

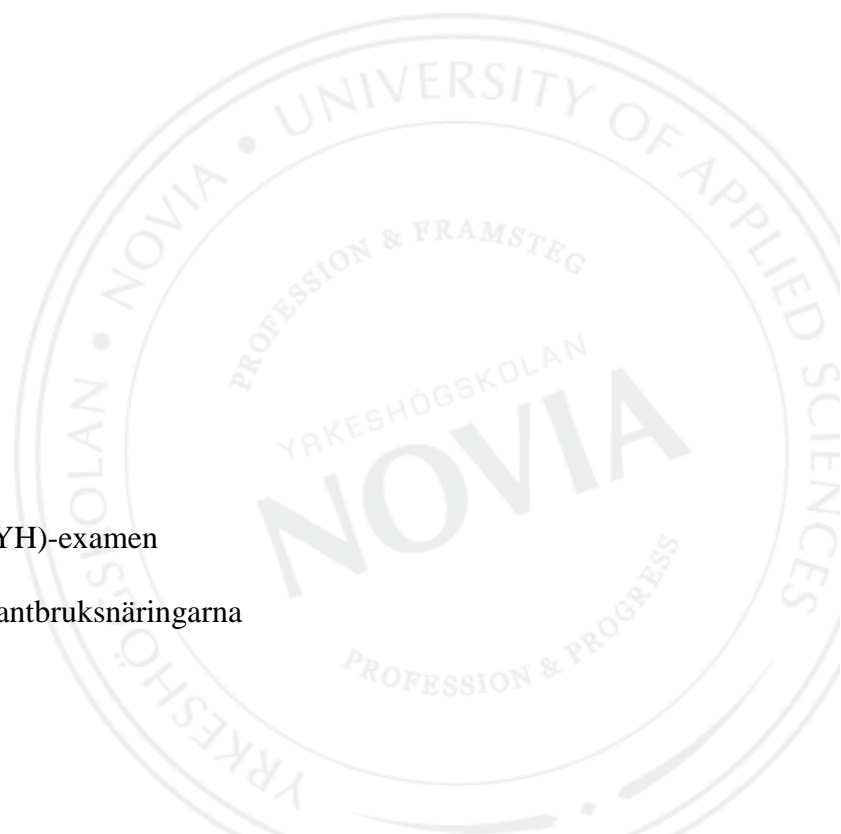
Pollinering i rödklöverfröodling

Oskar Lainio

Examensarbete för agrolog (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantbruksnäringarna

Raseborg 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Oskar Lainio

Utbildningsprogram och ort: Lantbruksnäringarna, Raseborg

Inriktningalternativ/Fördjupning: Växtodling

Handledare: Paul Riesinger

Titel: Pollinering i rödklöverfröodling

Datum 14.3.2012

Sidantal: 31

Bilagor: 0

Sammanfattning

I detta examensarbete undersöks rödklöverns fröbildning och pollineringens inverkan på fröskörden.

I arbetet ingick ett fältförsök som syftade till att undersöka honungsbinas inverkan på fröskörden av rödklöver. I försöket mättes fröskörden samt pollineraraktiviteten på olika avstånd från en bikupa.

I försöket kunde det inte påvisas att honungsbin skulle bidra till fröskörden, även om det tydligt visade sig att det inte bildas frön utan pollinerande insekter. Det visade sig också att rödklöver inte är den intressantaste grödan för honungsbin, men att det ändå är viktigt att använda dem eftersom humlornas populationstorlek är oförutsägbar och kan variera kraftigt. Orsaken till att inget positivt samband mellan fröskörd och biaktivitet kunde hittas är högst sannolikt fel i försöksuppläggningsen.

Språk: Svenska

Nyckelord: Rödklöver, pollinering



BACHELOR'S THESIS

Author: Oskar Lainio

Degree Programme: Agriculture

Supervisor: Paul Riesinger

Title: Pollination in Red Clover Seed Production/Pollinering i rödklöverfrödning

Date: 14 March 2012

Number of pages: 31

Appendices: 0

Summary

This thesis examines the seed development of red clover and the effect of pollination on the seed yield.

A field trial was included in this thesis. The intention of the trial was to study the effect of honeybee pollination on the seed yield of red clover. The seed yield as well as the activity of the pollinators, was measured at different distances from a beehive.

No relationship between the seed yield and the activity of the honeybees was found, even though there were no seeds in the inflorescences that had not been visited by pollinating insects. Further, it was proved that red clover is not the favorite crop for the honeybees to visit, but because of the unpredictable fluctuations in the bumblebee population it is important to use honeybees to ensure sufficient pollination. The reason why no positive correlation between the seed yield and the activity of the honeybees was found is most likely errors in the design of the trial.

Language: Swedish

Key words: Red clover, pollination

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Arbetets bakgrund.....	1
1.2	Fröbildning och pollinering.....	2
1.2.1	Rödkläverns fröbildning.....	2
1.2.2	Tetraploida sorter	5
1.2.3	Humlor.....	5
1.2.4	Honungsbin.....	7
1.2.5	Jämförelse mellan humlor och bin.....	8
1.2.6	Åtgärder för förbättring av pollineringen vid användning av bin.....	9
1.3	Tidigare försök med pollinering av rödkläver.....	11
1.3.1	Bina som pollinerare av rödkläver.....	11
1.3.2	Avståndet mellan bikupa och klöverfält.....	12
1.3.3	Miljöförutsättningar	13
1.4	Undersökningens syfte.....	13
2	Material och metoder	13
3	Resultat	17
3.1	Binas aktivitet.....	17
3.2	Frömängden per blomhuvud.....	20
3.3	Fröskörd i förhållande till pollineringsaktivitet.....	22
4	Diskussion.....	24
4.1	Diskussion om resultatet.....	24
4.2	Förbättringsförslag till försöket	26
5	Slutsatser.....	27
	Källförteckning	28

1 Inledning

1.1 Arbetets bakgrund

Rödklöver är en viktig vall- och grüngödslingsgröda med många goda egenskaper. Det är den mest använda vallbaljväxten i Finland (Vanhatalo 2004). Undersökningar har visat att inblandning av rödklöver i fodret ökar djurens produktion och att odling av rödklöverhaltiga vallar för produktion av foder för mjölkkor är mera ekonomiskt än odling av kvävegödslade vallar med enbart gräsväxter (Mela 2004). Tack vare rödklöverns kvävefixeringsförmåga har den en stor roll i speciellt ekologisk odling, men även inom konventionell odling på grund av de höga priserna för mineralgödselkväve (Vanhatalo 2004). Rödklöver är även en bra grüngödslingsgröda som effektivt fixerar kväve, ökar humushalten, förbättrar markstrukturen och luckrar alven. Det är en utmärkt mellangröda för växtföljder med mycket spannmål (Riesinger 2006, s. 50).

Rödklöverns uthållighet vid odling av fleråriga grödor begränsas främst av växtsjukdomar som klöverröta och klöverrottröta (Mela 2004). Inte minst med tanke på rödklöverns odlingssäkerhet skulle det vara angeläget att utsädet produceras i landet. Utöver problemen med de nämnda växtsjukdomarna är pollineringen den centrala utmaningen vid odling av rödklöverfrön. Fröskörden byggs upp av tre olika delar. Den första är antalet blomhuvuden per ytenhet. Den andra är antalet frön per blomhuvud och den tredje är frövikten (Hawkins 1956). Pollineringen är helt avgörande för antalet frön som bildas per blomhuvud. De faktorer som mest påverkar rödklöverns fröskörd är väderlek och pollinering (Larsson 2005). Eftersom väderleken inte går att påverka är det viktigt att fröodlaren har en tillräcklig kunskap om rödklöverns pollinering för att kunna optimera sin odling.

Pollinering av rödklöver har studerats mycket men försöksresultaten har varit mycket varierande och det har varit svårt att dra tydliga slutsatser. Fortfarande finns det avvikande åsikter bland olika skribenter vilket gör detta till ett viktigt ämne att undersöka mera. Syftet med detta examensarbete är att studera fröbildningen av rödklöver med inriktning på pollinering.

1.2 Fröbildning och pollinering

1.2.1 Rödklövers fröbildning

Rödklöver är en självsteril växt och fröbildning kräver således pollen från en annan planta. Pollineringen utförs av insekter. Rödklövers blomställning utgörs av ett blomhuvud som består av upp till 300 småblommor (Taylor & Quesenberry 1996, s. 45-46). Antalet blommor per blomhuvud är genetiskt bestämt (Larsson 2011, s. 25). De blomhuvuden som bildas först har flera småblommor än blomhuvudena som utvecklas senare. Det tar 6-10 dagar för alla småblommor att öppnas per blomhuvud och blomningen av en planta pågår vanligen i flera veckor (Free 1970, s. 215).

Småblommorna är zygomorfa, d.v.s. de är symmetriska endast i ett plan, och består av fem stycken foderblad och ett kronrör som är uppbyggt av fem stycken kronblad. Till kronbladen hör ett stort bakre blad, två vingblad som är sidoställda och en främre köl av två ihopväxta kronblad (Taylor & Quesenberry 1996, s. 45-46). Kronrörets längd är i medeltal mellan 6,4–12,7 mm och bredden i medeltal 2,1 mm. Blomman är androgyn, d.v.s. har både det honliga och hanliga reproduktionsorganet, och består av 10 stycken ståndare och en aningen längre pistill som sträcker sig upp till kronrörets övre kant (bild 1) (Delaplane & Mayer 2000, s. 206). Ståndarknapparna spricker och pollen börjar utsöndras redan innan blomman öppnat sig (Free 1970, s. 21).

Blommans uppbyggnad är stängd (Howes 1945, s. 25). Ståndarna och pistillen är i skydd under kronbladen, men då ett bi eller en humla tänker suga nektar eller samla pollen från blomman trycker den huvudet emot kronbladen, vilket leder till att ståndarna och pistillen kommer fram och rör vid den pollinerande insektens huvud. När biet eller humlan lämnar blomman återgår ståndarna och pistillen till sitt utgångsläge i skydd under kronbladen tills nästa bi eller humla besöker blomman (bild 1) (Free 1970, s. 215).

Nektar utsöndras mellan röret som bildas av ståndarna och basen av pistillen. Nektaren samlas i röret som bildats av de hopsatta ståndarsträngarna och blir tillgänglig först när den stiger så högt upp i röret att den pollinerande insekten kommer åt det med sin sugtung (bild 1) (Aston & Bucknall 2004, s. 22). Nektarens sockerhalt är i medeltal 29–66 % (Free 1970, s. 215).

