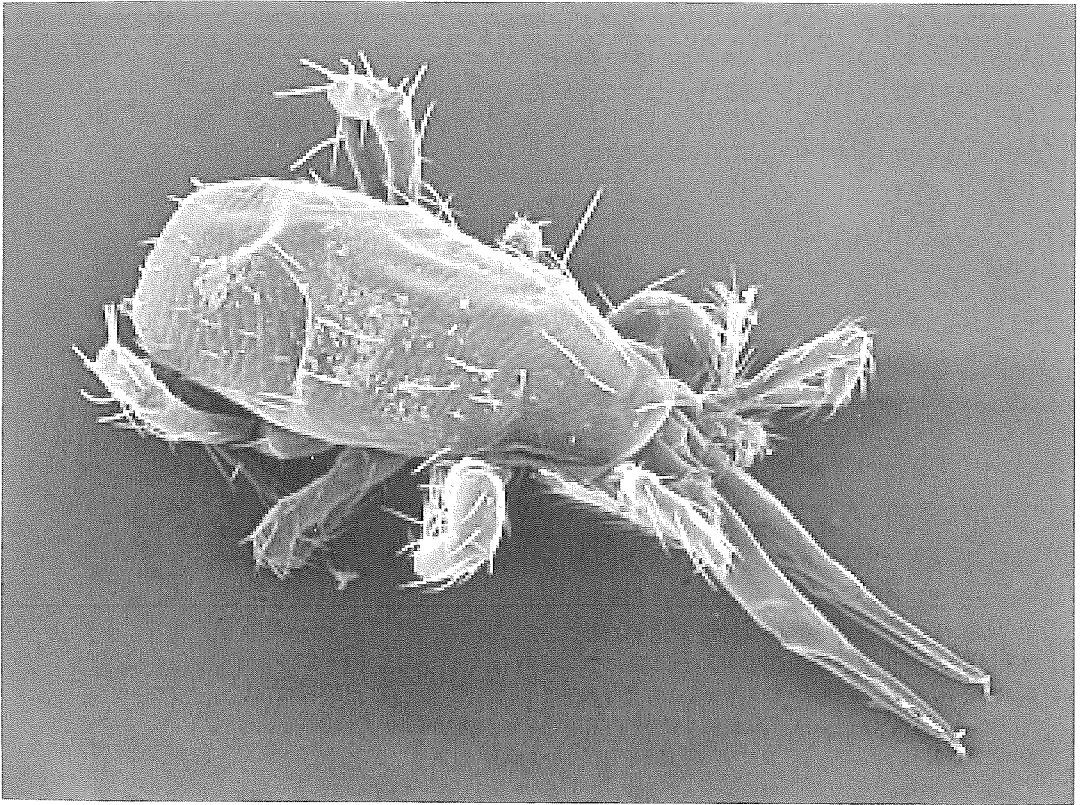


VÄXTSKYDDS- NOTISER

Nr 3 1999, Årgång 63



Tema: Kvalster och andra smådjur

Program

Växtskyddsnotiser vill stimulera kunskapsuppbyggnad, idéutbyte och debatt kring växtskyddsfrågor i vid bemärkelse.

Den vänder sig till en bred läsekrets med intresse för nordiskt växtskydd och med behov av att följa utvecklingen inom den tillämpade forskningen och försöksverksamheten.

Växtskyddsnotiser presenterar översiktsartiklar om aktuella ämnen på växtskyddsområdet. Den förmedlar inblickar i pågående forskning och iakttagelser från odling, rådgivning och växtinspektion. Den refererar också doktorsavhandlingar, examensarbeten, konferenser, internationell publicering och ny litteratur.

Växtskyddsnotiser publicerar artiklar på de skandinaviska språken och på engelska. Vi vill gärna öka informationsutbytet över gränserna och välkomnar därför särskilt artiklar från våra grannländer.

Tidskriften utkommer med 4 nummer per år.

VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet.

Ansvarig utgivare: Doc. Barbara Ekbom

Manusredaktör: Prof. Jan Pettersson **Teknisk redaktör:** Fil. dr Mats W. Pettersson

Redaktionens adress: Institutionen för entomologi, SLU, Box 7044, 750 07 Uppsala.

Telefon: 018-67 23 45 Telefax: 018-67 28 90 Datorpostadress: Mats.Pettersson@entom.slu.se

Prenumerationsavgift för 1999: 300 kronor exkl. moms.

Även lösnummer kan beställas à 90 kronor exkl. moms och porto.

Prenumerationsärenden: SLU-service, Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala.

Telefon: 018-67 11 00, Telefax: 018-67 28 54.

Omslagsbild: Svepelektronmikroskopbild av rovkvalstret *Veigaia cervus*. Klosaxarna, chelicererna, syns utskjutna i djurets framända. Foto: Jan Lagerlöf.

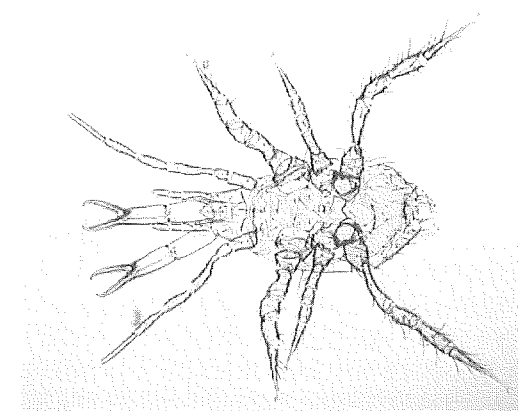
Kvalster - en stor grupp små djur

Lars Lundqvist

Kvalster är mycket framgångsrika specialister på att vara små. För att skaffa mat och reproducera sig har de kunnat dra fördel av detta och ockupera nischer som andra leddjur är för stora för att kunna använda sig av. Kvalster finns överallt där det överhuvudtaget finns liv, från iskanter vid polerna och på höga berg till heta öknar, på havens botten och sjöarnas vassruggar och sankmarker, i markens myllrande liv och uppe i trädens kronor. I mångfald, habitatsval och morfologiska anpassningar kan de jämföras med insekterna. Det finns mer än 40 000 arter kvalster beskrivna, men uppskattningar tyder på att dessa bara utgör en tiondel av den verkliga mängden. Man kan misstänka att åtminstone varje ryggradsdjur, undantaget fiskarna, har minst en specifik kvalsterparasit; människan har tre. Men också många insekter, särskilt skalbaggar och flugor, har specifika kvalsterparasiter.

Kvalster har en lång rad olika strategier för näringsupptag. Vissa är specifika parasiter, till exempel i kloaken hos vissa sköldpaddor. En del är mindre specifika och vandrar mellan olika slags värdjur och kan därmed sprida patogener mellan arter och individer. Andra är växtätare eller vik-tiga komponenter i nedbrytningsprocessen av dött organiskt material och har därmed stor ekonomisk betydelse för människan.

En del kvalster som lever på blad av buskar och träd är som fullvuxna mindre än 0,1 mm, vilket är under gränsen för vad man kan se med blotta ögat. De största frilevande kvalstren blir upp till 16 mm. Fästingar, som är ett slags kvalster, kan dock bli ännu större, speciellt efter ett blodmål.

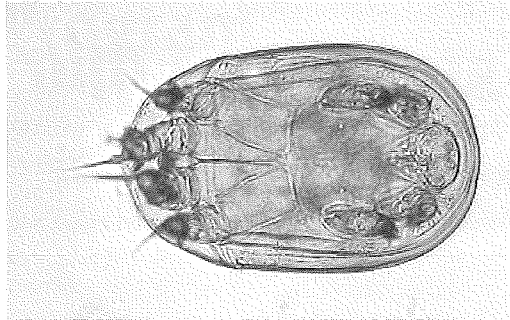


Rovkvalstret *Veigaia nemorensis*. Foto: Lars Lundqvist.

Kvalster tillhör leddjuren, Arthropoda, och är en grupp bland spindeldjuren, jämställd med egentliga spindlar, lockespindlar, skorpioner, bokskorpioner och några andra mindre kända grupper. Spindeldjuren saknar antenner och har, i regel, åtta ben, medan insekterna har sex och kräftdjuren fler än så. Kvalster skiljer sig från övriga spindeldjur genom att de har en enhetlig kropp som inte är uppdelad i fram- och bakkropp som hos de egentliga spindlarna, och de saknar ögon, åtminstone stora sammansatta som hos lockespindlarna.

Utvecklingsprocessen, från ägg till vuxen, omfattar upp till sju stadier: ägg, prelarv, som kan vara antingen ett aktivt stadium eller försiggå inom äggskalet, larv med sex ben, ett till tre nymfstadier med åtta ben, och slutligen vuxna djur. Variationen är emellertid stor. Några av nymfstadierna kan försiggå som ett inaktivt stadium under föregående stadiums hud. Hos

vissa fästingar kan så många som tjugo nymfstadier uppträda. Ibland kan ett nymfstadium, som inte äter, vara helt anpassat för spridning, så kallade hypopi. Dessa är utan synliga kroppsöppningar.



Hypopusnymf hos en art i gruppen Astigmata. Till höger, i djurets bakre del, anses en sugplatta för spridning med hjälp av andra djur. Foto: Jan Lagerlöf.

Tiden från vuxen till nästa generations vuxna, varierar inom vida gränser. Snabbast är *Macrocheles muscadomesticae* (Mesostigmata: Macrochelidae) med sina drygt 66 timmar under optimala omständigheter. Fästingar kan, å andra sidan, leva flera år, som till exempel havsfågelfästingen *Ceratixodes uriae* som kan bli upp till 5 år gammal.

Urkvalstret, anfadern till dagens kvalster, hade förmodligen redan börjat anpassningen till litenhet eftersom alla kvalster har mer eller mindre samma anpassningar till att vara små, framförallt har de reducerat vissa funktioner såsom andnings- matsmältnings- och rörelseapparten.

Genom sin blotta litenhet, behöver de allra minsta kvalstren inget komplicerat system för att syresätta kroppsceller, eller föra bort förbränningsprodukter. Avståndet från kroppens celler till atmosfärens syre är så kort att gasutbytet kan ske med hjälp av diffusion. De något större kvalstren har dock en enkel apparat, som består av ett par hål mot omvärlden, stigmata, och rör som leder in luften i kroppen, trachéer. Dessa påminner starkt om de man kan finna hos insekter.

