



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Undersökning av den svenska bipopulationen
avseende förekomst av trakékvalster,
Acarapis woodi

Emmy Sundström

Uppsala

2012

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697
Examensarbete 2012:13

Undersökning av den svenska bipopulationen
avseende förekomst av trakékvalster,
Acarapis woodi

Emmy Sundström

Handledare: Johan Höglund, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Biträdande handledare: Ingemar Fries, Institutionen för ekologi

Biträdande handledare: Eva Forsgren, Institutionen för ekologi

Examinator: Jonas Tallkvist, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2012

Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Kurskod: EX0234, 30hp

Nyckelord: honungsbin, Apis mellifera, trakékvalster, Acarapis woodi

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>

ISSN 1652-8697

Examensarbete 2012:13

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Abstract	1
Inledning	2
Litteraturöversikt	4
Biets andningsorgan	4
Trakékvalstrets historik	5
Kvalstrets egenskaper	6
Patologi.....	7
Epidemiologi	9
Sjukdomskontroll	10
Material och metod	12
Metod.....	12
Undersökt material.....	13
DNA-extraktion	14
PCR-analys	14
Resultat	15
Diskussion	15
Tack	17
Litteraturförteckning	17

SAMMANFATTNING

Trakékvalstret, *Acarapis woodi*, är en parasit som angriper honungsbiet, *Apis mellifera*. Kvalstret har hittills inte påträffats hos bin i Sverige, men är spritt i stora delar av världen och är bland annat vanligt förekommande på europeiska kontinenten. Reglerna kring införsel av bin har nyligen ändrats, det tidigare kravet på särskilt tillstånd för införsel har tagits bort. Detta innebär att inga krav finns beträffande trakékvalstret vid införsel, utan den kontroll som sker är numera frivillig. Med detta som bakgrund är det av intresse att göra en landsomfattande undersökning för att utreda om trakékvalstret förekommer i den svenska bipopulationen, då det påverkar vilka åtgärder som är lämpliga att vidta för att hindra etablering av kvalstret.

Det finns inga exakta svar på hur allvarlig trakékvalstrets skadeverkan är, men det är klarlagt att ett kraftigt angrepp har negativa effekter. Exempelvis minskar livslängden hos angripna bin och förmågan till syrsättning försämras, vilket ger sämre förutsättningar för bisamhället att klara vintern i ett kallt klimat. I områden där kvalstret varit etablerat under lång tid verkar en anpassning ha skett så inga större förluster av bin ses. Däremot har kraftigt ökad vinterdödlighet observerats i samband med etablering i tidigare oexponerade populationer.

I denna undersökning har 268 prover samlats in från bisamhällen proportionellt spridda över hela landet. Proverna har analyserats med realtids-PCR för att påvisa eventuell förekomst av trakékvalster.

Samtliga prover i undersökningen var negativa avseende förekomst av trakékvalster. Sverige kan således ännu anses vara fritt från förekomst av trakékvalstret.

ABSTRACT

The tracheal mite, *Acarapis woodi*, is a parasite that affects the honey bee, *Apis mellifera*. So far this mite has not been found in the Swedish bee population, but it is widely spread across the world and is common in continental Europe. The Swedish regulations concerning importation of bees have recently been modified, so importation of bees no longer requires a special permit. This means there are no regulations regarding the tracheal mite on import, any control done is now voluntary. Based on these changes a nationwide survey for the occurrence of the tracheal mite is of interest, since the result will affect what actions are adequate to prevent the mite from establishing in the Swedish bee population.

The seriousness of the effects of an infestation with the tracheal mite has been debated, but it is clear that a high infestation rate has detrimental effects. For instance is the life-span of infested bees reduced and the capacity to oxygenate is decreased, which impairs the ability of the colony to survive the winter in a cold climate. In areas where infestation has been endemic for a long time the colonies seem to adapt so no large losses of bees is seen. A great increase in winter

mortality has however been observed when the mite has been introduced to an unexposed population.

For this survey 268 samples have been collected from bee colonies proportionally spread throughout Sweden. These samples have been analyzed for the occurrence of tracheal mites using real time-PCR.

All samples were negative regarding the occurrence of tracheal mites. Thus, the Swedish bee population can still be considered to be free from occurrence of tracheal mites.

INLEDNING

Honungsbiet, *Apis mellifera*, har stor ekologisk och ekonomisk betydelse. Utöver den honung och andra produkter som kan utvinnas från bisamhället utgör de i egenskap av pollinatörer en oumbärlig resurs för såväl lantbruk som enskilda hushåll och vild flora och fauna. Exempelvis krävs insektspollination för att vitklöver ska sätta frö, öka fröutbytet hos raps, samt är nödvändigt för fruktsättning för många korspollinerade växter. Binas särställning som pollinerare kommer av att de genom sin samhällsbyggnad finns i stort antal även tidigt under säsongen, de är beroende av nektar och pollen och de har ett blomtroget beteende; när de börjat samla från en blomsort håller de sig till denna så länge det finns näring att hämta. Det ekonomiska värdet av binas pollinering i Sverige beräknades i en rapport från Jordbruksverket till 189-325 miljoner kr. Då ingick endast kommersiella odlingar och uppgifterna bygger på priset till producenten för råvaran. Värdet för producerad honung beräknades till 117-135 miljoner kr (Jordbruksverket, 2009). Under svenska förhållanden är värdet av pollination relativt lågt jämfört med andra europeiska länder. Där den odlade arealen är mer omfattande har värdet av pollineringen beräknats vara 30-50 gånger högre än värdet av den producerade honungen.

Globalt har antalet bisamhällen ökat med 45 % under de senaste 50 åren, samtidigt som produktionen av grödor som är beroende av insekter för pollination har fyrdubblats. Samtidigt utgör förluster av bisamhällen ett stort problem i framförallt de norra delarna av världen. I Nordamerika, Europa och vissa delar av Asien ökar bidödligheten (United Nations Environment Programme, 2010). En stor del av förlusterna har tillskrivits ett fenomen kallat Colony Collapse Disorder, där etiologin bakom sjukdomstecknen ännu inte är säkerställd men smittsamma ämnen verkar finnas med som en bakomliggande orsak. Det finns ett flertal faktorer som kan leda till bidöd förutom smittsamma bisjukdomar, såsom förändringar i jordbruket och användning av pesticider. Även brister i skötseln av bina, däribland bristfällig bekämpning av skadegörare, är av betydelse. Varroakvalstret och de virus det sprider orsakar stora problem. Att hålla angreppen på en låg nivå kräver arbetsinsatser. En ökning av såväl arbetsinsatser som biförluster förväntas leda till att fler biodlare väljer att lägga ner sin verksamhet. Förluster av bisamhällen i sig kan dessutom medföra en ökad rörlighet av bin internationellt för att kompensera för förlorade samhällen och

avelsmaterial, vilket i sin tur leder till ökad risk för spridning av patogener och parasiter. I Sverige har förhöjd vinterdödlighet konstaterats sedan början av 2000-talet (Jordbruksverket, 2009). I detta läge kan det få stora konsekvenser om ytterligare sjukdomsalstrare skulle föras in i landet. En av de parasiter som ännu inte påvisats i Sverige är trakékvalstret, *Acarapis woodi*.

