



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap

Bin, Blommor och Bekymmer

Minskar världens pollinatörer och hur påverkar det
pollineringen av våra grödor?



Madeleine Nydahl

*Uppsala
2019*

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen, 15 hp

Bin, Blommor och Bekymmer

Bees, Flowers and Trouble

Madeleine Nydahl

Handledare: Jenny Yngvesson, Sveriges Lantbruksuniversitet,
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Maria Löfgren, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för biomedicin och veterinär
folkhälsvetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kursansvarig institution: Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsvetenskap

Kurskod: EX0862

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

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

Omslagsbild: Jonas Tykesson 2006

Nyckelord: pollinatörer, minskning, faktorer, grödor, avkastning, livsmiljöförlust, humlor,
varroa destructor

Key words: pollinators, decline, stressors, crops, yield, habitat loss, bumble bees, *varroa destructor*

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning och syfte	3
Material och metoder	3
Litteraturoversikt.....	4
Hot mot bin	4
<i>Patogener</i>	4
<i>Livsmiljöförlust</i>	5
<i>Pesticider</i>	6
Insektspollinering	7
Diskussion	9
Minskning	9
Veterinära och bevarande åtgärder.....	10
Vilda pollinatörer, <i>Apis mellifera</i> och pollinering	12
Slutsats	14
Litteraturförteckning	15

SAMMANFATTNING

De tre viktigaste hoten mot bin är livsmiljöförlust, patogener och kemiska ämnen som bekämpningsmedel, dessa påverkar den tama bipopulationen (*Apis mellifera*) och den vilda bipopulationen på olika sätt.

Apis mellifera försvagas mycket av kvalstret *Varroa destructor* och som biodlare måste man hålla ner smittrycket med olika metoder för att inte förlora sina bisamhällen. Många andra faktorer kan interagera med varandra och ge försvagande eller letala effekter på *Apis mellifera*, bland annat livsmiljöförlust, bekämpningsmedel, andra patogener och läkemedel mot *Varroa*. Vilda pollinatörer försvinner från områden där naturlig miljö ersätts av jordbruk och skogsbruk för att de då förlorar näringskällor och boplatser, vilket leder till en livsmiljöförlust. Vilda pollinatörer påverkas också av pesticider och patogener men studier som har gjorts är lokala och gjorda på några enstaka arter av pollinatörer, vilket gör det svårt att dra slutsatser om hela den vilda bipopulationen. Det finns delade meningar om huruvida dessa faktorer ger en global minskning av bin som leder till en bristande pollinering. Lokalt har man sett att pollinatörer försvinner av någon anledning och att pollineringen i det området då blir bristfällig, men på större skala har man inte sett någon märkbar påverkan av matproduktionen. Men vill vi se en framtida opåverkad matproduktion så kan det vara värt att gynna villkoren för vilda pollinatörer genom att bevara och skapa naturliga miljöer.

Relativt få växter är självsterila och helt beroende av insektpollinering men många arter som kan pollinera sig på andra sätt gynnas av en fullgod insektpollinering. I Sverige har Jordbruksverket satt ett värde på honungsbins pollineringsvärde för vissa grödor, där man har tittat på hur mycket avkastningen ökar om man tillsätter honungsbin. Där visar de att i Sverige är det inte bara de växter som är självsterila som är i stort behov av pollinering utan att avkastningen från skördar med äpplen, oljeväxter (raps och rybs) och jordgubbar ökar markant när besöken från honungsbin ökar. Något som inte nämns i det dokumentet är att pollinering av vilda pollinatörer har visat sig vara mycket stabilare än pollinering av honungsbin, vilket inte bör förbises. Om framförallt den vilda bipopulationen försvinner skulle vårt dagliga kaloriintag inte påverkas i så stor grad men en del grödor vi uppskattar traditionellt och kulturellt skulle försvinna och avkastningen på många pollinerande grödor skulle sjunka.

SUMMARY

The three most important threats against bees are habitat loss, pathogens and agrochemicals (such as pesticides). These threats affect the domesticated honeybee population and the population of wild pollinators in different ways.

The mite *Varroa destructor* weakens colonies with the domesticated honeybee *Apis mellifera* and as a beekeeper you have to monitor varroa mite levels and use different methods to keep the hive alive. Many other stressors can interact and cause dead or weak colonies and those stressors can be; habitat loss, pesticides, other pathogens and drugs against the varroa mite. Wild pollinators disappear from areas where unaffected land is replaced with agriculture and forestry, this is called habitat loss because they lose their food source and nesting possibilities. Wild pollinators are also affected by pesticides and pathogens but studies have only been done on a few species which makes it hard to make conclusions about the entire population of wild pollinators. Whether or not these stressors will cause the bee population to decline and thus generate a pollination crisis is a debated question. Local decline in the bee population has caused failing pollination in those local areas, but on a global level there has been no observed effect on food production. However, if we want to see unaffected food production in the future, we need to make life easier for the wild pollinators by maintaining and creating natural habitats.

Relatively few plants are self-sterile and totally dependent on animal pollination, but many plant species that pollinate in other ways can benefit from animal pollination. In Sweden the Swedish Board of Agriculture has put value on the financial benefit on having honey bee pollination in different crops. This shows that not only plants that are self-sterile but crops like apples, rapeseed and strawberries can get a significantly increased yield with more visits from honey bees. Something they have not accounted for is that pollination done by honey bees is not as efficient as pollination done by wild pollinators. If wild pollinators were to disappear from the face of the earth, some crops that we cherish culturally and traditionally would disappear with them and yields for some crops would decrease, but our everyday calorie intake would not be affected.

INLEDNING OCH SYFTE

Bin (överfamilj *Apoidea*) har på senaste tiden varit i rampljuset då det är en allmän uppfattning att bipopulationen minskar och riskerar att dö ut. FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation FAO bestämde inför 2018 att den 20 maj varje år ska vara "World Bee Day" till minne av den slovenska biodlaren Anton Janša som föddes på 1700-talet, för att uppmärksamma hur viktiga bin och pollinering är. Vid en sökning på sökmotorn Goolge av frasen "bees decline" den 24 mars 2019 erhöles 33 400 000 träffar, liknande antal träffar erhöles även för frasen "food crisis bees". Men vad är det som har hänt som har gett upphov till den här oron? Att rubriker om bins massdöd får så stor genomslagskraft har inte att göra med oron över en minskad honungsproduktion, utan det är oron över vad som kommer hända om pollineringen av grödor och vilda växter försvinner. För att få klarhet i den potentiella bi-massdöden måste man förstå vad som påverkar bin och om några av dessa faktorer ger upphov till en global minskning av bin.