Kvalster har så kallad preoral matsmältning. Det innebär att matsmältningsvätska sprutas över

födan medan denna ännu är utanför kroppen, och därefter suger de i sig maten som då är upplöst till en slags välling. På så sätt behöver de inga käkar med full muskeluppsättning, utan munapparaten kan reduceras till i princip ett sugrör. De behöver heller ingen magsäck för en första bearbetning av födan. Genom att i första hand välja föda med stort näringsinnehåll, har de flesta kvalster också kunnat reducera tarmens längd.

Normalt behövs ju såväl böjar- som sträckarmuskler för att röra en led. Genom att utnyttja trycket i kroppsvätskan, kan kvalster emellertid reducera muskeluppsättningen. När trycket ökar kan de sträcka på benen, eller skjuta fram munverktygen, enbart genom att slappna av böjarmuskulerna, på samma sätt som en dåligt uppblåst ballongkanin sträcker på öronen om man trycker den på magen. Vill de sedan böja benen igen, släpper de bara lite på trycket, och spänner böjarmuskulerna. De muskler som reglerar trycket går mellan rygg- och buksidan, och fäster i hudskelettet.

Systematik

Kitinplåtarna är olika utformade hos olika kvalstergrepp, och utgör viktiga karaktärer för att särskilja kvalster på ordningsnivå. I modern systematik delas gruppen i två kategorier. Om dessa skall kallas ordningar eller underordningar, eller rent av överordningar, råder det delade meningar om, men här kallar vi dem ordningar. De heter Actinotrichida (Acariformes), på svenska lårkvalster resp. Anactinotrichida (Parasitiformes), höftkvalster. Inom den första ordningen finns tre underordningar som alla förekommer i Sverige, nämligen Prostigmata, Astigmata samt Oribatida (pansar-, horn- eller mosskvalster). Inom den andra ordningen finns fyra underordningar varav två i Sverige, nämligen Mesostigmata ("rovkvalster") och Ixodida (fästingar).

En kavalkad av huvudgrupperna Actinotrichida, lårkvalster.

Det latinska namnet antyder att djur i denna

ordning har ett optiskt aktivt ämne i sina borst på kroppen och benen, som vrider ljusets polarisationsvinkel. Denna karaktär kan bara ses i avancerade mikroskop, men är inte dessto mindre viktig utifrån en systematisk utgångspunkt.

Det svenska namnet anspelar på att låret är benets första fria led. Höftleden är fast integrerad på buksidan, och kan ibland ses som ett mönster liknande "revben", eller mönstret på en gammaldags husaruniform.

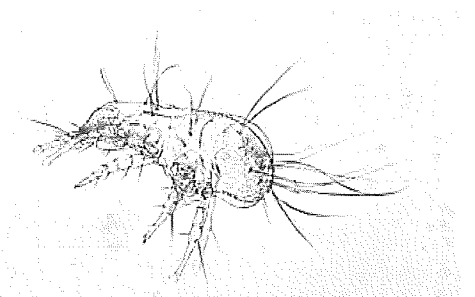
Prostigmata

De flesta djur i denna underordning är små, men hit räknas också de "giganter" som omnämndes i inledningen som världens största kvalster (upp till 16 mm). Gruppen är mycket svår att karakterisera, och definieras ofta utifrån avsaknad av karaktärer snarare än förekomst av gemensamma karaktärer. Munverktygen, de så kallade chelicererna, är mestadels utformade som stiletter eller som krokar; palperna är enkla eller med ett klolikt utskott. Många prostigmater är svagt kitiniserade, men spektakulära undantag finns. De flesta representanter är oansenligt vita, men många har uppseendeväckande färger i rött, grönt och gult, och en hel del har flera av dessa i form av fläckar och mönster.

Både parasiter, rovdjur och växtätare finns representerade inom prostigmaterna. En mycket stor grupp utgör Parasitengona, med bland annat sötvattenskvalsterna. En annan är de så kallade Heterostigmata, en grupp med små till mycket små djur (en parasit som lever i binas andningsvägar brukade förr anges som världens minsta kvalster), ofta parasiter på insekter, men många lever på och förstör växter, såväl levande som lagrade. Dvärgkvalster hör till denna grupp. De ekonomiskt viktiga Spinnkvalstren och Gallkvalstren är också Prostigmater.

Astigmata

Om vi tidigare sa att Prostigmaterna är små och oansenliga, gäller detta i än högre grad för Astigmaterna. Gruppen omfattar en lång rad av ofta starkt specialiserade små djur. Många är parasiter, och många lever bland lagrad mat eller foder. De



En representant från underordningen Astigmata - ett svampätande kvalster ur familjen Acaridae, som förekommer i multnande gräs. Foto: Jan Lagerlöf.

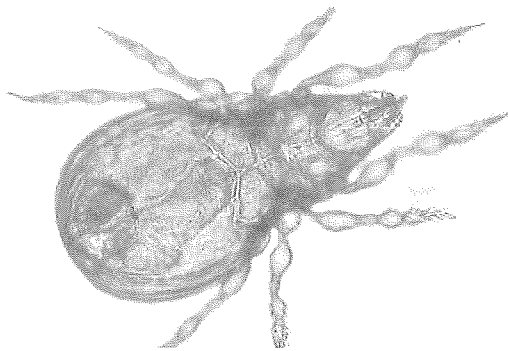
flesta är svagt kitiniserade, ofta halvgenomskinligt vita, med ibland mörkare ben. De förekommer ofta i stora mängder tillsammans.

Till denna underordning räknas korsordsdjuret or som kan förekomma i lagrad mat. Or är i själva verket en ganska lång rad arter med liknande levnadssätt, som kan vara ekonomiskt viktiga skadegörare. Andra representanter är skabbkvalster med släktingar, som lever i huden eller i öronen på däggdjur, och de välkända dammkvalstren i människoboningar. En grupp av relativt stora Astigmater finns i fåglars fjäderdräkt. Gruppen i stort är inte så viktig ur växtskyddssynpunkt då bara få arter angriper levande växter. Däremot gör förråds- eller förmultningskvalstren stor skada på lagrade växter, kanske framförallt på lökar och rotknölar.

Oribatida (pansar-, moss- eller hornkvalster)

Underordningen delas i två undergrupper, lägre och högre oribatider. Till de lägre räknas i regel ganska små arter, som ibland är svagt kitiniserade. De högre är ofta, men långt ifrån alltid, ganska stora, upp till 1,5 mm, och kraftigt kitiniserade djur. Munverktygen är i regel mycket kraftiga, tandade, men hos vissa arter är de utdragna till långa, smala bildningar.

Underordningen är rikligt representerad i förna, tätheter på upp till 200 000 individer per kvadratmeter är rapporterade, men förekommer också i stor utsträckning på vedartade växter, på bladen och på epifyter. De flesta oribatider äter svamp-



En svampätande oribatid av släktet *Oppia* i överst markskiktet. Foto: Jan Lagerlöf.

hyfer som växer på multnade växtdelar i förnan, och i mossor och lavar på marken eller på andra växter. Några få oribatider har anpassat sig till ett akvatiskt liv.

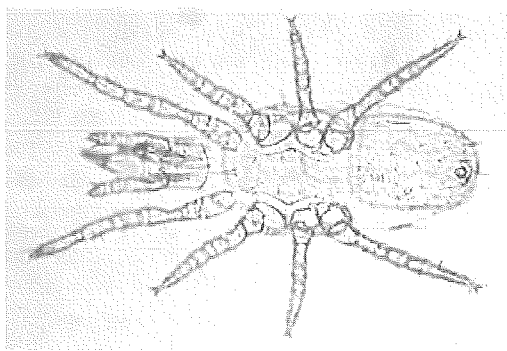
Anactinotrichida, Höftkvalster

Djur i denna ordning saknar det optiskt aktiva ämne som förekommer i borsten hos Actinotrichida. Höftleden bildar en rörlig anslutning av benet till buksidan. Således hittar man här aldrig kitinlister mellan benen. Däremot finns nästan alltid ett mönster av kitinplåtar. I världsfauunan förekommer fyra underordningar, men bara två av dem är representerade i Sverige.

Mesostigmata ("rovkvalster")

Dessa kallas ibland på svenska något oegentligt för rovkvalster. Många djur i gruppen lever visserligen av rov, men här finns också parasiter och en del svampätare och många andra. Djuren är i allmänhet ganska stora, mellan 0,7 och 1,2 mm, och i regel hårt kitiniserade, gula eller rödaktiga i färgen.

Mesostigmater hittar man i många biotoper, till exempel i tång och skräp på havsstränder, i förna, i komposter, i fågel- och däggdjursbon, och som parasiter på ryggradsdjur och insekter. Den fruktade biparasiten *Varroa jacobsoni* (se VN 61:4) hör till den sistnämnda gruppen. Också de rovdjur som lever av spinn- och gallkvalster på växter och som används för bekämpning, familjen Phytoseiidae, ingår i Mesostigmata.



Rovkvalstret *Rodacarellus silesiacus*. Foto: Jan Lagerlöf.

Ixodida (fästingar)

Fästingar är i regel ganska stora, hårt kitiniserade djur. Alla lever som parasiter, de flesta på högre ryggradsdjur. Det finns tolv svenska arter. De sitter ibland uppe i vegetationen i väntan på att ett värdjur skall stryka förbi. Se separat artikel i detta nummer av VN.

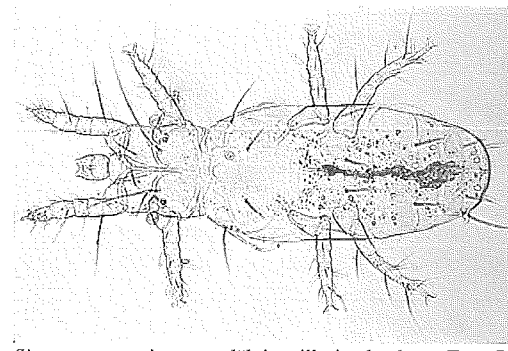
Växtskadedjur

Kvalster skadar växter vanligen på tre olika sätt. 1) Med sina smala, till slangar ombildade chelicerer (munverktyg) kan de punktera enstaka växtceller och suga ut innehållet, 2) de kan överföra växtvirus och därmed smitta en planta, och 3) de kan injicera sådana ämnen som gör att växten fortsätter att växa, trots att den inte borde göra det; resultatet blir olika slags gallbildningar.

