



UPPSALA
UNIVERSITET

Orsakerna bakom Colony Collapse Disorder, det aktuella biförsvinnandet

Simon Selberg

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2016
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Orsakerna bakom Colony Collapse Disorder, det aktuella biförsvinnandet

Simon Selberg

Självständigt arbete i biologi 2016

Sammandrag

Colony Collapse Disorder, förkortat CCD, är ett fenomen som innebär att arbetarbina i en bikoloni av arten *Apis mellifera* (honungsbi) snabbt och oförklarligt försvinner och lämnar efter sig ett nästan tomt bo. CCD observerades först i USA år 2006 och har sedan dess utgjort en ohållbart stor del av biodlarnas koloniförluster. Det mest intressanta med CCD är att forskare än så länge inte lyckats hitta orsaken bakom fenomenet, trots intensiv forskning. Man har dock identifierat ett flertal möjliga orsaker. Den här uppsatsen redovisar de olika hypoteserna, beskriver dem och diskuterar deras trovärdighet. Bland de allra mest troliga hypoteserna står: bekämpningsmedel och pesticider, främst i form av neonicotinoider, parasiter och patogener i form av ett flertal ekto- och endoparasiter samt virussjukdomar, biodlingsmetoder i form av långdistans transporter och användandet av överdrivet många pesticider och miljöstörningar i form av habitatdegradering och näringsbrist. Av dessa pekar de flesta bevis mot att parasiter och patogener är den huvudsakliga orsaken, men det kan inte bevisas helt. Den vetenskapliga konsensusen säger att en kombination av flera faktorer ligger bakom CCD. Året är nu 2016 och ingenting tyder på att CCD håller på att försvinna naturligt. En lösning måste hittas, annars står USA, och möjligen även resten av världen, inför stora ekonomiska och ekologiska problem.

Inledning

Colony Collapse Disorder, eller CCD som det kommer att förkortas i den här uppsatsen, är fenomenet då arbetarbina i en koloni plötsligt lämnar boet. Kvar blir bara drottningen, maten, de juvenila bina, larverna och äggen. Detta betyder slutet för kolonin, för utan arbetarna samlas ingen mat och ingen pollination sker. En rad kriterier har satts upp för att en koloni ska kunna sägas ha drabbats av CCD; den snabba förlusten och tillslut avsaknaden av arbetarbin i kolonin, inga eller mycket få döda bin i närheten av bikupan, närvaron av juvenila och okläckta bin och närvaron av kolonins matlager. Vissa tecken, som att arbetarbina är få, mest består utav unga bin och att bina vägrar konsumera näringssupplement som biodlaren ger dem kan vara indikationer på att en kolonikollaps med CCD-symptom kommer att ske (vanEngelsdorp *et. al* 2006). Grannkolonier har också en tendens att plundra drabbade kolonier på mat och andra resurser efter att de tömts på arbetarbin på grund av CCD. Det centrala är emellertid att kolonin inte dör på grund av en sjukdom som dödar den, kolonin dör för att arbetarbina ger sig av och försvinner (vanEngelsdorp *et al.* 2009).

CCD observeras i arten *Apis mellifera*, allmännamn honungsbi eller tambu, då det är den art som används inom biodling. Honungsbiet är inte en endemisk art till Nordamerika men används där för att pollinera grödor. Det är en eusocial, insekt som bildar kolonier. Kolonin fungerar som en superorganism, en organism som består av flera organismer. Arbetsuppgifterna i superorganismen är specialiserade och individer kan inte överleva länge utan varandra. Kolonin innehåller en drottning som föder alla arbetarbin och nya drottningar. Arbetarna samarbetar med varandra och med drottningen för att säkra kolonins framtid. Arbetarnas främsta uppgift är att samla mat i form av pollen och nektar (Staveley *et al.* 2015).

CCD fick sitt namn i USA 2006 men det har varit känt under andra namn innan dess, till exempel höst-förminskningssjukdomen och försvinnandesjukdomen (Oldroyd 2007). Biodlare märkte av och började klaga på att koloniförlusten plötsligt var betydligt större än vanligt och fenomenet fick snabbt det mer vetenskapliga namnet Colony Collapse Disorder (vanEngelsdorp *et al.* 2006). Vanligtvis förlorar en biodlare 10-15 % av sina bikupor under ett år, men sedan år 2006 har den siffran ökat till runt 40 % hos många biodlare (Huang 2012). De ordinarie förlusterna beror på faktorer som olyckor, parasiter och ålder. De ökade förlusterna är konsistenta med symptomen bakom CCD (Oldroyd, 2007). Trenden har fortsatt varje år sedan 2006 i Nordamerika (Lee *et al.* 2015). CCD har än så länge bara märkts av i stor skala i USA, medan endast några få tveksamma fall har dokumenterats i Europa. Till exempel förlorade en schweizisk biodlare 10 utav sina 16 bikupor med symptom mycket lika CCD under 2009 (Dainat *et al.* 2012). Dock är det fortfarande osäkert om CCD existerar på andra platser än Nordamerika, och om det finns är det i en liten skala.

Det intressanta med CCD är att orsaken till fenomenet inte är känt. Många hypoteser har tagits fram och testats, vissa mer troliga än andra, men ingen vetenskaplig konsensus finns, förutom att många forskare tror att CCD beror på en kombination av flera orsaker (van Engelsdorp *et al.* 2009). Troliga hypoteser inkluderar parasiter och andra sjukdomar, den kontroversiella idén att bekämpningsmedel är orsaken, utdaterade och dåliga biodlingsmetoder samt habitatdegradering och miljörelaterad stress. Utöver dessa finns hypoteser som blivit motbevisade, till exempel att GMO-grödor skulle vara orsaken (Oldroyd 2007).

Konsekvenserna av en ohejdad CCD är potentiellt ekonomiskt katastrofala. Marknaden för bi-pollinerade grödor i USA uppskattas till cirka 15 miljarder amerikanska dollar per år, vilket förmodligen är en underskattning (Runckel *et al.* 2011). Biodlare skulle gå i konkurs och honungsproduktionen skulle avstanna. Ekologiskt är konsekvenserna obetydliga, då *A. mellifera* inte är endemisk till Nordamerika, kontinenten där CCD är en fara. Förvildade bin finns i Nordamerika men de fyller ingen nisch i ekosystemet som endemiska arter inte kan fylla. Skulle däremot CCD sprida sig till den gamla världen, där den är endemisk, skulle de ekologiska konsekvenserna vara avsevärda.