Det finns väldigt många olika arter av insekter som kan utföra pollinering och dessa arter är utbredda och uppdelade i olika delar av världen. Detta gör att arten av pollinatör måste anges i både studier och diskussioner kring pollinering och potentiell massdöd eftersom de olika arterna påverkas och beter sig på olika sätt. Som exempel finns den tama bipopulationen med sociala honungsbin, *Apis mellifera*, vilda semisociala humlor *Bombus* och vilda solitära guldsandbiet *Andrena marginata*. Vissa av dessa arter är specialister och besöker nästintill bara en specifik blomma medan andra är generalister som har förmåga att samla nektar och pollen från många olika blommor.

Mitt intresse för bin väcktes när vi på veterinärprogrammet hade en föreläsning om bin och jag fick upp ögonen för att honungsbin är ett livsmedelsproducerande djur som utför ekosystemtjänster (pollinering) och dessutom är helt olikt något annat djur vi människor hanterar eftersom de är insekter. Precis som andra djur så drabbas de av sjukdomar och kan behandlas med läkemedel men i Sverige finns det inget krav på att en veterinär ska ordinera läkemedel eller diagnosticera sjukdomarna. Syftet med mitt arbete var dels att lära mig mer om bin och andra pollinerande insekter, men även att undersöka veterinärens roll inom binäringen. Mina frågeställningar var: Minskar bin och varför? Hur viktiga är bin för pollinering av våra grödor, är de väsentliga eller kompletterar pollinatörer bara en annan form av pollinering? Är alla pollinatörer lika viktiga eller ger de olika resultat? Skulle djurhälsan hos honungsbin förbättras om man involverade mer veterinära kunskaper i binäringen?

MATERIAL OCH METODER

Den här litteraturstudien har gjorts genom att söka efter relevanta källor i sökmotorerna Google Scholar och Web of Science. Sökord som har använts i olika kombinationer är; bees, *Apis mellifera*, bumble bees, decline, pollination, yield, CCD, neonectinoid, varroa. Källor har även hittats genom att gå igenom referenslistorna i relevanta artiklar. Väsentlig information har också inhämtats från Jordbruksverkets hemsida. Dessutom har en intervju med länsveterinär och biodlare Mari-Ann Andersson gjorts.

LITTERATURÖVERSIKT

Hot mot bin

Flera studier räknar upp samma faktorer som hot mot bipopulationen och bland annat Potts (2010), Goulson (2017) och Rhodes (2018) är överens om att det handlar om många faktorer som interagerar med varandra. Enligt en historisk analys av data är den biologiska mångfalden av alla insekter hotad och den främsta anledningen är förlust av livsmiljö (livsmiljöförlust) följt av kemiska föroreningar som pesticider samt biologiska faktorer som patogener (Sánchez-Bayo et al., 2019). Det finns andra faktorer med mindre påverkan än dessa eller faktorer som är mer utforskade, exempelvis diskuteras hur klimatförändringarna kan påverka livsmiljöer för bipopulationen. När studier görs för att förstå läget så skiljer man på släktet *Apis* (honungsbin) och vildpopulationen av pollinatörer som består av många olika släkter (upp emot 20 000 olika arter där de flesta är solitära arter), båda dessa grupper är viktiga pollinatörer men har olika förutsättningar och påverkas därför på olika sätt av olika faktorer (Goulson, 2017).

2006 kollapsade många kolonier med *Apis mellifera* i USA och förlusterna av bisamhällen blev större än tidigare år (Rhodes, 2018). Man ville hitta en förklaring till förlusterna och myntade begreppet Colony Collaps Disorder, CCD. I Sverige jämför vi CCD med ”vinterförluster” som är ett begrepp som använts sedan 1920-talet för att beskriva att det är vanligt att man förlorar en del av sina bikolonier under vintern. I Sverige noterades en förhöjd andel vinterförluster 2002-2003 vilket också väckte intresse och behov av att hitta en förklaring (Massdöd, Jordbruksverket). Det har inte gått att hitta en enskild anledning till dessa kollapsar och förluster eftersom det är många olika faktorer som har ökat påfrestningen på den tama honungsbinpopulationen och senare i texten förklaras de viktigaste av dessa faktorer lite närmare.

Hoten som påverkar honungsbin påverkar antagligen den vilda bipopulationen också men det är svårare att kartlägga läget för de vilda insekterna än för de tama/domesticerade honungsbina som bor i samhällen och kontrolleras av människor. De flesta vilda pollinatörer är solitära och lever sin livscykel i stort sett ensamma och det gör det mycket svårare att hitta och identifiera dem. Det är dock lite missvisande att extrapolera studier mellan insektsarter, 2015 gjordes en studie i Sverige av Maj Rundlöf där hon drog slutsatsen att vissa pesticider i låga nivåer inte påverkar honungsbin men ger märkbar effekt på vilda pollinatörer (Rundlöf et al., 2015).

Patogener

Det finns tre bisjukdomar som framförallt drabbar honungsbiet *Apis Mellifera* där biodlaren ska anmäla till Länsstyrelsen eller bitillsynsmannen vid misstanke om sjukdomen. Dessa sjukdomar orsakas av tre olika patogener: kvalster av släktet *Varroa*, bakterien *Paenibacillus larvae* (Amerikansk yngelröta) och *Acarapis woodi* (Traké kvalster). Varroakvalster är ett utbrett problem som dessutom fungerar som vektor för andra patogener, Amerikansk yngelröta förekommer i Sverige men på grund av ett strängt bekämpningsprogram hålls det under kontroll och Traké kvalster har inte påvisats i Sverige (SJVFS 2012:24, Jordbruksverket).

I jordbruksverkets broschyr om honungsbins pollineringsvärde i Sverige skriver författaren att alla vilda honungsbisamhällen i Europa har dött ut på grund av kvalstret *Varroa*. *Varroa destructor* och *Varroa jacobsoni* är kvalster som infekterar bisamhällen och försvagar dem tills

de inte klarar att överleva längre (Le Conte et al., 2010). Man tror att varroa har funnits länge hos det asiatiska honungsbiet *Apis cerana* men att den blivit introducerad till det europeiska honungsbiet *Apis mellifera* som fungerar som en fullgod värd för kvalstret. Tyvärr har det europeiska biet inte någon medfött skyddsmekanism mot dessa kvalster, *Apis cerana* däremot skadas inte av ett angrepp av varroa (Fries, 1998). Sveriges Biodlares Riksförbund har en hemsida där det tydligt står att biodlare behöver ha en plan för att bekämpa varroa eftersom en koloni med *Apis mellifera* dör inom några få år om en varroainfektion får löpa obehindrad. Det är en utbredd sjukdom som finns i hela Sverige och en svensk biodlare får därför räkna med att det finns i kolonin eller i närområdet och det är därför viktigt att hålla koll på smittrycket. I ett område omkring Skellefteå verkar det finnas helt friska honungsbikolonier (intervju med länsveterinär Mari-Ann Andersson) och för att bibehålla den situationen bör handel och förflyttningar av bisamhällen göras med tillförsikt.