Det finns i huvudsak fem olika grupper av kvalster, vilka orsakar mer eller mindre allvarliga skador på växter i Sverige. Fyra av dem hör till underordningen Prostigmata. De fyra är dvärgkvalster, gallkvalster, äkta- och falska spinnkvalster. Den femte gruppen hör till Astigmata, och utgör de så kallade förmultnings- eller förrådsqualstren.

Dvärgkvalster

Hit räknas djur av två närstående familjer, nämligen Pyemotidae och Tarsonemidae. Djuren kallas på svenska för dvärgkvalster, därför att de ofta är små, även om de i regel är något större än gallkvalstren. Hos honor av familjen Pyemotidae liknar fjärde benparet det tredje, medan det fjärde benparet hos familjen Tarsonemidae är re-



Siteroptes graminum, en släkting till vitaxkvalstret Foto: Jan Lagerlöf.

ducerat, således smalare än det tredje och består av bara två eller tre leder.

Det ekonomiskt viktigaste pyemotid kvalstret i Sverige är *Siteroptes cerealium*, vitaxkvalstret. Arten lever mellan bladslidan och strået på odlade och vilda gräs. De suger växtsaft och gynnar sekundära svampangrepp på strået vilket gör att axet vissnar och det bildas så kallade "vitax". Äggen kläcks inuti moderns kropp, och här utvecklas också larverna. Därför sväller honans kropp upp till en blåsliknande bildning, ur vilken kommer fullt utbildade vuxna kvalster.

Från utlandet känner man till pyemotidkvalster som angriper svampodlingar, och det är inte otänkbart att dessa finns också i Sverige, eller hotar att komma hit.

Inom familjen Tarsonemidae finns ett femtontal arter rapporterade från Sverige, varav åtminstone några är av ekonomisk betydelse. Morfologiskt kan man inte skilja de två *Phytonemus* (kallas ibland *Stenotarsonemus*) arterna *pallidus* (cyclamenkvalster) och *fragariae* (jordgubbskvalster). En del forskare, främst amerikaner, anser därför att de utgör en art (*pallidus*) medan andra anser att eftersom man inte kan överföra kvalster från jordgubbar till prydnadsväxter eller tvärtom, är det två arter. I vilket fall förekommer båda formerna i Sverige, och orsakar ekonomiska förluster. Jordgubbskvalster lever, som namnet antyder, på jordgubbar, medan cyclamenkvalstret angriper en stor mängd prydnadsväxter inomhus. Framförallt de unga bladen men också de äldre

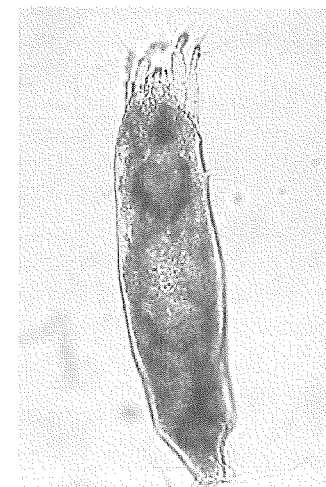
blir förvridna, kan få inrullade bladkanter och är oftast mindre än icke angripna blad. Tillväxtpunkterna dör och växten hämmas allmänt. Även blommorna kan angripas med outvecklade och missfärgade kronblad som följd.

En annan art inom samma familj är Begonia- eller toppskottkvalstret *Polyphagotarsonemus latus*, som liksom *Phytonemus pallidus* angriper prydnadsväxter. Inte sällan hittar man de två arterna tillsammans.

Gallkvalster

Denna överfamilj, som på latin heter Eriophyidea, är den mest specialiserade bland växtkvalstren. Så gott som varje yttre organsystem är modifierat. De har bara två benpar, kroppsbe håringen är rudimentär och alla mundelar är mer eller mindre modifierade. Kroppen är maskformigt långsträckt. De är extremt små, mellan 0,1 till 0,35 millimeter.

Många gallkvalster påträffas i mikrohabitat såsom håligheter under knoppfjäll och vid basen av bladskäft. Andra kan orsaka att växten börjar producera galler i form av knoppgaller eller bladgaller. De sistnämnda uppträder som hårfilt, kantrullning, blåsgaller (pustler), punggaller eller bladbucklor. I dessa lever gallkvalstren omgivna av mat och skyddade mot rovdjur. En hel del, kanske de allra flesta, uppträder emellertid helt öppet på bladen och orsakar bara sällan någon synlig skada på växterna.



Gallkvalster ur familjen Eriophyidae. Foto: Jan Lagerlöf.



De små prickarna i den genomskurna vinbärsknoppen är vinbärsgallkvalster, *Cecidophyopsis ribis*. Foto: Karl-Fredrik Berggren.

Inom gruppen gallkvalster finns det minst två slags livscyklar. I den enklare formen genomgår djuren två nymfstadier, varav det sista avslutas med ett kort vilstadium, kallat pseudopuppa. Denna livscykel kan illustreras av vinbärsgallkvalstret, *Cecidophyopsis ribis*. Ungdomsstadier, såväl som vuxna djur, angriper de nybildade knopparna i slutet av maj, och i stort sätt försiggår sedan hela livscykeln inuti dessa fram till nästa vår. I juli börjar knopparna att svälla upp, och missbildningen blir fullt synlig i augusti. Honorna producerar hela tiden nya ägg, vilka på våren och sommaren kläcks på mellan tre och sju dagar, medan det på vintern tar mellan tre och fyra veckor. Tidigt på våren lämnar kvalstren knopparna och lever för en kort tid fritt på ytan av de nya bladen. Under denna migrationsfas, kan man se kvalstren röra sig överallt på buskarna, och äggen läggs varhelst det finns plats. Djuren sprids mellan buskar genom att haka sig fast på insekter, eller på människor som går förbi.

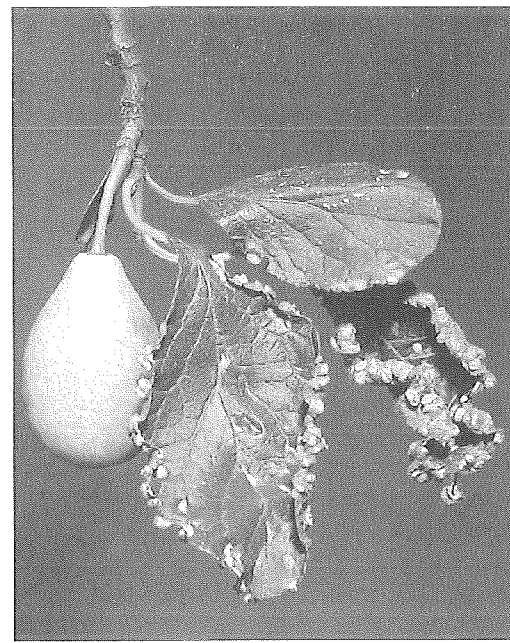
I den mer komplicerade livscykeln, vilken är anpassad för ett liv i regioner med bladfällande lövträd, uppträder två olika former av honor. Den normala, så kallade proterogyna honan, lik-

nar hanen så när som på genitalierna och lever och fortplantar sig i bladverket. Den andra formen, som kallas deuterogyn, skiljer sig morfologiskt från hannarna och proterogynerna. Det är denna form som övervintrar. Livscyklar med deuterogyn kan illustreras av plommonbladgallkvalstret, *Aculus fockeui*. Övervintring sker helst i döda knoppar, och deuterogynerna kommer fram med de nya bladen på våren. De äter under ett par dagar, varefter de börjar lägga sina ägg på undersidan av bladen. Äggen kläcks, genomgår två nymfstadier och blir därefter hanar eller proterogyna honor. Troligen är hanar haploida och honor diploida, vilket innebär att hannar kläcks ur obefruktade ägg, medan honor kläcks ur befruktade.

Systematiken inom gruppen har länge varit tämligen kaotisk och svårgenomtränglig för icke specialister. Att kvalster orsakar gallbildningar på växter har varit känt i åtminstone 260 år, men beskrivningar av nya arter grundade sig länge på skadeverkningar och värdväxter istället för på själva djuren, vilka helt enkelt var svåra att se med dåtidens mikroskop. Emellertid har det under de senaste tjugo åren skett en stor utveckling på området, och 1994 publicerades en katalog över världens kända gallkvalsterarter. Den omfattar 2 884 artnamn inplacerade i 228 släkten och tre familjer. I Sverige vet vi att det förekommer åtminstone 148 arter (inklusive underarter), men förmodligen är det verkliga antalet betydligt större.

Ekonomiskt betydelsefulla i Sverige är päron- respektive äpplegallkvalster (*Phytoptus pyri*) som numera anses vara ett artkomplex som angriper respektive värdväxt. Djuren övervintrar i bladknoppar och börjar suga växtsaft från de unga bladen på våren. Angreppen orsakar små vårtformiga galler, som med tiden mörknar och blir svarta. En annan art som angriper äpple är *Aculus schlechtendali*. Vid kraftiga angrep av denna art, rullar bladen ihop sig i längdriktningen, och skadebildningen kan påminna om torkskador.

På plommon förekommer det tidigare nämnda plommonbladgallkvalstret, *Aculus fockeui* vars aktivitet orsakar gula fläckar på bladen, alltifrån



Skador av plommonbladkvalstret. Foto: Karl-Fredrik Berggren.

nålspetsstora till ett par millimeter i diameter. Det kan finnas så många som upp till 50 fläckar på ett blad, varvid bladen blir vridna runt sin längdaxel. En annan svår skadegörare är det likaledes tidigare nämnda vinbärsgallkvalstret, *Cecidophyopsis ribis*, som inte bara förstör knoppar, utan också kan överföra ett virus.

Spinnkvalster

Familjen Tetranychidae delas i två underfamiljer, varav den ena, Tetranychinae, innehåller arter med förmågan att spinna ett nät påminnande om en oorganiserad spindelväv över växten, därav det svenska namnet, medan representanter för den andra, Bryobinae, saknar denna förmåga.