Den här uppsatsen kommer att ta upp frågan om vilka orsaker som finns bakom CCD och vilka som är mer trovärdiga än andra. Utöver det kommer konsekvenserna av CCD att diskuteras.

Hypoteser och teorier till orsaken bakom CCD

Forskarvärlden vet inte orsaken bakom CCD men många hypoteser har föreslagits och testats, och många studier pekar mot att vissa hypoteser är mer troliga än andra. Vissa hypoteser har redan kunnat bortfärdas. En intressant upptäckt är att CCD drabbade kolonier ofta är i närheten av andra CCD-drabbade kolonier. Det antyder att CCD är något som sprider sig rent fysiskt. Det är däremot accepterat inom akademien att ingen enskild orsak ligger bakom CCD, utan en kombination av flera faktorer. Det beror på att ingen enskild orsak lyckats visas ligga bakom CCD, och flera studier visar att kombinerade faktorer påverkan på bin ofta är större än faktorerna ensamma. Dock är akademien inte överens om vilka faktorer som bidrar mest och vilka som bidrar minst (vanEngelsdorp *et al.* 2009).

Bekämpningsmedel

Den mest kontroversiella idén bakom orsaken till CCD är att olika typer av bekämpningsmedel, eller pesticider, mot skadedjur skulle vara en orsak. Hypotesen är kontroversiell eftersom bekämpningsmedel är viktiga för dagens industriella jordbruk samt att marknaden för bekämpningsmedel är stor. Forskarnas åsikter är delade, vissa studier visar att bekämpningsmedel kan ha en effekt (Rundlöf *et al.* 2015), medan vissa menar det motsatta (Girolami *et al.* 2009). Rundlöf *et al.* (2015) gjorde en studie i Sverige där de utsatte vilda bin för neonikotinoider, en typ av bekämpningsmedel som presenteras senare, och såg negativa effekter på vilda bins densitet och kolonitillväxt. Studien kunde dock inte koppla bekämpningsmedel direkt till CCD. Girolami *et al.* (2009) menar att studier som testar bekämpningsmedels påverkan på bin sällan är grundade i verkligheten. De använder ofta för höga koncentrationer och utsätter bina för pesticiderna på sätt de aldrig skulle kunna utsättas för naturligt.

Fungicider

Fungicider, svampgifter, används ofta för att skydda blommor och blommande grödor. De är inte giftiga för bin, men med tanke på hur vanliga de är och att de sprids ut på blommande växter under samma tid på året som bin besöker dem, gör att det har bedrivits forskning på området. Fungicider har visat sig kunna ha en effekt på bin i kombination med andra gifter, bland annat bekämpningsmedel som används mot kvalster och bakterier. Bin får i sig fungicider genom att äta pollen som blivit besprutade och att få i sig en icke-dödlig dos av fungicid och andra bekämpningsmedel är inte helt orimligt. En sådan icke-dödlig dos skulle kunna hämma bins överlevnadsförmåga och livslängd (Johnson *et al.* 2013).

Neonikotinoider

Neonikotinoider, en typ av bekämpningsmedel som skyddar växter mot insekter, är en frekvent utpekad orsak. Kemikaliegruppen är kemiskt mycket lik nikotin, binder mycket starkt till insekters celler och är farligt redan i låga doser. Neonikotinoider inkluderar bland annat imidakloprid, klotianidin, acetamiprid, nitenpyram, nithiazin, thiakloprid och thiamethoxam. Imidakloprid är det mest använda industriella insektsbekämpningsmedlet i världen. Det används genom att täcka fröna i medlet vilket snabbt dödar insekter som kommer i kontakt med dem (Rundlöf *et al.* 2015). Neonikotinoider har visat sig ha negativa effekter på vilda honungsbin och andra biarter i Sverige och Europa, och under år 2013 införde Europeiska Unionen restriktioner på användandet av neonikotinoider. Restriktionen har fått kritik för att vara en reflexartad reaktion baserad på svaga bevis. (Rundlöf *et al.* 2015). Att neonikotinoider når fram till bin är det inte heller någon fråga om, cirka 70 % av alla bikupor vars arbetare har samlat mat från neonikotinoidbehandlade odlingsfält hade minst en neonikotinoid i sin honung (Lu *et al.* 2015).

Just imidakloprid har studerats i försök som syftade till att återskapa CCD genom att införa spår av imidakloprid i kornsirap med hög fruktoshalt, som ofta används som näringssupplement till bikupor av biodlare. Effekten blev att 94 % av de behandlade bikuporna dog och lämnades tomma, med mat och pollen kvarlämnade, symptom mycket lika dem hos CCD. Imidakloprid har utan tvekan en negativ effekt på bin (Lu *et al.* 2012).

Andra forskare är dock inte lika säkra, men nya sätt för bin att bli förgiftade av bekämpningsmedel har upptäckts. Kornplantor som grott från ett neonikotinoidbehandlat frö producerar dagg som kan innehålla dödliga mängder thiamethoxam, klotianidin och imidakloprid. Fältsförsök visade att bin som konsumerade dessa dagdroppar dog inom några minuter (Girolami *et al.* 2009). En sådan intensiv förgiftning stämmer inte överens med CCD,

då CCD påverkar hela kolonins superorganism. CCD-processen tar även längre tid än några minuter. En annan studie visar även att om nog lång tid passerat sedan neonikotinoidbehandlingen, ett halvår till ett år, sjunker neonikotinoidnivån i daggen till en koncentration som inte är farlig för bin, inte ens under kronisk exponering (Reetz *et al.* 2016).