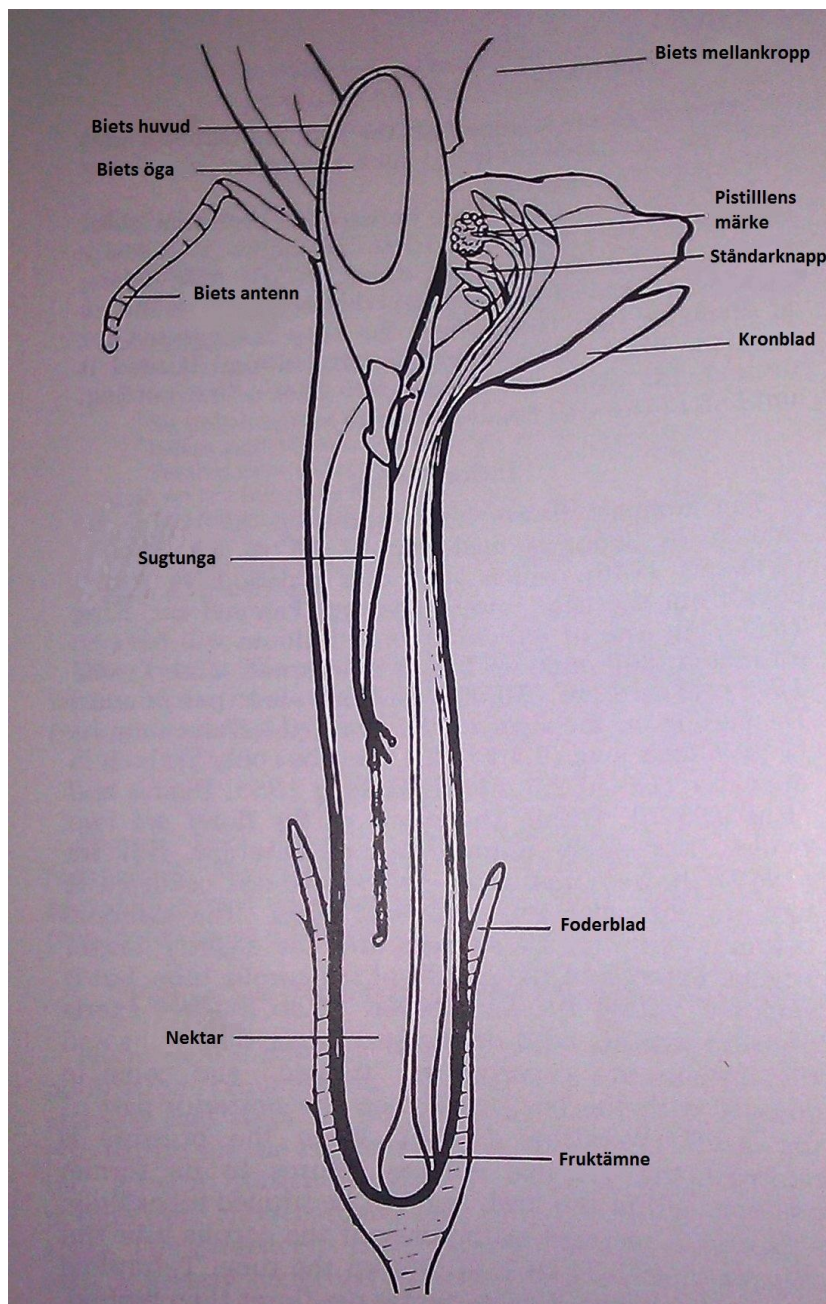


Bild 1. Schematisk bild av biets huvud och dess sugtunga utsträckt i en rödklöverblomma (McGregor 1976, s. 322).

Rödklöver är utpräglad självsteril och kräver pollen från en annan planta för att producera acceptabla mängder frö (Delaplane & Mayer 2000, s. 206). Rödklöver har två mekanismer som försvårar självpollinering. Den ena är enligt Williams (1925) att ståndarna ligger lägre ner än pistillen så att självpollinering inte kan ske utan att blomman påverkas av någon yttre faktor som t.ex. vind eller en insekt. Den andra mekanismen är enligt Westgate och Coe (1915) att då rödklöver självpollineras gror pollenkornen helt normalt på pistillens märke men pollenslangen växer långsamt och kommer inte ända fram till fröämnet.

Endast en pollineringsomgång garanterar inte nödvändigtvis fröbildning. Det krävs att en tillräcklig mängd pollen når pistillens märke under den perioden som märket är mottagligt. Pollenet måste vara från en annan individ och pollenslangarna måste växa ner till fröämnet för att ett frö skall bildas (Delaplane & Mayer 2000, s. 10).

Varje blommas fruktämne har två fröämnena, men vanligen bildas endast ett frö per blomma (Delaplane & Mayer 2000, s. 206). Befruktning sker inom 18–50 timmar efter pollinering, beroende av temperatur (Free 1970 s. 215). Genom att se på blomhuvudet kan man få reda på hur bra pollineringen har lyckats. De pollinerade blommorna vissnar fort, men de som inte blivit pollinerade behålls färska och färggranna (Delaplane & Mayer 2000, s. 206). Småblommorna öppnar sig inte alla samtidigt utan i en stigande ordning från basen upp mot blomhuvudets mitt (Free 1970, s. 215). Varje blomhuvud har vanligen alltså färska blommor uppe på blomman och vissnade blommor lägre ner på blomhuvudet (Delaplane & Mayer 2000, s. 206-207). Fröodlaren borde bli orolig om fältet länge ser mycket färggrant ut (McGregor 1976, s. 323).

Blomman måste pollineras inom 2–4 dagar från att den öppnar sig, d.v.s. blir mogen för pollinering, för att säkerställa befruktning (Delaplane & Mayer 2000, s. 206). Williams (1925) menar att fertiliteten sjunker dramatiskt efter att blomningen pågått en viss tid. Det är alltså viktigt att pollineringen skulle ske i så tidigt skede som möjligt efter att blommorna öppnat sig. Woodrow (1952) anser att för maximal fröskörd krävs pollinering under hela blomningen. Alla blommor öppnar sig inte samtidigt, utan stegvis och därför besöker bina endast vissa blomhuvuden och vissa småblommor per gång på rödklöver vilket ökar också korspollineringen (Free 1970, s. 42). Det är endast få andra insekter förutom humlor och bin som överhuvudtaget kan pollinera rödklöver (Free 1970, s.217; Delaplane & Mayer 2000, s. 207) och för fröproduktion av rödklöver krävs således korspollinering med bin eller humlor (Taylor & Quesenberry 1996, s. 191).

Bina, liksom humlorna, attraheras till rödklövern av nektar och pollen (Free 1970, s. 17). De viktigaste sakerna som avgör att nektarn blir intressant för humlor och bin är sockerhalten och tillgängligheten (Free 1970, s. 17). Sockerhalten i rödklövernens nektar är i medeltal 22 %, men varierar kraftigt beroende av t.ex. sort och väderförhållanden. Sockerhalten i rybsens nektar är i medeltal 51 % (Free 1970, s. 18). Sockerhalten i nektarn kan variera upp till fyrdubbelt per dag (Howes 1945, s. 12). Tillgängligheten av vatten för

växten inverkar kraftigt på nektarproduktionen. Vid för torra förhållanden bildas mindre nektar vilket lönar sig att beakta redan vid val av skifte till odling av rödklöver (Nätterlund 2007).

1.2.2 Tetraploida sorter

Tetraploida sorter, d.v.s. sorter med dubbel kromosomuppsättning, har i Skandinavien gett större foderskörd, bra uthållighet och bättre tålighet mot sjukdomar jämfört med diploida sorter, men sämre fröskörd. Det är sannolikt att en av de viktigaste orsakerna till detta problem är den otillräckliga pollineringen som är ett resultat av djupare kronrör hos tetraploida sorter vilket leder till svårigheter att nå nektaren för vissa pollinerare. Detta är inte nödvändigtvis hela sanningen eftersom kronröret också är bredare på de tetraploida sorterna och pollinerarna kommer därför djupare in med huvudet i kronröret (Free 1970, s. 227). I ett försök i Danmark kunde det inte hittas någon skillnad i kronrörets längd mellan diploida och tetraploida sorter (Brodsgaard & Hansen 2002).

Tetraploida sorter producerar mera nektar men eftersom kronröret är bredare är höjden på nektarn ungefär den samma på diploida och tetraploida sorter. Trots att det kan finnas märkbar skillnad mellan pollinerande bin och humlor som besöker diploida och tetraploida sorter, verkar skillnaden mellan tillgängligheten av nektar mellan diploida och tetraploida sorter vara väldigt liten (Free 1970, s. 228). En annan orsak för sämre fröbildning i tetraploida sorter kan enligt en färsk undersökning vara att pollenet gror sämre på pistillen hos tetraploida sorter (Nätterlund & Pedersen 2011).

1.2.3 Humlor

Olika raser av humlor (bild 2) har olika långa sugtungor (bild 4) (Delaplane & Mayer 2000, s. 207). De mest ideala pollinatörerna av rödklöver är de arter av humlor med lång sugtunga som räcks ända ner till botten på kronröret (Free 1970, s. 218).

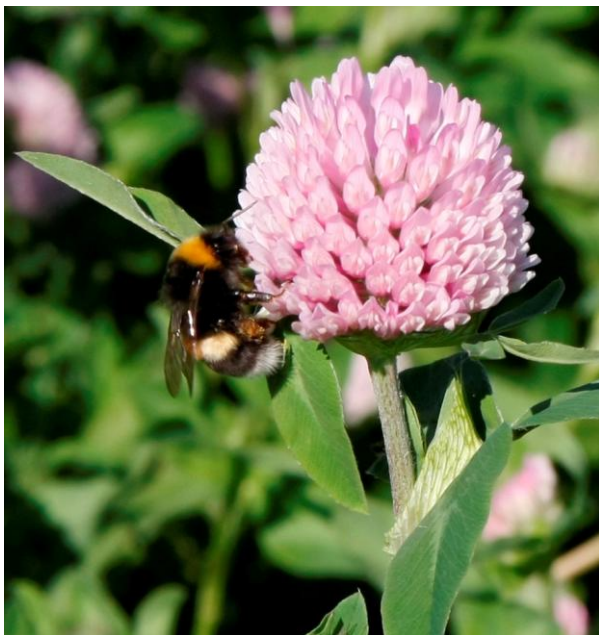


Bild 2. En humla som pollinerar rödklöver

Det finns även vissa korttungade arter av humlor (t.ex. *Bombus terrestris* och *B. lucorum*) som ”stjäl” nektar från blomman genom att bita hål i sidan på kronröret och suga nektar genom hålet utan att utföra pollinering. Efter att dessa humlor, som också kallas för ”primära tjuvar”, bitit hål i kronröret är det också möjligt för andra raser av humlor och bin, som kallas för ”sekundära tjuvar”, att sedan suga nektar genom hålet. Både de primära och sekundära tjuvarna kallas för negativa pollinerare som inte i verkligheten utför någon pollinering. Bitning av kronröret hindrar ändå inte fröbildning (Free 1970, s. 218).