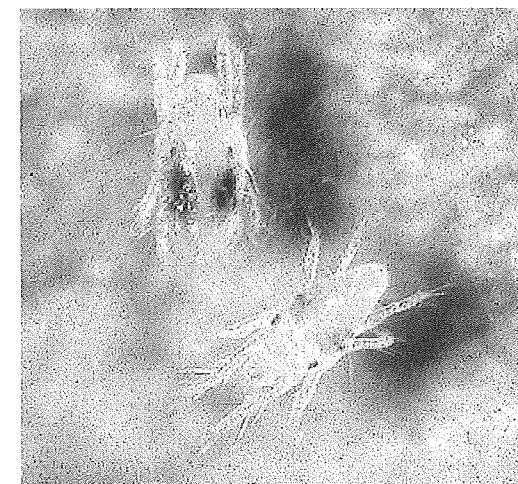
Taxonomi inom båda grupperna är mycket svår, och bör överlåtas åt specialisten. I Sverige förekommer en rad arter inom båda underfamiljerna, men den dominerande arten bland dem som kan spinna nät, är *Tetranychus urticae*, växthusspinnkvalstret (Eng.: "Two-spotted spider mite"). Denna art förekommer huvudsakligen inomhus i växtodlingar och på prydnadsväxter i hemmen, men kan under gynnsamma omstän-

digheter också etablera sig utomhus. Den är väldigt ospecifik i sitt värdväxtval, och rapporterad från mer än 150 arter av mer eller mindre ekonomiskt intresse. Den kan lätt anpassa sig till växter som den normalt inte angriper. Typiska skador är till en början små, men snabbt växande, gula fläckar antingen på bladundersidorna eller på bladöversidorna. Så småningom ser bladet "dammigt" ut för att slutligen vissna. Det karaktäristiska nätet lägger man ofta inte märke till förrän angreppet är mycket kraftigt. Angreppen kan under gynnsamma omständigheter utvecklas fort.

Djuren kan vara aktiva vid temperaturer mellan 12° och 40°C, och generationstiden kan vara så kort som 8 till 12 dagar. Den genomsnittliga livslängden för en hona är omkring 30 dagar. På denna tid producerar hon normalt mellan 90 och 110 ägg.

På hösten, när dagslängden blir kortare, och temperaturen blir lägre, produceras så kallade dvalhonor som slutar lägga ägg, lämnar bladen och söker sig ner mot marken eller skrymslen i växthuset, där de övervintrar. Dessa honor är orange eller röda, i motsats till de vanliga sommarhonorerna som är grönaktiga, med två mörka fläckar.

Den närliggande arten *T. cinnabarinus*, som utomlands rapporterats från många växtslag,



Växthusspinnkvalster. Foto: Maj-Lis Pettersson.

bland annat gurka, har hittills inte påträffats i Sverige.

Två andra ekonomiskt viktiga arter är *Panonychus ulmi*, Fruktträdsspinnkvalstret (Eng: European red mite) och *Oligonychus ununguis*, Barrträdsspinnkvalstret, (Eng.: Spruce spider mite) vars huvudsakliga värdväxter framgår av de svenska namnen. Skadorna liknar mycket de som beskrevs för *T. urticae*. Dessa båda arter övervintrar som ägg, vilka läggs i sprickor i barken.

Inom Bryobinae förekommer i Sverige en rad arter, som brukar sammanfattas inom artkomplexet *Bryobia praetiosa - rubrioculus*. Arterna inom detta komplex kan morfologiskt bara skiljas åt av specialister, och man brukar därför normalt "bestämma" djuren med hjälp av värdväxten, nämligen: Fruktträd (*B. rubrioculus*), örter (*B. praetiosa*, klöverkvalster) murgrova (*B. kisso-phila*) och krusbär (*B. ribis*, krusbärs-kvalster). De ekonomiskt viktiga är *B. praetiosa* och *B. ribis*. I varmare klimat kan *B. praetiosa* övervintra både som ägg och som vuxna, medan i kallare klimat bara ägg övervintrar. De bjärt färgade, mörkröda larverna kan ses röra sig över ljusa ytor tidigt om våren i sin jakt på värdväxter. De söker sig till olika örter, men också till gräs. Efter ett tag blir de mörkgröna och nästan klotrunda. De utvecklas till vuxna vars ägg översomrar och kläcks i början av hösten när temperaturen har sjunkit under 21°C. Höstgenerationen kan antingen övervintra eller lägga övervintrande ägg. *B. praetiosa* migrerar till skyddande ställe för hudömsningar och äggläggning, och det förekommer därför ofta att de påträffas inomhus, ibland i stora mängder. De gör emellertid ingen skada här.

B. ribis övervintrar som ägg, och har bara en generation per år.

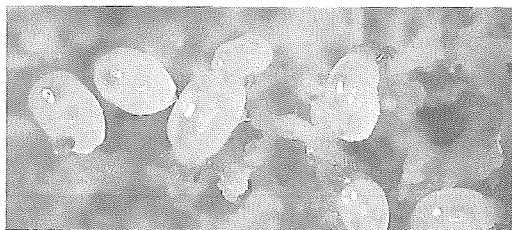
Falskt spinn

En synnerligen intressant kvalsterfamilj är Tenuipalpidae, falska spinnkvalster, som för det mesta genomlever sina liv i största undanskymdhet och utan att väcka någon uppmärksamhet. Familjen har sitt ursprung i subtropiska eller tropiska

områden, men vissa arter har lyckats etablera sig som växthusdjur och spridits över världen. I Sverige har hittills fyra arter återfunnits. Dessa djur har uppenbarligen ganska låg fortplantningspotential, och kan förekomma i växthus under långa tider utan att upptäckas, inte minst på prydnadsväxter såsom orkideer. Emellanåt kan populationerna växa till explosionsartat, varvid djuren plötsligt uppträder i stora mängder. De är då ofta mycket svåra att bekämpa, inte minst på grund av att de verkar vara resistent mot många bekämpningsmedel. Inte heller angrips de av rovkvalster. Djuren är svagt röda och mycket små. De rör sig långsamt, och sitter för det mesta på undanskymda ställen såsom i fickor mellan bladskärf och stam. En art, *Brevipalpus obovatus*, har rapporterats som betydelsefull skadegörare på prydnadsväxter, bland annat på kaktusar i Sverige.

Förråds- och förmultningskvalster

Huvudsakligen ingår arter ur familjen Acaridae i denna grupp. De angriper upplag av organiskt material. Några arter är intressanta ur växtskyddssynpunkt. Sålunda kan man ibland hitta arter av släktet *Tyrophagus* i blommande prydnadsväxter, till exempel *Saintpaulia*. Kanske livnär de sig av pollen, eller på svamphyfer som växer på ståndarna.



Lökqualster. Foto: Karl-Fredrik Berggren.

Ekonomiskt viktigare är emellertid de så kallade lökqualstren, *Rhizoglyphus robini*, som angriper lökar och potatis, och *R. callae*, som kan angripa en rad lökväxter såsom *Narcissus*, *Freesia*, Tulpan, *Gladiolus* och *Calla*.

Djuren gräver gångar mellan lökfjällen eller i knölarna, och efterlämnar ett brunt gnagmjöl. Så småningom kan hela växten bli totalförstörd.

Växter som livsmiljö

Generellt sett utgör växter ingen lämplig föda för kvalster. Denna slutsats kan man dra av det faktum att det är relativt få arter som specialiserat sig på att leva av växter, jämfört med hur många som lever av rov eller som parasiter. Växtätarna har dessutom tvingats till en rad anpassningar och specialiseringar, i synnerhet gäller detta munverktygens utformning.

Inte nog med att växtcellernas cellulosavägg är praktiskt taget onedbrytbara för de flesta djur, utan dessutom fungerar de flesta växter som kemiska fabriker, vilka har förmåga att producera komplicerade organiska föreningar. Många av dessa är effektiva försvarsmedel mot insekter. För att kunna livnära sig av växter måste djuren därför lära sig att på olika sätt oskadliggöra eller på annat sätt undvika de giftiga komponenterna.

Men växterna har gått ett steg längre i sin kemiska utveckling. Angripna växter kan avge flyktiga ämnen som lockar till sig rovdjur, till exempel rovkvalster.

Många växter har så kallade domatier, vilket är platser på bladen lämpliga för rovdjur att gömma sig i och som inte producerats på grund av djurens aktivitet. Domatier kan bestå av ett område med tät, tilltryckt behåring, till exempel i bladnervsveckan. Vissa växter har till och med särskilda glandelceller i eller kring sina domatier, vilka producerar en sötaktig vätska som rovkvalsterna kan livnära sig på under tider när tillgången på bytesdjur är låg. Vidare kan många rovdjur livnära sig på växternas pollen som ett alternativ till bytesdjur.

Rovkvalster

Numera finns rovkvalster, främst av familjen Phytoseiidae, kommersiellt tillgängliga för bekämpning av skadedjur i växtodlingar. Metoden bygger på att man regelbundet, oftast i förebyggande syfte, sätter ut rovdjur enligt uppgjorda program. Allmänt kan sägas att dessa inte dödar alla skadedjur, utan i bästa fall ställs en balans in mellan antalet skade- och rovdjur. I Sverige är för närvarande fyra arter registrerade som be-

kämpningsmedel, men marknaden är under uppbyggnad, och fler arter väntar på att introduceras, däribland någon eller några prostigmater. Fyra rovkvalster är för närvarande registrerade:

Phytoseiulus persimilis - Det kvalster som använts längst i odlingar. Kommer ursprungligen från Medelhavsområdet. Används mot spinnkvalster i växthus samt i jordgubbsodlingar.

Amblyseius cucumeris - Finns ursprungligen spridd över stora delar av världen, däribland Europa, men det är osäkert om den är inhemsk i Skandinavien. Används mot trips i växthusodlingar.

Typhlodromus pyri - Mycket vanlig i svenska obesprutade fruktodlingar, men saknas oftast spontant i sådana odlingar där man behandlat med insektsmedel. Används mot fruktträdsspinnkvalster och gallkvalster i fruktodlingar.