Om ett bisamhälle är försvagat av varroa är det vanligt att hitta virusinfektioner i samband med kvalsterinfektionen (Fries, 1998). Det finns flera virus som fungerar som opportunisterna på försvagade kolonier eller som använder kvalstret varroa som vektor. Fem virus har kunnat kopplas till CCD; Deformed wing virus (DWV), Acute bee paralysis virus (ABPV), Kashmir bee virus (KBV) och Israel acute paralysis virus (IAPV). DWV är den mest förekommande virusinfektionen och symptomen viruset ger associeras med långt gångna varroainfektioner. Bin infekterade med viruset lever inte så länge och en del får karaktäristiska deformerade vingar, det kan också smitta andra arter än *Apis* (Schroeder et al., 2012).

Om bisamhällen drabbas av Amerikansk yngelröta måste man avliva bisamhällena och destruera kupan och övrigt material som kan vara kontaminerat. Bakterien bildar sporer som är motståndskraftiga och överlever i många år, därför måste man vara försiktig i områden där smittan har förekommit, speciellt vid handel med bin (beskrivning av bisjukdomar, Jordbruksverket). I Sverige får inte antibiotika användas mot infektionen vilket ger oss ett bra resistensläge jämfört med andra länder (Jordbruksinformation 16 - 2005, Jordbruksverket).

Kommersiellt inköpta humlor tros ha infört patogener till den vilda populationen av humlor, tex protozoerna: *Crithida bombi* och *Nosema bombi*, samt kvalstret *Locustacarus buchneri*, (Goulson et al., 2008). I den artikeln presenteras även andra hot som antas försvaga de vilda humlorna och kan vara en bidragande faktor till varför de infekteras lättare av nyintroducerade patogener. Även honungsbin kan överföra smittor till vilda humlor och i en studie från 2014 kunde man konstatera att humlan *Bombus terrestris* kunde infekteras av protozoen *Nosema ceranae* och viruset DWV som annars infekterar honungsbin (Fürst et al., 2014). Eftersom smittrycket blir större när stora honungsbikolonier lever nära humlor så är det här ett potentiellt stort problem och förebyggande smittskydd är extra viktigt vid handel och förflyttning av honungsbin.

Livsmiljöförlust

Lokalt på vissa platser har det observerats att vilda pollinatörer har minskat i antal och att en del arter har försvunnit helt från vissa platser. I Storbritannien och Holland gjordes 2006 en studie som visar att specialiserade pollinatörer och växterna vars pollinering är beroende av dessa pollinatörer minskar parallellt med varandra (Biesmeijer et al., 2006). Det tyder på att hot

som livsmiljöförlust påverkar utbredningen av vilda pollinatörer som solitära bin negativt. De arter av pollinatörer som är känsligast mot att förlora sin livsmiljö är arter som är specialister på en specifik miljö, är specialiserade på en specifik blomma, bara får en avkomma per år eller de arter som är icke-migranter och inte kan flytta ifrån sin hemmiljö (Biesmeijer et al., 2006). I en studie från 2018 observerades att pollineringen av *Passiflora edulis* (passionsfrukt) försämrades ju längre ifrån naturliga miljöer man undersökte (Silvia et al., 2018). Kvaliteten på frukten var olika eftersom storlek och form på frukten påverkas positivt av pollinering. Kanterna och sidorna av fältet får därför finare frukter än mitten på fältet. Det var flera insekter som besökte blommorna men bara en som fungerade som pollinatör och inte som tjuv, det var *Xylocopa* (snickarbi). *Xylocopa* är ett släkte av pollinatörer som är beroende av att ha närhet till en speciell miljö, vilket i den här studien var biomet *Caatinga*, där de gärna bosätter sig i torra trädstammar. Författaren förklarar *Caatinga* som en typ av torr skog som bara finns i Brasilien och det märktes en tydlig skillnad i hur välpollinerade frukterna var i olika delar av fälten beroende på hur långt det var till den naturliga miljön. Välpollinerade frukter är större och mer välformade och kan vara fler till antalet. När naturlig miljö med många olika växter och möjligheter till boplatser försvinner till förmån för åkrar och mänskliga boplatser kan inte insekterna tillgodose sina behov och överleva eftersom förutsättningarna har förändrats.

När gräsområden med blommor omvandlas till åkermark så försvinner ostörda boplatser och blomresurser för bin. I Storbritannien sågs under 1900-talet att 97 % av de blomrika områdena försvann och parallellt med förlust av livsmiljön så försvann pollinerarna som tidigare bodde där (Goulson et al., 2015). När livsmiljön försvinner isoleras delar av populationen från andra delar av populationen, och den fragmenteras. Detta gör konkurrensen svårare för den påverkade arten och populationen blir genetiskt känslig för förändringar (Goulson et al., 2008).

En studie på honungsbin ville undersöka om det gick att få kolonier av honungsbin som bodde och "arbetade" inuti växthus att överleva till större grad och blir starkare, om de tilläts få tillgång till utomhusmiljön en stund av dagen. Det upptäcktes att bin som fick flyga ut ur växthuset en liten stund på morgonen var del av mycket mer livskraftiga kolonier än de bin som fortfarande hölls helt instängda i växthuset. Honungsbin som fick flyga ut levde längre och var mer livsdugliga än de som blev helt instängda i växthuset, det tyder på att honungsbin mår bra av att ha kontakt med naturlig miljö. Det är alltid en risk att honungsbin flyttar ut ur växthuset om de har tillgång till utomhusmiljö men frågan är om den förlusten är lika stor som förlusten av bisamhällen som blir försvagade av att vara fast i växthuset (Nicodemo et al., 2018).

Pesticider

När pesticider används på fälten för att skydda grödor mot skadedjur och insekter finns det risk att det påverkar pollinatörer negativt. I samband med att fler honungsbikolonier dog i CCD började det undersökas om någon pesticid använts som kunde förklara varför fler bisamhällen kollapsade. Den största kemikalierisken för bin globalt sett anses vara tre neonicotinoider (thiamethoxam, imidacloprid, och clothianidin) och två organofosfater (phosmet och chlorpyrifos) som används som bekämpningsmedel i modernt jordbruk (Goulson et al., 2015). Bin är ofta utsatta för en cocktail/blandning av bekämpningsmedel och föroreningar hela livet men detta har inte blivit undersökt, utan de undersökningar som finns har gjorts på en kemikalie i taget.

