fält på x-axeln. Pearson correlation,  $r = -0,036$ ,  $N = 14$ ,  $P = 0.47$

### Tidpunkt för högst pollineringsgrad

Med hjälp av pollineringsgrad och tidpunkt kan vi utläsa vilken period då flest blomhuvud blev pollinerade. I vårt försök var det tydligt att den första perioden (utmärkta mellan 5 - 12 juli) hade högre pollineringsgrad än den senare perioden då blomhuvuden blev utmärkta kring den 17 juli (se figur 16 nedan). Punkterna i diagrammet visar datumet då respektive blomhuvuden blev utmärkta ute i transekterna. Blomhuvuden var sedan i fält cirka två veckor innan de plockades in och frystes ner för senare fröräkning. Det är en tydligt signifikant skillnad mellan de olika perioderna där den senare period är lägre pollinerad än den tidigare perioden.

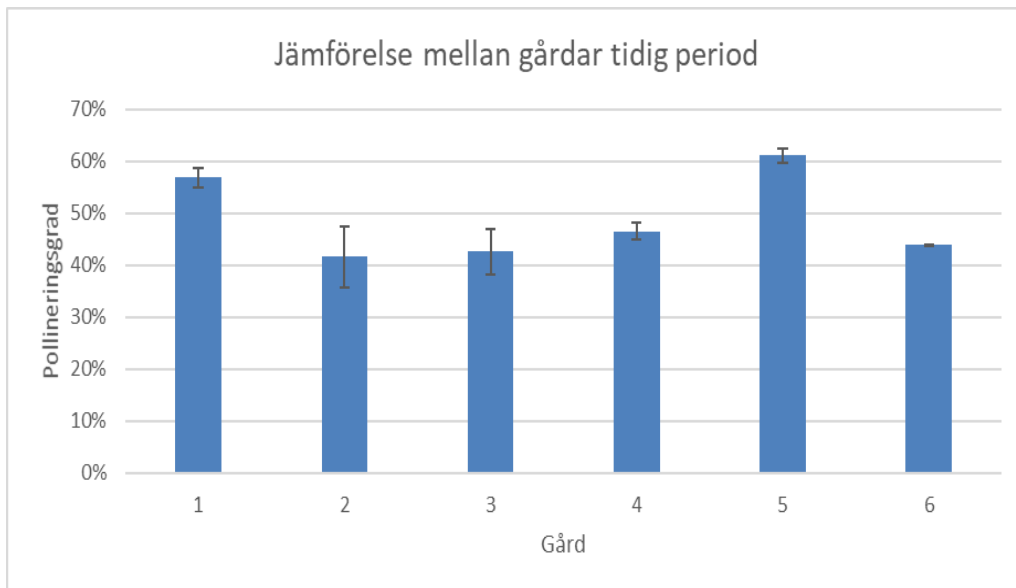


Figur 16: Pollineringsgrad för de blomhuvud som har varit med i underlaget för de två olika perioderna. Korrelationen mellan pollineringsgrad och datum.

Pearsson korrelation,  $r = 0.47$ ,  $N = 62$ ,  $P = 0,00010$

### Pollineringsgrad mellan gårdar

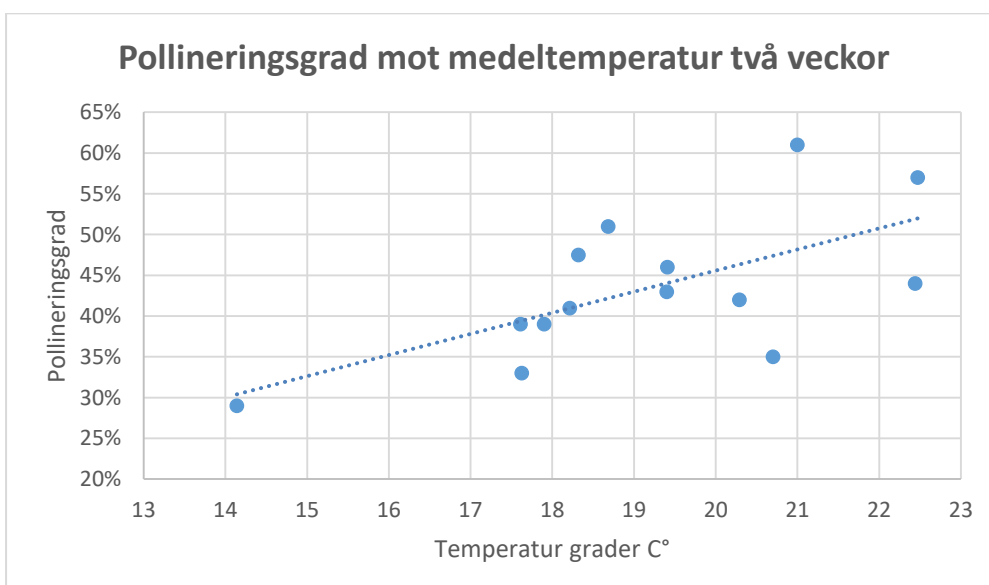
I den första tidiga perioden har vi flest genomräknade blomhuvud, störst data på pollineringsgrad. Vi valde att jämföra pollineringsgraden i första perioden mellan gårdarna för att se om det fanns någon signifikant skillnad inom perioden. Här fanns ingen statistisk skillnad mellan gårdarna med ett p-värde på 0,12 (se figur 17 nedan).