Dock påverkar bekämpningsmedel bin även på andra sätt än att helt enkelt döda dem. Små doser neonikotinoid kan påverka bins beteende på ett negativt sätt, vilket indirekt kan döda en koloni och vara en orsak bakom CCD. Till exempel kan thiamethoxam påverka ett arbetarbis förmåga att hitta till och från kolonin. Efter att bin utsatts för en icke-dödlig dos av thiamethoxam och sedan spårats för att se om de återvände till kolonin eller ej, visade det sig att thiamethoxam kraftigt påverkade bins navigationssystem. Få av de behandlade bina återvände (Henry *et al.* 2012). Liknande resultat visades även när bin behandlades med en icke-dödlig dos imidakloprid blandat med sockervatten. Bin som behandlats återkom till kolonin i genomsnitt 300 sekunder senare än vanligt, de besökte samma matplatser gång på gång och vissa kom aldrig tillbaka alls (Yang *et al.* 2008). Icke-dödlig behandling med olika neonikotinoïder visar sig också påverka bins minne. Bin som blivit behandlade med neonikotinoïder verkade ha svårare att minnas och lära sig nya dofter. Det visade sig också att thiamethoxam gjorde att bina gav mindre respons på sackaros, en beståndsdel i många näringssupplement bin får av sina odlare (Aliouane *et al.* 2009). En annan studie visar också att bins prestationsförmåga eller insamlingseffektivitet hämmades med upp till 20 % när de utsattes för en icke-dödlig dos av imidakloprid (Cresswell 2011). Om dessa vanliga doser av bekämpningsmedel, som bin mycket väl kan utsättas för under sin födosökning har en sådan påverkan, skulle inte det i det långa loppet leda till att kolonin kollapsar? Kolonin kommer att samla in en mindre mängd mat, fler bin kommer att svälta och tillväxten av superorganismen hämmas därmed. Om man lägger till en faktor, till exempel en patogen, har man kanske de perfekta förutsättningarna för en kolonikollaps. Dock har ingen forskning kunnat direkt återskapa CCD endast genom användning av bekämpningsmedel, vilket gör det troligt att det är en kombination av olika faktorer som orsakar fenomenet.

Sjukdomar och parasiter

Honungsbiet är en organism utsatt för ett flertal sjukdomar och parasiter. Bakteriella sjukdomar, till exempel Europeisk yngelröta, protozogenuset *Nosema*, det vidspridda och vanliga kvalstret *Varroa destructor* och otaliga virussjukdomar, bara för att nämna några. Ännu har ingen patogen direkt kunnat pekats ut som orsak bakom CCD (Cornman *et al.* 2012).

Europeisk yngelröta, och den närbesläktade sjukdomen Amerikansk yngelröta, kan ganska snabbt avfärdas som orsak, eller ens delorsak, till CCD. Yngelröta orsakas av bakterien *Melissococcus plutonius*, som lever inuti bilarver. Den får larverna att vira ihop sig, bli bruna och torra. Få studier har gjorts på det då det verkar osannolikt att en sjukdom som har så lite med CCD:s symptom att göra skulle kunna orsaka det, och de studier som har gjorts visar inget signifikant samband (Cox-Foster *et al.* 2007).

Släktet Nosema

Mer intressant är protozogruppen *Nosema*, en frontkandidat som orsak eller delorsak bakom CCD. *Nosema apis* och *Nosema ceranae* är de vanligaste i honungsbiet. De lever inuti biet, gör det sjukt och sprider sig vidare i kolonin. Tillslut orsakar protozon en dysenteri-liknande sjukdom i kolonin. Ett försök där man undersökte proteiner från CCD-drabbade kolonier från den ursprungliga kollapsen från 2006 upp till 2010, visade att i samtliga fall fanns *Nosema ceranae* närvarande i de drabbade kuporna. *Nosema* kan ensamt orsaka kolonikollaps i en

koloni, men inte med symptomen konsistenta med CCD. Dock upptäcktes ett nytt virus, IIV, i studien. I alla kupor som drabbats av CCD fanns både *Nosema* och IIV, i de kupor som inte kollapsat fanns *Nosema*, men inte IIV. Det talar för att en infektion av både IIV och *Nosema* samtidigt skulle kunna utgöra en orsak bakom CCD (Bromenshenk *et al.* 2010). Detta generella fenomen stöds av flera studier, även om det inte handlar om just IIV och *Nosema*. CCD drabbade kolonier har generellt fler patogener i sig än icke-drabbade kolonier. Dock kan ingen specifik kombination av patogener pekats ut. Det skulle helt enkelt kunna betyda att *Nosema* sänker effektiviteten av kolonins immunförsvar (Cornman *et al.* 2012). *Nosema* har också visats att kombinerat med en neonicotinoid, imidaklopid, vara skadligt för bins hälsa. Större påverkan observerades när båda faktorerna var involverade, jämfört med *Nosema* och imidaklopid var för sig. Bin som var under behandling från båda faktorerna visade en mycket högre dödlighet än vanligt, men även ett annat intressant beteende. Exponerade bin konsumerade mycket mer sackaroslösning som forskarna gav dem än vad kontrollbina gjorde. De exponerade bina blev alltså hungrigare (Alaux *et al.* 2010a). En sådan energetisk stress, ökad hunger, har visats sänka bins överlevnadsförmåga genom att tvinga ut dem på matsamlingsturer. Dessa turer görs under en tung infektion, bina är alltså svaga, har svårare att hitta maten och att hitta tillbaka till kolonin (Mayack & Naug 2009).

Kvalsterparasiten

Varroa destructor är en annan patogen frekvent utpekad och studerad. *V. destructor* är ett kvalster som parasiterar specifikt på *A. mellifera*. Kvalstret fäster sig på biet och lever på dess hemolymfa, insekters analog till blod. I samband med det sprider den virussjukdomar till biet. Kombination av parasitism och virussjukdomar ger bina kortare livslängd, lägre vikt, kroppsdeformationer, näringsbrist och sämre överlevnadsförmåga. Om *V. destructor* infekterar nog många bin i en koloni orsakar den tillslut en kollaps. *V. destructor* har historiskt sett varit den vanligaste orsaken bakom döda kolonier (Francis *et al.* 2013). Som i de flesta fall med patogener så är symptomen på en infektion av *V. destructor* i sig inte konsistenta med symptomen av CCD, därför är den mesta forskningen inriktad på hur *V. destructor* interagerar med andra patogener eller faktorer. *V. destructor* själv är alltså inte orsaken bakom CCD.