Neonicotinoider är en grupp vattenlösliga kemikalier som finns i bekämpningsmedel vi använder på våra grödor och det har detekterats i nektar och pollen hos vildblommor som växer i närheten av marken där kemikalien används (Blacque`re, 2012). Om grödan som odlas attraherar pollinatörer så finns en stor risk att de får i sig kemikalien från grödan. Effekten av en vanligt förekommande neonicotinoid som används på bland annat raps har undersökts i Sverige (Rundlöf et al., 2015). De undersökte både tama honungsbin och vilda pollinatörer och kunde se negativa effekter på de vilda pollinatörerna. Effekter som sågs var bland annat att det blev färre pollinatörer i områden som besprutats, de hade svårare att bygga bo och hade svårare att uppnå en fullgod reproduktion. Alla dessa effekter sågs vid nivåer av bekämpningsmedlet som kan hittas ute på åkrarna. Enligt den här studien så är inte honungsbin lika känsliga för låga nivåer av dessa ämnen och därför kan extrapolering av resultat bara göras med försiktighet från studier gjorda på honungsbin till andra pollinatörer (Rundlöf et al., 2015). De flesta studier görs på honungsbin *Apis mellifera* och resultaten är omstridda (Rhodes, 2018). När de stora förlusterna av bin uppmärksammades i samband med CCD blev kemikalierna (pesticider och gödningsämnen) som används på grödor högmisstänkta och då speciellt neonicotinoider. Det misstänks att giftet påverkar bins hjärna så att de tappar orienteringen och då ett av symptomen på CCD är att arbetsbin som är ute flyger fel och inte hittade hem. Dessutom kan långvarig exponering av pesticider leda till immunosuppression hos bin vilket gör dem mottagliga för infektioner och när flera stressorer interagerar med varandra blir förutsättningarna för honungsbinas hälsa sämre (Goulson et al., 2015).

Att sluta med pesticider och andra bekämpningsmedel vi använder idag skulle ge andra konsekvenser som bör tas i beaktande. I en artikel av Dr David Hughes från 2012 poängterar han att en av de största utmaningarna vi har idag är att kunna föda framtidens befolkning utan att förstöra miljön och klimatet (Hughes, 2012). Att ha respekt för kemikalier är sunt men så som jordbruket ser ut idag så är bekämpningsmedel en viktig del som bidrar till att vi kan ha stora skördar. I jämförelse till andra kemikalier vi blir utsatta för så är det en liten dos vi människor får i oss från maten i form av pesticider, till exempel så har nivåerna av mykotoxiner blivit mycket lägre i maten sen pesticider började användas.

Insektspollinering

När uttryck som ”pollineringskris” och ”matkris” används i samband med påståenden om att alla bin håller på att dö ut bildas uppfattningen om att bin sköter pollineringen av alla grödor och att vi skulle svälta ihjäl utan dem (Potts et al., 2010). Men alla grödor behöver inte pollineras och hos de växter där pollinering behöver ske kan den inträffa på flera olika sätt. En blommande växt kan till exempel vara självpollinerande eller korspollineras med hjälp utav vinden. Eller så utnyttjar växten djur som kommer till blomman av olika anledningar (oftast för att suga i sig nektar) och får hjälp med att sprida sitt pollen (Hamblin et al., 2018). Det är vanligast att djuren som pollinerar är insekter och därför kallar man den här formen av pollinering för insektspollinering. Vissa växter som utnyttjar insektspollinering är helt beroende av insekterna för sin pollinering och kallas då självsterila, andra växter gynnas av insektspollinering men pollinerar sig även på andra sätt. I en sammanfattning av tidigare studier har det uppskattats hur beroende av insektspollinering världens grödor, som konsumeras av

människor, är. Drygt 100 grödor studerades och av dem var det 28 grödor som inte var beroende av insektspollinering och dessa 28 grödor står för 60 % av den globala matproduktionen, 13 grödor var helt beroende av insektspollinering, 30 grödor behöver insektspollinering till en ganska hög grad, 27 behöver den bara lite och 21st behöver insektspollinering ännu mindre. Enligt den här artikeln skulle våra basvaror och kaloriintag inte påverkas om alla grödorna som just nu är beroende av insektspollinering försvinner. Men kulturellt och näringsmässigt skulle många viktiga grödor förloras. Framförallt vissa frukter och en del grönsaker skulle bli svårare att odla. Exempel på välkända grödor som förlitar sig på insektspollinering: *Theobroma cacao* (kakao), *Bertholletia excelsa* (paranöt), *Actinidia deliciosa* (kiwi), *Macadamia tetraphylla* (macadamianöt), *Passiflora edulis* (passionsfrukt), *Cucurbita* (squash och pumpor), *Vanilla planifolia* (vanilj), *Citrullus lanatus* (vattenmelon), m.fl. (Klein et al., 2007). I en annan studie från 2018 lyckades de odla fram växter som tidigare troddes vara självsterila till att kunna pollinera sig utan hjälp från insekter, de blev självpollinerande (Hamblin et al., 2018). Här nämns lyckade resultat med melon och att det är förvånande att växtförädling för självpollinering fungerade även på den grödan då man tidigare trott att den varit helt självsteril. Samma författare skrev 2015 en artikel där han undersökte om skördarna för växter som gynnas av insektspollinering har blivit mindre över de senaste 51 åren. Resultaten visar att på en global skala så har det inte kunnat observeras någon påverkan på storleken på skördar orsakad av en minskad bipopulation (Hamblin, 2015).

I Sverige har Jordbruksverket gjort bedömningen att pollinering är mycket viktig för vissa av våra grödor och att det kan påverka avkastningen på en skörd. De uppskattar det ekonomiska värdet av honungsbins pollination i Sverige till 260 – 466 miljoner kronor varje år, där 82% av det värdet härrör från tre grödor; oljeväxter som *Brassica napus* (raps) och *Brassica rapa subsp. oleifera* (rybs), *Malus domestica* (äpplen) och *Fragaria × ananassa* (jordgubbar). Dessa tre är de växter vars ekonomiska avkastning påverkas mest av pollinering men det finns andra växter som nästintill är självsterila och därför i större behov av pollinering (Jordbruksverket, 2012). För att bedöma hur stor andel av avkastningen som beror på insekternas pollinering har författaren hänvisat till många studier med olika resultat för respektive gröda och en ungefärlig procentsats har räknats ut med hjälp av dessa olika studier. För äpplen antas honungsbins andel av skörden vara 60-80%, för oljeväxter 5-20%, för jordgubbar 10-30%, för vitklöver (*Trifolium repens*) 80-90%, för hallon (*Rubus idaeus*) 25-40% och för svarta vinbär (*Ribes nigrum*) 50-70%. Den största ekonomiska avkastningen av honungsbin fås i äppelodlingar och den grödan som tar upp mest areal och generellt har störst skördar är oljeväxter, så om olika växter ska jämföras med avseende på ekonomi och hur viktig insektspollinering är för dem måste bakgrundsinformationen finnas med. Den växt vars avkastning skulle vara obefintlig utan insektspollinering är vitklöver då den är nästintill självsteril, samma gäller för oljeväxten rybs som är släkt med raps men inte odlas i så stor utsträckning i Sverige. Författaren påpekar själv att det inte finns tillräckligt med honungsbikolonier för att pollinera alla åkrar i Sverige och att bakgrundpollinering från vilda pollinatörer också spelar en viktig roll. Andelen befruktade blommor är inte det enda som ökar om man har en fullgod pollinering av sin gröda utan man får en högre avmognad och högre kvalitet på sin produkt, oljeväxterna får högre oljehalt i fröna och jordgubbar får större mer välformade frukter. Hos äpplena sågs att om alla pollinerare uteslöts med hjälp av nät så fick träden ingen frukt alls. (Jordbruksverket, 2012). När växter odlas i växthus, och är i behov av pollinering, är det ofta ett problem att få en fullgod pollinering