Figurtext 17: Här jämförs pollineringsgraden mellan gårdarna i första perioden. Y-axeln visas pollineringsgrad för samtliga räknade blomhuvud på gården och x-axeln de olika gårdarna samt felstaplar som visar standardavvikelsen mellan enstaka blomhuvud. P-värde 0,12.

### ***Pollineringsgrad i korrelation mot medeltemperatur för hela perioden***

I jämförelsen mellan temperatur, under de två veckor rödklövern var ute, och pollineringsgrad finns det en signifikant skillnad. Denna visar att antal bildade frö per blomhuvud ökar i samband med att temperaturen ökar (se figur 18 nedan). Temperaturen har loggats av en tinytag i realtid ute i fält och pollineringsgraden har tagits fram genom att räkna antalet bildade frö mot obildade frö i blomhuvudet. Det är tydligt att de två gårdarna med högst pollineringsgrad har högre genomsnittlig temperatur på 21 C° respektive 22,5 C°. De två gårdarna med lägst pollineringsgrad hade även de lägsta temperaturerna uppmätta på 14 C° respektive 17,6 C°. Detta är en medeltemperatur från kl 09-18 från varje gård.





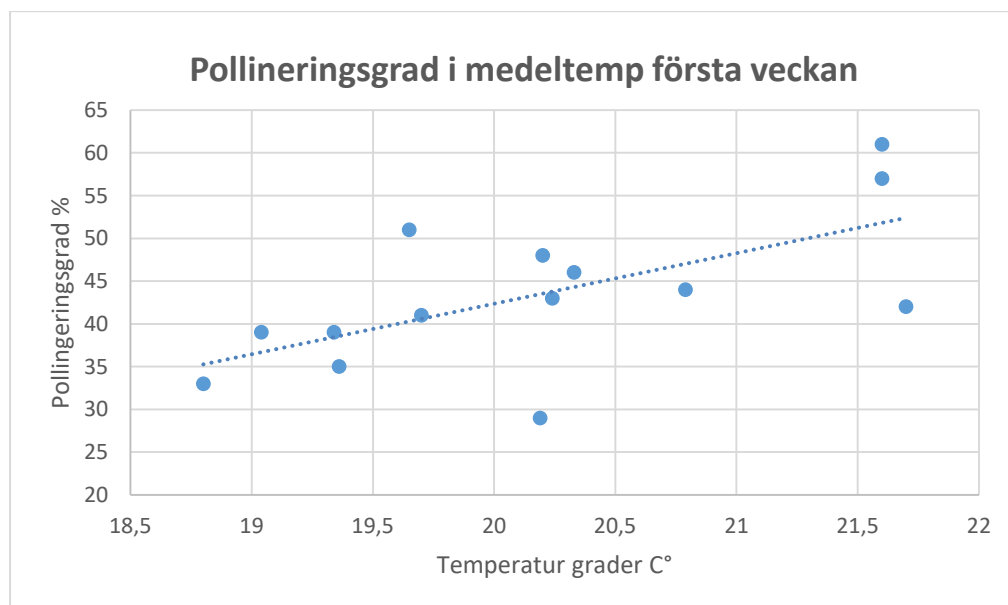
Figur 18: Korrelation mellan pollineringsgrad (medel för räknade blomhuvud) och medeltemperaturen mellan kl. 09-18 under hela perioden blomhuvudena var ute i fält med öppna blommor.

Pearson correlation,  $r = 0.64$ ,  $N = 14$ ,  $P = 0,013$

För att kunna se eventuell skillnad i när fröna blivit pollinerade, under första eller under andra veckan, beroende på temperatur, har vi jämfört pollineringsgrad mot temperaturen under de aktuella veckorna. Se även, figur 19, 20, avsnittet: Pollineringsgrad i korrelation mot medeltemperatur första veckan och de två dagarna med högsta medeltemperatur.

### ***Pollineringsgrad i korrelation mot medeltemperaturen första veckan***

I figur 19 nedan ser man hur medeltemperaturen är veckan efter märkning av blomhuvudena, som har varit ute i fält två veckor för att sedan plockas in på fröinventering. Blomhuvuden blev märkta då max, fem blommor i blomhuvudet öppnat sig. När vi testat medeltemperaturen enbart under första veckan mot pollineringsgraden i en korrelation får vi fram ett P-värde på 0,014. Detta p-värde styrker statistiskt att det finns ett samband med att ju högre temperatur desto högre pollineringsgrad. I diagrammet ovan (figur 18) avser jämförelsen hela perioden, två veckor, var samband ännu något högre mellan temperaturen och pollineringsgraden.