V. destructor tros ha starka kopplingar till olika virussjukdomar, som kombinerat med varandra skulle kunna vara en orsak bakom CCD. Tre vanliga virus har *V. destructor* som sin primära vektor, nämligen: Israeliskt Akut Bi Paralys Virus (IAPV), Kashmir Bi Virus (KBV) och Vingdeformerande viruset (DWV) (Glinski *et al.* 2012). Just IAPV har studerats mycket. Infekterade bins vingar börjar darra för att sedan orsaka paralys i biet, och slutligen döden. IAPV har starkt korrelerats med CCD (Cox-Foster *et al.* 2007). IAPV har också visats genom gentekniska studier ha förmågan att replikera sig själv inuti *V. destructor*. Det innebär att *V. destructor* är en kompetent och effektiv vektor för IAPV. Man testade också *V. destructors* förmåga att överföra IAPV till en koloni. Det visade de sig vara fullt kapabla att göra. När densiteten av infekterad *V. destructor* ökade i en koloni, ökade även andelen sjuka bin. *V. destructor* visade sig också kunna överföra IAPV till varandra om två kvalster parasiterade på samma bi (Di Prisco *et al.* 2011). Andra studier har också visat att högre andel *V. destructor* i en koloni korrelerar med högre andel patogener bland bina (Francis *et al.* 2013). Mycket forskning görs också på hur IAPV fungerar och påverkar bin rent molekylärbiologiskt. Det ligger utanför gränserna för den här uppsatsen, men resultaten indikerar att IAPV och andra virussjukdomar kan spela en roll i CCD (Boncristiani *et al.* 2013). Dock finns studier som går åt det andra hållet. En forskargrups resultat kastar stora tvivel över all forskning som görs på IAPV. De visade nämligen att IAPV, och även *N. ceranae*, funnits i USA ända sedan 1995,

långt innan ”CCD-epidemin” började år 2006. Hur kan de vara orsaken ifall de funnits så pass länge innan CCD först observerades (Chen *et al.* 2008)?

Vingdeformerande viruset (DWV) är en annan virussjukdom som påverkar bin. Viruset får, som namnet antyder, bins vingar att bli deformerade och flygodugliga. Ett infekterat bi dör ofta inom 48 timmar från det att symptomen uppkommer, och blir ofta utslängd från kolonin utav de andra arbetarna. *V. destructor* är virusets huvudsakliga vektor, men en koloni kan bli smittad utan kvalstrets närvaro. Man har tittat på huruvida *V. destructor* endast är en vektor för DWV, eller om kvalstret utöver det påverkar bins immunförsvar negativt. Larver som exponerades för DWV oralt blev infekterade av en lågt virulent sort av DWV. De som exponerades av DWV genom *V. destructor* fick i de flesta fall en högt virulent, nästan klonliknande DWV variant. Detta tyder på att *V. destructor* spelar en roll i virussjukdomar utöver att endast sprida dem (Ryabov *et al.* 2014). *V. destructors* roll som vektor och förstärkare av virussjukdomar påvisades också då *V. destructor* först spreds till Hawaii. Innan 2007 fanns inte *V. destructor* på Hawaii, men DWV fanns där. DWV var innan *V. destructors* ankomst närvarande i 6-13 % av alla kolonier. På nästan två år, 2009, gick antalet infekterade kolonier upp till 75-100 %, alla med närvaron av *V. destructor* (Martin *et al.* 2012).

Patogener och pesticider

En länk finns även mellan patogener och bekämpningsmedel. Bin som blivit exponerade för neonikotinoiden klotianidin fick på den genetiska nivån en inhibering av immunsignaleringen, och en reducerad förmåga att producera immunförsvarsrelaterade proteiner. Det visade sig till och med att den kuvade immunsignaleringen gynnade replikationen av DWV. Allt verkade genom icke-dödliga doser vanliga i fält, som arbetarbin ofta blir utsatta för (Di Prisco *et al.* 2013). Man har också visat att exponering av neonikotinoiden imidakloprid i icke-dödliga mängder ger ökad *Nosema* tillväxt i nyfödda bin. Studien uppmätte mer *Nosema* sporer ju mer imidakloprid kolonin blivit exponerad för, troligen för att pesticiden gör kolonin mer mottaglig för *Nosema* infektion (Pettis *et al.* 2012). En studie visat att en kombination av en *V. destructor*-infektion och exponering av en icke-dödlig dos av imidakloprid reducerar bins flygförmåga. Arbetarbin som blivit utsatt för båda faktorerna flög kortare distanser från kolonin, och flög under kortare tid. Sådant beteende hämmar arbetarens förmåga att samla mat, och sker det i stor nog skala skulle det mycket väl i längden kunna leda till kolonikollaps (Blanken *et al.* 2015).

Den generella koncensusen när det gäller patogener på bin och CCD är utan tvekan att ingen enskild sjukdom är ansvarig för CCD, och att CCD i sig självt inte är en sjukdom. Dock är det troligt att patogener i kombination med varandra kan utgöra en faktor bakom fenomenet CCD (Kielmanowicz *et al.* 2015).

Biodlingsmetoder

Tankar finns kring att orsaken bakom CCD inte ligger i bekämpningsmedel eller patogener, utan helt enkelt hur biodlingsindustrin bedrivs i USA. Biodling har historiskt sett gjorts för att producera och skörda honung, och det görs än i dag runt om i världen. Men i USA används bin i ytterligare ett syfte, industriell pollination. *A. mellifera* är inte endemisk till Nordamerika, samtidigt som man odlar stora mängder grödor som inte heller är endemiska, till exempel citrusfrukter, raps och mandel. Biodlares bin används då som pollinatör för dessa grödor, då ingen naturlig pollinatör finns närvarande. Det leder till biodlingsmetoder som inte förekommer någon annan stans i världen, mest prominent är långdistansfraktningen av bikolonier (Runckel *et al.* 2011, Kielmanowicz *et al.* 2015).

Bekämpningsmedel i kolonin

Biodlare använder sig också av bekämpningsmedel, inte insekticider som neonicotinoider och sådana industriella bekämpningsmedel, utan småskalig användning av gifter mot till exempel *V. destructor* och olika bakteriesjukdomar (Johnson *et al.* 2013). Vanligast är coumaphos och tau-fluvalinat, båda är acaricider (kvalstergifter) och används för att motverka *V. destructor*. Detta verkar inte vara en dålig sak i sig, coumaphos nivåer är i överlag högre i kolonier som inte drabbats av CCD än hos dem som drabbats (vanEngelsdorp *et al.* 2009). Dock håller coumaphos och tau-fluvalinat på att förlora effektivitet då *V. destructor* har utvecklat resistens mot dem, alltså måste nya acaricider användas. När många acaricider används kommer kolonier att bli kontaminerade med flera stycken, och oföretsdda kombinationseffekter kan förekomma. En studie undersökte det fenomenet med fem olika acaricider, bland annat coumaphos och tau-fluvalinat. De kom fram till att 15 av 25 olika kombinationer ökade toxicitetsnivån i bin som blev exponerade, varav den mest toxiska var mellan tau-fluvalinat och prokloraz. Mycket toxiska nivåer kunde uppmätas i bivaxet i de exponerade kolonierna, acariciderna verkar ansamlas där. Vaxet finns i kolonin under mycket lång tid, och daglig exponering av höga nivåer av acaricidblandningar skulle kunna reducera bins överlevnadsförmåga. Här testades också endast fem olika acaricider, bin blir exponerade för en enorm mängd olika bekämpningsmedel, både i kolonin och ute i fält. Det är praktiskt svårt att testa alla kombinationer (Johnson *et al.* 2013).