på dessa växter (ofta frukter och grönsaker). Då kan kupor med honungsbin placeras ut i växthuset och utföra pollinering, med problematiken att bisamhället ofta blir försvagat av att vistas i växthuset. Livslängden och styrkan hos bisamhällen kan förbättras genom att låta bina flyga ut en stund på morgonen (Nicodemo et al., 2018). Hypotesen att pollineringen inne i växthuset skulle bli lidande på grund av utomhusvistelsen stämde inte utan i studien sågs fullgod pollinering i både undersökningsgruppen och kontrollgruppen.

En studie gjord på 600 fält med olika grödor från alla kontinenter tyder på att frösättningen (hur stor andel av växtens blommor som utvecklas till mogna frön eller frukter) är hög för växter som har många besök av vilda pollinatörer (Garibaldi et al., 2014). En gröda får bättre frösättning ju fler besök varje växt har, men det finns en skillnad mellan vilda pollinatörer och honungsbin. Honungsbin ger bara hälften så bra frösättning som vilda pollinatörer och fungerar mer som ett komplement än ett substitut till pollinering från vilda pollinatörer.

DISKUSSION

Minskning

Min slutsats är att vilda pollinatörer minskar i områden där naturligt habitat försvinner av olika anledningar, men det är väldigt svårt att anta saker om den globala populationen av vilda pollinatörer eftersom de är runt 20 000 arter (Goulson, 2017) och svåra att räkna i antal. Honungsbin minskar och ökar parallellt med hur människans intresse för att hålla bin fluktuerar och på senare år har de ökat (Rhodes, 2018) men också råkat ut för större förluster på grund av ökande stressfaktorer.

I varje honungsbisamhälle kan det bo 10 000- 60 000 bin (Sveriges Biodlares Riksförbund) och det gör det svårt att räkna ut hur många individer av *Apis mellifera* det finns i världen även om det är möjligt att uppskatta hur många bisamhällen som finns. Man ska vara försiktig vid presentation och tolkning av siffror om global minskning av honungsbin eftersom det är påverkat av hur stort intresset är av att äga honungsbin. Det finns många faktorer som försvagar bisamhällen med honungsbin och när de faktorerna interagerar med varandra kan konsekvenserna bli att kolonin kollapsar och bin dör. Om förlusterna blir högre än normalt bör man försöka identifiera vad som förändrats och om någon speciell faktor ökat.

Statusen för vilda pollinatörer på global nivå går bara att gissa sig till med hjälp av lokala studier och förståelse av vad som påverkar populationen. Vid jämförande av data om humlor från 60-talet, 70-talet och omkring 2000-talet i Storbritannien kunde man visa en dramatiskt minskad spridning av arter från släktet *Bombus* (humlor) lokalt. Datan tyder på att 3 av Storbritanniens 25 humlearter har dött ut och att 8 arter har minskat arean de är utspridda på. De arter som har påverkats mest är långtungade humlor som är specialister och associeras med djupa perenner. Data från andra delar av Europa indikerar att 13 arter dött ut i minst ett land och att 4 arter är helt utdöda i Europa. I USA har många humlearter minskat och arter som tidigare var vanliga/rikliga är nu ovanliga (Goulson et al., 2008). Detta tyder på att vilda pollinatörer minskar lokalt när omgivningarna förändras och förutsättningarna försvåras.

Allt som förändrar den naturligt förekommande mångfalden av arter i både växtriket och djurriket påverkar väldigt många organismer som lever i det området. Vi kan inte tro att vi förstår allting eller kan se alla vrår av komplicerade ekosystem, dock kan förändringar observeras när lokala miljöer ändras och närliggande flora och fauna påverkas (Biesmeijer, 2006). Vissa påstår att det sker en massdöd av pollinatörer som kommer påverka pollinering av grödor så till den grad att vi kommer få en matkris (Goulson et al., 2017) men det känns ogenomtänkt. I en teoretisk framtid när människan lyckats utplåna all naturlig miljö med intensivt jordbruk eller skogsbruk så skulle vi få en bristande pollinering men det är inget vi har sett effekt av än, åtminstone inte på den globala nivån av matproduktionen (Klein et al., 2007). Att pollineringen har minskat i områden som är kraftigt förändrade eller ligger långt ifrån passande livsmiljö för pollinatörer är inte så konstigt, och i en artikel skriven 2018 av Christopher Rhodes ställer han sig frågan om minskningen av pollinatörer är en kommande katastrof. Efter att ha tagit upp många hot mot bin och effekterna man sett så här långt, sammanfattar han det hela och säger att det inte är en pollinationskris i nuläget men att det kan komma att bli ett problem i framtiden (Rhodes et al., 2018). För att kunna ge en bättre prognos så behövs fler studier på flera olika pollinatörer och mer långt gående data. Studier som gjorts på humlor ger en indikation om att läget för vilda pollinatörer blir svårare och svårare ju mer kultiverad mark och mänskliga bosättningar som ersätter blomrika gräsmarker, men det är troligt att det finns ungefär 22000 arter av bin i världen och det finns inte kunskap nog för att uttala sig om statusen för alla de arterna. Om det finns sätt att bruka marken och odla grödor samtidigt som man gör förutsättningar för att vilda pollinatörer kan bo kvar i området så skulle det vara det mest optimala.