Trakékvalstret påvisades i England i början av 1900-talet (Rennie et al., 1921). Det förekommer numera i stora delar av världen. I större delen av Europa har kvalstret varit etablerat sedan länge och där ses ingen större påverkan, kvalsterpopulationen hålls på en låg nivå. Däremot har kraftiga angrepp setts i samband med nyetablering i Nordamerika (Otis, 1990). Kvalstret har hitintills inte påvisats i Sverige, angrepp är anmälningspliktiga enligt Bisjukdomsförordningen (1974:212) och får bekämpas i enlighet med Bisjukdomslagen (1974:211). Inför Sveriges inträde i EU 1993 genomfördes en landsomfattande undersökning där parasiten inte kunde påvisas. Vid SLU undersöks även prover i mindre omfattning, exempelvis då förluster av bisamhällen sker utan tydlig orsak, även dessa har varit negativa. Sverige kan således anses vara fritt från trakékvalster.

Såväl import från tredje land som införsel från EU-länder av levande bin till Sverige har länge undvikits, genom att det krävts tillstånd. Tillstånd har inte givits under senare år, med hänsyn tagen till att vi ansetts fria från trakékvalstret, att vissa virustyper aldrig påträffats, och att varroakvalstret inte förekommer i hela landet. Dessutom har läkemedelsresistenta varroakvalster inte påträffats i Sverige förrän helt nyligen.

Författningen som reglerar införsel av bin har nu ändrats. I SJVFS 2005:44, § 18, krävdes införseltillstånd för bin, humlor eller deras ägg. I samma paragraf i SJVFS 2008:46 är detta krav borttaget. Kvar finns kraven på att bin ”ska härröra från ett område som inte lyder under restriktioner avseende amerikansk yngelröta, lilla kupskalbaggen (*Aethina tumida*) eller tropilaelapskvalster (*Tropilaelaps spp.*).” I formuleringen har det tillkommit att varje sändning ska åtföljas av ett hälsointyg där det framgår att kraven för införsel uppfylls. Vid direktinförsel från tredje land finns krav på att de nämnda sjukdomarna/skadegörarna är anmälningspliktiga i området och att området inte lyder under restriktioner avseende dessa. Endast drottningar med följebin får importeras och material och följebin ska undersökas efter ankomst (Kommissionens förordning 206/2010). Ändringen av bestämmelserna för införsel genomfördes av Jordbruksverket utan att vidta åtgärder för att förhindra att trakékvalster förs in i Sverige. I dagsläget sker en frivillig kontroll för trakékvalster vid SLU vid införsel av bin. Det saknas ännu en handlingsplan för vad som ska ske ifall trakékvalster påträffas i Sverige.

Att studera sjukdomar hos bin är på många sätt annorlunda jämfört med hos däggdjur. Hänsyn måste tas till de speciella omständigheter som uppstår på grund av binas sociala struktur. Det enskilda biet kan inte fungera på egen hand utanför sitt sammanhang men samtliga bin utgör en funktionell del av samhället som kan betraktas som en superorganism. I fallet med trakékvalster är det individuella bin som angrips samtidigt som samhället är det som utgör en enhet. För att förstå hur sjukdomar och parasiter fungerar med biet som värdjur måste man därför

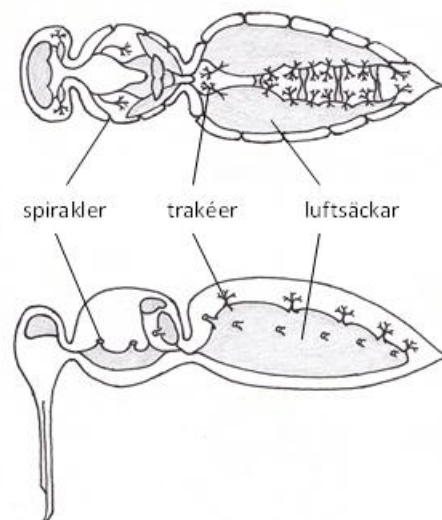
betrakta såväl de olika samhällenas relation sinsemellan som mekanismerna inom samhället och egenskaper hos det enskilda biet.

Trakékvalstret angriper binas andningsvägar, trakésystemet. Syreförsörjningen hos bin skiljer sig mycket från den hos däggdjur. Bina har inget slutet blodsystem, hemolymfan finns tillgänglig direkt innanför biets hud, kutikulan. Det finns inga transporterande molekyler för syre, utan ett direkt gasutbyte sker genom trakéerna direkt till hemolymfan och därefter ut i vävnaderna. Det direkta gasutbytet har en begränsad effektivitet och avsaknaden av ett slutet blodsystem resulterar i risk för systemiska infektioner så fort den yttre barriären, kutikulan, trängs igenom.

LITTERATURÖVERSIKT

Biets andningsorgan

Andningsorganen hos bin utgörs av ett nätverk där utbytet mellan syre och koldioxid sker direkt till vävnaden via hemolymfan genom diffusion. Öppningarna utåt utgörs av andningshål, spirakler. Biet har tre par spirakler på mellankroppen och sju på bakkroppen. Det främre paret är de största, de är delvis täckta av ett kitinutskott, har en stängningsmuskel och är omgivna av styva hår. Men trots dessa skyddsmekanismer är det genom dessa andningshål trakékvalstret tar sig in i luftvägssystemet. Från spiraklerna går trakéer in i kroppen, de har förtjockningar i spiralform som håller dem utspända. Trakéerna förgrenas till ett omfattande nätverk, där trakeoler utgör de minsta grenarna. Inuti biet förbinds trakéerna med två långsgående rör av kitin som vidgas till luftsäckar. I figur 1



Figur 1: Trakésystemet, dorsal och lateral vy.

visas en skiss av trakésystemet. Vid inandning dras bakkroppen samman samtidigt som spiraklerna stängs, så ett övertryck skapas som trycker ut luften i hela trakésystemet. Sedan öppnas mellankroppens spirakler, så utandningen sker genom dessa. Bakkroppen vidgas igen och alla spirakler öppnas för inandning (Hansson, 1980, sid. 54-55).

Syreförbrukningen ökar vid högre temperatur eftersom

metabolismen ökar. Flygning är den aktivitet som kräver mest energi och flygmuskulaturen är därför välförsedd med trakéer (Holm, 2000, sid. 35).

Trakéqualstrets historik

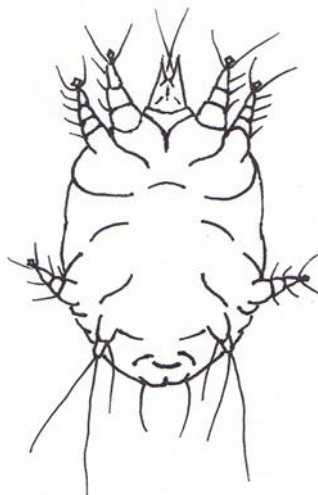
1904 uppmärksammades stora förluster av bin på Isle of Wight samt i södra delarna av England. Så långt tillbaka som mitten av 1700-talet fanns periodiska förluster av bin registrerade, men inte lika utspridda vare sig geografiskt eller i tid som detta utbrott som blev känt som "Isle of Wight disease". Sjukdomen gick inte att påvisa förrän i ett sent skede då bina uppvisade symptom som nedsatt flygförmåga, felaktig vingstruktur, oförmåga att återvända då de lämnat kupan samt förstoppning. Dessa symptom var ospecifika och några kunde även ses vid andra sjukdomstillstånd. Det som särskilde sjukdomen var att samhället påverkades kontinuerligt, då även efterkommande generationer drabbades, och att ett stort antal bin dog. 1921 var sjukdomen etablerad permanent på de brittiska öarna, men hade inte observerats utanför (Rennie et al., 1921).