Att stjäla nektar är enligt Holm och Bredsdorff (1978, s.36-37) inte endast en negativ sak, för om det finns mycket nektar per blomma har de pollinerande insekterna inte behov av att samla nektar från lika många blommor som om det skulle finnas endast litet nektar per blomma. De nektarrövande humlorna kan t.o.m. befrämja pollineringen genom att få de positiva pollinatörerna att besöka flera blommor. Nektarrövarna tvingar de egentliga pollinerarna att vara aktivare (Holm & Bredsdorff 1978, s. 36–37).

Humlorna börjar arbeta från 10 °C och klarar vind upp till 15 km per timme (Nätterlund 2007). Det lönar sig att vid val av skiftet för odling av rödklöver tänka på hurudana levnadsmöjligheter humlorna har i närheten av skiftet och således hur stora populationerna är. Det är möjligt att öka antalet vilda humlor i naturen, närmast med att se till att de har kontinuerlig tillgång till föda och boplatser. Åtgärder som gynnar humlorna är att spara och

plantera hansälgar, lämna sprutfria kantzoner, förbättra småbiotoper, planera växtföljden så att humlorna har tillgång till kontinuerligt blommande grödor och stödodla lämpliga grödor (Montelius & Risberg 2008).

1.2.4 Honungsbin

I början av 1900-talet var man ense om att humlor kunde pollinera rödklöver, men att det ofta fanns för lite av dem. Då var man tveksam om ifall bin överhuvudtaget kunde pollinera rödklöver (bild 3). Detta berodde på att man antog att kronröret var för långt för biets sugtunga för att räckas ner till nektarn. Därefter har det ändå kunnat påvisas genom försök med burar att bina är kapabla att pollinera rödklöver (Free 1970, s. 221). Fastän honungsbin inte är lika effektiva som humlor, används de ändå ofta istället för humlor för att det oftast inte finns tillräckligt av humlor (Taylor & Quesenberry 1996, s. 191). Även om det finns bevis på att bin kan öka rödklöverns fröskörd kan man ändå inte alltid lita på att de besöker den (Free 1970, s. 224).



Bild 3. Ett bi som pollinerar rödklöver.

Rödklöver är inte den intressantaste grödan för honungsbin och de kan ignorera rödklävern ifall det finns lättare tillgängliga nektarkällor i närheten (Delaplane & Mayer 2000, s. 207; Aston & Bucknall 2004, s. 60). Bina kan ha svårigheter att samla nektar från rödklöver p.g.a. biets korta sugtungor i förhållande till rödkläverns långa kronrör (bild 4) (Nätterlund 2007).

Det kan finnas märkbara skillnader i grödor som föredras för pollensamling mellan två samhällen av bin av samma ras på samma ställe. Bina väljer kanske pollen beroende av dess doft (Free 1970, s. 21). Bin föredrar också pollen från vissa grödor framom andra. Preferensen av pollen från en viss gröda kan bero på vad för typs pollen de tidigare har samlat och kan också vara genetiskt påverkat (Free 1970, s. 31).

Det är sannolikt att pollensamlade bin pollinerar bättre än nektarsamlade p.g.a. att de har mera pollen på sig (Free 1970, s. 24). Rödklöver börjar utsöndra pollen redan innan blomman öppnar sig och således är pollen tillgängligt för pollensamlare genast när blomman öppnat sig (Free 1970, s. 21).

I ett danskt försök ingick analysering av pollenet från bisamhällena under olika tidpunkter under rödkläverns blomning. Resultaten av pollenanalysen visar att polleninsamlingen kan variera kraftigt mellan olika växter och olika tider, men att överlägset största delen av pollenet samlades från rödklöver under blomningen (Brødsgaard & Hansen 2002).

Åsikterna om nektarens och pollenets betydelse för attrahering av bin varierar kraftigt (Free 1970, s. 222). Det finns skillnader i åsikterna om bina endast kan samla pollen från rödklöver eller om de också kan suga nektar från den, och om pollen och nektar samlas på samma gång eller endast ett slag åt gången.

1.2.5 Jämförelse mellan humlor och bin

Då humlor och bin jämförs individuellt så är en humla en effektivare pollinerare av rödklöver än ett bi p.g.a. att humlan arbetar snabbare och den har en längre sugtungor vilket leder till att den lättare kan besöka rödkläverblommor (Delaplane & Mayer 2000, s. 207).

Den negativa sidan med humlor är att deras populationsstorlek är oförutsägbar (Delaplane & Mayer 2000, s. 207) och att köpta samhällen är dyrare än honungsbin (Nätterlund 2007).

Till skillnad från humlor är honungsbina oftast skötta och de kan lätt hanteras i stora mängder vilket gör att den totala effektiviteten inte blir sämre jämfört med humlor. Det största problemet med honungsbin verkar vara att de inte alltid är intresserade av att pollinera rödklöver (Free 1970, s. 221).

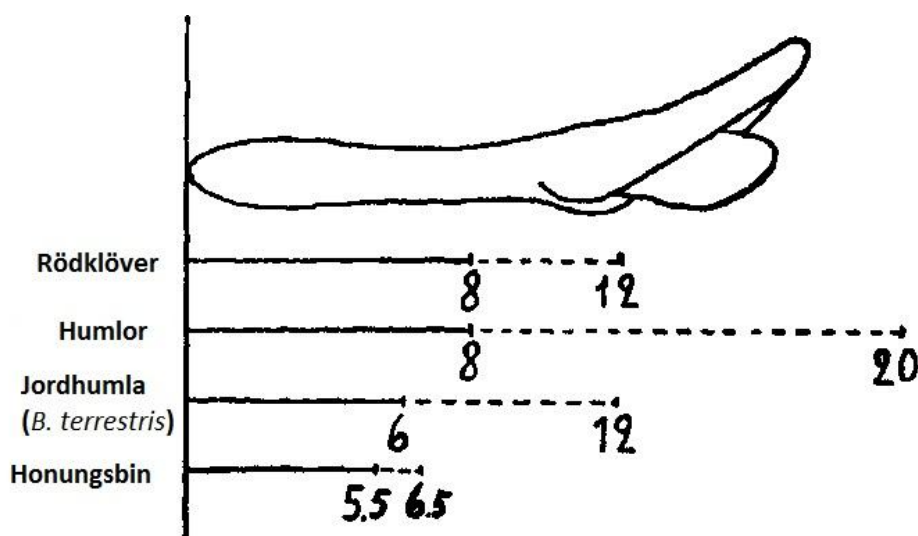


Bild 4. Längd av rödklöverns kronrör i förhållande till längden av olika pollinerarens sugtungor (Valle 1948, s. 76)

1.2.6 Åtgärder för förbättring av pollineringen vid användning av bin

Många försök har gjorts om hur binas besök i rödklöver kan ökas. Sådana försök har bland annat varit att avla fram bin med längre sugtungor, förädla rödklöversorter med kortare kronrör och öka produktionen av nektar. Det har också förädlats fram några sorter med kortare kronrör, men utan större framgång (Ellis 2000). Kronrörets längd kan ibland korreleras med mängden bin som besöker en viss sort, men kan inte alltid påvisas leda till ökat intresse för bin och således större fröskörd. Det verkar finnas likadan osäkerhet beträffande längden på binas sugtungor som på kronrörets längd (Free 1970, s. 225-226).

Stahlin och Bommer (1958) menar att det är mer lönsamt att förädla rödklöver så att den bättre kan pollineras av bin än att förädla bin så att de bättre kunde pollinera rödklöver.

Rödklöverpollen är mycket attraktivt (Nätterlund 2007) och lätt tillgängligt för bina och det är inte säkert varför de inte alltid är intresserade av det (Free 1970, s. 224). För att få en maximal polleninsamling har det konstaterats att ett sätt är att ge sockerlösning åt boet. På det sättet ökas bildning av nya bin och således pollenbehovet. Polleninsamlingen kan också stimuleras med att hålla mängden pollen låg i boet genom att periodvis ta bort insamlat pollen från kupan (Howes 1945, s. 34) eller att använda en pollensamlare, d.v.s. en apparat vid ingången av bikupan som skrapar av pollenlasten från bina då de kryper in i kupan (Free 1970, s. 85).

Vid fall då bina inte är intresserade av att pollinera rödklöver är orsaken ofta att det finns en intressantare gröda i närheten (Free 1970, s. 230). Det är viktigt att redan vid odlingsplanering tänka på vad som odlas i närheten av det planerade rödklöverskiftet. Även om det inte alltid är möjligt att undvika alla de grödor som är intressanta för bin i närheten, kan man genom vissa åtgärder förbättra möjligheterna för pollinering av rödklövern.

Det lönar sig att använda sig av bin som inte är bekanta med platsen där den pollinerade grödan växer. Då känner bina inte till omgivningen och vet inte ifall det skulle råka finnas intressantare grödor i närheten. Kupan borde alltså inte hämtas ut förrän grödan börjat blomma (Aston & Bucknall 2004, s. 83). Kupan borde flyttas på natten och åtminstone fem kilometer ifrån till rödklöverfältet för att annars kan bina orientera sig tillbaka till området där de förr samlade föda. Bina kan flyga upp till tre kilometer för att hitta mat. Skiftena för rödklöver borde väljas så att det inte finns våroljeväxter i närheten (Nätterlund 2007).

Bin samlar gärna pollen och nektar så nära kupan som möjligt (Free 1970, s. 41). I vissa fall kan bina störa humlornas besök till rödklöver och således trivs humlorna bättre där det finns mindre bin (Rao & Stephen 2010, s. 6).

Honungsbina är väderberoende och arbetar helst inte under temperaturer som är kallare än 15 °C och inte vid blåst på över åtta kilometer per timme. Det lönar sig att placera bikupan så att den är i vindskydd och så att morgonsolen lyser på kupan. Bina skall också ha tillgång till vatten möjligast nära kupan. Om inte naturligt vatten finns på närmare än 300

meters avstånd borde en balja med vatten sättas ut för bina, annars går en för stor del av binas energi åt till att samla vatten (Nätterlund 2007).