Veterinära och bevarande åtgärder

Naturskyddsföreningen har nyligen startat en ”operation: rädda bina” för att rädda våra vilda biarter. Förslag på insatser som privatpersoner kan göra är att låta en del av gräsmattan bli äng, plantera bivänliga blommor, bygga ett bihotell, välja ekologisk mat och inte köpa kemiska bekämpningsmedel. Hemma i trädgården kan man plantera *Symphytum officinale* (vallört), *Echium vulgare* (blåeld), *Digitalis purpurea* (fingerborgsblomma), *Allium schoenoprasum* (gräslök), *Aquilegia vulgaris* (akleja) och *Lavandula* (lavendel). Jordbruksverket presenterar tips i broschyren ”Öka skörden- gynna honungsbin och vilda pollinerare” för hur företagare kan gynna vilda och tama pollinatörer. Tips som presenteras är: skapa blomkontinuitet (se till att det finns nektar- och pollenväxter från det att drottningen vaknar på våren och det att hon går i ide på sensommaren), planera växtföljden för att växter i behov av pollinering inte ska blomma samtidigt (och då konkurrera om pollinatörernas tjänster), plantera trädet sälg (*Salix caprea*) och fruktträd för de pollinatörer som vaknar tidigt på säsongen, lämna en remsa oputsad när du putsar fält med klöver (om du är klöverfröodlare), så blommande kantzoner, remsor eller åkerholmar på din jordbruksmark med bivänliga blommor som *Trifolium repens* (vitklöver), *Trifolium pratense* (rödklöver), *Phacelia tanacetifolia* (honungsört), *Medicago sativa* (lusern eller alfalfa) eller *Fagopyrum esculentum* (bovete). Vackra bevarande åtgärder som även kallas blomförbättringar. I en studie observerades att blomförbättringar planterade vid blåbärs och körsbärsodlingar inte ökade pollineringen av odlingarna eftersom båda grödorna blommar tidigt och många vilda pollinerare inte har hunnit komma igång än. Dock hittades en större artrikedom

av bin i blomförbättringarna än vad som hittades i kontrollfälten utan blomförbättringar (Wood et al., 2018). Det tyder på att populationen av vilda bin påverkas positivt om blomförbättringar odlas omkring odlingar, och om man undersöker vilken typ av pollen de aktuella pollinatörerna samlar in vet man vilka växter de uppskattar mest. I en artikel skriven av Sharon Levy diskuteras studier gjorda med introducerade växter och hur humlan *Bombus vosnesenskii* kan gynnas mer av växter som förser den med mer näringsrika födoämnen än dess vanliga favoritblommor. Det tyder på att bin är på jakt efter bra näringsämnen, till exempel proteinrikt pollen och inte nödvändigtvis är så specialiserade på enskilda växter som man tidigare trott (Levy, 2018).

Som biodlare är det viktigt att ha kontroll över om ett bisamhälle är infekterat av *Varroa destructor* och om så är fallet behöver en plan finnas över hur smittrycket ska hållas nere för att inte samhället ska bli försvagat och dö. På jordbruksverket hänvisas det till ett informationsblad med komprimerad information om vad man kan göra för att bekämpa varroakvalstret (Jordbruksverket, 2016). Sammanfattningsvis kan sägas att tidigt i säsongen, mellan april och juni, ska drönaryngel skäras bort. Det låter dramatiskt men innebär inte någon stor förlust för bisamhället, fram till midsommar producerar kolonin drönaryngel i en egen del av kupan och varroakvalster föredrar att föröka sig på drönaryngel. Tidigt på säsongen kan extra ramar sättas in för drönare och när de är täckta med vax vet man att det är färdigt att ta bort de cellerna. På det här sättet hålls mängden kvalster som föds nere och det potentiella smittrycket sjunker. I slutet av juni kontrolleras hur många kvalster som finns i samhället och om det är för många så kan man senare under säsongen behandla med myrsyra och oxalsyra för att se till att bina som ska övervintra har så få kvalster med sig som möjligt. Andra mekaniska metoder och organiska syror används också men de här är de vanligaste. Det finns även läkemedel som kan användas mot varroa, till exempel Apistan och Apiguard, men det har uppstått resistens mot vissa läkemedel vilket på sikt kan göra dem verkningslösa. Första resistensen mot Apistan uppvisades i Sverige 2010, och 2011 fanns både Apistan och Apiguard registrerade som receptfria läkemedel (Sveriges Biodlares Riksförbund). Det känns som en oroväckande utveckling om användningen av dessa läkemedel är helt okontrollerad när varroainfektioner är något nästan alla biodlare i Sverige räknar med att de har och därför behöver bekämpa efter bästa förmåga. Andra substanser som Amitraz (Apivar) och Tymol används som läkemedel och oro för resistensutveckling även mot dessa substanser är något som måste tas på allvar. Att använda läkemedel är mer effektivt än att använda organiska syror eller mekaniska metoder för att ta död på varroakvalstret, men dessa läkemedel är gifter (akaricider) som ska ta död på kvalster och har tyvärr har även försvagning av bin setts. Enligt en veterinärstudie från Slovenien 2018 påverkas yngelutvecklingen, reproduktionsförmågan, inlärningen, livslängden samt kolonistyrkan av läkemedlet och tyvärr kan den även ha synergisk effekt med andra stressorer och då orsaka ytterligare försvagning som kan leda till att kolonin inte klarar sig så länge (Tielka, 2018). I en studie där tre olika kemiska substanser som förekommer i olika varroabehandlingar undersöktes (phenothrin, amitraz, och clothianidin), kunde man se att deras negativa effekt på honungsbin och generellt måste man vara medveten om att dessa har en försvagande effekt på bin som man måste ta hänsyn till (Rinkevich et al., 2017).

Ett annat sätt att öka populationen av *Apis mellifera* är att öka intresset bland människor och berätta om möjligheterna med att bli biodlare. The African Conservation Council donerade 200 bikupor till The Olkiramatian Women's group 2013 (Lale'enok Resource Centre). Då startades

ett projekt för att se om det gick att hålla honungsbin där och om det skulle kunna vara en tillgång för människorna på landsbygden. På deras hemsida räknar de upp 10 bra anledningar till att hålla bin: pollinering, honung, bivax och andra produkter, det kräver minimala resurser, man behöver inte äga mark, nektar och pollen används inte av andra djurarter, resurser som behövs kan göras lokalt, främjar ekologisk medvetenhet, miljövänligt, alla kan vara en biodlare. Alla dessa argument tycker jag ger en bild av de positiva delarna med binäringen, och att möjligheterna med att bli biodlare borde belysas för fler människor.

Det behövs mer veterinära kunskaper inom den svenska binäringen för att hälsan hos *Apis mellifera* och kontroll av dess infektiösa agens ska vara så bra som möjligt. Hantering av resistensutveckling och läkemedel inom binäringen kan verkligen förbättras i många delar av världen och samarbete mellan länder skulle förbättra kunskapen. Alla artiklar vi läser om bin nu kanske inte är helt korrekta men i bevarande syfte tror jag att både honungsbin och vilda pollinatörer kan gynnas av ökat intresse. Om vi i Sverige dessutom börjar behandla dem som ett djur i behov av veterinär uppmärksamhet så tror jag att varroabekämpningen och hanteringen vid andra sjukdomar kan förbättras.