Rennie et al. redogjorde 1921 för ett kvalster i binas luftvägar som orsak till sjukdomen. Det tillskrevs släktet *Tarsonemus*, vilket snart därefter ändrades till *Acarapis* (Hirst, 1921). Trakéqualstret förekom hos samtliga drabbade samhällen som Rennie et al. (1921) undersökte. Kvalster påvisades även hos många samhällen som ansågs friska, varav merparten senare utvecklade symptom på sjukdomen. Det kunde dock inte fastslås att angrepp oundvikligen ledde till samhällets undergång. Huruvida trakéqualstret orsakade de stora förlusterna blev senare omdebatterat. Bailey (1985) menade att kvalstret inte orsakar några direkta sjukdomstecken förutom en något förkortad livslängd och därför rimligen inte kunde ligga bakom sjukdomsutbrottet i Storbritannien. Bailey (1985) bedömer det troligare att problemen orsakats av en fristående patogen, exempelvis paralytisk virus som inte var känt vid den tiden, och att sjukdomsutbrottet resulterat i en ökad mängd kvalster som en sekundär effekt.

Förekomsten av trakéqualster spreds sedan till stora delar av Europa, Asien och Nordafrika. Kvalstret hittades även i Sydamerika och 1984 påvisades trakéqualster för första gången i USA (Delfinado-Baker, 1984). Några år senare, säsongen 1988-89, sågs plötsliga kraftiga vinterförluster i stora delar av USA. Många av dessa fall kunde associeras med kraftiga kvalsterangrepp, men rutinkontrollen för trakéqualster var för låg för att ett samband skulle kunna säkerställas. I västra Europa där kvalstret förekommit länge ansågs problemen ha minskat med tiden. Efter 50-talet har kvalstren inte upplevts som ett bekymmer i endemiska områden, populationen har hållits på en låg nivå (Otis, 1990). I Finland påvisades trakéqualster först 1991, men var då redan etablerat i landet och orsakade förluster av samhällen. Kvalstret misstänks kommit in med drottningar importerade från Storbritannien och Italien, då sådan import skedde regelbundet under 1970-talet (Korpela, 1998). I Norge påvisades trakéqualstret 2002. Där har spridningen dock kunnat begränsas med restriktioner kring förflyttningar av bin (Hedberg, 2010).

Kvalstrets egenskaper

Acarapis woodi är ett litet kvalster som inte är synligt för blotta ögat. Honan är endast 143-174 µm lång, 77-81 µm bred, hanen 125-136 µm lång, 60-77 µm bred. Det finns två närbesläktade arter, *Acarapis externus* respektive *Acarapis dorsalis*. Honorna av de olika arterna kan morfologiskt skiljas från varandra, medan hanarna och larverna är väldigt lika. Arterna skiljer sig också i biologiska egenskaper. *Acarapis woodi* lever endast internt i biets luftvägssystem, de andra två arterna lever externt på biet. Vanligtvis återfinns *Acarapis dorsalis* i fåran dorsalt på mellankroppen medan *Acarapis externus* befinner sig ventralt på huvudets baksida. De kan dock befinna sig på andra områden av biet, särskilt vid migration (Delfinado-Baker & Baker, 1982).



Figur 2: Trakékvalster, hona.

Acarapis woodi deponerar ägg i biets trakéer, som kläcks efter fem dagar. Larv- och nymfstadiet går inte att skilja åt då nymfen döljs av larvens kutikula, så dessa räknas ihop och pågår fyra dagar för hanen och fem för honan. Därefter bryter sig adulten ut ur kutikulan. Då honan bryter sig ut har man observerat att en hane vaktar bredvid, så att parning kan ske direkt då processen är avslutad. Det tar sedan tre dygn innan honan inleder ägglägningsperioden, under det första av dessa tre dygn sker migrationen till en ny värd (Pettis & Wilson, 1996). Kvalstret rör sig ut från trakén, vandrar över mellankroppens behåring, till stor del utan kontakt med kroppsytan. Hon söker sig sedan mot en ny värd genom att krypa långt ut på ett hår och sträcka sig fram för att gripa tag i ett passerande bi. Kroppsytan på den nya värden utforskas, kvalstret är tvunget att vistas på värden för att avgöra om den är lämplig och i så fall söka sin nya lokalitet i en traké (Sammataro & Needham, 1996). Därefter äter honan och påbörjar äggläggningen, under första dagen efter migration ses inga ägg i trakéerna. Efter ett par dagar rör honan sig djupare in i trakésystemet (Gary et al., 1989). Honorna lever i genomsnitt 30-35 dygn och hinner ge 21-25 avkommor. Den andra generationen honor börjar då ägglägningsperioden efter 18-20 dygn. Under höst och vinter förlängs dock den reproduktiva perioden, då bina lever längre. Honorna migrerar då värdbiet åldras, troligen reagerar de på värdens fysiologiska status. Detta kan vara konsekvenser av åldrande med förändringar av hemolymfans sammansättning och strukturella förändringar i vävnaden eller förändrad miljö i trakéerna vilket även kan orsakas av kvalstren själva. Hanar har däremot inte setts migrera, hos det åldrande värdbiet finns ett ökande antal hanar samt döda kvalster (Pettis & Wilson, 1996).

Kvalstret förekommer hos såväl drönare och drottningar som arbetsbin. Däremot finns det inte hos biyngel i något stadium och hittas inte hos helt nyutkrupna bin utan angreppet blir mer påtagligt med ökad ålder hos biet (Rennie et al., 1921). Försök har visat att adulta honor migrerar aktivt till bin mindre än fyra dygn gamla, bin yngre än 48 timmar attraherar flest kvalster. Ett mindre antal bin angräps vid åtta-nio dagars ålder, vilket kan ha betydelse vid perioder med avsaknad av yngel som resulterar i ett åldersglapp bland bina. Under sommaren får migration till ännu äldre bin ses som undantagsfall (Gary et al., 1989). Dock sker migration till äldre bin i en ökad omfattning under mitten till sena hösten, då inga yngre bin finns att tillgå men en ny generation kvalster skall påbörja sin ägglägningsperiod (Komeili, 1993). Mottagligheten för angrepp ökar även hos nyutkrupna bin då temperaturen för ynglet varit låg men kvalstrens förmåga att föröka sig, väl på plats hos värden, är oförändrad (McMullan, 2005). Flera teorier kring åldersresistens hos bina har diskuterats. Några som framförts är att håren vid främre andningshållet hårdnar med ålder och därmed utgör ett fysiskt hinder, eller att stängningsmekanismen för andningshållet blir effektivare, eller att biets andra benpar blir mer effektiva på att borsta bort kvalstren då biet putsar sig. Försök har dock visat att avlägsnande av dessa tre nämnda funktioner inte påverkade angreppsgraden, utan åldern i sig verkar vara avgörande. Detta tyder på att äldre individer inte är mer motståndskraftiga utan mindre attraktiva för de migrerande kvalstren (Lee, 1963). Det har även visats att kvalstren känner av sammansättningen av kolhydrater i biets kutikula, vilken förändras med ökande ålder (Phelan et al., 1991).