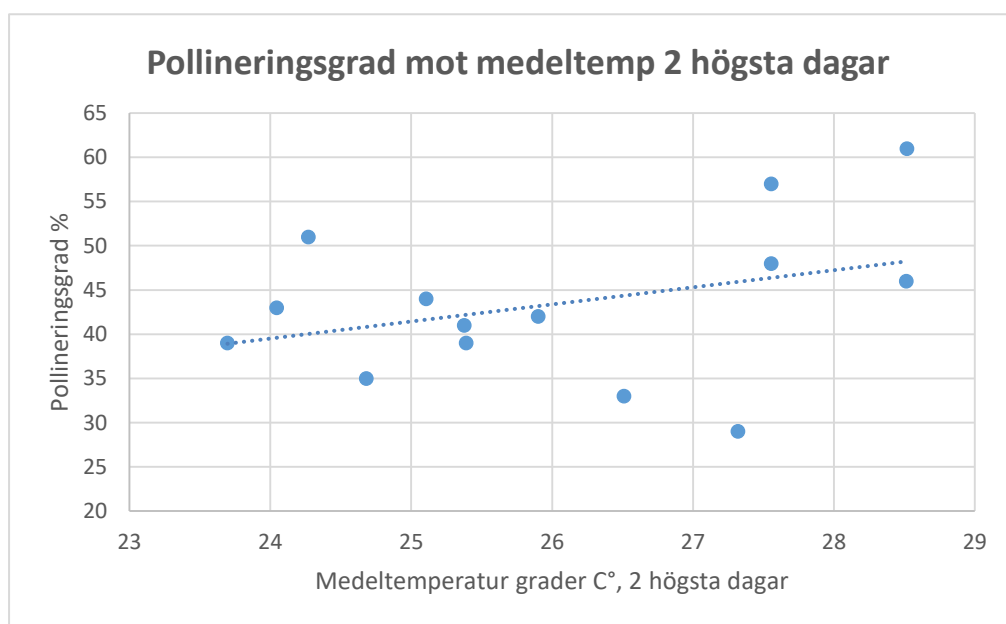


Figur 19: Korrelation mellan pollineringsgrad och medeltemperaturen mellan klockan 09–18 under första veckan i perioden då blomhuvuden var ute i fält med öppna blommor.

Pearson correlation,  $r = 0.64$ ,  $N = 14$ ,  $P = 0,014$

### **Pollineringsgrad i korrelation mot de två dagarna med högsta medeltemperatur.**

Vi ville testa om de två dagarna med högst temperatur, under den tvåveckorsperiod som rödklövern var ute i fält innan de blev inplockade, hade någon signifikant samband med pollineringsgraden (se figur 20 nedan). Detta för att se om den viktigaste pollineringen kan ske under ett fåtal dagar om bara temperaturen är hög. Det finns en stigande trend till högre pollineringsgrad vid hög temperatur i två dagar men sambandet är inte signifikant som vid jämförelserna för hela perioden samt en vecka i diagrammen ovan. I dessa tre tester mellan temperatur och pollineringsgrad visas det störst samband med att rödklövern får högst pollineringsgrad vid längre period med

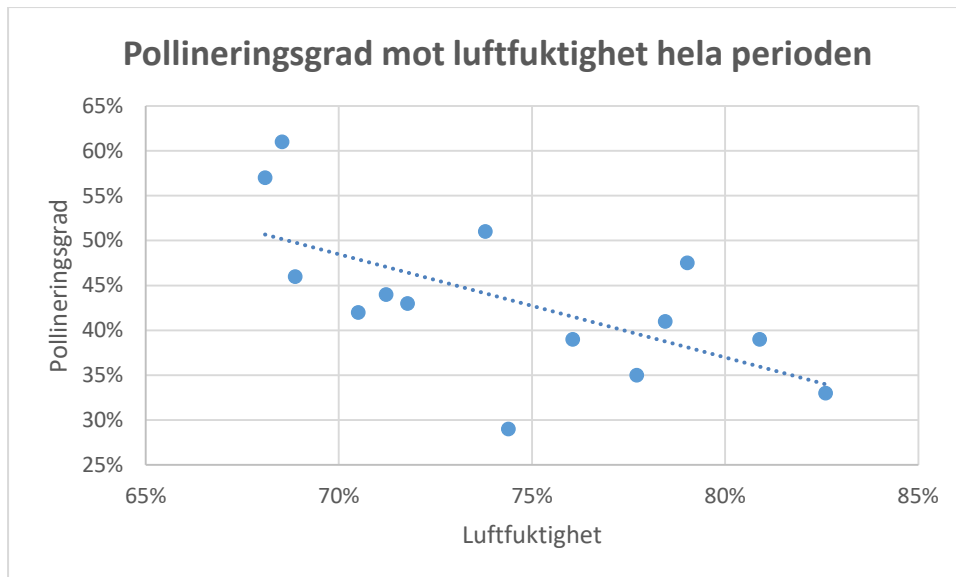


hög medeltemperatur.

Figur 20: Korrelation mellan pollineringsgrad och medeltemperaturen av de två högsta temperaturerna under perioden då blommhuvuden var ute i fält med öppna blommor. Pearson correlation,  $r = 0.36$ ,  $N = 14$ ,  $P = 0.21$

### **Pollineringsgrad mot luftfuktighet.**

Luftfuktigheten har tagits fram av tinytags, som har loggat luftfuktigheten i realtid, ute i fältet. I jämförelsen pollineringsgrad (från räknade blommhuvud) mot medelluftfuktigheten mellan 09-18 för hela perioden som blommhuvudet har varit ute i fält, finns det ett signifikant samband som visar att pollineringsgraden minskar vid högre luftfuktighet (se figur 21 nedan). Där det har regnat mycket (hög luftfuktighet), är pollineringsgraden lägre.