Hypoaspis miles - Den enda av de tillgängliga rovkvalstren som inte tillhör familjen Phytoseiidae, utan Laelapidae. Europeisk art som förmodligen förekommer spontant i södra Sverige. Används mot sorgmygglarver i växthusodlingar.

Litteratur

- Evans, G.O. 1992. Principles of Acarology. C.A.B. International. Wallingford. 563 pp. (Användbar bok om funktionell morfologi och allmän biologi.)
Jeppson, L.R., Keifer, H.H. & Baker, E.W. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. Berkeley. 614 pp. (Innehåller, trots sin ålder, mycket av viktig information om enskilda arter.)
Krantz, G.W. 1978. A manual of Acarology. 2:nd edition. Oregon State University Book Stores. Corvallis. (Innehåller nycklar till de flesta familjer. Mycket bra med referenser fram till utgivningsåret. Ny upplaga planeras.)

Författaren

Lars Lundqvist är forskare vid Systematiska avdelningen, Zoologiska institutionen, Lunds universitet, Helgonavägen 3, 223 62 Lund, e-post: Lars.Lundqvist@zool.lu.se och tel: 046-222 93 34.

Klimat effekter på hoppstjärter och kvalster i skogsmark

Tryggve Persson & Niklas Lindberg

Modellberäkningar tyder på att de ökade utsläppen av växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas medför en global uppvärmning. Hur klimatförändringen påverkar Sverige är mer osäkert. En möjlig förändring är att Sverige kan få torra somrar och milda, fuktiga vintrar. Detta är än så länge bara en gissning, men det finns goda skäl att börja fundera över hur olika scenarier kan påverka natur och miljö. En av de viktigaste naturtyperna i Sverige är barrskogen. Ett förändrat klimat påverkar inte bara skogsproduktionen utan också nedbrytning och frigörelse av växtnäringssämnen liksom de organismer som styr dessa processer.

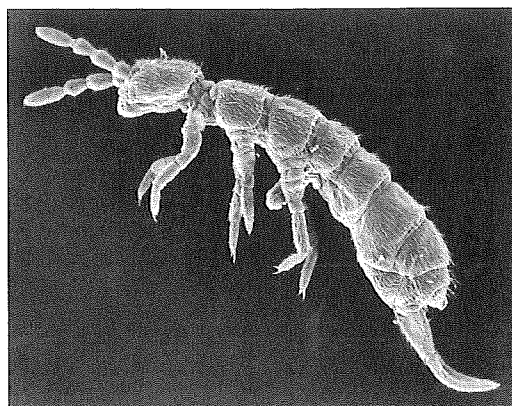
Markens biologiska mångfald

Den svenska barrskogen anses allmänt vara artfattigare än lövskogen. Då tänker man kanske främst på kärlväxter, mossor, lavar och insekter. Ofta glömmar man att större delen, kanske 80-90 % av skogens artmångfald, finns i marken. Där finns en mängd svampar, bakterier och markdjur, som man ofta inte uppmärksammar. Det är möjligt att lövskogsmark har större artmångfald än barrskogsmark även bland dessa organismgrupper, men här är kunskapen alltför begränsad för att kunna säga något tvärsäkert.

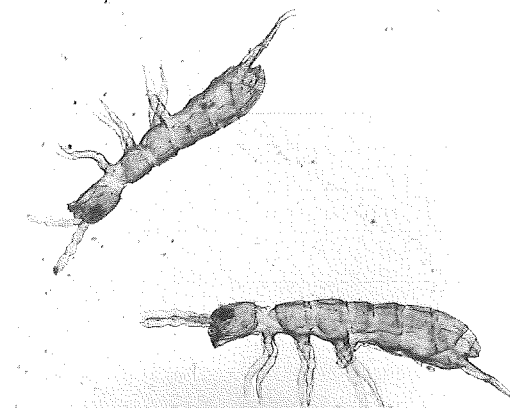
De talrikaste markdjursgrupperna i de flesta landmiljöer är rundmaskar (Nematoda), kvalster (Acari) och hoppstjärter (Collembola). Urdjuren (Protozoa), som är ännu talrikare, anses inte längre höra till djurriket och ingår i gruppen Protista. Av leddjuren är kvalster och hoppstjärter de utan tvekan individrikaste grupperna i marken. I barrskogsmark finns normalt 100 000 till 800 000 kvalster och 30 000 till 100 000 hoppstjärter per kvadratmeter. Artantalet är också betydande. Troligen finns 20-50 arter hoppstjärter och 50-150 arter kvalster på en 10x10 meters skogsyta.

Hoppstjärter

Taxonomiskt betraktas hoppstjärterna (Collembola) numera som en klass inom stammen Arthropoda, medan man tidigare ansåg att gruppen hörde till insekterna (Hopkin 1997). Hittills har ca 6500 arter beskrivits. De förekommer i olika landmiljöer men vissa arter vistas gärna på vattenytor. Den mest utmärkande karaktären hos en hoppstjärte är hoppgaffeln. Den är fäst på det fjärde av de sex bakkroppssegmenten och fungerar som en katapult, som kan kasta upp djuret på bråkdelen av en sekund. Hoppgaffeln används bl a för att fly undan rovdjur. Hos djuplevande hoppstjärterarter har gaffeln reducerats och vissa arter saknar den helt och hållet. Ett annat organ som är unikt för hoppstjärterna är ventraltuben, som sitter på det första bakkroppssegmentet. Den har betydelse för vätskebalansen men används också för att fästa på hala ytor.



Svepelektronmikroskopbild av hoppstjärten *Isotoma violacea*. Foto: Jan Lagerlöf.



Ljuskroskopbild av hoppstjärter, *Isotoma violacea*. Här ser man tydligt djurens ögon. Synförmåga och pigmentering förekommer hos arter som lever på eller nära markytan. Foto: Jan Lagerlöf.

gerar som en katapult, som kan kasta upp djuret på bråkdelen av en sekund. Hoppgaffeln används bl a för att fly undan rovdjur. Hos djuplevande hoppstjärterarter har gaffeln reducerats och vissa arter saknar den helt och hållet. Ett annat organ som är unikt för hoppstjärterna är ventraltuben, som sitter på det första bakkroppssegmentet. Den har betydelse för vätskebalansen men används också för att fästa på hala ytor.

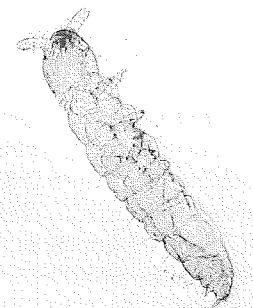
Hoppstjärter är små. Den största europeiska arten är *Tetradontophora bielensis*, som kan bli 9 mm lång, och den största svenska arten är troligen *Tomocerus flavescens* som blir upp till 6 mm. De flesta arterna blir högst ett par mm långa, och de talrikaste arterna är ofta småväxta och blir inte längre än 0,4-0,5 mm. De är alltså svåra att se. Förnålevande hoppstjärter är ofta synliga för blotta ögat, men då krävs att man vänder på nedfallna blad och grenar. Annars ser man inte sällan hoppstjärter i blomkrukor eller som mörka punkter på snön vid töväder. Vissa arter söker sig nämligen upp på snöytan. *Hypogastrura socialis* har visats vandra så långt som 300 meter på snön under en dag (Hågvar 1995).

Hoppstjärter uppträder ibland som skadegörare. Den mest kända arten i detta sammanhang är *Sminthurus viridis* (lucernloppan), som äter på unga klöver- och lucernplantor. *Bourletiella hortensis* kan skada stjälbaser hos mangold,

sockerbeter och barrträdplantor. *Onychiurus*-arter har visats beta på rötter, särskilt om det är ont om förna. Åter andra hoppstjärter är rovdjur, t ex *Friesea*-arter, som suger ut innehållet i ägg av andra hoppstjärter.

De flesta hoppstjärter lever dock på svamphyfer och nedbrytande organisk substans. De saknar själva enzym att bryta ned komplexa organiska föreningar, men kan tillgodogöra sig den energi och näring som byggs in i svamphyferna. Det betyder inte att hoppstjärter äter alla svampar. Vissa svampar föredras medan andra ratas. Det selektiva betandet beror både på svamparnas näringsvärde och smaklighet och på att vissa svampar är direkt giftiga. Hoppstjärter har visats äta växtparasitära svampar, t ex olika *Fusarium*-arter. Betningen av svampar kan både öka och minska svamparnas tillväxt, allt beroende på svamparnas reaktion på betningen. Höga populationer av hoppstjärter kan leda till förskjutningar i svampsamhället. Speciellt intressant är hur betningen av mykorrhizasvampar påverkar samspelen mellan svamp och värdväxt. Exempel finns på både positiva, negativa och inga effekter. Kunskapen om samspelen mellan hoppstjärter och trädens ektomykorrhiza är dock mycket begränsad.

Sammanfattningsvis kan sägas att hoppstjärterna, åtminstone i skogsmark, är viktiga komponenter i markens näringsväv. De kan i någon mån styra vilka svamparter som svarar för nedbrytningen och upptaget av växtnäring hos rötternas mykorrhiza. De påskyndar ofta nedbrytningshastigheten och ökar kväveomsättningen. Det är därför viktigt att klargöra hur hoppstjärterna själva påverkas av miljöförändringar.



En del hoppstjärter t ex *Stenaphorura quadrispina*, lever djupt nere i marken och saknar hoppgaffel, pigment och ögon. Foto: Jan Lagerlöf.

Vill man läsa mer om hoppstjärtarnas biologi rekommenderas Stephen Hopkins bok *Biology of the Springtails* (se referenslistan). För att bestämma hoppstjärtarna till art rekommenderas Fjellberg (1980, 1998). Den senare bestämningsboken är mycket bra, men behandlar bara drygt hälften (Poduromorpha) av hoppstjärtfaunan i Norden. Förhoppningsvis kommer så småningom en bestämningsnyckel till resten av hoppstjärtfaunan. I väntan på denna får man nöja sig med den äldre boken.