Det är viktigt att bisamhället är i stark tillväxt då det skall utföra pollinering. Då samlar bin mycket nektar och pollen. Minst två bisamhällen per hektar borde användas vid odling av rödklöverfrö, men för att säkerställa en fullgod pollinering rekommenderas fyra till fem samhällen (Nätterlund 2007). Vid åkrar som är mindre än 10 hektar stora kan bikuporna placeras på ett och samma ställe, medan man vid större åkrar eller vid åkrar som är mycket långsmala och långa borde placera bikuporna på två eller flera ställen (Delaplane & Mayer 2000, s. 208). Fältstorleken har betydelse för skörden och mindre fält ger vanligen bättre skörd. År med bra väderlek, d.v.s. soligt och varmt väder vid blomning, leder till att skillnaden mellan olika stora skiften inte är så stor p.g.a. att pollinatörerna ”hinner med” (Larsson 2005, s. 20-21).

1.3 Tidigare försök med pollinering av rödklöver

1.3.1 Bina som pollinerare av rödklöver

Med stöd i ett stort antal referenser visar McGregor (1976, s. 323) att honungsbinas inverkan på pollinering av rödklöver är mycket varierande. Honungsbin kan vid goda förhållanden vara den bästa pollineraren av rödklöver men vid dåliga förhållanden bidrar de inte alls till pollineringen.

Braun et al. (1953) kom fram till att fröskörden av rödklöver tydligt ökar i förhållande till antalet pollinerande bin i ett försök med okontrollerade bin, d.v.s. inte burade. Hills (1941) berättar att det i Australien inte finns några humlor men fröskörden av rödklöver är ändå lika bra som i områden med humlor. Palmer-Jones (1966) kom i ett försök med burade pollinerare fram till att honungsбина gav en betydligt bättre fröskörd än kortungade humlor.

Ett bra exempel på när bin inte räckte till för att pollinera rödklöver var situationen på Nya Zeeland i slutet av 1800-talet. Där kunde inte produceras rödklöverfrö och man

konstaterade att det berodde på att det inte fanns några humlor. Fröproduktionen blev möjlig först efter import av humlor (Stapel 1933; Pedersen & Sørensen 1935).

Positiva resultat påvisades i både ett danskt försök där inburade bin ökade fröskörden med drygt 700 % i förhållande till kontrollrutan med inga pollinerare och i ett försök i USA där motsvarande tal var 760 %. I det danska försöket drogs slutsatsen att det inte spelar någon roll om pollineraren är ett bi eller en humla bara det finns en tillräcklig mängd av någondera som besöker rödklövern. Skillnaden mellan bin och humlor var inte signifikant i i någondera försöken (Brødsgaard & Hansen 2002; Rao & Stephen 2009 s. 2207-2214).

1.3.2 Avståndet mellan bikupa och klöverfält

Enligt Bohart (1957, s. 374) har de flesta undersökarna hittat ett negativt förhållande mellan rödklöverns fröskörd och avstånd från bisamhällen. Zivov och Skvorcov (1951) påvisade i sitt försök att fröskörden av rödklöver minskade med ökande avstånd från bikupan. I försöket var fröskörden 276 kg/ha vid en halv kilometer från bikupan, 177 kg/ha vid 1-1,5 km från kupa och endast 101 kg/ha då avståndet var längre än 1,5 km. Walstrom et al. (1951 a, b) visade liknande resultat i sitt försök där resultatet var att fröskörden minskade med 7,1 kg/ha för varje 30 meter från bikupan. Braun et al. (1953) kom fram till att fröskörden av rödklövern minskar i förhållande till mängden bin i fältet och avståndet från kuporna.

I ett försök som Brødsgaard och Hansen (2002) utförde i Danmark fanns ingen korrelation mellan fröskörd och avstånd från bikuporna. I försöket kunde inte heller påvisas att pollinerarna, varken bin eller humlor, skulle ha föredragit vissa delar av fälten. Bina var t.o.m. aktivare på ett rödklöverfält som var en kilometer ifrån kuporna än vid fältet där kuporna var utsatta.

1.3.3 Miljöförutsättningar

Hawkins (1961) kom fram till att antalet frön per blomhuvud minskade med en ökande areal av skiftet. Kangasmäki (1987) beskrev ett försök där fröskörden jämfördes på olika ställen i ett två hektar stort fält med rödklöverfröproduktion. Resultatet var att skörden var större ut mot kanterna än i mitten av skiftet. På mitten av skiftet var skörden 400-450 kg per hektar medan skörden intill en bäck, där det växte bl.a. vide, var nästan 700 kg per hektar. Brødsgaard och Hansen (2002) kunde däremot inte i sitt försök påvisa att antingen storleken av skiftet eller antalet pollinerare skulle ha varit korrelerade till fröskörden. Slutsatserna av försöket var att förutom antalet pollinerare så är markens kondition, blommornas fertilitet, sjukdomar och skadeinsekter av betydelse för fröproduktionen.

1.4 Undersökningens syfte

För att i praktiken kunna studera problemfältet gjordes en egen undersökning kring fröbildning och pollinering av rödklöver. Försöket syftade till att undersöka honungsbinas inverkan på fröskörden i rödklöverfröodling. Således skulle fröskörden mätas på olika avstånd från en bikupa. Dessutom skulle binas aktivitet följas upp på olika avstånd från bisamhället. Försöket skulle ge information om hurudan inverkan honungsbin har som pollinerare och hur viktigt det är att använda honungsbin vid odling av rödklöverfrö.

2 Material och metoder

Försöket utfördes på ett 4,96 ha stort skifte i södra Finland (bild 5) med första och andra års klöverfrövall. Drygt hälften av skiftet gränsade till skog och resten till åker. Skiftet avgränsas av ett utfall till öst. Rödklöversorten som odlades hette Saija och den är diploid. Försöket pågick under två växtsäsonger, 2010 och 2011.

Ett bisamhälle sattes upp i ena hörnet på fältet och provrutor placerades på olika avstånd från samhället i fältet (bild 5). Provrutorna var en kvadratmeter stora och märkta med träkäppar. Provrutorna sattes upp längs med bägar som återkom på olika avstånd från

bikupan. Det fanns totalt sex stycken bågar med 50 meters avstånd mellan varandra. Den första bågens avstånd till bikupan var 50 meter och den sista bågen, d.v.s. bågen som var längst bort från bikupan, var 300 meter från kupan. På varje båge fanns det 10 stycken provrutor. Bågarna sträckte sig över hela fältet och var således olika långa vilket ledde till att avståndet mellan provrutorna på de olika bågarna också var olika. Avståndet mellan provrutorna på den första bågen (närmast bikupan) var 5,7 meter och på den femte bågen var avståndet 24,8 meter. Den sjätte bågen var inte enhetlig genom hela fältet utan avbröts på mitten p.g.a. fältets form. Totalt blev det 60 stycken provrutor.

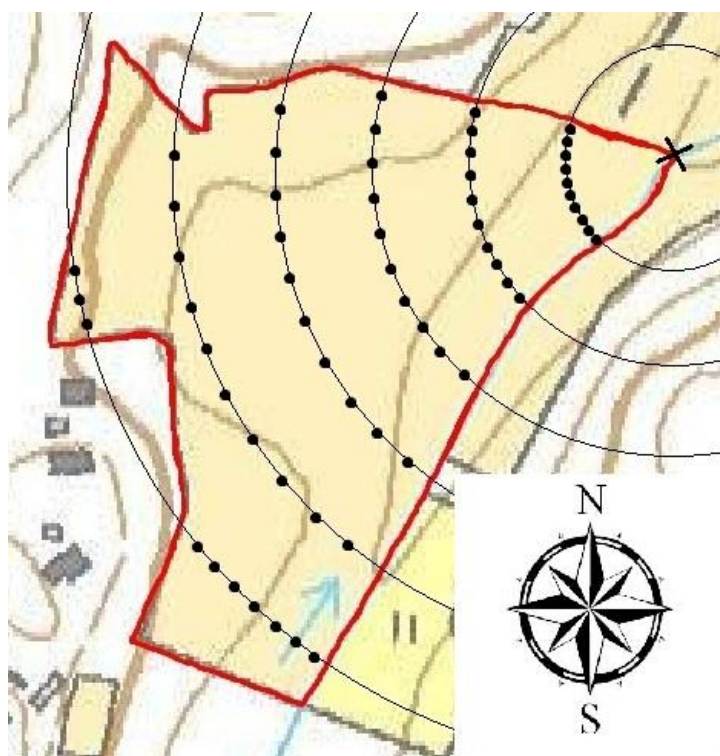


Bild 5. Kartbild av försöksfältet. Fältets gränser är märkta med rött. Bikupan (krysset på kartan) är belägen i det nordöstra hörnet av skiftet.

I provrutorna mättes binas aktivitet under blomningen (bild 6) och under hösten samlades de blomhuvuden av vilka det skulle räknas antalet frön. Idén med att följa upp binas aktivitet under blomningen var att sådana observationer kan göra det lättare att tolka de slutliga resultaten. Binas aktivitet undersöktes under tre dagar då klöverna blommade som starkast. Undersökningen gick ut på att antalet bin och humlor räknades skilt för varje provruta en gång per dag, mellan kl. 11.00 och 13.00. År 2010 gjordes uppföljningen på endast nio rutor per båge (en nollruta per båge), medan det år 2011 gjordes på alla rutor eftersom det då inte fanns några nollrutor.



Bild 6. Uppföljning av pollineringsaktiviteten i en av provrutorna. Bilden är tagen den 22.7.2010.

Blomhuvudena för mätningen av fröskörden samlades in före blasdödning, ca en vecka före tröskning. Det samlades 20 blomhuvuden per provruta. Först var det tänkt att blomhuvudena skulle samlas endast från det översta skiktet av växtligheten. Under båda åren växte dock klöver sig så lång att den inte hölls och stå utan lade sig längs med marken. Det ledde till att kriterierna för insamlings sättet blev att samla de blomhuvuden som var stora, möjligast mogna och placerade högt upp på plantan. Efter att blommorna var plockade fick de torka i plastmuggar i ca en vecka innan de ”tröskades” för hand och fröna räknades. Antalet frön per blomhuvud i försöket ger inte en representativ bild av totalskörden, utan en bild av skillnaden i fröskörden, d.v.s. hur den förändras över ökande avstånd från kupan.

År 2010 plockades blommorna till frö mängdsmätningen den 14.8 men då analyserades endast 300 blomhuvuden. Det året mättes frö mängden per blomhuvud från varannan ruta och endast från den första, tredje och sjätte bågen. Orsaken till detta var att bina inte hade visat intresse för att besöka rödklövern. År 2011 analyserades fröskörden från alla 60

provrutor, d.v.s. från 1200 blomhuvuden. År 2011 plockades blommorna den 24.8 fastän klöver inte helt hade slutat blomma då.