Patologi

Kvalstret angriper i första hand luftvägarna i mellankroppen. De tar sig alltid in i trakéerna via det främre paret andningshål. Angreppet kan vara uni- eller bilateralt initialt, ett unilateralt angrepp kan även spridas den inre vägen och resultera i ett sekundärt bilateralt angrepp. Vid ett långt framskridet angrepp kan spridningen utökas även till mindre trakéer, luftsäckar samt huvudets luftvägar (Rennie et al., 1921). Ju kraftigare angripet biet är desto troligare är det att angreppet är bilateralt, men fördelningen mellan unilaterala och bilaterala angrepp är inte slumpmässig utan tyder på spridning av kvalster inom biet mellan de två sidorna (Fries & Morse, 1992). Generellt är antalet kvalster ungefär lika på de båda sidorna (Bailey 1958). Missfärgning av angripna trakéer kan observeras tio dagar efter angreppstillfället. Till en början ses en minskad genomskinlighet då ägg och yngre stadier av kvalster samlas i lumen. Fragment av faeces packas samman till granula vilka ansamlas längs trakéväggarna, i mellanrum mellan väggens förtjockningar så de framstår som mörka tvärgående ringar. Då angreppet fortskrider ses en kontinuerlig missfärgning, färgen förändras mot brun och sedan svart. Detta åtföljs av en tilltagande stelhet och skörhet (Rennie et al., 1921; Pettis & Wilson, 1996). I de större trakéerna återfinns kvalstren ofta i klungor i närheten av ägg, i de mindre förgreningarna fyller de ofta upp hela diametern. Ansamlingarna av faeces kan utgöra en risk för embolism, särskilt då kvalstren är belägna i luftsäckarna finns risken att avfall inhaleras, fastnar och obstruerar trakeoler (Rennie et al., 1921). Den skada som sker då kvalstren äter genom att

perforera trakéväggen verkar vara försumbar. Rennie et al. (1921) drar från sina observationer slutsatsen att för det enskilda biet är den avgörande faktorn för påverkan omfattning och lokalisering av obstruktion och inte antalet kvalster i sig.

Degeneration av mellankroppens flygmuskulatur ses hos en del angripna bin, såväl bland symptomfria som hos de med nedsatt flygförmåga, till följd av brist på syre eller energi (Liu, 1990; Rennie et al., 1921). Angripna bin visar en viss sänkning av kapaciteten för syretillförsel. Under normala förhållanden påverkas inte biet nämnvärt, men säkerhetsmarginalen minskar vilket ger sämre förutsättningar för syrsättning vid exempelvis låga temperaturer (Harrison et al., 2001).

Hos bin som uppvisar kraftiga tecken på sjukdom, som oförmåga att flyga, ses indikationer på minskat näringsintag. Mängden hemolymfa hos angripna bin är lägre, men koncentrationen av haemocyter är större, vilket tyder på vätskebrist. Dessutom sker ett återställande om biet förses med värme och näring. Vätskebrist gör även att förstoppning och missfärgning av maginnehåll förekommer. Inga markanta skillnader i tarmfloran ses mellan sjuka och normala bin (Rennie et al., 1921). Det är dock omdiskuterat huruvida trakévalster ger upphov till denna typ av skada. Bailey (1969) framhöll att sjukdomstecknen för bins olika åkommor är ospecifika och därför opålitliga. Bailey (1969) undersökte bin med nedsatt flygförmåga eller som kom från ett samhälle där många var oförmögna att flyga. Det visade sig att ett paralytiskt virus (CBPV), som ej var känt vid tiden för upptäckten av trakévalstret, oftare påvisades hos dessa bin än hos bin utan symptom. Men det förekom även att ingen känd patogen kunde påvisas.

Angripna individer har en något förkortad livslängd. Den minskar ytterligare under sämre förhållanden, såsom under övervintringen eller vid behandling med acaracider som är lindrigt toxiska för bin (Bailey, 1958). Samhällen med hög andel angripna individer förlorar fler bin under vintern och således föreligger en ökad risk att samhället går under på vintern. Ju kraftigare angrepp de har desto mindre yngel får samhället längre fram på våren. Dessutom ses en ökad konsumtion av honung hos kraftigt angripna bin (Eischen, 1987; Otis et al., 1992).

McMullan & Brown (2008) gjorde utifrån befintliga forskningsresultat en förklaringsmodell för dödligheten som ses hos angripna samhällen på senvintern. De sammanställer olika faktorer som påverkar samhället negativt, faktorer som förstärker varandra och leder till en nedåtgående spiral. I den negativa utvecklingen framhålls en nedsatt förmåga att reglera temperaturen som en nyckelfaktor. Binas ringa storlek ger en proportionellt stor kroppsyta och därmed har det individuella biet en begränsad förmåga att hålla värmen. Under vintern samlas de i en klunga, ett vinterklot. Ju större och tätare klotet är, desto mindre blir den proportionella ytan vilket ger mindre värmeförluster och bättre förutsättningar för att hålla yngel varmt. Snabba skälvande vingrörelser används för att producera värme. En hög förekomst av kvalster ger en minskad mängd bin, då livslängden förkortas. Antalet yngel minskar vilket ökar risken för infektion hos de nyutkrupna individerna och leder till att andelen angripna bin höjs. Då antalet bin minskar blir klungan av bin mindre vilket ger en proportionellt ökad

yta och därmed sämre förutsättning att reglera temperaturen. Den minskade mängden bin leder dessutom till ett ökat krav på värmeutveckling från det individuella biet då de är färre som ska uppnå samma effekt. Med försämrade förutsättningar är risken stor för sänkt temperatur i klungan. En låg temperatur för ynglet resulterar i att nyutkrupna bin blir mer mottagliga för angrepp, antalet bin angripna av kvalster ökar ännu mer. Samtidigt kan förmågan till värmeutveckling antas bli försämrad i och med sämre syretillförsel och degeneration av flygmuskulaturen. Ett ökat energibehov för det individuella biet leder till ökad konsumtion av vinterfoder. Det ökade intaget av foder resulterar i ett mer trängande behov att lämna kupan för att tömma tarmen. Angripna bin löper större risk för att inte klara att återvända till kupan då de flyger under kyliga förhållanden för att tömma tarmen. Enligt denna modell ökar alltså kravet på det enskilda biet att producera värme samtidigt som risken ökar att det enskilda biet är angripet, och därmed förmågan att producera värme negativt påverkad.

Epidemiologi

Bisamhället utgör en superorganism vilket ger ytterligare en nivå att ta hänsyn till när det gäller spridningen av trakékvalster då denna kan ske horisontellt inom samhället och horisontellt eller vertikalt mellan samhällen. Inom samhället sker spridningen horisontellt mellan individer vid närkontakt. Mellan samhällen sker horisontell spridning genom att enstaka arbetsbin irrar över till ett annat samhälle eller vid biskötsel då exempelvis drottningar med fölgebina tillsätts. Vertikal spridning mellan samhällen sker då samhällen delas, vilket kan sägas utgöra en förökning på samhällsnivå, som sker genom svärmning eller att biodlare genomför delning av samhällen (Fries & Camazine, 2001). För trakékvalster är den vertikala vägen av störst betydelse för spridning mellan vilda samhällen, angreppen sprids i första hand mellan samhällen när nya samhällen etableras då samhällen delar sig genom svärmning. För odlade bisamhället får den horisontella spridningen mellan samhällen en ökad och dominerande betydelse då biodlaren koncentrerar bisamhällen i bigårdar och blandar bin från olika samhällen, samtidigt som man motverkar att bisamhällen delar sig naturligt.