Pollinationsindustrin

Just transport av bikolonier är en utpekad faktor som orsak till CCD. Det är en stor marknad för biodlare att frakta sina bin till olika industrijordbruk för att pollinera grödor, så kallad migratorisk biodling. Man tjänar mer pengar på det än genom honungsproduktion. Detta är speciellt vanligt när det gäller pollination av mandel. 80 % av världens mandel produceras i USA, och all mandel pollineras av bin. Att transportera bin långa distanser ofta med lastbil eller tåg utsätter kolonin för stress, och stress har fysiologiska effekter på alla levande organismer, till exempel reducerat immunförsvar och förkortad livslängd. Dock har knappt någon forskning bedrivits på det här ämnet, det enda beviset som finns är anekdotisk (vanEngelsdorp *et al.* 2009). Den lilla forskning som har bedrivits tyder på att migratorisk biodling inte är hälsosamt för bin. En studie visade att virussjukdomar, bland annat DWV, är signifikant vanligare bland kolonier som transporteras långa sträckor, än hos stationära kolonier (Welch *et al.* 2009). Det har också visats att bin som fötts under transport får hämmad proteinproduktion och sämre utvecklade matkörtlar, troligtvis på grund av stress. Det kan påverka den generationens förmåga att föda upp nästa generation arbetare (Ahn *et al.* 2012). Även om migratorisk biodling skulle vara en stor orsak bakom CCD skulle preventiva metoder vara svåra att utföra, då större delen av biodlarnas inkomst kommer från den biodlingsmetoden.

Honungshandelns roll

En studie har hittat en signifikans mellan den minskande mängden kolonier i västvärlden och, intressant nog, den globala honungshandeln. Genom att studera nationell statistik om honungshandel och biodling kom de fram till att när mängden honung i cirkulation i ekonomin ökar, minskar antalet kolonier. Det verkar bero på att när mängden honung ökar sjunker priset, vilket leder till att det blir mindre ekonomiskt för små biodlare att sälja sin honung. Små biodlare äger tillsammans en stor del av alla kolonier i USA, om de lägger ned sin verksamhet försvinner många kolonier (Moritz & Erler 2016). Det är i sig inte en anledning till CCD, CCD sker inte på grund av att biodlare villigt gör sig av med sina kolonier. Dock leder en mindre mängd kolonier till lägre genetisk mångfald. Lägre genetisk

mångfald har visats vara en faktor i bidrottnings överlevnadsförmåga. I en studie var drottningar från kolonier med låg genetisk mångfald 2,8 gånger troligare att vara döda i slutet av studien. Exakt hur det går till är okänt, men en långsiktigt sjunkande genetisk mångfald skulle kunna vara en faktor bakom CCD (Tarpay *et al.* 2013).

Miljöstörningar och svält

Den fjärde stora kategorin av hypoteser är olika former av miljöstörningar. Till exempel habitatdegradering, näringsbrist och svält (vanEngelsdorp *et al.* 2009). Det här är också en av hypoteserna som biodlarna själva ser och märker som en stor orsak bakom CCD. Jämfört med de andra hypoteserna bakom CCD har också en mycket liten mängd forskning bedrivits på det här området.

Habitatdegradering

En viktig studie på området habitatdegradering tittade på data över naturlig landyta som degraderats till bebyggelse och liknande över en period på 10+ år. Detta jämfördes med data över antalet kolonier i samma områden under samma tidsperiod. Honungsbiet behöver stora ytor med naturlig och varierande växtlighet för att frodas. När dessa ersätts med tungt industrialiserade jordbruk, homogena fält och bebyggelse blir honungsbiet utsatt för näringsbrist. Studien visade en stark korrelation mellan färre kolonier och mindre födoitor. Starkast korrelation hade betesmarker, när de ersätts eller försvinner, försvinner också flest honungsbikolonier. Större honungsproduktion per koloni var också korrelerat med större öppna, naturliga ytor. Det tyder på att habitatdegradering och näringsbrist hör ihop. Dock kan det inte bevisas leda direkt till CCD, men det skulle kunna vara en faktor bakom fenomenets orsak (Naug 2009).

Kostens roll

En obalanserad diet, till exempel att endast konsumera pollen från mandelträdet, kan leda till näringsbrist och på så sätt påverka koloniernas överlevnadsförmåga. Det är troligtvis bättre att konsumera pollen från flera olika växter för en mer varierad diet (Naug 2009). Detta stöds av andra studier, en diet av pollen från flera källor har visats stärka bins immunförsvar (Alaux *et al.* 2010b). Bin infekterade av *Nosema ceranae* som blev matade med en diet bestående av flera sorters pollen levde längre än bin som blev matade med en diet bestående av endast en sorts pollen. Dock observerades ett undantag, bin som blev matade med endast ett slags pollen som hade hög proteinhalt överlevde också längre. Detta antyder att det är mängden protein som spelar roll, men det är lättare att få mycket proteiner genom en diet bestående av en variation av pollen. Alla de infekterade bina levde kortare än vanligt, men det är kanske inte så förvånande att en diet av olika pollen inte påverkar en *N. ceranae* infektion (Di Pasquale *et al.* 2013).

Svält

De flesta kolonier som dör naturligt gör det under och efter vintern, ofta på grund av svält. Under vintern finns inga blommor och därmed ingen föda för kolonin. En koloni som svälter ihjäl har inte dött på grund av CCD, men en koloni som knappt överlever vintern kommer att ha bin med gravt reducerat immunförsvar och betydligt färre arbetarbin än vad som behövs för att försörja kolonin. En sådan svält skulle kunna göra kolonin mer känslig för patogener och pesticider, vilket skulle kunna orsaka CCD (Staveley *et al.* 2014).

Diskussion

Nu har de allra flesta hypoteserna och idéerna för orsaken bakom CCD gått igenom. Vissa mer troliga, vissa mindre troliga. Som sagt har ingen studie någonsin kommit fram till en definitiv orsak bakom CCD. Fenomenet är svårt att studera på grund av alla faktorer som man måste ta hänsyn till och slutsatser svåra att dra, trots den enorma forskningsinsats som gjorts genom åren, och den stora mediabevakningen som gjort allmänheten medveten om problemet (vanEngelsdorp *et al.* 2009). Det är dock accepterat att en kombination av faktorer ligger bakom CCD, men där gömmer sig ytterligare ett problem. När de troliga kombinationerna går upp i flera tusentals (olika kombinationer av parasiter, sjukdomar, bekämpningsmedel, skötselmetoder och miljöfaktorer) blir det praktiskt omöjligt att testa alla kombinationer. Det finns varken tillräckligt många forskare, och definitivt inte nog mycket pengar (Johnson *et al.* 2013).