Figur 21: Korrelation mellan pollineringsgrad och luftfuktigheten där luftfuktigheten från hela perioden ute i fält som de olika blomhuvudena har varit ute.

Pearson correlation,  $r = 0.63$ ,  $N = 14$ ,  $P = 0,017$

## DISKUSSION

Bakgrunden till detta arbete är främst att försöka ta reda på varför tetraploida sorter av rödklöver uppvisar så stor variation i skördeutfall. I flera år har man sett skillnader på skördenivån från olika platser. Många möjliga faktorer spelar in som hur länge man odlar rödklöver på gården (om man lyckats bygga upp en population av pollinerande insekter), odlingslandskapet omkring (vilda blommor och boplatser som pollinatörerna kan bo och leva av), temperatur, luftfuktighet, solinstrålning, nederbörd, markfukt, närmiljö och pollinerande insekter.

Det vi tittat närmare på är hur pollinatörerna påverkar frösättningen och hur förekomsten av pollinatörer är vid olika väderbetingelser. Frågeställningarna har omfattat dels hur pollinatörerna påverkas av yttre omständigheter och sedan pollineringsgraden eftersom denna i sin tur påverkas av pollinatörerna. Nedan hänvisar vi till våra frågeställningar, från sidan 3.

### *Hur ser fördelningen mellan honungsbin och humlor ut? Nr 1*

En av anledningarna till att vi såg fler humlor än bin i fält kan vara att kronpipen i de tetraploida rödklöverblommorna är för djup för att honungsbinna ska kunna pollinera blommorna effektivt nog för att bli intresserade av utbytet. I kombination med blommor i närheten med kortare kronpip lockas de korttungade pollinatörerna dit. Andra försöksperioden präglades av nederbördsrikt och svalt väder. Vädret påverkar hur mycket blompipen öppnar sig och således möjligheterna för att en lyckad pollinering ska ske. Vädret är även avgörande för hur tidigt respektive sent på dagen som pollinatörerna är aktiva. vid 12°C slutar honungsbinna att flyga medan humlor fortsätter att flyga ned till ett fåtal plusgrader (Dunham, 1939). Samtliga gårdar hade bikupor antingen i fält eller i närheten av sina fält. De gårdar som skiljde sig från de andra var

gård nr 1 och 5 som även hade humlelådor utplacerade i sina fält. Gård 6 hade procentuellt flest honungsbin på sin gård, de utgjorde 25% av pollinatörerna. Honungsbin utgjorde endast 5,7% av blombesöken på gård 1 vilket även är den gård med lägst förekomst av honungsbin. Genom våra studier kan vi inte påvisa att man får ett högre antal korttungade pollinatörer i sina fält. Tidigare forskning har visat på en fördelning med 11% respektive 24% honungsbin medan resterande pollinatörer har utgjorts av humlor (Vimarlund, 2008). Vårt försök visade på en genomsnittlig fördelning med 11% honungsbin så vi kan styrka den tidigare forskningen i detta. Individuellt är en humla mycket effektivare än ett honungsbi, humlan kan besöka mellan 21–35 blommor per minut medan ett honungsbi endast klarar av att besöka 10–15 blommor per minut. Westgate (1915), Coe (1915), Gubin (1936), Pedersen & Sørensen (1936), Dunham (1939), Jamieson (1950), Forster & Hadfield (1958), Åkerberg & Umaerus (1960), Benedek (1960) och Macfarlane et al. (1991). När väderförhållandena är gynnsamma för honungsbin kan dock inte humlorna konkurrera med det antal honungsbin som en bikupa levererar. Vi har kunnat se att användningen av bikupor i samband med blomning påverkar fördelningen mellan honungsbin och humlor. Att placera ut bikupor gynnar pollineringen men hur många bikupor per hektar som är optimalt beror på vem man frågar. (Ingvar, 2017 personlig kommunikation) säger att det finns tillräckligt med mat för två bikupor per hektar medan man i försök har provat att använda sig av upp till 8 bikupor per hektar. Med ett genomsnitt på 11% honungsbi är det intressant att bikuporna inte påverkar fördelningen mer. Det beror mycket på den kringliggande omgivningen vad som lockar pollinatörerna mest. Har man möjligheten bör man försöka vårda de vilda pollinatörerna eftersom att honungsbin endast bör ses som ett komplement till dessa. Bra biotoper med en artrikedom främst med blommande blommor från vår till sensommar/höst är det bästa för att gynna humlorna. Det är även viktigt att känna till att drottningar av korttungade pollinatörer ofta vaknar tidigt på våren och då är beroende av vårblommor som i regel växer i skogen. Drottningar av långtungade arter vaknar lite senare på vårkanten, dessa är i behov av orörda gräsmarker (Goulson et al, 2005).