Kvalstret är helt beroende av sin värd för överlevnad, alla stadier i dess utveckling sker i biets luftvägssystem. Det finns alltså inget ökat överlevnadsvärde eller förbättrad möjlighet till spridning om värden dör eller oskadliggörs, utan ett förhållande av jämvikt är att föredra för såväl värd som parasit. Dock är det ett antal faktorer som påverkar denna jämvikt och förutsättningarna ändras då mänsklig inblandning tillkommer. Det är svårt att fastställa om ett tillstånd av balans är möjlig, bland annat eftersom populationsdynamiken skiljer sig mellan värd och parasit. Hos bina finns bara en reproducerande individ, drottningen, vilket ger en linjär tillväxt även om den givetvis sker i en hög takt, medan kvalstrens förökning är exponentiell, då samtliga honor är reproducerande (Royce et al., 1991). Den angripna individen utvecklar inte omedelbart tecken på sjukdom, vilket ger utrymme för förökning och att söka nya individer som värdar. För parasiten är det av vikt att samhället överlever så att det finns nya individuella värdar att tillgå och att samhället är tillräckligt starkt för att svärma vilket ger

möjligheten att spridas till nya samhällen. En hög andel angripna individer medför sämre möjligheter till överlevnad för samhället och därmed även för kvalstren. För ett tillstånd av jämvikt behövs således en reglering av antalet kvalster.

Samtidigt som svärmning och delning av samhällen gör att angreppet sprids, innebär det att mängden kvalster i det enskilda samhället minskar. Detta eftersom en period uppstår där lämpliga värdar, nyutkrupna bin, saknas. Vid svärmning avbryts äggläggningen under ungefär två veckors tid i det ursprungliga samhället och i det nya dröjer det minst tre veckor innan nya adulta bin kan utvecklas. Även om mängden kvalster minskar i svärmen, kan dock antalet angripna bin öka, då unga bin kommer i kontakt med äldre i stor utsträckning (Royce et al., 1991). Även då samhällen delas till avläggare minskar mängden kvalster (Nelson et al., 1992). Andelen angripna bin i samhället påverkas även indirekt av tillgången på nektar. Bra drag, som innebär hög flygaktivitet hos bina, minskar direktkontakt mellan äldre, angripna, flygbin och de nyutkrupna bina i kupan vilket gör att färre bin angrips. Skillnader kan ses mellan olika år där tillgången varierat och fluktuationer ses även inom samma säsong. Dessutom ger stödutfodringen av tambin ökade möjligheter för angripna samhällen att överleva vintern även efter en dålig säsong som resulterat i en ökad angreppsnivå (Bailey, 1958).

Hos vildbin är effekten av horisontell spridning begränsad, vilda samhällen befinner sig på större avstånd från varandra, vilket kraftigt reducerar sannolikheten för horisontell spridning mellan samhällen. Den vertikala spridningen blir således av större vikt och i denna ingår en naturlig reglering av kvalstermängden. Om man utgår från att trakékvalstret funnits under lång tid kan man i biodlingens historia se förklaringar till att de inte märktes av förrän i början av 1900-talet. Den tidiga biodlingen innebar att människan samlade ihop vildbin i bigårdar, vilket medförde ökad horisontell spridning då avstånden mellan samhällen minskades radikalt. Chanserna till horisontell spridning av kvalster mellan samhällen ökade alltså i och med biodlingen, men svärmning förhindrades inte och samhällena förstördes vid skörd vilket höll angreppstrycket nere. Under sent 1800-tal introducerades Langstroths system med flyttbara ramar, med vilket man både kunde behålla samhället från år till år och förhindra svärmning. I och med detta sattes regleringen av mängden kvalster ur spel. De kunde föröka sig ostört och nå den kritiska punkt som resulterar i ökad dödlighet, vilket kan ha orsakat sjukdomsutbrottet av "Isle of Wight disease" (Royce et al., 1991). Denna förändring i hållandet av bin kan givetvis även påverkat förutsättningarna för andra potentiella patogener. Senare under 1900-talet tillkom ytterligare en faktor, nämligen förflyttning av bin långa sträckor i kommersiella syften.

Sjukdomskontroll

För att kontrollera mängden kvalster och därmed deras skadeverkan kan det vara aktuellt med en kombination av åtgärder inom skötsel, avel och behandling av bina genom kemisk bekämpning av kvalstren. Hänsyn behöver också tas till andra förekommande patogener, då de har en samverkande effekt på samhället. Samtidiga angrepp med varroakvalster, *Varroa destructor*, och *Acarapis woodi*

resulterade i högre vinterdödlighet jämfört med angrepp av bara en kvalstertyp (Downey & Winston, 2001). I samhällen där mikrosporidien *Nosema apis* förekom tillsammans med trakékvalster förkortades binas livslängd mer än vid enbart angrepp av trakékvalster (Bailey, 1958). Behovet av behandling för andra patogener än trakékvalster bör också beaktas. Då kemisk bekämpning kan innebära en stress i sig för samhället finns all anledning att minimera antalet preparat.

Kristallint mentol har använts för behandling. Typen är densamma som används som livsmedeltillsats vilket gör att små restmängder inte utgör något livsmedelshygieniskt problem. Behandling ska däremot inte göras under säsongen för honungsproduktion, utan antingen avslutas på våren två veckor före draget börjar, eller på hösten efter skörd men före vinterutfodring. Behandling med mentol påverkar binas aktivitet och ger en tillfällig nedgång av yngelproduktion. Mentol är en flyktig eterisk olja och kräver viss försiktighet vid hantering såsom välventilerade utrymmen (Gruszka, 1992). I kallare klimat kan det vara svårt att få en tillräcklig avdunstning för önskvärd effekt på kvalstren. Bina försöker även städa bort eller täcka över kristallerna om möjligt (Cox et al., 1988). En blandning av eteriska oljor, Thymix (tymol, eukalyptusolja, mentol), har använts i försök i Sverige för bekämpning av varroakvalster. Behandlingen hade effekt, men innebär svårigheter att genomföra praktiskt vid svenska förhållanden då behandlingstiden behöver vara 3-4 veckor och vinterutfodring ej kan genomföras under behandlingen (Fries, 1993).

Även myrsyra används för behandling. Myrsyran är en flyktig organisk syra som kräver viss försiktighet vid hantering. Bina flyr inte från kupan vid applicering, men ett visst avbrott i äggläggning kan ses. Behandlingen görs lämpligast under hösten, då angreppsgraden är stigande i samhället. En ökad dödlighet hos kvalstren ses, vilket resulterar i en lägre förekomst av ägg och nymfer och en sänkt andel angripna bin (Liu & Nasr, 1992). Myrsyran har även effekt mot varroakvalster, vilket är av intresse då angrepp av båda parasiterna föreligger. Varroa behandlas i hög grad med pyretroider, dessa har dock dålig effekt mot trakékvalster. Användningen av pyretroider medför att substansen ackumuleras i kupan med risk för resistensutveckling och förorening av honungen som följd (Rosenkranz et al., 2010). Myrsyra utgör ett alternativ för bekämpning av varroakvalster och om trakékvalster skulle spridas till Sverige är det ytterligare en faktor till myrsyrans fördel.