En intressant studie gjordes för att försöka rangordna de olika orsakerna bakom CCD från troligast till minst trolig genom att ha ett slags seminarium. Konkensusen var inte absolut, den representerar bara en grupp forskares åsikter och även inom den fanns stridande åsikter. Men den ger en fingervisning om hur forskarna tänker (Staveley *et al.* 2014). De kom fram till denna ordning:

Som mest trolig orsak rankades *V. destructor*. Kvalstret har historiskt sett varit känd som den mest destruktiva patogenen för honungsbiet, och det har beräknats att om biodlare inte motverkar *V. destructor* med bekämpningsmedel skulle majoriteten av den globala populationen av honungsbi dö ut inom två till tre år. Dock är det osannolikt att *V. destructor* ensam skulle ligga bakom ett försvinnande, eftersom kvalstret dök upp i USA år 1987, och CCD fenomenet noterades först år 2006. I kombination med virussjukdomarna den är vektor för ökar dock sannolikheten betydligt (Staveley *et al.* 2014). Observationen att CCD-drabbade kolonier ofta är fysiskt nära varandra talar också för att patogener som sprider sig spelar en betydande roll i CCD-förloppet (vanEngelsdorp *et al.* 2009).

I mitten rankades näringsbrist, både genom dålig kvalitet på födan (exempelvis en monodiet) och svält. Honungsbin behöver en balanserad diet som innehåller många olika näringsämnen för att behålla hälsan, bland annat proteiner, kolhydrater, lipider och vitaminer. Om en koloni inte får in nog mycket utav något näringsämne sänker det överlevnadsförmågan hos de vuxna bina, och gör det svårare att nära larverna och därmed säkra kolonins framtid. En hel del forskning pekar mot flera symptom av näringsbrist som kan göra en koloni mer mottaglig för patogener, eller rent av leda till kollaps genom CCD (Staveley *et al.* 2014).

Minst trolig rankades neonikotinoider och dess roll som orsak bakom CCD. Neonikotinoider, och den vanligaste av dem, imidakloprid, började användas i USA år 1994 och har sedan dess fått en kraftigt ökad användning. Användningen var alltså i full fart långt innan CCD-epidemin började år 2006. Neonikotinoider används också mycket i Australien, där CCD aldrig har observerats. Många studier har gjorts på neonikotinoiders påverkan på bin, men de allra flesta av dem är laboratorieförsök. Doserna som använts har ofta kritiserats för att vara orealistiskt höga, bin kommer helt enkelt inte i kontakt med sådana doser i fält (Cresswell 2011). Det är mycket osannolikt att bekämpningsmedel, inklusive neonikotinoiderna själva, skulle vara orsaken bakom CCD. Men många studier har visat på att kombinationer mellan flera bekämpningsmedel, och kombinationer mellan bekämpningsmedel och patogener, skulle kunna vara en bidragande faktor. Man kan därför inte avfärda pesticider helt (Staveley *et al.* 2014).

Personligen tycker jag att mer forskning behövs på områdena biodlingsmetoder och miljöstörningar. Just pollinationshandeln som involverar förflyttning av bin tusentals kilometer är en företeelse som borde studeras mer. För mig känns det uppenbart att en förflyttning av bikolonier över långa sträckor borde orsaka stress i kolonin, en stress som kan bidra till CCD. Sådan transport förekommer även endast i Nordamerika, den enda platsen där CCD dokumenterats. De omfattande transporterna är inte det enda som skiljer i biodlingsmetoder när man jämför Nordamerika och Europa. I Nordamerika används även mer pesticider, både i jordbruket och i biodlingen. Jag kan tänka mig att en sådan geografisk koppling till CCD skulle kunna finnas, baserat på skillnaden i biodling. Även habitatförstörelse är en faktor som studerats för lite. Nordamerika är visserligen inte en naturlig miljö för *A. mellifera*, men jag tror knappast att bina mår bra av att endast konsumera pollen och nektar från raps och mandel. Bin behöver riktiga ängar med en mångfald av olika växtarter för att få sina näringskrav tillfredställda. Trädgårdar i stadsmiljö och näringssupplement är inte tillräckligt (Naug 2009). När jag funderar kring studien genomförd av Staveley *et al.* (2014) så tycker jag att de har skapat en bra bild över hur biforskare runt om världen tänker kring orsakerna bakom CCD, men jag tycker att motståndet mot bekämpningsmedlens roll är överdrivet stort. Jag upplever det som att forskarvärlden helt förkastat att bekämpningsmedlen skulle spela en roll. Jag tror inte heller att neonikotinoider ensamt orsakar CCD, men jag tror att de spelar en roll i försvagandet av kolonier som leder till fenomenet. Även om det är en liten roll kan man inte helt förkasta studier som pekar mot att neonikotinoider är farliga för bin. En roll spelar nog även bekämpningsmedel som sätts in direkt i kolonin, som acaricider, i alla fall när för många används samtidigt. Sammanfattningsvis tror jag att CCD helt enkelt beror på en kombination av patogener, pesticider och stress som gör kolonin svag. En svaghet som tillslut resulterar i kollaps med CCD-symptom.

I slutändan finns mycket kvar att göra på området CCD, och det måste gå snabbt framåt. Om de nationella koloniförlusterna i USA fortsätter i samma takt, 40 % per år, som det gjort varje år sedan 2006, står biodlingen och pollinationsindustrin i landet inför ett stort problem (Lee *et al.* 2015). Det är totalt sett när man kombinerar pollinationsindustrin, honungsproduktionen och matproduktionen en marknad på åtskilliga miljarder amerikanska dollar. För att inte nämna den stora mängd mat som USA producerar och exporterar till icke-självförsörjande länder. Om CCD skulle sprida sig till den gamla världen blir problemet värre, här finns vilda bin som pollinerar en stor mängd av växterna som utgör grunden för ekosystemet. Skulle 40 % av Europas kolonier börja försvinna varje år skulle en ekologisk kollaps ske, med ofattbara konsekvenser för människor och natur. Mer forskning behövs på ämnet CCD, för att hitta lösningar på problemet, innan konsekvenserna blir för stora.