### ***Finns det variation av pollinerande arter mellan gårdarna? Nr 2***

Flest antal arter fanns på gård 2 och 3. En stor variation i omgivningen leder till flera olika biotoper som gynnar olika arter. På gård nr 2 hittade vi 6 arter medan gård nr 3 hade 7 olika arter. Grunden utgjordes av jordhumlor, honungsbin, vallhumla och stenumla. Vi hittade även andra arter som mosshumla, gräshumla, haghumla samt ospecificerade solitärbin. Vi hittade bara ett exemplar av haghumlan, denna fanns på gård 3. Haghumlan trivs i bryn och betesmarker med många örtväxter (Wermuth, 2009) vilket det fanns det gott om vid gård 3. utförda chi-två tester visade på att gårdarna 1 och 2 skiljer sig från de resterande fyra gårdarna då dessa har fler långtungade pollinatörer. Detta kan bero på närheten till betesmarker, våtmarker, vattenhål och andra naturliga boplatser för pollinerande insekter. I området har det odlats rödklöver i många år och i denna miljö finns även god tillgänglighet på vilda blommor som kan vara till föda för humlorna mer än bara under perioden då rödklövern blommar. Besöken ute i fält har utförts vid olika tidpunkter mellan kl. 09–18. Resultaten av denna frågeställning kan ha påverkats till följd av att besöken har blivit slumpvis utvalda, har en gård blivit besökt vid ett antal tillfällen med sämre väderlek kan vi ha missat vissa pollinerande arter som annars är vanliga för just det området då förekomsten av pollinatörer generellt var mycket lägre vid regn. För att få en bättre och noggrannare bild på vilka arter av

pollinatörer som finns i odlingslandskapet krävs en större studie med fler besök ute i fält under de förhållanden då humlorna är som mest aktiva.

### ***Finns det ett samband mellan antalet pollinatörer och blommande blomhuvud? Nr 3***

Vår uppfattning var att antalet pollinatörer ökade från begynnande blom till full blom, detta var däremot inte signifikant i vår korrelation mellan blommande blomhuvud och pollinatörer. Vårt resultat och våra iakttagelser stämmer inte överens med varandra, dock bör resultatet av att grödan bidrar med mycket föda till pollinatörerna i form av pollen men även nektar fungera som ett lockmedel (Beutler, 1953) och därmed dra till sig fler pollinatörer. Att resultatet i vår korrelation mellan pollinatörer och blommande blommor varierar kan bero på att observationerna är gjorda vid olika tidpunkter på dagen och således vid olika väderlekar. Tidpunkten för när rödklövern blommor påverkar hur attraktiv den är för pollinatörerna (Free, 1994). I den sena perioden gjordes en del observationer då det var många öppna blommande blommor medan vädret var ostadigt, likaså gjordes det observationer i fält i den tidiga perioden med förhållandevis låg andel blommande blommor men med låg luftfuktighet och hög temperatur. Vi kan se att pollinatörerna inte varit ute vid tillfällena när det regnat även om mängden blommande blommor var hög vid en del av dessa observationer. Väderbetingelserna vid observationerna kan ha lett till den breda spridningen och att inget signifikant samband observerats mellan antalet pollinatörer och blommande blomhuvud. För att kunna få ut en maximal fröskörd vill vi se många arbetande pollinatörer med hög kapacitet när övervägande del av rödklövern blommar. Man kan inte påverka vädret men man kan påverka storleken på populationerna genom att se till att det finns tillräckligt med föda tidigt och under året, likaså ställen för dem att bygga bon.

### ***Påverkas pollineringsgraden av temperatur och luftfuktighet? Nr 4***

Enligt våra försök ökade pollineringsgraden i korrelation med högre temperaturer. Vår hypotes är att detta beror på att fler pollinatörer är aktiva vid högre temperaturer och att vi inte har haft temperaturer så pass höga att pollinatörerna istället söker skydd för värmens skull.

Vid hög luftfuktighet var pollineringsgraden lägre än vid låg luftfuktighet. Detta beror på att det regnade mycket under den senare perioden vilket resulterar i att pollinatörerna inte är så aktiva som vid torrt och varmt väder. Det vill säga att när luftfuktigheten stiger minskar antalet pollinatörer. Först försvinner honungsbin och sedan humlorna men det är först när regnet faller som de senare söker skydd (Ingvar, 2018 personlig kontakt). Att pollineringsgraden sjunker samtidigt som luftfuktigheten ökar beror även på att pollenet blir för svårt att hantera för pollinatörerna istället väljer de att söka nektar vid fuktiga förhållanden. Vilket även förklarar varför pollineringsintensiteten är som högst mellan 10–15 på dygnet (Bekuzarova 1987). Honungsbin ökar sin aktivitet vid tillfällena med åskvärme och temperaturer kring 20–25°C. De förbereder sig för att kunna hålla sig i kupan under de dagar som ovädret drar förbi (Corbett, 1990). Vid 25–26°C öppnar även kronpipen sig så mycket att honungsbin kan pollinera rödklövern effektivt. Humlor visar sig vid fem plusgrader men är inte effektiva förrän vid 12–15°C. (Dunham, 1939). Vid 20°C hittar man många humlor ute i fält vilket vi även kunnat se en trend på i vårt diagram (se figur 10) där vi ställt pollinatörer mot temperatur. I diagrammet för figur 16, ser vi att första perioden har högre temperaturer, lägre luftfuktighet än den senare perioden. Detta tror vi är en möjlig orsak till

varför pollineringsgraden minskar i den senare kallare och regnigare period. Vid högre temperatur och låg luftfuktighet är det enkelt att pollinera blommorna. Den höga luftfuktigheten bidrar till att pollenkornen inte är lika lätt att hantera och det leder till att pollinatörerna letar efter nektar istället för pollen under fuktiga förhållanden (Bekuzarova 1987). Pollineringsgraden påverkas troligtvis också efter mängd blommande blommor, se nedan under högsta pollineringsperiod.