Det fanns också skillnader i bisamhället mellan åren, fastän bina under båda åren var av den italienska rasen. Första året var bisamhället ett ganska starkt avlägg, d.v.s. ett förhållandevis litet bisamhälle, medan det var ett normalstort bisamhälle under det andra året. År 2010 sattes kupan ut den 5.7 vilket var endast en dag efter att klöver hade börjat blomma, medan kupan år 2011 sattes ut den 12.7 vilket var 12 dagar efter att klöver börjat blomma.

Dessutom sattes en pollensamlare på bikupan år 2011 för några dagars tid för att senare kunna analysera från vilken gröda bina hade samlat pollen. Pollensamlaren var i funktion då uppföljningen av binas aktivitet gjordes. Pollensamlaren samlar pollenet från bina genom att tvinga bina att krypa genom små hål då de skall komma in i kupan och då de kryper igenom hålen ryms deras pollenlast inte igenom utan tar emot hålets kant och faller av biet och hamnar ner i en förvaringslåda. Provet av pollenet togs i slutet av juli. Det togs också prov av honungen under den första veckan i augusti. Proven analyserades av "Institut für Bienenkunde Celle" i Tyskland.

I försöket ingick år 2010 också s.k. "nollrutor" som täcktes med ett mycket småhålgt nät så att inte pollinerande insekter kom in i rutorna (bild 7). Idén var att särskilja insekternas inverkan på pollineringen. Nollrutorna var totalt sex stycken. Näten placeras i slumpmässig ordning ut på en av de färdigt bestämda provrutorna längs med varje båge. Nollrutornas placering på bågarna var följande. Från den första till den sjätte bågen var nollrutorna utsatta i provruta nummer 4, 1, 9, 10, 6 och 4 respektivt, då provruta nummer ett är belägen i den sydöstra kanten av fältet. Nollrutorna försågs med nät den 1.7.2010 innan klöver började blomma och togs bort samtidigt med insamlingen av blomhuvudena på hösten. Från nollrutorna samlades också in 20 stycken blomhuvuden per ruta varav det sedan räknades antalet frön per blomhuvud. Nollrutorna ingick inte i försöket år 2011 eftersom resultatet år 2010 var entydigt och i enlighet med tidigare försök.



Bild 7. Nollrutan på den första bågen. Bilden är tagen den 10.7.2010.

3 Resultat

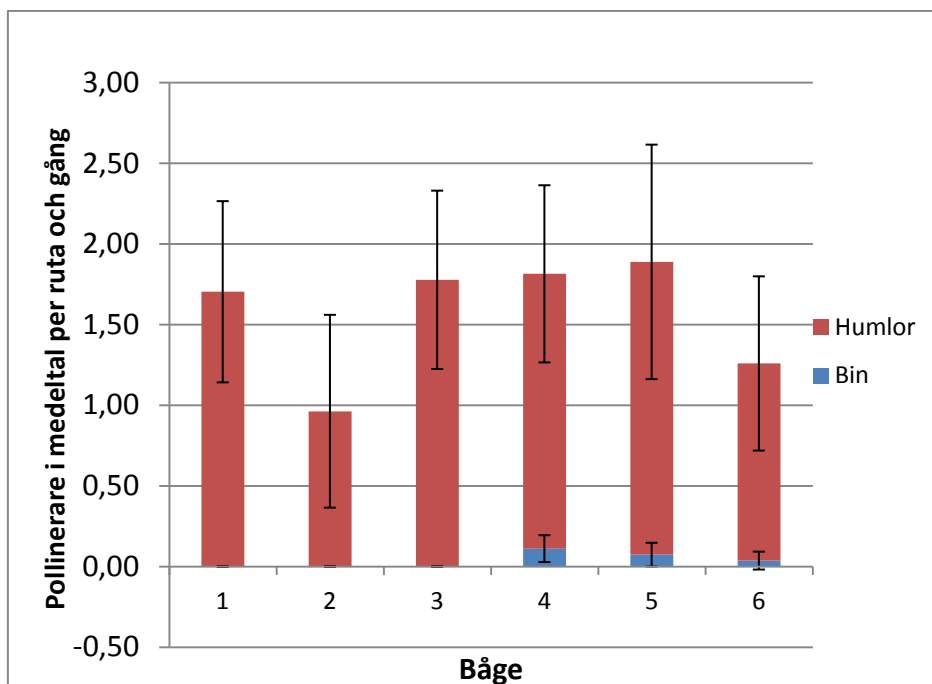
3.1 Binas aktivitet

År 2010 började klöverna blomma den 4.7 och uppföljningen av binas aktivitet utfördes den 21.7, 22.7 och 23.7. Vädret under uppföljningsdagarna var mycket bra med tanke på binas aktivitet. Det var soligt under alla tre dagarna, men litet blåsigt under den första och sista dagen.

På de första tre bågarna upptäcktes inga bin under hela uppföljningstiden. På den fjärde, femte och sjätte bågen observerades respektivet 3, 2 och 1 bi(n). Under hela observeringstiden och i alla provrutorna upptäcktes alltså totalt endast sex stycken bin. Humlor observerades 46, 26, 48, 46, 49 och 33 per båge, börjades från den första bågen. Totalt utgör det 248 stycken humlor på alla provrutorna under hela observationstiden.

Eftersom de absoluta antalen bin och humlor inte är så informativa och eftersom de inte är jämförbara mellan dessa två år p.g.a. nollrutorna, så räknades värdena om till antal bin och

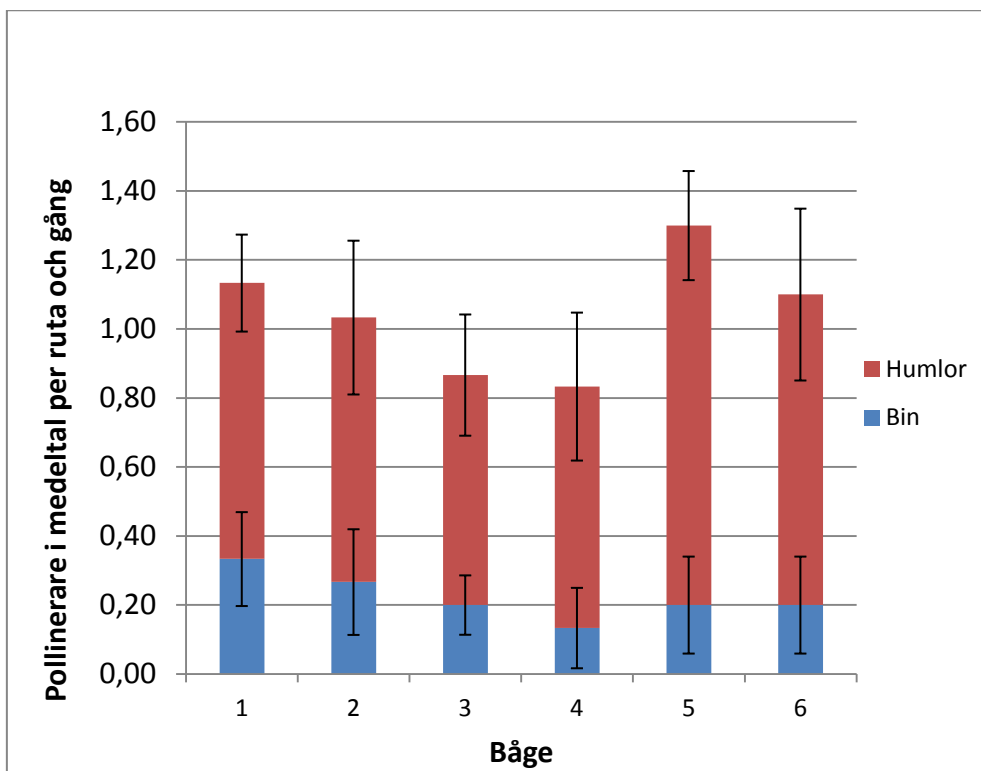
humlor i medeltal per provruta och granskningsgång (figurerna 1-4). Det finns ingen tydlig trend i pollineringsaktivitet av varken humlor eller bin (figurerna 1 och 2).



Figur 1. Medeltal och standardavvikelser av pollineraraktivitet år 2010.

År 2011 började rödklövern blomma den 1.7, alltså tre dagar tidigare än året innan. Uppföljningen gjordes den 20.7, 21.7 och 22.7. Det var mycket varmt under alla dagar, halvmulet under första dagen, molnigt och aningen blåsigt under andra dagen och blåsigt men soligt under tredje dagen. Det här året var bina mera intresserade av rödklövern och det fanns mindre besök av humlor.

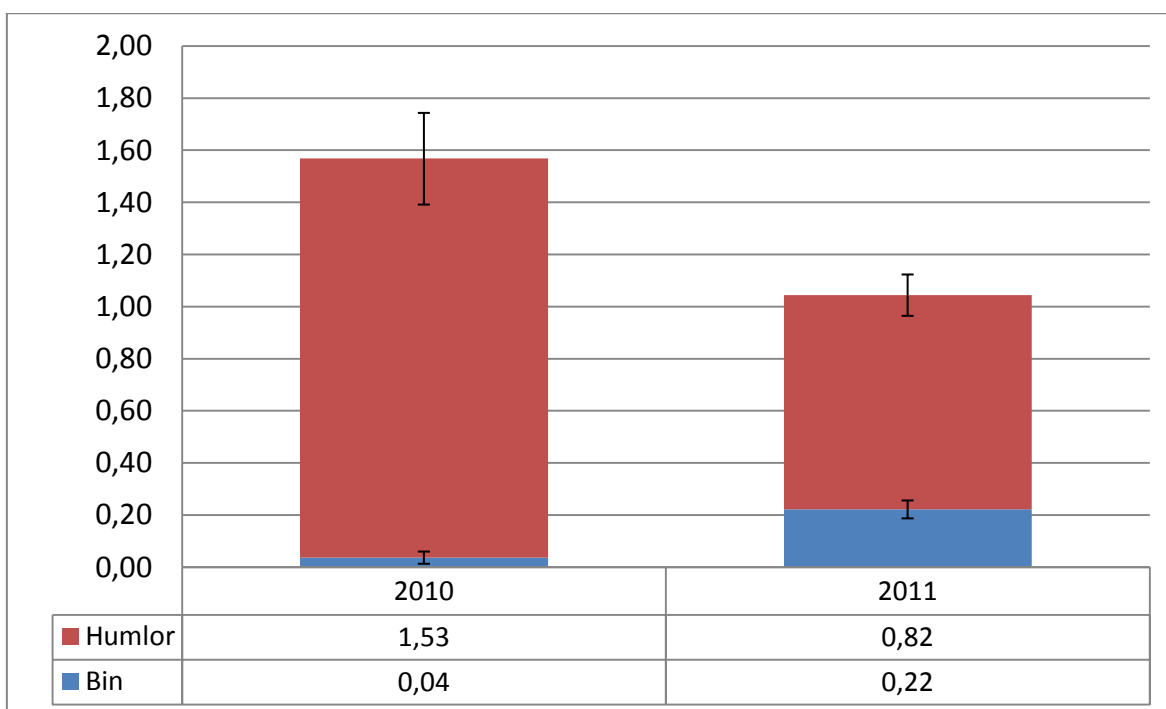
Antalet bin per båge under hela uppföljningstiden var 10, 8, 6, 4, 6 och 6 stycken börjandes från båge nummer ett. Det blir alltså totalt 40 bin totalt i provrutorna. Antalet humlor var motsvarande 24, 23, 20, 21, 33 och 27 stycken per båge. Totalt blir det 148 humlor i provrutorna. Figur 2 demonstrerar antalet pollinere i medeltal per ruta och avläsning år 2011.