Ytterligare ett alternativ som undersökts för bekämpning av trakékvalster är vegetabiliska oljor, som stör kvalstren i deras sökande efter en ny värd. Vegetabiliska oljor gör att biet inte uppfattas som en lämplig värd så migrationsfasen förlängs, vilket ger en längre period där kvalstret är oskyddat och riskerar svält och uttorkning (Sammataro, 1996). Delaplane (1992) visade att bruk av vegetabilisk olja för bekämpning av trakékvalster gav likvärdigt resultat som mentol. Om både olja och mentol används får behandlingarna en additiv effekt då oljan stör sökandet efter lämplig värd och mentol dödar kvalstren inne i trakésystemet.

Hur skötseln av bina utförs är också av betydelse för hur kvalsterangrepp utvecklas. En hantering som försvårar spridning är givetvis av vikt, även med hänsyn till andra patogener. Att dela samhällen till avläggare har visats kunna minska angreppsnivån av trakékvalster. Då samhällen delades i fem avläggare, som gick i produktion kommande säsong, minskade angreppsstrycket under ett par därpå följande säsonger (Nelson et al., 1992).

Ett riktat avelsarbete kan också ha betydelse då det finns en skillnad i mottaglighet för angrepp mellan olika stammar av bin. Exempelvis visade Danka et al. (1995) att skillnader fanns mellan europeiska och nordamerikanska stammar. Då de europeiska bina kom från områden där kvalstret funnits länge har troligen ett stabilare förhållande utvecklats över tid genom selektion. Det finns dock inga enkla svar på vad som är avgörande genetiska faktorer och hur man praktiskt ska kunna sträva mot dessa. Faktorer av intresse är komplexa i sig, såsom binas förmåga att putsa bort kvalstren och variationer i den kemiska sammansättningen i kutikulan som påverkar attraktionen av kvalster. Därtill har det visats att hos samhällen som har en lägre mottaglighet gäller detta bara arbetsbin, drönare är snarare mer mottagliga, så även drottningar under vissa förhållanden (Villa & Danka, 2005).

MATERIAL OCH METOD

Metod

Under lång tid var dissektion och mikroskopisk undersökning den mest tillförlitliga metod som fanns tillgänglig för att påvisa trakékvalster. Evans (2007) beskrev en metod för undersökning med Polymerase Chain Reaction, PCR. Metoden baserades på genen för mitokondriell cytokrom oxidas I, där primers specifika för den genen hos *Acarapis spp.* användes. Dessa primers kunde teoretiskt även ge signal för de närbesläktade kvalstren *A. dorsalis* och *A. externus*, då den aktuella genen hos dessa arter ännu inte kartlagts. Dock föreligger skillnader i nukleotidsammansättningen så produkterna kunde skiljas från varandra genom sekvensering.

Den metod som använts i den här undersökningen är en vidareutveckling av metoden beskriven av Evans (2007). En annan ännu icke publicerad metod har använts där arts specifika primers, som tagits fram av forskare från Nya Zeeland, använts i en Realtids-PCR. Sekvenserna för konstruktion av specifika primers och probe är patentskyddad information tillhörande MAF Biosecurity, Nya Zeeland, Ministry of Agriculture and Forestry. Sekvenserna i den metod som använts i detta arbete är dock även dessa baserade på nukleotidsammansättningen i de gener som kodar för mitokondriell cytokrom oxidas hos *Acarapis spp.* Dessa finns deponerade i GenBank (Accession numbers GQ916565 (*A. woodi*), GQ916566 (*A. externus*), GQ916567, GQ916568 (*A. dorsalis*)).

Undersökt material

För varje enskild analys utgjorde provmaterialet 32 bin från ett samhälle. Samhällena som bina samlades in från valdes ut slumpmässigt bland biodlare anslutna till Sveriges Biodlares Riksförbund. För att få en geografiskt proportionell spridning på proverna bestämdes antalet samhällen som skulle provtas i varje län utifrån statistik över de aktiva biodlarnas samhällen.

Insamlingen av proverna utfördes runt om i landet av bitillsyningsmän och andra aktiva inom bihälsoområdet. Ett besiktningssprotokoll för samlingstillfället bifogades för att möjliggöra uppföljning. Besiktningen omfattade uppgifter om behandling med myrsyra genomförts, om yngel förekom i samhället, förekomst av parasiter eller symptom på sjukdom samt en bedömning av samhällets styrka gällande mängd bin. Vid samling av prover placerades ca 300 bin i plastpåse som snarast frystes. Provet skickades till Institutionen för Ekologi vid SLU med Posten, paketerade med kylklamp.

Målet var att samla in prov från 380 samhällen för att få en tillfredsställande statistisk säkerhet. Då detta arbete är tidsbegränsat hann dock inte hela antalet prover samlas in. Analyserna har gjorts fortlöpande på totalt 268 inkomna prover, med insamlingsdatum 3/10-17/11 2010. Hur de insamlade proverna fördelats över landet visas i Tabell 1. Analyserna har utförts vid Institutionen för Ekologi vid SLU.

Tabell 1. Geografisk fördelning av prover analyserade avseende *A. woodi*

Län	Länsbeteckning	Antal prover
Stockholms län	AB	17
Uppsala län	C	16
Södermanlands län	D	10
Östergötlands län	E	10
Jönköpings län	F	17
Kronobergs län	G	0
Kalmar län	H	29
Gotlands län	I	10
Blekinge län	K	8
Skåne	M	29
Hallands län	N	5
Västra Götalands län	O	58
Värmlands län	S	1
Örebro län	T	17
Västmanlands län	U	5
Dalarnas län	W	12
Gävleborgs län	X	2
Västernorrlands län	Y	9
Jämtlands län	Z	4
Västerbottens län	AC	6
Norrbottnens län	BD	3
Summa		268

DNA-extraktion

Varje enskilt prov utgjordes av 32 bin. Endast mellankroppen användes för analys, huvud och bakkropp avskiljdes med sax. Då angrepp börjar i mellankroppen är det den som främst är intressant för analys, dessutom kan huvudets höga innehåll av melanin innebära en störning vid PCR-analysen.

För DNA-extraktionen användes Dneasy® Blood & Tissue kit från Qiagen för lysering och QiaCube™ (Qiagen) för automatiserad extraktion.

De 32 mellankropparna placerades i en filterpåse (Bioreba). Femton mL nukleasfritt vatten tillsattes och mortlades. En mL av den filtrerade vätskan överfördes till ett rör och centrifugerades. Supernatanten hälldes av så en pellet av provmaterial återstod. Till denna tillsattes 180 µL ATL-buffert för vävnadslysning, samt 20 µL proteinas K. Detta mixades och inkuberades sedan i 56°C i en timme på skakbord. Därefter utfördes den automatiserade extraktionen i en extraktionsrobot (QiaCube™). Det extraherade materialet frystes in, i -18°C, i väntan på PCR-analys.

PCR-analys

Realtids-PCR utfördes i Cromo4™ från Bio-Rad. Sammansättning av ”master mix” redovisas i Tabell 2. För datainsamling samt resultatanalys användes mjukvaran OpticonMonitor™ Analysis Software (Bio-Rad).