### ***Kan enstaka dagar med temperaturtoppar ha signifikant påverkan på pollineringsgraden? Nr 5***

Enligt Corbett (1990) kan pollinatörerna känna av kommande oväder de börjar då automatiskt pollinera effektivare för att samla på sig mat. På så vis riskerar de inte att svälta ihjäl om de skulle behöva stanna i boet flera dagar. När temperaturtopparna inträffar sjunker oftast luftfuktigheten vilket resulterar i att pollenkornen blir lättare för pollinatörerna att bära med sig. Är det lätt för pollinatörerna att samla på sig pollen går besöken vid varje enskild blomma snabbare och därmed ökar pollineringsgraden.

Våra försök har visat att temperaturen är en avgörande faktor för pollineringsgraden. För att se vilka perioder som har störst samband med pollineringsgraden har vi testat pollineringsgraden mot medeltemperaturen för olika perioder. Vi använde oss av medeltemperaturen för hela tvåveckorsperioden, medeltemperaturen för den första veckan samt medeltemperaturen från de två dagarna med högst temperatur. Sambandet mellan de två längre perioderna och pollineringsgraden skiljer inte sig mycket åt och båda hade ett signifikant samband mellan temperatur och pollineringsgrad. I testet där vi jämförde den högsta medeltemperaturen från två dagars medeltemperatur fanns inget statistiskt signifikant samband men det fanns en trend till ökad pollineringsgrad. Slutsatsen enligt försöken är att det krävs en längre period med varma väderförhållande, låg luftfuktighet, fukt i marken så att blommorna kan producera nektar för att få högsta möjliga pollineringsgrad. Troligtvis ökar temperaturtopparna effektiviteten hos samtliga pollinatörer.

### ***När var enligt vårt försök bästa pollineringsperiod? Nr 6***

När vi tittade på bästa pollineringsperiod utifrån pollineringsgrad i de blommor vi samlat in och datumet för denna period kan vi komma fram till att början av blomningsperioden (tidiga perioden) hade högre pollineringsgrad än längre fram när fältet som helhet stod i full blom (sena perioden). I figur 14 testades pollineringsgraden vi fått fram mot den faktiska fröskörden från gårdarna, det korrelerade varken för den tidiga eller den sena perioden. Vi tror, för att få maximal effekt av tillgången på aktiva pollinatörer så bör faktorerna blommande blommor samt flest aktiva pollinatörer sammanfalla i tid, så att ett stort antal öppna blommor blir pollinerade och bildar frö. Om dessa två faktorer är låga, var och en för sig, eller dåligt synkroniserade, så bör skördeutfallet bli suboptimalt. En kontinuerlig uppföljning av dessa två faktorer under säsongen skulle kunna ge en rimlig prognos om skördeutfall om information om dessa två faktorer kombineras. Vi har dock inte tillräckligt med data för att kunna styrka detta samband och har inte heller kunnat jämföra all data parallellt med varandra. I den här studien har vi fått begränsa oss till två huvudsakliga perioder för att studera pollineringsgrad. Under dessa två perioder verkar pollineringsgrad och högst blomtäthet inte ha sammanfallit. Högst pollineringsgrad inträffade vid det tidigare tillfället, när antalet aktiva öppna blomhuvuden var relativt lågt. När antalet blomhuvuden var som

högst var pollineringsgraden lägre; möjligen på grund av att det sämre vädret i form av regn har påverkat pollinatörernas effektivitet. Påverkan av flera faktorer samtidigt kan till viss del förklara varför skördeutfallet inte under någon av de två perioderna korrelerade med pollineringsgraden. Det finns också många andra faktorer som kan ha gjort att den faktiska skörden inte samvarierade med pollineringsgrad, dåliga väderförhållande under skörden (som det var i många delar av Skåne året då studien utfördes) som kan leda till stort spill av frö likaså inställningar på tröskan, hantering och torkning med mera.

### ***Fröbildning***

I denna studie har vi kommit fram till att det krävs längre tid än vi trodde för att fröet skall utvecklas. Det var svårt att utläsa om det var ett pollinerat fröämne som var på väg att bli frö eller ett befruktat fröämne som har blivit aborterat då de inte skiljer sig så mycket åt när de nyligen blivit pollinerade. Skillnaden mellan opollinerat fröämne och pollinerat fröämne är också svårt att utläsa vid så tidigt stadium. Vi använde oss av opollinerade rödklöverblossor som stått i växthus för att kunna bedöma skillnaden mellan opollinerade och pollinerade blommor. Vi kunde inte använda oss av allt material som samlades in på grund av att det var så svårt att utläsa skillnaderna mellan de olika fröna därav begränsades vårt arbete. Vi fick istället välja ut två perioder där vi med säkerhet kunde skilja på frö och fröämne. Till framtida försök bör man räkna med att det tar 3.5 till 4 veckor för ett frö att bildas. En annan anledning till att låta blommorna stå kvar i fält är att pollineringen i regel sker första veckan alltså påverkas inte resultatet av att man låter blommorna stå kvar längre (man kan fortfarande föra statistik på tvåveckorsperioder). Det hade på så vis blivit lättare att fastställa vad som är frö och vad som inte är frö. Till följd av detta kan man ha med fler observationer i undersökningarna som leder till säkrare resultat.