Figur 2. Medeltal och standardavvikelser av pollineraraktivitet år 2011.

Det finns en tydlig avtagande trend i antalet bin från den första till den fjärde bågen, men därefter ökar antalet bin på den femte och sjätte bågen jämfört med den fjärde bågen och är den samma som på båge tre. Mest bin fanns ändå på den första bågen och därefter på den andra bågen. Humlornas antal verkar vara ganska lika på de fyra första bågarna men ökar kraftigt på de två sista bågarna (figur 2). I humlornas fördelning på bågarna kunde inte hittas någon tydlig trend under någondera åren, men det verkar ha funnits mest humlor på den femte bågen under båda åren. Standardavvikelsena är större för humlornas aktivitet år 2010 än 2011 (figur 1 och 2).

Pollineringsaktiviteten varierade kraftigt mellan åren. År 2010 utgjorde bina 2,4 % och humlorna 97,6 % av den totala mängden av dem båda och år 2011 var motsvarande värden för bina 21,3 % och humlorna 78,7 %. Det totala antalet pollinerare var mindre år 2011 än år 2010, men antalet bin var större år 2011 (figur 3). Standardavvikelsen är större för rutornas medeltal per båge (Figur 1 och 2) än för bågarnas medeltal (Figur 3).



Figur 3. Pollinerare i medeltal per provruta och gång.

Proven av honungen och pollenet togs när rödklövern ännu blommade. För pollenets del framgick att av det ca 100 g stora provet var 50 % av de analyserade pollenkornen rödklöverpollen, 29 % pollen från alsike- eller vitklöver, 14 % pollen från kåsläktet *Brassica-T.* till vilket bl.a. rybs och raps hör, 4 % pollen från rödklint, 2 % från kardborrar (*Arctium*) och resten från övriga växter. Totalt hittades pollenkorn från 13 olika växter eller släkten. Honungsanalysen gjordes på basen av pollenkorn som finns i honungen. I honungsanalysen framgick att av det ca 200 g stora provet tillhörde 52 % av de analyserade pollenkornen till släktet rättikor (*Raphanus-T.*), 30 % till kåsläktet *Brassica-T.*, 11 % till alsike-, vit- eller rödklöver och resten till övriga växter. Totalt hittades pollenkorn från 20 olika växter eller släkten.

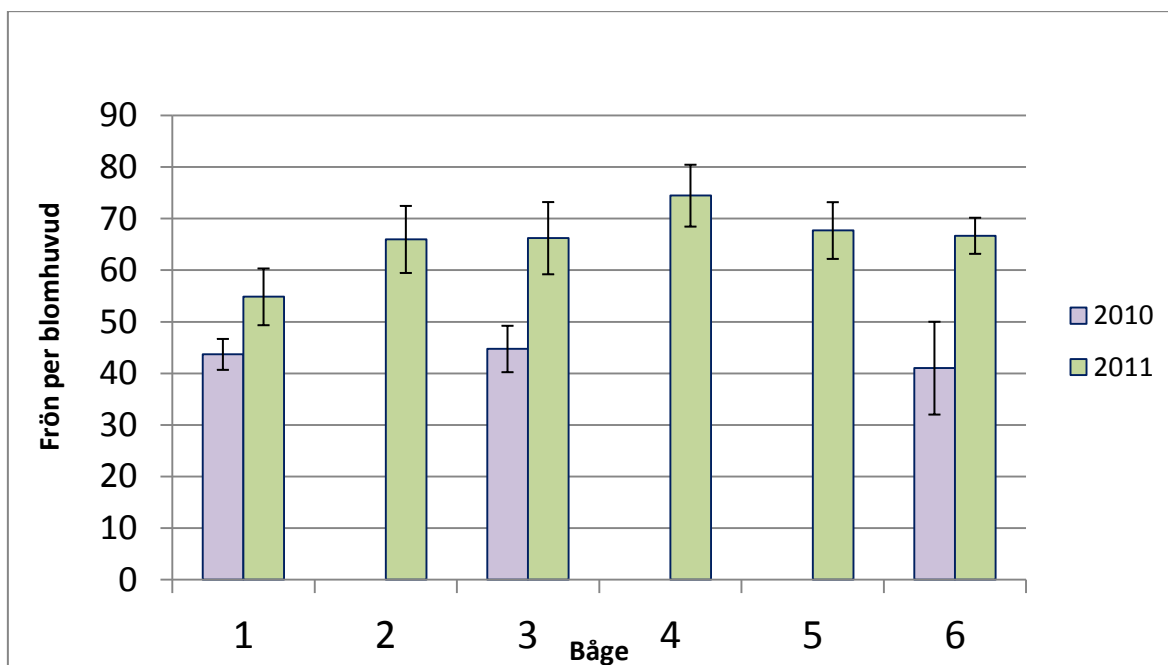
3.2 Frömängden per blomhuvud

Antalet frön per blomhuvud varierade mycket. Fröantalet per blomhuvud varierade från 162 till noll. År 2010 fanns ingen tydlig skillnad i antalet frön per blomhuvud mellan de tre bågarna. Medeltalet för den första, tredje och sjätte bågen var 44, 45 och 41 respektivt (figur 4). I medeltal var frömängden år 2010 43 frön per blomhuvud (figur 5).

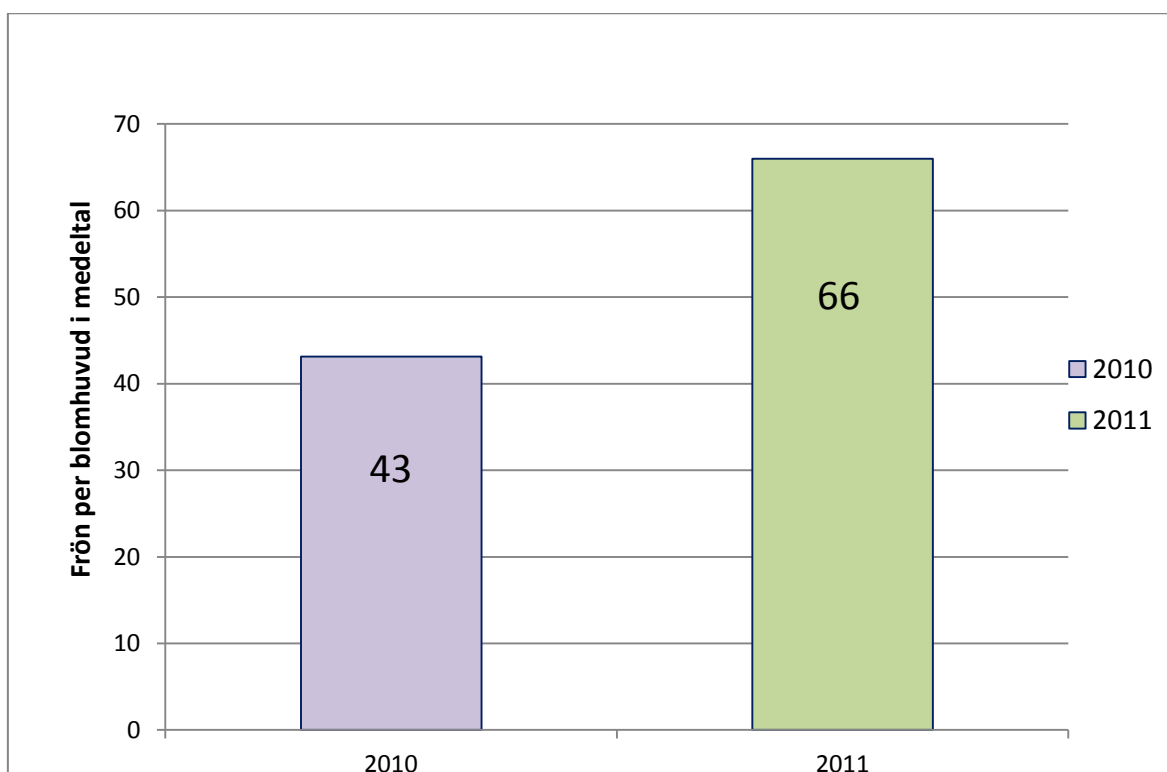
År 2011 fanns en tydlig ökande trend i frömängd per blomhuvud från den första till den fjärde bågen, varefter frömängden igen började sjunka (figur 4). Resultatet i antalet frön per blomhuvud år 2011 är sämst närmast kupan och det finns en trend från den fjärde bågen som visar att ju närmare kupan man kommer, desto sämre är fröskörden. Frömängden per blomhuvud år 2011 var i medeltal 66 stycken vilket alltså var betydligt större än år 2010 då det endast fanns 43 stycken frön per blomhuvud. Frömängden år 2011 var ca 53 % högre än år 2010 (figur 5).

Ingen likhet i fröskörden per båge kan ses mellan åren, förutom att det ser ut som att fröskörden skulle vara störst vid de mittersta bågarna och sjunka åt båda ändorna (figur 4). Skillnaderna i fröskörd mellan bågarna år 2010 är mindre än år 2011, men inte heller där är antalet frön per blomhuvud störst närmast kupan som hade förväntats, utan vid den tredje bågen (figur 4).

De nättäckta nollrutornas resultat var mycket enhetligt. Inga frön hade bildats i nollrutorna utan alla blomhuvuden var tomma.



Figur 4. Frön per blomhuvud i medeltal per båge åren 2010 och 2011.