Tack

Jag vill främst tacka Erik och Malin för den bra återkopplingen jag fått, och Irene Söderhäll för seminarierna och kommentarerna hon gett till återkopplarna. Jag vill även tacka Irene för hennes egna kommentarer och det bra kursupplägget. Tack även till Anton Björninen, Ida Brisvåg Perman och Marisol Avilés för deras inflikningar och kommentarer under seminarierna.

Referenser

Ahn K, Xie X, Riddle J, Pettis J, Huang Z. 2012. Effects of Long Distance Transportation on Honey Bee Physiology. *Psyche*, doi 10.1155/2012/193029.

- Alaux C, Brunet JL, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchan S, Cousin M, Brillard J, Baldy A, Belzunces LP, Le Conte Y. 2010a. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honey bees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology* **12**:774-784.
- Alaux C, Ducloz F, Crauser D, Le Conte Y. 2010b. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters* **6**:562-565.
- Aliouane Y, El Hassani AK, Armenquad C, Lambin M, Gauthier M. 2009. Subchronic exposure of honey bees to sublethal doses of pesticides: Effects on behavior. *Environmental toxicology and chemistry* **28**:113-122.
- Blanken LJ, van Langevelde F, van Dooremalen C. 2015. Interaction between *Varroa destructor* and imidacloprid reduces flight capacity of honeybees. *Proceedings Of The Royal Society B – Biological Sciences*, doi 10.1098/rspb.2015.1738.
- Boncrisiani FH, Evans JD, Chen Y, Pettis J, Murphy C, Lopez LD, Simone-Finstrom M, Strand M, Tarpy D, Rueppell O. 2013. In Vitro Infection of Pupae with Israeli Acute Paralysis Virus Suggests Disturbance of Transcriptional Homeostasis in Honey Bees (*Apis mellifera*). *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0073429.
- Bromenshenk JJ, Henderson CB, Wick CH, Stanford MF, Zulich AW, Jabbour RE, Deshpande SV, McCubbin PE, Seccomb RA, Welch PM, Williams T, Firth DR, Skowronski E, Lehmann MM, Bilimoria SL, Gress J, Wanner KW, Cramer RA. 2010. Iridovirus and Microsporidian Linked to Honey Bee Colony Decline. *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0013181.
- Chen Y, Evans JD, Smith IB, Pettis J. 2008. *Nosema ceranae* is a long-present and widespread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology* **97**:186-188.
- Cornman RS, Tarpy DR, Chen Y, Jeffreys L, Lopez D, Pettis J, vanEngelsdorp D, Evans JD. 2012. Pathogen Webs in Collapsing Honey Bee Colonies. *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0043562.
- Cox-Foster DL, Conlan S, Holmes EC, Palacios G, Evans JD, Moran NA, Quan PL, Briese T, Hornig M, Geiser DM, Martinson V, vanEngelsdorp D, Kalkstein AL, Drysdale A, Hui J, Zhai JH, Cui LW, Hutchison SK, Simons JF, Egholm M, Pettis J, Lipkin WI. 2007. A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder. *Science* **318**:283-287.
- Cresswell JE. 2011. A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees. *Ecotoxicology* **20**:149-157.
- Dainat B, vanEngelsdorp D, Neumann P. 2012. Colony collapse disorder in Europe. *Environmental Microbiology Reports* **4**:123-125.
- Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces LP, Decourtye A, Kretzschmar A, Suchail S, Brunet JL, Alaux C. 2013. Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0072016.
- Di Prisco G, Pennacchio F, Caprio E, Boncrisiani HF, Evans JD, Chen YP. 2011. *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of General Virology* **92**:151-155.
- Di Prisco G, Cavaliere V, Annoscia D, Varricchio P, Caprio E, Nazzi F, Gargiulo G, Pennacchio F. 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **110**:18466-18471.
- Francis RM, Nielsen SL, Kryger P. 2013. *Varroa*-Virus Interaction in Collapsing Honey Bee Colonies. *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0057540.
- Girolami V, Mazzon L, Squartini A, Mori N, Marzaro M, Di Bernardo A, Greatti M, Giorio C, Tapparo A. 2009. Translocation of Neonicotinoid Insecticides From Coated Seeds to

- Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. *Journal of Economic Entomology* **102**:1808-1815.
- Glinski Z, Marc M, Chelminski A. 2012. *Medycyna Weterynaryjna* **68**:585-588.
- Henry M, Beguin M, Requier F, Rollin O, Odoux JF, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S, Decourtye A. 2012. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science* **336**:348-350.
- Huang Z. 2012. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terrestrial Arthropod Reviews* **5**:175-189.
- Johnson RM, Dahlgren L, Siegfried BD, Ellis MD. 2013. Acaricide, Fungicide and Drug Interactions in Honey Bees (*Apis mellifera*). *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0054092.
- Kielmanowicz MG, Inberg A, Lerner IM, Golani Y, Brown N, Turner CL, Hayes GJR, Ballam JM. 2015. Prospective Large-Scale Field Study Generates Predictive Model Identifying Major Contributors to Colony Losses. *PLOS Pathogens*, doi 10.1371/journal.ppat.1004816.
- Lee KV, Steinhauer N, Rennich K, Wilson ME, Tarpy DR, Caron DM, Rose R, Delaplane KS, Baylis K, Lengerich EJ, Pettis J, Skinner JA, Wilkes JT, Sagili R, vanEngelsdorp D. 2015. A national survey of managed honey bee 2013-2014 annual colony losses in the USA. *Apidologie* **46**:292-305.
- Lu CS, Warchol KM, Callahan RA. 2012. In situ replication of honey bee colony collapse disorder. *Bulletin of Insectology* **65**:99-106.
- Lu CS, Chang CH, Chen M. 2015. Distributions of neonicotinoid insecticides in the Commonwealth of Massachusetts: a temporal and spatial variation analysis for pollen and honey samples. *Environmental Chemistry* **13**:4-11.
- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GE, Powell M, Nikaido S, Schroeder DC. 2012. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science* **336**:1304-1306.
- Mayack C, Naug D. 2009. Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *Journal of Invertebrate Pathology* **100**:185-188.
- Moritz RFA, Erler S. 2016. Lost colonies found in a data mine: Global honey trade but not pests or pesticides as a major cause of regional honeybee colony declines. *Agriculture Ecosystems & Environment* **216**:44-50.
- Naug D. 2009. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. *Biological Conservation* **142**:2369-2372.
- Oldroyd BP. 2007. What's Killing American Honey Bees? *PLOS Biology*, doi 10.1371/journal.pbio.0050168.
- Pettis J, vanEngelsdorp D, Johnson J, Dively G. 2012. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* **99**:153-158.
- Reetz JE, Schulz W, Seitz W, Spittler M, Zuehlke S, Armbruster W, Wallner K. 2016. Uptake of Neonicotinoid Insecticides by Water-Foraging Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) Through Guttation Fluid of Winter Oilseed Rape. *Journal of Economic Entomology* **109**:31-40.
- Runckel C, Flenniken ML, Engel JC, Ruby JG, Ganem D, Andino R, DeRisi JL. 2011. Temporal Analysis of the Honey Bee Microbiome Reveals Four Novel Viruses and Seasonal Prevalence of Known Viruses, *Nosema*, and *Crithidia*. *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0020656.
- Rundlöf M, Andersson GKS, Bommarco R, Fries I, Hederström V, Herbertsson L, Jonsson O, Klatt BK, Pedersen TR, Yourstone J, Smith HG. 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature* **521**:77-U162.