Genom att odla rödklöver i växthus som inte kunde pollineras så har vi sett att det har tagit cirka 2–3 dagar från att första blomman öppnar sig till att den står i full blom. Enligt våra observationer fick vi fram att blommorna stängdes ungefär efter tre veckor. I fält tog det, från det att den första till den sista blomman i ett blomhuvud att öppna sig, cirka 6 – 10 dagar. En enskild planta kan därefter blomma i flera veckor (Free, 1970). Vi har inte hittat några referenser som exakt anger hur lång tid det tar för blommor från begynnande blom till nedvissning.

I litteraturstudien hittade vi flera rapporter om hur många bikupor man bör ha i sin rödklöverodling för att få en så hög fröskörd som möjligt. Rapporternas svar var inte entydiga – resultaten skiftade från en kupa till åtta kupor per hektar. En biodlare vi kontaktade menade att hans erfarenhet var att två bikupor per hektar är tillräckligt. Han anser att ett hektar rödklöver inte ger tillräckligt med föda till honungsbin för att förse fler än två kupor med mat. Skulle man sätta ut fler kupor kan det hela resultera i att man måste stödutfodra honungsbin (Persson, 2018 personlig kontakt).

## **Sammanfattning diskussion**

För att kunna få en mer hållbar odling av tetraploid rödklöver i Sveriges odlingslandskap tror vi att det behövs fler långsiktiga strategier med insatser för att gynna de vilda långtungade pollinatörerna. Att samarbeta med lokala biodlare för att få utsatt bisamhälle som komplement tror vi också krävs för att få en fullgod pollinering i rödklöver. Utan pollinatörer blir det ingen fröskörd. Det finns även en risk med att köpa in humlesamhälle som är smittspridare av sjukdomar till andra bisamhällen och vilda humlor. För att gynna de vilda pollinatörerna gäller det att bättra förutsättningarna för dem genom att se till så att det finns boställen och föda i odlingslandskapet under hela säsongen.

Vi kunde se i vår studie att det var bättre pollinering vid låg luftfuktighet samt hög temperatur. Vi tror, för att lättare kunna komma fram till när bladdödning skall ske av grödan inför skörd kan man använda sig av en datalogger (tinytags). Denna registrerar data som temperatur samt luftfuktighet och utifrån det kan man lättare ta ett beslut på avdödningstillfälle.

Genom vår studie förstärker vi den tidigare forskning som påvisar att det finns samband mellan temperatur, luftfuktighet och pollinatörernas aktivitet, pollineringsgrad (Bekuzarova 1987).

Vi stödjer även den tidigare forskning som har fått en fördelning på 11% bi och resterande del humlor (Vimarlund, 2008).



# Referenser

## *Skriftlige referenser*

Alekseev, V.A. (1981). Pollination of tetraploid clover. *Pchelovodstvo*. 6:19–20.

Armstrong, K. C. (1968). Cytogenetic and embryological studies of the interspecific hybrid trifolium pratense. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Park.

Bekuzarova, S.A., B.K. Mamsurov and M.M. Papina. (1987). Selective fertilization in red clover. *Selektsiya I semenovodstvo*, USSR 2:14-15.

Beutler; Ruth. (1953). Nectar. *Bee Wld* 34, 106-116, 128-136, 156-162.

Bommarco et al. (2011) Drastic historic shifts in bumle-bee community composition in Sweden. *The Royal Society*. 15 juni 2011. Sida 309-315.

Bowley, S. R., N.L. Taylor and C.T. Dougherty. (1987). Photoperiodic response and heritability of the preflowering interval of two red clover (*Trifolium pratense*) populations. *Ann. Appl. Biol.* III:455-461.

Bronstein, JL, Alarcón, R and Geber, M (2006) The evolution of plant-insect mutualisms, *New phytologist* 172: 412-428

Brødsgaard, C.J & Hansen, H. 2002. Bi-bestøvning af rødkløver. *Grøn Viden Markbrug*, nr. 257, 2002. Danmarks Jordbrugsforskning

Corbet, S.A. (1990) Pollination and the weather *Israël J. Bot.* **39**, 13–30.

Dade, H. A. (1962). Anatomy and dissection of the honeybee. *Bee Research Association*, London.

Dunham, W.E. (1939b). Insect pollination of red clover in Western Ohio. *Glean. Bee Cult.* 67, 486-488, 525.

Free, J. B. (1965a). The ability of bumblebees and honeybees to pollinate red clover. *J. appl. Ecol* 2, 289-294.

Free, J.B. 1993. *Insect pollination of crops*. 2nd edition. Academic Press, London.

Free, J. B. (1994). *Insect pollination of crops*. London: Academic Press.

Goetze, G. (1948). Versuche zur Ausnutzung des Rotkleees durch die Honigbienen. *Beitr. Agrarwiss.* 2, 1-16.