Kvalster

Kvalster (Acari) är en mångformig grupp spindel-djur (Arachnida) inom den stora gruppen Arthropoda. Marklevande kvalster tillhör främst grupperna pansarkvalster (Oribatida), Prostigmata, Astigmata och "rovkvalster" (Mesostigmata). Den senare gruppen består av gamasidkvalster (Gamasina) och sköldkvalster (Uropodina). Just gamasidkvalstren är viktiga rovdjur. Kvalster förekommer talrikt i både barr- och löv-skogsmark, och i regel är pansarkvalster och prostigmata kvalster vanligare än astigmata och mesostigmata kvalster. Alla dessa kvalstergrupper behandlas utförligt av Lars Lundkvist i detta häfte av VN, varför ingen närmare presentation av grupperna behöver göras här. Det bör dock tilläggas att pansarkvalstren sannolikt är den viktigaste kvalstergruppen vad beträffar regleringen av svampsamhällena. Gamasidkvalstren är rovdjur och förefaller vara viktiga för regleringen av hoppstjärtpopulationerna.

Hur reagerar hoppstjärtar och kvalster på förändrad markfuktighet?

Försöksuppläggning

För att med säkerhet kunna bedöma vad en miljöförändring innebär i framtiden, kan man försöka efterlikna förändringen i långsiktiga fältexperiment. Sverige har i detta avseende ett försteg framför andra länder genom att det finns ett antal väl upplagda fältförsök som pågått under många år. Ett av dessa försök är Skogabyförsöket i södra Halland som utlagts i en ca 25-

årig granskog. Ursprungligen planerades försöket för att klargöra vilka faktorer som bestämmer skogsträdens vitalitet, bl a kvävefaktorn och fuktighetsfaktorn. Men vi har använt oss av försöket för att få en bild av vad som kan hända vid en framtida klimatförändring med ökad respektive minskad fuktighet. Försöket startade våren 1988 och vår provtagning skedde hösten 1997, d v s efter tio års manipulation av fuktigheten.

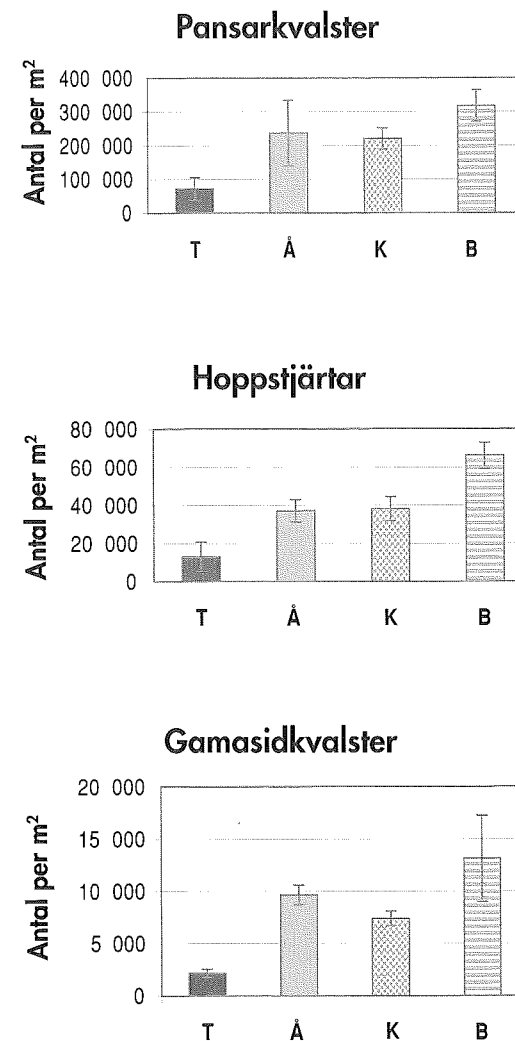
Ökad fuktighet efterliknades genom att bevattna de 45x45 m stora försöksytorna under sommarhalvåret (maj till september). Bevattningen gick automatiskt igång de dagar då markfuktigheten understeg ett bestämt värde. Minskad fuktighet efterliknades genom att placera genomskinliga plasttak på 1-2 meters höjd över marken. Vattnet leddes bort i stora rörsystem. Taken lades dit i början av april och togs bort i oktober. Därigenom fuktades marken bara under den kalla årstiden. Som referens användes försöksytor som fick naturlig nederbörd. Alla behandlingar hade fyra upprepningar var. Försöket pågick på detta sätt fram till 1996. Då bestämdes att bara halva ytan i torkytorna skulle ha tak, medan den andra delen skulle användas för att studera återhämtningsförlopp. Ett år senare, den 20 oktober 1997, insamlades ytbestämda markprover från de nu fyra behandlingarna i de 16 parcellerna (ytorna) för att bestämma individ- och artantal hos hoppstjärtar och kvalster. Djuren drevs ut i både s k Tullgrentrattar (stora provvolym, 400 cm² x 10 cm djup per parcell) och s k Macfadyenextraktorer (små volym, 20 cm² x 10 cm djup per parcell). De förra proverna användes för att bestämma artmångfalden och de senare (effektivare för små former) för att bestämma individantalet.

Effekter på individtätheten

Antalet hoppstjärtar, pansarkvalster och gamasidkvalster var genomgående lägst i torkytorna och högst i bevattningsytorna medan antalet i både kontroll- och återhämtningsytorna låg någonstans mittemellan (Figur 1).

Trots att årsnederbörden i Skogabyområdet är hög för att vara i Sverige (omkring 1100 mm), ledde bevattningen till att både hoppstjärtar och

kvalster (prostigmater och astigmater räknades dock inte) ökade i antal. Sommaren 1997 var relativt torr, vilket kan förklara varför bevattningseffekten blev tydlig. Det var mer väntat att experimentell torka skulle leda till en dramatisk minskning av antalet hoppstjärtar och kvalster. Många hoppstjärtar och kvalster är känsliga för relativt måttlig uttorkning. De kan normalt undvika uttorkning genom att krypa ner i marken (om porutrymmena tillåter). Där är den relativa



Figur 1. Antal hoppstjärtar, pansarkvalster och gamasidkvalster i försöksytor med olika behandlingar i en halländsk granskog. T=torka (tio år), Å=återhämtning (torka i nio år följt av ett år utan tak), K=kontroll och B=bevattning (tio år). Intervallen anger medelfelet.

luftfuktigheten ofta tillräckligt hög (98-100 %) trots liten vattenmängd, och djuren kan överleva. Vid långvarig torka, som i detta experiment, kan man misstänka att känsliga ungstadier har påverkats negativt. Det är också möjligt att tillgången på svamp, den huvudsakliga födan, minskat dramatiskt. Det kan påpekas att granarna växte långsammare i torkytorna och snabbare i bevattningsytorna än i kontrollytorna.

Det kanske intressantaste resultatet är dock att såväl hoppstjärtar som kvalster återhämtade sig fullständigt i de ytor där taken togs bort åtminstone om man ser till individantalet. Det räckte alltså med bara ett enda år utan torka för att nå populationstätheter på samma nivå som i de opåverkade kontrollytorna.

Effekter på artmångfalden

Totalt observerades 25 hoppstjärtarter och 45 arter pansarkvalster. Det genomsnittliga antalet hoppstjärtarter (räknat per 4 dm²) var 15 i kontrollytorna, 14,5 i bevattningsytorna, 13,5 i återhämtningsytorna och 11,5 i torkytorna, men skillnaden var inte statistiskt säkerställd. Motsvarande värden för pansarkvalstren var 26, 33, 22 och 20, och här var skillnaderna säkra. Om man ser till hela det insamlade materialet och vidare korregerar för skillnaderna i individantalet (större sannolikhet att få flera arter om man har flera individer) genom en s k rarefactionanalys, visade det sig att artrikedomen var klart lägre i torkytorna för både hoppstjärtar och kvalster. Hoppstjärtarna hade högst artrikedomen i kontrollytorna, medan pansarkvalstren hade högst artrikedomen i bevattningsytorna.

Effekter på artnivå

Fem hoppstjärtarter hittades endast på torkytorna, nämligen flera *Entomobrya*-arter, en *Orchesella*-art och en *Sminthurus*-art. Gemensamt för dessa är att de annars påträffas klättrande på trädstammar eller hittas i andra torra miljöer. Sju hoppstjärtarter som fanns i de andra ytorna saknades i torkytorna. Gemensamt för dessa sju arter är att de normalt finns i förnaskiktets nedre del eller ännu djupare i marken, där det normalt finns tillräcklig fuktighet. De verkade alltså inte tåla den långvariga och extrema torkan. Bland

pansarkvalstren ökade tätheten av *Zygoribatula exilis* markant av torka, medan tätheten av *Tectocephus velatus*, *Suctobelbella* spp., *Oppiella nova*, *Adoristes ovatus*, *Atropacarus striculus* och *Rhysotritia duplicata* minskade. Man kan notera att flera av de senare arterna lever som larver och nymfer inuti barr i förnaskiktet, och det är rimligt att anta att dessa arter minskar i antal därför att de inte har någon möjlighet att undvika torkan genom att krypa ned till fuktigare markskikt. En annan förklaring kan vara att honorna har svårt att hitta lämpliga ägglägningsplatser i de förtorkade barren.

Sammanfattningsvis kan sägas att särskilt torkbehandlingen ledde till påtagliga förändringar i artsammansättningen hos både hoppstjärtar och pansarkvalster.

Slutsatser

I det tio år långa fältexperimentet som efterliknade ökad respektive minskad nederbörd minskade individtätheten av marklevande hoppstjärtar och pansarkvalster av torka och ökade tätheten av ökad fuktighet. Torka minskade och bevattning ökade antalet arter av pansarkvalster. För hoppstjärtarna ledde både torka och bevattning till ett mindre artantal än vad som fanns i kontrolltyterna. Torka och bevattning medförde stora skillnader på artnivån, bl a att många hoppstjärtarter försvann vid torka men delvis ersattes av arter som normalt uppehåller sig på trädstammar och i trädkronor. Eftersom många av dessa arter är alg- och lavkonsumenter kan man förvänta sig att de har en annan verkan på mikrobiotsamhället på marken än de arter som de ersatte. När de tidigare torktyterna utsattes för normal nederbörd skedde en förvånansvärt snabb återhämtning av antalet hoppstjärtar och kvalster om man bara ser till individantalet. Återhämtningen av antalet arter verkade ta längre tid. Man kan också fråga sig i vad mån återhämtningen berodde på överlevnad inne i de torkutsatta tyterna eller på invandring från omgivningen. Om återhämtningen främst berodde på invandring bör torka ha allvarigare effekter än vad som antydde i detta försök. Även om försöket visade på tydliga effekter av torka, är det alltså svårt att

dra generella slutsatser om vad som kommer att hända med hoppstjärtar och kvalster om Sverige får ett ändrat klimat. En sak visades dock med önskvärd tydlighet, nämligen att arter kan "blomma upp" när fuktighetsförhållandena ändras, även när de tidigare kan ha haft ytterst låga populationer. Det ger en antydning om att biologisk mångfald är viktig och att arter som inte tycks ha någon viktig funktion under normala betingelser kan fungera som en slags "reservtrupp" vid miljöstörningar.