Tabell 2. Sammansättning av ”master mix” per reaktion

Reagens	Volym	Slutkoncentration
SsoFast® Supermix (Bio-Rad)	10 µl	
ddH2O	6,4 µl	
Primer Aw Forward	0,6 µl	0,3 µM
Primer Aw Reverse	0,6 µl	0,3 µM
Probe	0,4 µl	0,2 µM
Summa	18 µl	
Provmaterial	+2 µl	
Totalt	20 µl	

Förhållanden för cyklerna:

Enzymaktivering	98°C, 2 min
Följt av 35 cykler	
Denaturering	95°C, 5 sek
Extension	60°C, 30 sek

Som negativ kontroll användes nukleasfritt vatten. Som positiva kontroller användes syntetiskt framställda kontroller motsvarande respektive artspecifika sekvens för *A. woodi*, *A. dorsalis* samt *A. externus* samt en biologisk kontroll bestående av DNA extraherat från trakékvalsterangripna bin från Finland.

RESULTAT

Samtliga 268 undersökta samlingsprover av bin var negativa avseende förekomst av trakékvalster.

Kvalstret har aldrig påvisats i Sverige och om det skulle finnas kan man utgå ifrån att relativt få samhällen drabbats. Inom det enskilda samhället kan man dock anta att en nyetablering innebär en relativt snabb uppförökning av kvalstret och höjning av prevalensen. Om angrepp skulle förekomma kan man alltså anta att prevalensen i det enskilda samhället är relativt hög, medan prevalensen i hela populationen är låg.

Från varje enskilt samhälle togs ett samlingsprov på 32 bin, vilket ger 80,63% sannolikhet att påvisa minst ett positivt prov vid en prevalens på 5% i samhället. Provtagning gjordes från 268 samhällen vilket ger 94,35% sannolikhet att påvisa minst ett positivt prov vid en prevalens på 1% i populationen (Colton, 1974, sid. 76). Målet var att samla in prov från 380 samhällen, vilket gett en sannolikhet på 97,81% under samma förutsättningar. Resterande prover kommer samlas in och undersökas vid SLU så att detta mål uppfylls.

DISKUSSION

I denna landsomfattande undersökning har trakékvalstret inte kunnat påvisas. Detta resultat läggs till tidigare övervakning av kvalsterförekomst i form av inventering och fortlöpande kontroller. Man kan därmed på goda grunder anta att Sverige ännu är fritt från förekomst av trakékvalster. Med de förändringar som skett gällande regleringen av införsel av bin försämras dock förutsättningarna att kunna bevara detta tillstånd. Med slopat krav på införseltillstånd för att föra in bin i landet försvinner möjligheten att sätta restriktioner kring införsel med hänvisning till risken att trakékvalster förs in i landet.

Det finns all anledning att förhindra spridning av patogener och parasiter till områden där de tidigare inte funnits. I Sverige har vi genom vårt geografiska läge och stränga regelverk avseende införsel och import av bin lyckats hålla oss fria från många patogener och parasiter som är vanligt förekommande på exempelvis den europeiska kontinenten. I och med inträdet i EU har vi en skyldighet att anpassa regelverken till de gemensamma inom EU för att underlätta handel och rörlighet. Detta måste dock ske inom rimliga gränser, utan att vi tvingas göra avkall på vår smittfria status i förekommande fall. Att ändra reglerna kring införsel utan att analysera följderna kan få förödande konsekvenser för ekonomi, bihälsa och i förlängningen även medföra en negativ påverkan på ekosystemet.

Gällande trakékvalstren har olika åsikter framförts angående hur allvarlig deras skadeverkan på bisamhällen är. Den forskning som finns visar dock klart att de har en negativ påverkan med exempelvis förkortad livslängd (Bailey, 1958) och försämrad förmåga till syresättning (Harrison et al., 2001). Dessa skador påverkar samhällenas förutsättningar att överleva vintern, och ger därför större konsekvenser i ett kallt klimat. Utifrån de observationer som gjorts internationellt kan man dessutom befara att skadeverkan av ett angrepp blir kraftig vid etablering i tidigare förskonade områden (Otis, 1990). Att utreda vad som påverkar hur kraftiga konsekvenser ett angrepp innebär är en komplicerad frågeställning där omfattande forskning kring såväl genetiska faktorer som skötselfaktorer och miljöfaktorer skulle behöva vägas in. Man bör dock beakta att etablering av trakékvalster i Sverige har förutsättningar att skapa stora problem då det handlar om en tidigare icke exponerad population i ett kallt klimat.

Ett sätt att förhindra etablering av trakékvalster i Sverige är att fortsätta med den frivilliga kontroll som finns i dagsläget. I samarbete med de stora organisationerna för biodlare i landet, Biodlingsföretagarna och Sveriges Biodlares Riksförbund, kan denna kontroll ställas som krav från branschens sida. Detta skulle vara till fördel för alla inblandade, för en ökad efterlevnad av kraven som ställs skulle även sanktioner kunna införas. Men det kan inte fungera som ett tvingande medel fullt ut, den enskilde biodlaren kan fortfarande välja att gå emot branschens rekommendationer.

Risken att trakékvalster sprids till Sverige bör ses som överhängande. Även om adekvata åtgärder vidtas för att förhindra införsel är parasitens spridning, i resten av världen och även i våra grannländer, en riskfaktor. En handlingsplan behöver utarbetas för att kunna minimera skadeverkan ifall trakékvalstret påvisas i Sverige. Ett fortsatt arbete med övervakning är angeläget då en tidig upptäckt är av vikt för att förhindra spridning. Att försöka motverka en etablering av kvalstret mer aggressivt, genom destruktion av angripna samhällen, är inte ett rimligt alternativ. Sådana åtgärder skulle inte stå i proportion till kvalstrens skadeverkan och troligen skulle inte en etablering kunna förhindras utan endast skjutas fram i tid. Den lämpligaste strategin bör vara att fördröja spridningen av kvalstren genom att begränsa förflyttningar av bin. Om en etablering i den svenska ännu icke exponerade bipopulationen skulle ge ett kraftigt utslag i form av bidöd är det önskvärt att begränsa omfattningen i möjligaste mån. En sen upptäckt med därpå följande spridning, eller en oregerad spridning efter upptäckt kan i värsta fall medföra att en stor del av den svenska bipopulationen slås ut. Det skulle i sin tur kunna leda till att många biodlare lägger ner sin verksamhet och att en omfattande import av bin behöver genomföras vilket ökar risken att föra in ytterligare patogener och parasiter.

Bihälsovården i Sverige står inför stora strukturella förändringar. Tidigare har bin inte omfattats av samma lagstiftning och regelverk som andra djur och man har haft ett eget system med bitillsyningsmän för tillsyn av sjukdomar, parasiter och skadegörare hos bin. I och med anpassning till EU:s regelverk har detta dock förändrats så att ohälsa hos bin och behandling av detta är ett veterinärt

ansvarsområde, även om det ännu inte fått så stort genomslag i praktiken. I Djursmittsutredningen (SOU 2010:106) fastslås att systemet med bitillsyningsmän strider mot EU:s regelverk och därtill varit otillräckligt för att förhindra etablering och spridning av nya sjukdomar i Sverige. Kontrollen gällande hälsa hos bin kommer därför behöva införlivas i samma system som för övriga djurslag. Detta innebär att övervakningen av bisjukdomar generellt och trakékvalster specifikt är en veterinär angelägenhet. För att arbetet med bihälsa ska fungera tillfredsställande i fortsättningen är det därför viktigt att höja kompetensen på området inom veterinärkåren genom fortbildning och att kunskap om bisjukdomar erbjuds som en del av grundutbildningen.