Vilda pollinatörer, *Apis mellifera* och pollinering

Det finns inte lika mycket kunskap om vilda pollinatörer som det finns om honungsbin, men vilda bin är viktigare pollinatörer än honungsbin för vilda växter och för många av våra egna grödor. Tas honungsbin bort från ett område men det området fortsätter ha aktiva vilda pollinatörer bibehålls en fullgod pollinering (Garibaldi et al., 2014) och i områden utan vilda pollinatörer kan inte tillsättande av honungsbin ge en fullgod pollinering (Garibaldi et al., 2011).

För att få bäst pollinering behövs olika typer av pollinatörer på grund av att de beter sig på olika sätt och därför kompenserar varandra när pollinering av många olika växter ska ske. Vid odling av grödor kan honungsbin vara viktiga tidigt på säsongen för att humlesamhällena inte har hunnit komma upp i antal än (Jordbruksverket, 2012). *Apis* är de enda pollinatörerna som är sociala där även arbetsbin övervintrar och därför kommer de igång med pollinering tidigare än de semisociala humlorna där drottningen ensam övervintrar och startar upp ett nytt humlesamhälle på våren.

Enligt en kinesisk studie är *Apis cerana* bättre på att pollinera päronodlingar än *Apis mellifera*, det asiatiska biet verkade vara ute tidigare på morgonen, samla mer pollen och konsekvent pollinera päronblommorna oberoende av mer lockande växter utifrån (Gameda et al., 2017). Resultaten tycks vara något osäkra, men det visar på att det finns en skillnad mellan olika pollinatörers beteenden.

Vilda bin verkar påverkas mer av vissa bekämpningsmedel än honungsbin (Rundlöf, 2015) och trots att det inte finns så mycket forskning om hur föroreningar påverkar pollinatörer kan man anta att vissa är känsliga och vissa inte påverkas alls av olika kemiska föreningar.

Handel med bin (*Apis* och *Bombus*) sprider patogener till artfränder och andra arter, vilket historiskt har haft en stor påverkan när *Varroa* kvalstret smittade *Apis mellifera* från *Apis cerana*. *Apis mellifera* klarar livsmiljöförlust bättre än vilda pollinatörer, men tillgång till naturlig miljö gynnar honungsbin och gör dem mer livskraftiga (Nicodemo et al., 2018). Detta tyder på att vi inte har fullständig kunskap om vad bin behöver för att frodas och må bra. Om specialisterna dör ut och tar med sig sina respektive växter så lämnas mer plats till generalisterna och det kan misstänkas ge en obalans i ekosystemet.

Vissa studier om pollinering av honungsbin kan ha blivit påverkade av att kontroll inte fanns om hur vilda pollinerare besökte grödan i undersökningsområdet respektive i kontrollområdet. I jordbruksverkets dokument ”Värdet av honungsbins pollinering av grödor i Sverige” tog författarna upp att det fanns studier som visade olika resultat om hur stor del av avkastningen honungsbin står för och det väcker funderingar kring om siffrorna som presenteras i det dokumentet stämmer. I jämförelse med uppskattningen av värdet av honungsbinas pollinering så bör vilda pollinatörers pollinering vara värd ännu mer än 260 – 466 miljoner eller stå för en stor andel av det värdet. Det går att få en ökad skörd av att tillsätta arbetande honungsbin i rätt tid till ett blommande fält, men jag tror att den största ökningen av skörd tack vare honungsbin ses i områden där man tidigare har blivit av med de vilda pollinerarna helt. Min teori är att den ökade skörden ses i stora fält med lång distans till närmaste naturligt habitat eller i växthus där man sen får en starkt ökad pollinering när bikupor placeras nära. Men studier tyder på att vilda pollinatörer är en viktigt och stor del av pollinerings servicen som världen behöver (Garibaldi et al., 2011; Garibaldi et al., 2014). Utmaningar i framtiden blir att locka tillbaka vilda pollinatörer till slättbygden med olika metoder och göra förutsättningarna för att de kan överleva tillräckligt bra.

Att det går att odla fram växter som kan självpollinera sig är en bra lösning på kort sikt men det finns en risk att detta inte kommer fungera för alla grödor. Äpplen som behöver korspollineras av pollinatörer växer på träd och har därför lång generationstid vilket gör det mycket svårare att växtförädla fram önskvärda egenskaper hos växter med liknande egenskaper (Hamblin et al., 2018). Vilda växter som behöver en specifik pollinatör försvinner från områden där pollinatören försvinner ifrån (Biesmeijer et al., 2006), vilket tyder på att det inte sker någon naturlig selektion för självpollinering på kort sikt bland vilda växter.

Anledningen till att vi inte sett en minskad skörd globalt sett på våra grödor kan vara att minskad pollinering ger minskad avkastning per hektar och att det kompenseras genom att odla upp mer mark. (Levy, 2018) Men det är ingen bra lösning på lång sikt om vi vill odla grödor effektivt för att föda hela jordens befolkning. Mitt intryck är att pollinering ger en positiv påverkan på många grödor som är helt eller delvis självsterila, inte bara i frukt/frösättningen utan i storlek och form på frukten och ger en fortsatt genetisk variation i växten och motståndskraft mot förändringar i miljön genom effektiv korspollinering.

SLUTSATS

Minskar bin och varför? Hur viktiga är bin för pollinering av våra grödor, är de väsentliga eller kompletterar pollinatörer bara en annan form av pollinering? Är alla pollinatörer lika viktiga eller ger de olika resultat? Skulle djurhälsan hos honungsbin förbättras om man involverade mer veterinära kunskaper i binäringen?

Mitt intryck är att populationen av tama honungsbin, *Apis mellifera*, inte har minskat globalt men faktorer som försvagar dem har ökat och påverkar hälsan och överlevnaden för bikolonier negativt. Faktorer som livsmiljöförlust, patogener och pesticider påverkar även den vilda bipopulationen, och här har man sett en minskning lokalt i både artrikedom och utbredning av arter. Ett fåtal växter är helt beroende av insektspollinering och många växter gynnas av att det finns många pollinatörer, men den största andelen av vår föda kommer inte försvinna om pollinatörer försvinner. De pollinatörer som är mest effektiva och som gynnar både vilda och odlade växter bäst är de vilda pollinatörerna, vilket betyder att man inte kan ersätta utebliven pollinering från vilda pollinatörer med honungsbin utan man måste arbeta för att behålla och främja de vilda pollinatörerna. För att främja hälsan hos honungsbin och göra bisamhällena mer livskraftiga måste man hålla koll på smittrycket och resistensutvecklingen hos de patogener som drabbar bin, man bör också vara medveten om hur olika läkemedel påverkar bina när man utsätter dem för det. På en nationell nivå skulle det vara positivt med mer kontroll på läkemedel och utbrott av sjukdommar, därför anser jag att man borde involvera veterinärer mer i Sveriges binäring.