- Ryabov EV, Wood GR, Fannon JM, Moore JD, Bull JC, Chandler D, Mead A, Burroughs N, Evans DJ. 2014. A Virulent Strain of Deformed Wing Virus (DWV) of Honeybees (*Apis mellifera*) Prevails after Varroa destructor-Mediated, or In Vitro, Transmission. *PLOS Pathogens*, doi 10.1371/journal.ppat.1004230.
- Staveley JP, Law SA, Fairbrother A, Menzie CA. 2014. A Causal Analysis of Observed Declines in Managed Honey Bees (*Apis mellifera*). *Human and Ecological Risk Assessment* **20**:566-591.
- Tarpy DR, vanEngelsdorp D, Pettis J. 2013. Genetic diversity affects colony survivorship in commercial honey bee colonies. *Naturwissenschaften* **100**:723-728.
- vanEngelsdorp D, Cox-Foster D, Frazier M, Ostiguy N, Hayes J. 2006. "Fall-Dwindle Disease": Investigations into the causes of sudden and alarming colony losses experienced by beekeepers in the fall of 2006. Florida Department of Agriculture.
- vanEngelsdorp D, Evans JD, Saegerman C, Mullin C, Haubruge E, Nguyen BK, Frazier M, Frazier J, Cox-Foster D, Chen YP, Underwood R, Tarpy DR, Pettis JS. 2009. Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLOS One*, doi 10.1371/journal.pone.0006481.
- Welch A, Drummond F, Tewari S, Averill A, Burand JP. 2009. Presence and Prevalence of Viruses in Local and Migratory Honeybees (*Apis mellifera*) in Massachusetts. *Applied and Environmental Microbiology* **75**:7865-7865.
- Yang EC, Chuang YC, Chen YL, Chang LH. 2008. Abnormal Foraging Behavior Induced by Sublethal Dosage of Imidacloprid in the Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* **101**:1743-1748.

Orsakerna bakom Colony Collapse Disorder, det aktuella biförsvinnandet: etisk bilaga

Simon Selberg

Självständigt arbete i biologi 2016

Etiska frågeställningar

Det finns få etiska problem kring Colony Collapse Disorder, i alla fall få man ser direkt. CCD är ett problem som innebär stora konsekvenser för oss människor, men även för naturen. Det är nästan ett etiskt krav på forskningen att hitta en lösning på problemet.

Ett etiskt problem, fast det är nästan filosofiskt, är ifall CCD skulle bero i stor utsträckning på en annan organism, till exempel *Varroa destructor*. Om en sådan parasit är orsaken, är det då rätt att utrota den för att skydda honungsbiet? Vad gör honungsbiet mer värt än dess parasit, rent objektivt? Båda består av DNA, båda är levande organismer som drivs av liknande instinkter. Skillnaden är att den ena är större än den andra. Man skulle kunna argumentera för att honungsbiet fyller en bredare och viktigare ekologisk nisch än vad *V. destructor* gör, och det är därmed viktigare att honungsbiet överlever. Honungsbiet är viktigt för överlevnaden hos ett flertal andra växtarter, som flera andra insektsarter är beroende av, som flera fågelarter är beroende av och så vidare. *V. destructor* parasiterar endast på honungsbiet, och fyller ingen egentlig ekologisk nisch alls, förutom att möjligen att hålla nere populationen av honungsbiet.

En annan fråga är ifall CCD i stor utsträckning beror på biodlingsmetoder. Om långdistanstransportering av bin är en delorsak till CCD, bör man ju förbjuda det. Men om man gör det skulle många biodlare bli av med sin inkomst, pollination genom bitransport är en stor källa för inkomst för många av dem. Staten skulle kunna gå in med kompensation för den förlorade intäkten. Med tanke på hur mycket subventionering oljebolag får är nog lite pengar till honungsproduktionen en bagatell. Det är ett etiskt problem ur ett rent samhällsperspektiv, honungsbiet som art är inte beroende av biodling för sin överlevnad

Forskningsetik

När man forskar för att reda ut orsaken bakom CCD är det vanligt att testa olika faktorer på bikolonier. Ofta involverar det att infektera dem med patogener eller utsätta dem för farliga doser gift. En hel del bin har dött för vetenskapen i kampen mot CCD. Så som jag förstått det behöver man inget etiskt tillstånd för att bedriva djurförsök på insekter, men man kanske skulle införa en sådan sak. Personligen är jag rätt förtjust i insekter och tycker inte att de är mindre värda än andra djur bara för att de är mindre. Viss forskning pekar också mot att insekter inte är de helt känslolösa okännande varelser som man alltid trott.

Rent personligt tycker jag att min forskningsetik har varit acceptabel. Jag har använt tillförlitliga källor som ofta har flera citeringar. Många av källorna involverar ofta samma människor, bland annat Dennis vanEngelsdorp och Diana Cox-Foster som är frontfigurer inom forskningen på CCD, men även många fler återkommande forskare. De är så pass många

som återkommer att jag anser att det är en omöjlighet att de allihop skulle ha en intressekonflikt, försöka fabricera resultat tillsammans eller liknande. Jag har redovisat artiklar som kommit fram till olika slutsatser, vilket stämmer överens med osäkerheten på orsaken bakom CCD. Jag anser att mina egna åsikter i texten är tydliga då de inte har någon källhänvisning, samt ofta avslutas med en fråga.