TACK

Ett stort tack till Ingemar Fries för stöd och återkoppling hela vägen av arbetet och Eva Forsgren för all hjälp med de laborativa delarna. Jag vill också tacka Lotta Fabricius som hållit i trådarna för insamlingen av biprover samt Karin Vargmar för hjälp med att lösa administrativa problem.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Bailey, L. (1958) The epidemiology of the infestation of the honeybee, *Apis mellifera*, by the mite *Acarapis woodi* Rennie and the mortality of infested bees. *Parasitology* 48:493-506.
- Bailey, L. (1969) The signs of adult bee diseases. *Bee World* 50:66-68.
- Bailey, L. (1985) Reflections on the discovery of *Acarapis woodi* in the United States. *American Bee Journal* 125:101-102.
- Colton T. (1974) *Statistics in medicine*. Boston: Little, Brown and company, 372 sidor.
- Cox, R.L., Moffett, J.O. & Wilson, W.T. (1989) Techniques for increasing the evaporation rate of menthol when treating honey bee colonies for control of tracheal mites. *American Bee Journal* 129:129-131.
- Danka, R.G., Villa, J.D., Rinderer, T.E. & Delatte, G.T. (1995) Field test of resistance to *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) and of colony production by four stocks of honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 88:584-591.
- Delaplane, K.S. (1992) Controlling tracheal mites (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) with vegetable oil and menthol. *Journal of Economic Entomology* 85:2118-2124.
- Delfinado-Baker, M. & Baker E.W. (1982) Notes on honey bee mites of the genus *Acarapis* Hirst (Acari: Tarsonemidae). *International Journal of Acarology* 8:211-226.

- Delfinado-Baker, M. (1984) *Acarapis woodi* in the United States. *American Bee Journal* 124:805-806.
- Djursmittsutredningen (2010) Folkhälsa – Djurhälsa, Ny ansvarsfördelning mellan stat och näring. Stockholm. *Statens Offentliga Utredningar* 2010:106.
- Downey, D.L. & Winston M.L. (2001) Honey bee colony mortality and productivity with single and dual infestations of parasitic mite species. *Apidologie* 32:567-575.
- Eischen, F.A. (1987) Overwintering performance of honey bee colonies heavily infested with *Acarapis woodi* (Rennie). *Apidologie* 18:293-304.
- Evans, J.D., Pettis, J.S. & Smith, I.B. (2007) A diagnostic genetic test for the honey bee tracheal mite, *Acarapis woodi*. *Journal of Apicultural Sciences and Bee World* 46:195-197.
- Fries, I. (1993) Bekämpning av varroakvalster med eteriska oljor. *Gadden* 4:32-33.
- Fries, I. & Morse, R. (1992) Distribution of *Acarapis woodi* among the tracheae of honey bees. *Apidologie* 23:503-508.
- Fries, I. & Camazine, S. (2001) Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* 32:199-214.
- Gary, N.E., Page, R.E.Jr. & Lorenzen, K. (1989) Effect of age of worker honey bees (*Apis mellifera*) on tracheal mite (*Acarapis woodi*) infestation. *Experimental & Applied Acarology* 7:153-160.
- Gruszka, J. (1992) Menthol: Guidelines for control of honey bee tracheal mite. Chemicals Committee, Canadian Association of Professional Apiarists.
- Hansson, Å. (1980) *Bin och biodling*. Stockholm: LTs förlag, 585 sidor.
- Harrison J.F., Camazine, S., Marden, J.H., Kirkton, S.D., Rozo, A. & Yang, X. (2001) Mite not make it home: Tracheal mites reduce the safety margin for oxygen delivery of flying honeybees. *The Journal of Experimental Biology* 204:805-814.
- Hedberg, R. (2010) NBCC- Nordic-Baltic Bee-Council. *Gadden* 2:22.
- Hirst, S. (1921) On some new or little-known Acari, mostly parasitic in habit. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1921:357-378.
- Holm, E. (2000) *Lärobok i biodling*. Gamleby: Bokförlaget PM, 288 sidor.
- Jordbruksverket (2009) Massdöd av bin- samhällsekonomiska konsekvenser och möjliga åtgärder. Rapport 2009:24. Jordbruksverket.
- Komeili, A.B. & Ambrose, J.T. (1993) Migration of the honey bee tracheal mite, *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) during fall in North Carolina. *American Bee Journal* 133:61-63.

- Kommisionens förordning (EU) nr 206/2010 av den 12 mars 2010 om fastställande av förteckningar över tredjeländer, områden eller delar därav från vilka det är tillåtet att föra in vissa djur och färskt kött till Europeiska unionen samt kraven för veterinärintyg.
- Korpela, S. (1998) Pest status and incidence of the honey bee tracheal mite in Finland. *Agricultural and food science in Finland* 7: 469-476.
- Lee, D.C. (1963) The susceptibility of honey bees of different ages to infestation by *Acarapis woodi* (Rennie). *Journal of Insect Pathology* 5:11-15.
- Liu, T.P. (1990) Ultrastructure of the flight muscle of worker honey bees heavily infested by the tracheal mite *Acarapis woodi*. *Apidologie* 21:537-540.
- Liu, T.P. & Nasr, M. (1992) Effects of formic acid treatment on the infestation of tracheal mites, *Acarapis woodi* (Rennie), in the honey bee, *Apis mellifera*. *American Bee Journal* 132:666-668.
- McMullan, J.B. & Brown, M.J.F. (2005) Brood pupation temperature affects the susceptibility of honeybees (*Apis mellifera*) to infestation by tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Apidologie* 36:97-105.
- McMullan, J.B. & Brown, M.J.F. (2009) A qualitative model of mortality in honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Experimental & Applied Acarology* 47:225-234.
- Nelson, D., McKenna, D. & Sarling, A. (1992) The increase of tracheal mite levels in colonies and nuclei in northern Alberta. *American Bee Journal* 132:395-396.
- Otis, G.W. (1990) Results of a survey on the economic impact of tracheal mites. *American Bee Journal* 130:28-31.
- Otis, G.W. & Scott-Dupree, C.D. (1992) Effects of *Acarapis woodi* on overwintered colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in New York. *Journal of Economic Entomology* 85:40-46.
- Pettis, J.S. & Wilson, W.T. (1996) Life history of the honey bee tracheal mite (Acari: Tarsonemidae). *Annals of the Entomological Society of America* 89: 368-374.
- Phelan, L., Smith, A.W., & Needham, G.R. (1991) Mediation of host selection by cuticular hydrocarbons in the honeybee tracheal mite *Acarapis woodi* (Rennie). *Journal of Chemical Ecology* 17:463-473.
- Rennie et.al. (1921) Isle of wight disease in hive bees. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 52:737-779.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P. & Ziegelmann, B. (2010) Biology and control of Varroa destructor. *Journal of Invertebrate Pathology* 103:96-119.
- Royce, L.A., Rossignol, P.A., Burgett, D.M. & Stringer, B.A. (1991) Reduction of tracheal mite parasitism of honey bees by swarming. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 331:123-129.

- Sammataro, D. & Needham, G.R. (1996) Host-seeking behaviour of tracheal mites (Acari: Tarsonemidae) on honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Experimental & Applied Acarology* 20:121-136.
- United Nations Environment Programme (2010) UNEP emerging issues: Global honey bee colony disorder and other threats to insect pollinators. United Nations Environment Programme 2010.
- Villa, J.D. & Danka R.G. (2005) Caste, sex and strain of honey bees (*Apis mellifera*) affect infestation with tracheal mites (*Acarapis woodi*). *Experimental and Applied Acarology* 37:157-164.