LITTERATURFÖRTECKNING

Biesmeijer, J., Roberts, S., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A., Potts, S., Kleukers, R., Thomas, C., Settele, J. & Kunin, W. (2006) Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.

Blacquièrre, T., Smagghe, G., van Gestel, C. & Mommaerts, V. (2012) Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*. 21: 973–992.

FAO (2018) World Bee Day | 20 May. <http://www.fao.org/pollination/world-bee-day/en/> [2018-12-29]

Fries, I. (1998) Varroa bör bekämpas ekologiskt. *Fakta Trädgård Sammanfattar aktuell forskning vid SLU*. Nr 3

Fürst, M., McMahon, D., Osborne, J., Paxton, R. & Brown, M. (2014) Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. *Nature*. 506: 364–366.

Garibaldi, L., Steffan-Dewenter, I., Kremen C., Morales, J., Bommarco, R., Cunningham, S., Carvalheiro, L., Chacoff, N., Dudenhöffer, J., Greenleaf, S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M., Morandin, L., Potts, S., Ricketts, T., Szentgyörgyi, H., Viana, B., Westphal, C., Winfree, R. & Klein, A. (2011) Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*. 14: 1062-1072.

Garibaldi, L., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M., Bommarco, R., Cunningham, S., Kremen, C., Carvalheiro, L., Harder, L., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N., Dudenhöffer, J., Freitas, B., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S., Kennedy, C., Krewenka, K., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S., Rader, R., Ricketts, T., Rundlöf, M., Seymour, C., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharrntke, T., Vergara, C., Viana, B., Wanger, T., Westphal, C., Williams, N. & Klein, A. (2014) Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science*. 339: 1608-1611.

Gemeda, T., Shao, Y., Wu, W., Yang, H., Huang, J. & Wu, J. (2017) Native Honey Bees Outperform Adventive Honey Bees in Increasing *Pyrus bretschneideri* (Rosales: Rosaceae) Pollination. *Journal of Economic Entomology*, 110: 2290–2294.

Goulson, D., Lye, G. & Darvill, B. (2008) Decline and Conservation of Bumble Bees. *Annual Review of Entomology*. 53: 191-208.

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & Rotheray, E. (2015) Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 347

Goulson, D. & Nicholls, E. (2016) The canary in the coalmine; bee declines as an indicator of environmental health. *Science Progress*. 99: 312-326.

Hamblin (2015) Bee decline, pollination and food production. *World Agriculture*, #1503.

Hamblin, J., Barbetti, M., Stefanova, K., Blakeway, F., Clements, J., Cowling, W., Guoa, Y. & Nichols, P. (2018) Crop breeding to break nexus between bee decline/food production? *Global Food Security*, 19: 56-63.

Hughes, D. (2012) Pesticide toxicity and public chemophobia: how toxic are modern-day pesticides? *World Agriculture*. #1205

Jordbruksverket (2005) Amerikansk yngelröta – biologi, diagnos och bekämpning. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Jordbruksinformation/jo05_16.pdf [2019-03-27]

Jordbruksverket (2009) *Massdöd av bin -samhällsekonomiska konsekvenser och möjliga åtgärder/Kortversion*. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra09_24kort.pdf [2018-12-29]

Jordbruksverket (2012) *Värdet av honungsbins pollinering av grödor i Sverige*. <http://www.jordbruksverket.se/download/18.4c8614ac1602a4751f8a601d/1513071778128/V%C3%A4rdet%20av%20honungsbins%20pollinering%20av%20gr%C3%B6dor%20i%20Sverige.pdf> [2019-02-10]

Jordbruksverks föreskrifter om anmälningspliktiga djursjukdomar och smittämnen (2012). Jönköping (SJVFS 2012:24)

Jordbruksverket (2016-03-09) *Webbutik, Bekämpa varroa*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr383.html> [2019-03-27]

Jordbruksverket (2016-04-20) *Öka skörden - gynna honungsbin och vilda pollinerare*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo1614.html> [2019-02-10]

Jordbruksverket (2018-12-21) *Beskrivning av bisjukdomar*. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/olikaslagsdjur/binochhumlor/beskrivningavbisjukdomar.4.1a4c164c11dcdaebe12800064.html> [2019-03-27]

Klein, A-M., Vaissière, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C., & Tscharntke T. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 1608.

Lale'enok Resource Centre. *BEES FOR CONSERVATION. A Pilot Project with the Olkiramatian Women's Group*. <https://laleenok.wordpress.com/bees-for-conservation/ol> [2019-03-18]

Le Conte, Y., Ellis, M. & Ritter, W (2010) Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? *Apidologie*. 41: 353–363.

Levy, S. (2011) The pollinator crisis: What's best for bees. *Nature*. 479: 164-165

Naturskyddsföreningen (2019) *Rädda Bina*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/raddabina/> [2019-03-18]

Nicodemo, D., Malheiros, E., De Jong, D. & Couto, R. (2018) Improved Pollination Efficiency and Reduced Honey Bee Colony Decline in Greenhouses by Allowing Access to the Outside During Part of the Day. *Sociobiology*. 65: 714-721.

Potts, S., Biesmeijer, J., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *ScienceDirekt*. 25: 345-353

Rhodes, C. (2018) Pollinator decline - an ecological calamity in the making? *Science Progress*. 101: 121-160.

Rinkevich, F., Danka, D. & Healy, K. (2017) Influence of Varroa Mite (*Varroa destructor*) Management Practices on Insecticide Sensitivity in the Honey Bee (*Apis mellifera*). *Insects*. 8: 9.

Rundlöf, M., Andersson, G., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L., Jonsson, O., Klatt, B., Pedersen, T., Yourstone, J. & Smith H. (2015) Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521: 77-80.

Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 232: 8-27.

Schroeder, D. & Martin, S. (2012) Deformed wing virus. *Virulence*, 3: 589-591.

Silva, S., Almeida, N., de Siqueira, K., Souza, J. & Castro, C. (2018) Isolation from natural habitat reduces yield and quality of passion fruit. *Plant biology*, 21: 142-149.

Sveriges Biodlares Riksförbund. (?) *Varroa*. <https://www.biodlarna.se/bin-och-biodling/bihalsa/bisjukdomar-och-parasiter/varroa/> [2019-03-27]

Tihelka, E. (2018) Effects of synthetic and organic acaricides on honey bee health: a review. *Slovenian Veterinary Research*. 55: 119-140

Wood, T., Gibbs, J., Rothwell, N., Wilson, J., Gut, L., Brokaw, J. & Isaacs, R. (2018) Limited phenological and dietary overlap between bee communities in spring flowering crops and herbaceous enhancements. *Ecological Applications*, 28: 1924-1934.

Icke publicerat material:

Studiebesök och intervju med länsveterinär tillika biodlare Mari-Ann Andersson den 26 mars 2019.