Referenser

- Fjellberg, A. 1980. Identification keys to Norwegian Collembola. Norsk Entomologisk Forening, 158 sid.
Fjellberg, A. 1998. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I: Poduromorpha. *Fauna Entomologica Scandinavica* 35.
Hopkin, S. 1997. Biology of the Springtails, Insecta: Collembola. Oxford University Press, 330 sid.
Hågvar, S. 1995. Long distance, directional migration on snow in a forest collembolan, *Hypogastrura socialis* (Uzel). *Acta Zoologica Fennica* 196:200-205.
Lundqvist, L. 1999. Kvalster – en stor grupp små djur. *Växtskyddsnotiser* 63, 39-47

Författarna

Tryggve Persson är professor i markbiologi och har bl a studerat effekter av kalkning, försurning och kvävegödsling på markfauna, samt hur markfaunan påverkar kol- och kväveomsättningen. Niklas Lindberg är doktorand och studerar hur markens leddjur påverkas av olika temperatur- och fuktighetsregimer. Adressen är Inst. för ekologi och miljövärd, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.

Fästingen *Ixodes ricinus* som sjukdomsöverförare i Skandinavien

Thomas G.T. Jaenson

Ixodes ricinus är den i särklass "vanligaste" av de drygt tio fästingarter som förekommer permanent i Norden. M a o är *I. ricinus* den art som oftast observeras av och på människor (1). Den överför flera olika, potentiellt sjukdomsframkallande mikroorganismer bland domesticerade och vilda däggdjur och fåglar. Människor drabbas ibland av sjukdom då sådana mikroorganismer via fästingar överförs från djuren till människan. *I. ricinus*-associerade infektiösa agens av humanmedicinskt intresse i Nordeuropa omfattar bl a: TBE-virus inklusive louping ill-virus, Uukuniemi-virus, *Francisella tularensis*, *Ehrlichia* spp., *Rickettsia helvetica* (2, 37-38) *Coxiella burnetii*, flera arter inom *Borrelia burgdorferi*-komplexet, *Babesia divergens* och *B. microti* (1-13).

I den följande redogörelsen använder jag termen "fästingen" som synonym för *I. ricinus*. Jag lägger tonvikten på sådana aspekter i fästingens biologi som är av speciell betydelse för ekologin och epidemiologin rörande Lyme borrelios och TBE. Siffrorna inom parentes hänvisar till referenslistan. Innehållet i denna artikel är delvis publicerat tidigare i Läkartidningen, nr 26-27, 1988 och nr 28-29, 1993, samt i Svensk Veterinärtidning, nr 7, 1994 och i Information från Läke-medelsverket, nr 2, 1998.

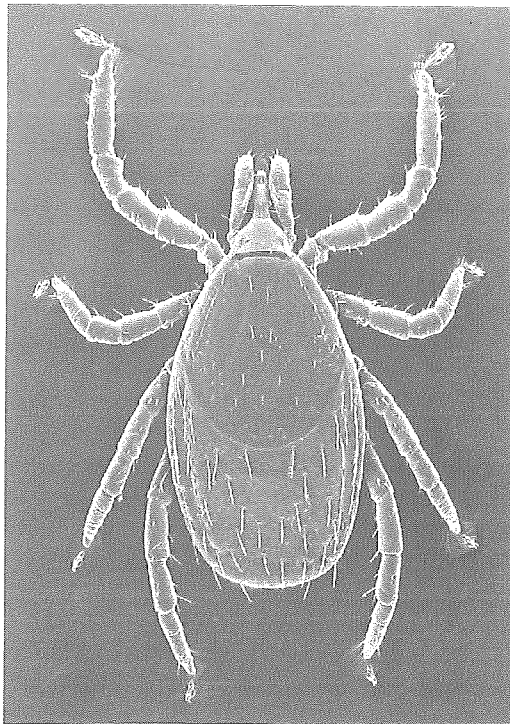
Fästingens livscykel, aktivitet och geografiska utbredning

Fästingar (Ixodida) är spindeldjur (Arachnida),

närmare bestämt kvalster (Acari). Elva fästingarter förekommer permanent i Sverige. Men praktiskt taget alla (>95%) fästingar, som man brukar finna på människor, hundar, katter hästar, kor, får, harar, rådjur, dovhjortar och älgar, tillhör arten *I. ricinus* (1) - ofta benämnd "den vanliga fästingen". Fästingens livscykel består av fyra stadier: ägg, larv, nymf och fullbildad hane eller hona. Larven och nymfen måste vardera ta ett blodmål för att kunna utvecklas vidare. Hanen tar ett stort blodmål för att kunna producera ägg. Larverna och nymfarna suger blod under 3-5 respektive 5-7 dygn från däggdjur och fåglar av alla storlekar. Fästinghonorna suger blod under 7-13 dygn från medelstora (t ex katt, hare, hund) till stora däggdjur (t ex människa, rådjur), i sällsynta fall från fåglar. Varje utvecklingsstadium varar i allmänhet i ungefär ett år. Utvecklingstiden från larv till vuxen fästing tar 2-6 år, vanligtvis ca 3 år (14).

I Norden förekommer *I. ricinus* allmänt på de danska öarna (15-16) liksom i hela södra Sverige norrut till mellersta Värmland och Dalarna samt längs Norrlandskusten (1). Det finns även enstaka fynd från de inre delarna av mellersta och norra Sverige. I Norge har fästingen sitt huvudsakliga utbredningsområde i landets södra och västra kustområden norrut till Nordland (10). I Finland är *I. ricinus* allmän i landets södra och mellersta delar (11).

Nymfer och adulta (fullbildade) *I. ricinus* är inaktiva vid temperaturer under 4-5 °C. I Syd-



Nymf av fästingen *Ixodes ricinus*. Naturlig storlek 1,5 mm.
Foto: G. Wile & T.G.T. Jaenson.

sverige är fästingarna därför i allmänhet bara aktiva från mars/april till oktober/november. Vid varm väderlek kan man emellertid ibland finna enstaka fästingar aktiva även under vintermånaderna. Fästingaktiviteten är sålunda temperaturberoende varför antalet värdsökande fästingar på en och samma lokal brukar variera avsevärt under säsongen. Oftast finner man dock flest fästingar i vegetationen och på olika värdjur under maj-juni och augusti-september. Men i norra Sverige är fästingsäsongen betydligt kortare. I den nordligaste delen av utbredningsområdet kan fästingaktiviteten nästan helt saknas under kalla somrar (14).

Risken för fästingangrepp är generellt sett högst under bär- och svampsäsongen (juli-september/oktober) eftersom det är speciellt då som många människor rör sig i fästingrika marker.

Riskområden för fästingar

Ett villkor för att ett område skall hysa många

fästingar är att där finns harar, rådjur eller andra medelstora eller stora däggdjur, som fästinghonorna kan suga blod av. Fästingarna gynnas dessutom av hög luftfuktighet. Därför brukar det finnas mycket fästingar i skuggiga - d v s fuktiga - miljöer som ofta kännetecknas av att där finns ett träd- eller buskskikt. Fästingarnas antal påverkas sålunda indirekt av vegetationstypen (17-18). De faktorer som har störst inverkan på fästingens överlevnadsmöjligheter, dvs antalet fästingar på en viss lokal, är: (i) mark- och fältskiktens mikroklimat, som påverkar äggens och de kläckta fästingarnas överlevnad såväl under den kallare som den varmare delen av året; (ii) vegetationsperiodens längd, som påverkar fästingarnas möjligheter att utvecklas från ett stadium till nästa samt deras möjligheter att söka värdjur; (iii) tillgången på värdjur, eftersom den mängd blod som fästinghonan lyckas suga i sig påverkar hennes äggläggningsförmåga (14).

Ixodes-överförd borrelios (Lyme disease)

Under slutet av 1970-talet och början av 1980-talet fastställdes att "erythema chronicum migrans" m fl associerade sjukdomstecken orsakas av *Ixodes*-överförda *Borrelia*-spiroketer. *Borrelia*-orsakad sjukdom (Lyme disease) är nu den i särklass vanligaste av de medicinskt betydelsefulla insekts- och fästingöverförda infektionssjukdomarna inom norra halvklottets tempererade region (3,6,7,12,13). Området inkluderar bl a större delarna av USA, Europa, Ryssland och Japan. I Sverige uppskattas antalet sjukdomsfall av borrelios vara ca 5000-10000 humanfall/år (3). I Danmark, Finland och Norge torde sammanlagt några tusen personer/år drabbas av Lyme disease. I Europa finns åtminstone tre humanpatogena taxonomiska enheter (taxa, "arter", genomospecies) inom det s k *B. burgdorferi*-komplexet, nämligen *B. burgdorferi* (*sensu stricto*), *B. garinii* och *B. afzelii*. *I. ricinus* är i Europa den betydelsefullaste överföraren (vektorn) av dessa *Borrelia*-bakterier från djurreservoar till människa (19-32). En fästing kan vara infekterad med mer än en av dessa *Borrelia*-taxa. Dessutom finns fästingar med blandinfektioner av *Borrelia* och *Ehrlichia*,

Borrelia och *Babesia*, samt *Borrelia* och TBE-virus. Förmodligen förekommer även fästingar som samtidigt är infekterade med *Borrelia* och harpestbakterien *Francisella tularensis* samt *Borrelia* och *Rickettsia helvetica*.