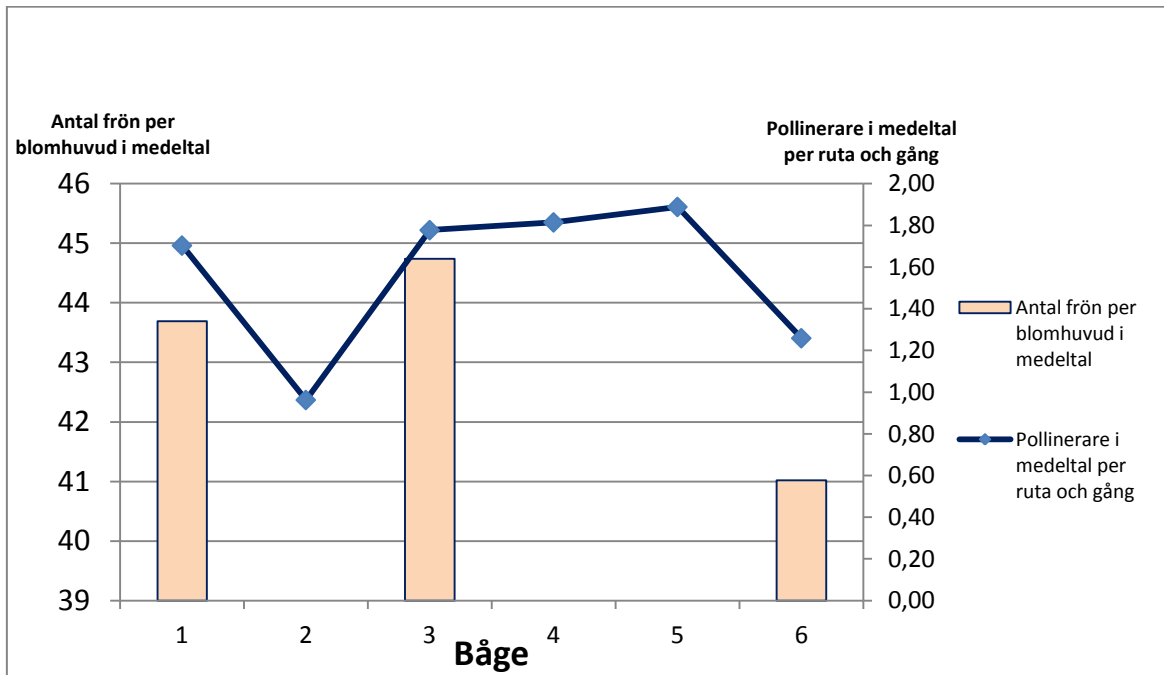


Figur 5. Frön per blomhuvud i medeltal åren 2010 och 2011.

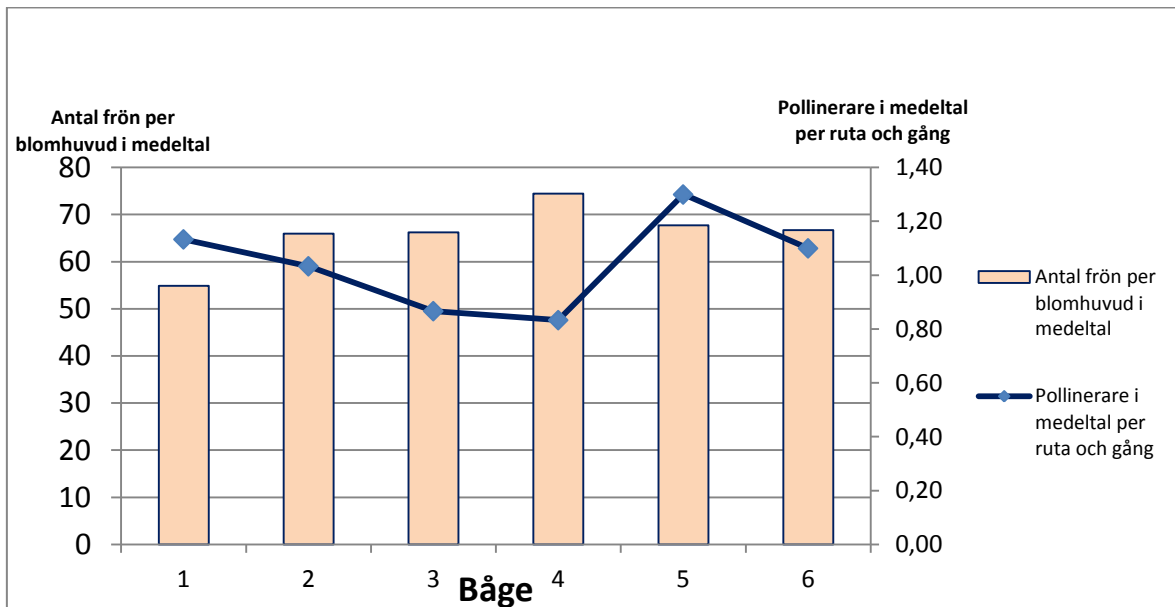
3.3 Fröskörd i förhållande till pollineringsaktivitet

Varken 2010 eller 2011 kunde det hittas någon positiv korrelation mellan fröskörd och avståndet till kupan. År 2010 kan kanske ses ett förhållande mellan fröskörd och pollineringsaktivitet. Skillnaderna i antalet frön per blomhuvud år 2010 var väldigt små (figur 6).

År 2011 kan nästan ses ett negativt förhållande mellan fröskörd och avstånd till kupan, och mellan fröskörd och pollineringsaktivitet. Det möjliga negativa förhållandet syns bra på de fyra första bågarna då fröskörden stiger med ökande avstånd från bikupan och motsvarande sjunker binas aktivitet med ökande avstånd från kupan. Från den fjärde bågen börjar fröskörden sjunka och samtidigt ökar binas antal till den femte bågen vilket fortfarande tyder på ett negativt förhållande, men sedan sjunker både fröskörden och pollineringsaktiviteten till den sjätte bågen vilket tyder på ett positivt förhållande (figur 7).



Figur 6. Fröskörd i förhållande till pollineringsaktivitet år 2010.



Figur 7. Fröskörd i förhållande till pollineringsaktivitet år 2011.

4 Diskussion

4.1 Diskussion om resultatet

Resultatet från nollrutorna var tydligt och påvisade att det krävs insekter för att pollinering skall ske och det skall bildas frön. Resultaten är i enlighet med det som Free (1970, s.217), Delaplane och Mayer (2000, s. 207) och Taylor och Quesenberry (1996, s. 191) konstaterar i sina verk, nämligen att utan pollinerare bildas inga frön. Resultatet är inte exakt den samma som Brødsgaard och Hansen (2002) och Rao och Stephen (2009, s. 2207-2214) fick i sina försök där det även i nollrutorna bildades en liten mängd frön, men även de fick en mycket tydlig skillnad mellan nollrutorna och provled med pollinerare.

År 2011 var förhållandet mellan pollineringsaktivitet och fröskörd nästan negativt. Det är ändå inte sannolikt att pollinerarna kan ha en negativ inverkan på fröskörden. De korttungade humlorna som rövar nektar kan enligt Free (1970, s. 218) möjligen ha en sådan inverkan, även om de enligt Holm och Bredsdorff (1978, s. 36–37) kan t.o.m. befrämja pollineringen. Genom att de skulle bita hål i blommorna så skulle pollinerarnas aktivitet kunna vara stor på det området p.g.a. den lätt åtkomliga nektaren, men ändå skulle det inte ske någon pollinering. Fröskörden borde vara sämst där pollineraraktiviteten är som högst för att få ett negativt förhållande, vilket inte är fallet.

Resultatet av honungs- och pollenanalysen påvisade att bina hade samlat både pollen och nektar från rödklöver. Den verkliga procentuella fördelningen i mängden samlad nektar mellan olika växter är svår att bestämma med att analysera pollenkorn i honungen, eftersom olika växter har olika förhållanden mellan nektar och pollen. Således betyder det inte att en viss mängd pollen i honungen skulle betyda att bina samlat en viss mängd nektar från en specifik växt. Det som ändå kan sägas är att bina har samlat nektar från rödklöver p.g.a. den rikliga förekomsten av klöverpollen i honungen. Analysen av insamlat pollen visar tydligt att bina aktivt har samlat pollen från rödklöver eftersom 50 % av de analyserade pollenkornen från provet var från rödklöver. Brødsgaard och Hansen (2002) kom till liknande resultat i sitt försök i Danmark.

Binas aktivitet var under båda åren mindre än vad som hade förväntats, men speciellt under det första året. De möjliga orsakerna till det kan vara flera. Det kan bero på att bisamhället

under det första året var mindre än under det andra året. Andra året användes dessutom en pollensamlare som bör öka behovet av pollen och således göra rödklöver intressantare för bina eftersom rödklöverpollen enligt Nätterlund (2007) och Free (1970, s. 224) är lätt tillgängligt och attraktivt för bina i motsats till nektarn. Den största orsaken till binas låga aktivitet under första försöksåret är troligen ändå den för tidiga tidpunkten då kupan sattes ut vilket betonas som en viktig faktor av Aston och Bucknall (2004, s. 83).

Båda åren fanns det ganska rikligt med humlor som pollinerade rödklövern. Det bidrog till att binas möjliga inverkan på fröskörden minskade. Humlornas aktivitet under uppföljningstiden minskade med nästan 50 % från det första året till det andra, vilket visar att populationen av humlor är oförutsägbar och kan variera snabbt och kraftigt, vilket också nämns av Delaplane och Mayer (2000, s. 207).

Variationen i antalet frön per blomhuvud var mycket stor. Det tyder på att pollineringen inte var fullständig och många blommor blev inte pollinerade. De högsta antalen frön per blomhuvud visar att det finns en outnyttjad skördepotential.

Förhöjningen av antalet frön kan bero på en besprutning mot klöverspetsvivel som gjordes år 2011 och som skulle ha ökat antalet frön jämfört med år 2010 då det inte besprutades emot klöverspetsvivel. Klöverspetsviveln äter fröanlag och minskar således antalet frön.

Det förväntades att antalet frön per blomhuvud skulle vara högst nära kupan och minska med ökande avstånd från kupan. Detta kunde ändå inte påvisas under någondera av åren. Andra faktorer som inverkar på rödklöverns fröproduktion förutom pollinering, såsom markens kondition, blommornas fertilitet, sjukdomar och skadeinsekter har möjligen överskuggat betydelsen av avståndet mellan kupan och rödklöverplantorna. Så skedde också i de undersökningar som redovisas av Brødsgaard och Hansen (2002).

4.2 Förbättringsförslag till försöket

För att få bina mera intresserade år 2010 skulle det bästa troligen ha varit att sätta ut kupan några dagar senare för att rödklöver då skulle ha blommat kraftigare. Då skulle risken ändå ha varit att man inte skulle ha fått en tillräcklig pollinering i början av blomningen. Den bästa lösningen skulle vara att använda sig av två eller flera samhällen som skulle sättas ut vid olika tidpunkter. I praktiken är ju ett samhälle per fem ha alldeles för litet enligt allmänna rekommendationer.