Goulson et al. (2005) Causes of rarity in bumblebees. *Elsevier Ltd*. 4 juni 2004. Sida 1-8

Hansen, L.M; Kryger, P; Boelt, B; Holst, N; Enkegard, A; Spliid, N.H; Nielsen, S.L; Graglia, E; Jespersen, J.B. & Larsen, K.B. 2006. Videnssynthese om honningbier. DJF rapport. Markbrug nr. 120. Februar 2006. Danmarks Jordbrugsforskning.

Haslbachova, H. and P. Vesely. (1981). Tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.) Pollination. Acta Universitatis Agriculturae Brno, A Facultas Agronomica. 29:155-166.

Holm, S. N. (1972). Seed yields in redclover in relation to the number of pollinating bees as influenced by a growth regulator. Köpenhamn: kongelige veterinaer landbohøjskolen.

Intab. (2018, 04 27). <https://intab.se>. Retrieved from <https://intab.se>: <https://intab.se/catalog/groups/intab-tinytag>

Intab. (2018, 04 27). Tinytags. Retrieved from <https://intab.se/catalog/groups/intab-tinytag>

Jordbruksverket. (2017, 05 26). Rödklöver. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrador/vall/vallarter/rodklover.4.38653d251424e048bcd51b.html>

Jordbruksverket (2018 b). Klöverhumla. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/humlor/kloverhumla>. [2018-12-09].

Jordbruksverket (2013). Gynna mångfalden. Tillgänglig: [http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo13\\_4.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_4.pdf) (2018-12-09).

Jordbruksverket (2018 a). Humlor. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldpaslatten/nyttodjur/humlor.4.37e9ac46144f41921cd150e9.html> (2018.12-09).

Mackiewicz, T. (1965). Low seed setting in tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L) in the light of cytoembryological analyses. Genet. Pol. 6:5-39.

Maurizio, Anna (1953). Weitere Untersuchungen an Pollenhöschchen. Beitrag zur Erfassung der Pollentrachtverhältnisse in verschiedenen Gegenden der Schweiz. Beih. Schweiz. Bienenztg. 2,485-556.

Nikovitz, A. (1985). Bee pasture value of red clover varieties. Meheszet. 33:1,7.

Pedersen, T. R. (2008). Gynna humlor på gården. Svensk frötidning, 6.

Percival, Mary S. (1965). Floral biology. Pergamon, Oxford.

Puia, I., E. Pop, and M. Savatti. (1982). Photo-periodic response of some red clover ecotypes. Buletinul Institutului Agronomic. Cluj Napoca, Agricultura. 36:69-75.

- Ribbands, C.R. (1953). The behaviour and social life of honeybees. Bee Research Association, London.
- Rinker, C. M., & Rampton, H. H. (1985). Seed production. Madison: Madison WI.
- Risberg, J. M. (2008). Jordbruksverket. Gynna humlorna på gården: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/gynna-humlorna-pa-garden.html>
- Rundlöf, M. 2007. Biodiversity in agricultural landscapes: landscape and scaledependent effects of organic farming. Doktors avhandling. Department of Ecology. Lund University
- Rundlöf, M. 2012. Humlor pollinerar rödklöver och rödklöver ger fler humlor. Ekovallfröodling 2012–4. Jordbruksverket.
- Rundlöf, M. (2013). Ökad biologisk mångfald ger förbättrad pollinering i ekologisk. Örebro: SLU Ekoforsk.
- Shuel, R. W. (1975). The production of nectar. Pp.265–282. *In* The hive and the honeybee eds. Dadant & Sons *Hamilton, IL, USA: Dadant & Sons*
- Shuel, R. W. (1955a). Nectar secretion. *Am. Bee J.* 95, 229-234.
- Synge, A. D. (1947). Pollen collection by honeybees.
- Taylor, N. L., & Quesenberry, K. H. (1996). Red Clover Science. Kentucky: Kluwer Academic Publishers.
- Vimarlund, L. (2008). Registrering av pollinatörer i rödklöverförsök. Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare. [www.svenskraps.se/vallfrotill10000/09-projekt\\_rodsklover\\_kloverspetsvivel.asp](http://www.svenskraps.se/vallfrotill10000/09-projekt_rodsklover_kloverspetsvivel.asp)
- Wermuth, K.H. 2009. Humlebieerne er i tilbagegang. Frøavleren nr 9 2009, s 12–13. Dansk Landbrugs Medier.
- Wexelsen, H. and Vestad, R. (1954). Observations on pollination and seed setting in diploid and tetraploid red clover. European Grassland Conf., Paris, 1954, 64-68.
- Williams, R. D. (1925). Studies concerning the pollination, fertilization and breeding of red clover. Welsh Plant Breeding Station, Aberystwyth.'

### ***Muntliga referenser:***

- Dahlqvist, T. (2018). Sveriges frö och oljeväxtodlare. Rådgivare. Pers. medd. 27 april 2018
- Hederström, V. (2017). Institutionen för växtskyddsbiologi. Doktorand. Pers. medd. 16 maj 2017.
- Karlsson, M. (2018). Lantmännen. Odlingssamordnare/fröodlingsansvarig. Pers. medd, 27 april 2018.

Persson, I. (2018). Egenföretagare. Biodlare. Pers. medd. 23 maj 2018.