En möjlig orsak till att fröskörden och pollineraraktiviteten inte har en positiv korrelation är att pollineringsaktiviteten mättes under fel tidpunkt. Bikupan sattes ut först 12 dagar efter att klövern hade börjat blomma och det är känt från tidigare (Delaplane & Mayer 2000, s. 206; Williams 1925) att rödklöver bör pollineras så fort som möjligt efter att den börjat blomma. Det kan leda till att pollineringsaktivitet som sker efter en viss tid efter att klövern börjat blomma inte spelar en så stor roll som en tidigare pollineringsaktivitet.

En annan faktor som kan inverka på pollineringsaktiviteten är hur jämnt rödklövern har utvecklats i fältet och således vid vilken tidpunkt den börjar blomma, m.a.o. kommer olika ställen i fältet att attrahera pollinerare i olika grad vid olika tidpunkter. Binas aktivitet borde ha uppföljts under en längre period och möjligen flera gånger om dagen. Skillnader i utvecklingen av grödan och således skillnader i blomningstidpunkt på olika delar av skiftet har inverkan på binas aktivitet vilket leder till att det är svårt att dra några slutsatser av en så kort uppföljning.

Resultatet för fröskörden borde återge verkligheten mera exakt än pollineringsaktiviteten för att fröskörden analyserades noggrannare. Det är ändå inte det bästa sättet att endast räkna antalet frön per blomhuvud, ifall alla blomhuvuden från provrutan inte plockas. Det är omöjligt att plocka lika stora blomhuvuden från varje ruta och således blir resultatet ganska missvisande. Eftersom arealskörden i förhållande till antalet pollinerare är det som är avgörande så är det bästa sättet troligen att räkna det totala antalet frön per en viss yta, men det är mer tidskrävande.

Fröstorleken var också väldigt varierande. Med ögonmått värderat var de största fröna nästan dubbelt större än de minsta. Fröstorleken och speciellt frövikten är av stor betydelse

för fröodlaren då han får betalt för sin produkt per viktenhet. Detta är en faktor som möjligen också borde tas i beaktande vid försök som behandlar förhållandet mellan pollinering och fröskörd.

Skiftets form och storlek var inte den bästa för försöket. Skiftet skulle ha fått vara större eller åtminstone längre för att provrutor skulle ha fått på längre avstånd från kupan än 300 meter. Skiftet var ganska brett från kupan sett, vilket gjorde att skillnader i övriga faktorer än avståndet från kupan skulle ha haft mindre betydelse. Därför borde inte faktorer i bördighet och fuktförhållanden ha så stor inverkan.

5 Slutsatser

Tydliga resultat som är i enlighet med litteraturen mättes från nollrutorna vilket påvisar att det inte bildas frön utan insektpollinering. Från pollen och honungsanalysen framgick att bina samlade både nektar och pollen från rödklöver.

De förväntade positiva sambanden mellan fröskörd och avstånd till bikupan samt mellan fröskörd och pollineringsaktivitet kunde inte påvisas. Försöket gav alltså inte de resultat som förväntades. Orsakerna till de obefintliga sambanden ligger högst sannolikt i den alltför korta uppföljningen av pollineringsaktiviteten, i metoden för insamling av blomhuvudena och skiftets otillräckliga längd.

Försöket bekräftar det som sägs i litteraturen om att bina inte alltid är intresserade att pollinera rödklöver. Det verkar vara väldigt viktigt att se till att bina har de bästa förutsättningarna för att börja pollinera rödklövern och inte välja någon annan intressantare växt. Det är ändå viktigt att använda bin vid fröproduktion eftersom det även i försöket kom fram att humlornas populationsstorlek kan variera kraftigt och att man därför inte bör förlita sig endast på humlorna.

Det som också tydligt framgick i försöket var den stora variationen i frön per blomhuvud. Denna skillnad visar att det finns en outnyttjad skördepotential som troligen kunde förbättras m.h.a. en fullständigare pollinering.

Källförteckning

Aston, D & Bucknall, S. (2004). *Plants and honey bees*. Mytholmroyd, West Yorkshire : Northern bee books.

Bohart, G.E. (1957). *Pollination of Alfalfa and Red clover*. Ingår i: Annual review of entomology, vol. 2. Palo Alto: Annual reviews inc.

Braun et al. (1953). Studies in red clover seed production. Can. J. agric. Sci. 33, 437-447. Refererat av Free (1970, s. 224).

Brødsgaard, C.J. & Hansen, H. (2002). *Pollination of red clover in Denmark*. Tjele: Danish institute of agricultural sciences.

Delaplane, K.S. & Mayer, D.F. (2000). *Crop pollination by bees*. Wallingford: CABI Publishing.

Ellis, M. D. (2000). *Clover biology for beekeepers*. Bee Tidings, May. University of Nebraska cooperative extension and the Nebraska beekeepers association.
<http://entomology.unl.edu/beekepg/tidings/btid2000/btdmay00.htm> (hämtat: 5.12.2011)

Free, J.B. (1970). *Insect pollination of crops*. London: Academic press inc.

Hawkins, R. P. (1956). A preliminary survey of red clover seed production. Ann. Appl. Biol. 44: 657-664. Refererat av Huxley, D. M., Brink, V. C. & Eaton, G. W. (1979). Seed yield components in white clover. *Canadian journal of plant science*. (59), 713-715.

Hawkins, R. P. (1961). Observations on the pollination of red clover by bees. I. The yield of seed in relation to the numbers and kinds of pollinators. Ann.appl. Biol. 49, 55-65. Refererat av Brodsgaard & Hansen (2002, s. 37)

Hills, K. L. (1941) Red clover seed production at Moss Vale, N. S.W. J. Coun. Scient. Ind. Res. Aust. 14, 249-252. Refererat av Brodsgaard & Hansen (2002, s. 43)

Holm, E. & Bredsdorff T.H. (1978). *Kukkabiologia*. Helsingfors: Tammi.

Howes, F.N. (1945). *Plants and beekeeping*. London: Faber and Faber Limited.

Kangasmäki, T. (1987). Fröodling. I: Klöverodling. Svenska lantbrukssällskapens förbund. Forskning för framåt 13. Korian kirjapaino, ss. 40-45. Refererat av Kangasniemi (2006).

Kangasniemi, M. (2006). *Odling av rödklöverfrön*. Lärdomsprov för agrolösexamen. Yrkeshögskolan Sydväst, Lantbruksnäringarna, Ekenäs.

Larsson, G. (2005). *Hur påverkar odlingsfaktorerna fröskörden av rödklöver?* Frö och oljeväxtodlarna, försök och forskningsrapport 2005.
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/00444.pdf> (hämtat: 6.12.2011)

Larsson, G. (2011). Nya rön i rödklöver på vallkonferens. *Svensk frötidning*, (6), 25-26.

McGregor, S.E. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington (D.C.) : U.S. Department of Agriculture.

Mela, T. (2004). *Puna-apila on typen yhteyttäjä*. Koetoiminta ja käytäntö.
<http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n04s05b.pdf> (hämtat: 13.12.2011)

Montelius Risberg, J. (2008). Gynna humlorna på gården. *Jordbruksinformation*, (3), 1-12.

Nätterlund, H. (2007). Öka skörden med honungsbin och jordhumlor.
Jordbruksinformation, (21), 1-12.

Nätterlund, H. & Pedersen, T.R. (2011). Pollinatörerna avgör skörden. *Eko klöverfrö*, (2), 1-2.

Palmer-Jones, T., Forster, I. W., Clinch, P. G. (1996). Observations on the pollination of Montgomery red clover L.). N. Z. J. Agric. Res. 9, 738-747. Refererat av Brodsgaard & Hansen (2002, s. 42)

Pedersen, A. & Sørensen, N. A. (1935). Undersøgelser over rødskløverens bestøvning og angreb af snudebiller på rødskløver. Tidsskrift for Frøavl 12, 288-300. Refererat av Brodsgaard & Hansen (2002, s. 9).

Riesinger, P. (2006). *Grunder för ekologisk växtodling: Växtodling och förädling av foder*. Vasa: FRAM.

Rao, S. & Stephen, W.P. (2009). *Bumble bee pollinators in red clover seed production*. Ingår i: Crop Science vol. 49. Madison: Crop science society of America.

Rao, S. & Stephen, W.P. (2010). *Abundance and diversity of native bumble bees associated with agricultural crops: The Willamete Valley experience*. Psyche. New York: Hindawi Publishing Corporation.

Stahlin, A. & Bommer, D. (1958). [Methods of improving fertilization of red clover.] Angew. Bot. 32(5): 165-185. [In German]. Refererat av McGregor (1976, s. 322).

Stapel, C. (1933). Undersøgelse over humlebier (Bombus Latr.), deres udbredelse, trækplanter og betydning for bestøvningen af rødskløver (Trifolium pratense L.). Tidsskr. for Planteavl 39(8), 193-294. Refererat av Brodsgaard & Hansen (2002, s. 9).

Taylor, N.L. & Quesenberry, K.H. (1996). *Red clover science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Valle, O. (1948). *Siemenviljelyn opas*. Maatalousministeriön tuotanto-osaston julkaisuja N:o 11. Pellervo-seura. Helsinki: Kauppalehti Oy:n kirjapaino.

Vanhatalo, A. (2004). *Puna-apilassa riittää tutkittavaa*. Koetoiminta ja käytäntö. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v61n04s02a.pdf> (hämtat: 13.12.2011)

Waltsrom et al. (1951). Red clover pollination at various distances from honey bee colonies. In Iowa State Apiarist Rpt. 1950. Pp.51-52. Refererat av McGregor (1976, s. 323).

Waltsrom et al. (1951). Red clover pollination. American Bee Journal. 91: 244-245. Refererat av McGregor (1976, s. 323).

Westgate, J. M. & Coe, H. S. (1915). Red clover seed production: pollination studies. Bull. U.S. Dep. agric. 289. Refererat av Free (1970, s. 216-217).

Williams, R. D. (1925). Studies concerning the pollination, fertilization and breeding of red clover. Welsh plant breeding station, Aberystwyth. Refererat av Free (1970, s. 216, 217).

Woodrow, A. W. (1952). Effect of time of pollination by honeybees on red clover seed yields. J. econ. Ent. 45, 517-519. Refererat av Free (1970, s. 217).

Zivov, V. & Skvorcov, S. (1951). Methods of improving pollination of clovers by honey bees. Selek i Semen. 18(6): 63-64. [In Russian.] Abstract in Herbage Abstracts 22(2): 86-87. Refererat av McGregor (1976, s. 323-324).