Borrelia-bakterierna överförs sällan via äggen från fästinghonan till avkomman (33). Detta innebär att nästan alla fästingens ägg och även de värdsökande larverna är oinfekterade. Det främsta villkoret för att en stor andel fästingar skall vara infekterade med en potentiellt humanpatogen mikroparasit, som sällan överförs från fästinghonan till avkomman, t ex *B. burgdorferi* s.l., är att en betydande andel av fästinglarverna och nymfarna suger blod på sådana djurarter som är kompetenta reservoarer för mikroparasiten. Dessa reservoarer är alltså mottagliga för infektionen. Dessutom "tillåter" de att infektionen finns kvar i dem som en bakteriemi (i blodet) under veckor-månader samt att infektionen kan föras vidare till nya mottagliga fästingar när dessa suger blod. Omfattande undersökningar i Europa har visat att ett stort antal små och medelstora däggdjur samt många fågelarter sannolikt fungerar som reservoarer för *B. burgdorferi* s.l. (19-33). I Sverige är näbbmöss (*Sorex* spp.), skogssork (*Clethrionomys glareolus*), skogsmöss (*Apodemus* spp.) och skogshare (*Lepus timidus*) de viktigaste *Borrelia*-reservoarerna (9,21,27-32).

Borrelia-infekterade nymfer och honor av *I. ricinus* förekommer i hela fästingens utbredningsområde, från Irland i väster till Ryssland i öster och från Nordafrika i söder till norra Skandinavien i norr. Andelen infekterade värdsökande nymfer är vanligtvis 5-20%, medan andelen infekterade värdsökande aduler är omkring 15-40% (33). Eftersom antalet värdsökande nymfer är mycket högre än antalet värdsökande honor i naturen är det nymfarna som svarar för de flesta fallen av *Borrelia*-överföring till människor (33). Nymfarna är dessutom mycket mindre än honorna och därmed svårare att upptäcka på människokroppen. Detta har betydelse för sjukdomsöverföringen eftersom det i allmänhet tar minst ett dygn innan bakterierna börjat överföras från fästingen till blodvärderna.

Europeisk fästingöverförd encefalit (TBE)

En annan betydelsefull *I. ricinus*-överförd humanpatogen är det virus - europeisk subtyp av TBE-virus (4-6) - som orsakar fästingöverförd encefalit (meningoencefalomyelit; TBE, tick-borne encephalitis). Även om det inträffar betydligt färre sjukdomsfall av TBE bland människor jämfört med borrelios så kan sjukdomsförloppet, speciellt för äldre personer som infekterats med TBE-virus, vara synnerligen svårartat - ibland dödligt. I Norden förekommer detta virus i Finland (f a Åland och sydvästra Finland) och Sverige (f a på fastlandet och öar längs den södra Östersjökusten norrut till och med Roslagen, på öar i och strandområden kring Mälaren, samt på Öland, Gotland, och Gotska Sandön. I Sverige har infektionen stundom påvisats som humansjukdom utanför det "egentliga" TBE-området. Kanske beror detta på att tillfälliga foci med TBE-virus kan etableras via fåglar. En annan möjlighet kan vara att en tämligen kontinuerlig spridning av TBE-viruset förekommer på många lokaler även utanför det egentliga "högendemiska" området. Det sistnämnda området är då endast "toppen på isberget". I Danmark tycks TBE-virusets utbredning vara begränsad till Bornholm. I södra och sydvästra Norges kusttrakter är *I. ricinus* vektor av louping ill-viruset, som är en virus-subtyp närstående till TBE-viruset. Louping ill-viruset tycks sålunda förekomma i Norge - på samma sätt som TBE-viruset i de övriga Fennoskandinaviska länderna - endast inom en del av fästingens utbredningsområde.

De flesta stammar av TBE-virus som isolerats i Europa härrör från fästingen *I. ricinus*, skogsmöss och skogssork. Viruset har i mindre utsträckning isolerats från andra fästingar och däggdjur samt från fåglar (och stickmyggor som emellertid inte kan överföra detta virus). I naturen överförs TBE-viruset huvudsakligen mellan *I. ricinus* och smågnagare, främst skogsmöss och skogssork. I och med sin höga reproduktionshastighet, frånvaro av anti-TBE-antikroppar hos de unga gnagarna, och långvariga virusförekomst i blodet så är dessa smågnagare betydelsefulla reservoarer

för viruset. Såväl larver som nymfer och fullbildade fästingar kan i sin tur fungera som virusvektorer till andra mottagliga djur såsom kor, får, hjortdjur, harar och fåglar. Från sådana djur kan viruset överföras till nya fästingar på "klassiskt" sätt då virus finns i värddjurets blod (d v s som en viremi). Dessutom kan oinfekterade fästingar, om de fäst sig på värddjuret alldeles intill en infekterad fästing, suga i sig viruspartiklar via värddjuret från sin infekterade artfrände. Detta benämns icke-viremisk transmission. Viruset övervintrar troligen huvudsakligen i fästingar - i mindre omfattning i igelkottar, fladdermöss och andra smådäggdjur.

Studier på Åland har visat att i genomsnitt endast 1 av 200 nymfer är infekterad med TBE-viruset (5). I fästingen kan viruset överföras transovariellt (från adult hona via äggen till larverna) men betydligt vanligare är att det överförs transstadieellt (från larv till nymf eller från nymf till adult). Människor infekteras av TBE-viruset f a från nymferna. Virusöverföringen börjar så snart fästingen börjar förankra sig i huden. "Cementet" som fästingen bygger upp i bettstället runt sina mundelar har visat sig kunna härbärgera stora mängder viruspartiklar.

***Rickettsia helvetica* - orsak till plötslig hjärtdöd bland idrottsmän?**

Rickettsia-arter inom den s k fläckfebergruppen har påvisats bland fästingar i Europa, t ex *R. conorii* i Spanien, Frankrike och Italien och *R. slovaca* i Östeuropa. 1979 påvisade Burgdorfer och medarbetare en rickettsia i *I. ricinus* insamlade i Schweiz. Den fick senare namnet *R. helvetica*. Under de senaste åren har Nilsson, Pålsson och medarbetare i Uppsala med avancerad mikrobiologisk-molekylärbiologisk teknik kunnat visa att *R. helvetica* infekterar ca en femtedel av nymfer och adulta *I. ricinus* i södra och mellersta Sverige (2,37). Det är hittills den enda *Rickettsia*-art som påvisats förekomma naturligt i *I. ricinus* i Skandinavien. Det har varit okänt om denna rickettsia orsakar sjukdom hos människa. Men nyligen påvisade Nilsson, Lind-

quist och Pålsson förekomst av *R. helvetica* i hjärtmuskel och angränsande vävnader hos två män, 19 och 33 år gamla, som avlidit i plötslig hjärtdöd under aktivt idrottsutövande (38). Även om det ännu inte är bevisat att *R. helvetica* är orsaken till dessa idrottsmäns död så bör denna hypotes noggrant testas.

Kan man kontrollera fästingarnas antal?

Om man minskar fuktigheten (t ex genom att öka sol- och vindexponeringen) i den marknära vegetationen så ökar dödligheten i fästingpopulationen. I trädgårdar och parker kan denna effekt delvis uppnås genom att ta bort löv, tät undervegetation och kraftigt skuggande höga träd, eller genom att bredda gångstigar, etc (34).

I nordöstra USA och annorstädes används ofta kemiska preparat (acaricider) för att bekämpa fästingar i trädgårdar, parker m m. Acariciderna dödar ofta inte bara fästingar utan även många insekter och andra organismer i det område där bekämpningsmedlet sprids ut (34). En betydligt skonsammare, selektivare metod som används med viss framgång i USA är den som baseras på acaricid-impregnerad bomull som läggs ut i pappylsor i trädgårdar och parker där Lyme disease är ett problem. Bomullen utnyttjas som bobyggnadsmaterial av bl a vitfotade hjorträttan som därigenom "avlusas", d v s hjorträttans ektoparasiter inklusive fästingarna i rättans päls försvinner. Eftersom denna gnagare är den i särklass viktigaste reservoaren för *B. burgdorferi* i många parker och trädgårdar i nordöstra USA kan man med denna metod, under sådana optimala förhållanden, kraftigt reducera transmissionen av *Borrelia*-spiroketer. Vi har testat metoden på Torö söder om Stockholm. Resultaten tyder på att metoden knappast är effektiv för fästingkontroll i de naturtyper som är förhärskande på Torö (35).

I Norden blir människor sannolikt betydligt oftare fästingbitna i naturområden än i trädgårdar eller parker. Med tanke på att de fästinginfesterade områdena i Norden är mycket vidsträckta så är

t ex kemisk bekämpning eller kontroll genom att förändra vegetationen, generellt sett, ej praktiskt genomförbara metoder (34,36).

Att kontrollera Lyme disease i Norden genom att försöka eliminera vissa arter av betydelsefulla värddjur (reservoarer) för *Borrelia* är, generellt sett, ej heller möjligt. Detta beror på att antalet potentiella värddjur (näbbmöss, smågnagare, ekorre, skogshare, åtskilliga fågelarter) är mycket stort i nästan alla nordiska, terrestra ekosystem (27,36).

Positiva samband har påvisats mellan hög fästingtäthet, hög täthet av hjortdjur (i nordöstra USA f a vitsvanshjort och i Europa f a rådjur) och hög förekomst av Lyme borrelios hos människor i området. Det är troligt att i områden med många sjukdomsfall av human borrelios, denna skulle minska om fästingarnas antal reducerades genom att antalet hjortdjur drastiskt minskade(s) i området. Detta skulle kunna ske på naturlig väg (födobrist, predation, sjukdomar) eller artificiellt (elektrifierade stängsel, jakt etc). Sålunda har man i nordöstra USA visat att stängsel som utestänger hjortdjur eller massiv avskjutning (80-100% reduktion) av populationer av vitsvanshjort resulterar i minskad täthet av larver och nymfer av *I. scapularis*. Liknande resultat har påvisats beträffande *I. ricinus* på Irland (19). Om metoden skulle användas i t ex Sverige skulle åtminstone populationerna av både rådjur och skogshare behöva reduceras kraftigt (27,36). Detta beror på att båda arterna är mycket betydelsefulla värddjur för adulta *I. ricinus*. Metoden är sannolikt ej effektiv på det svenska fastlandet, eftersom en återkolonisering till det behandlade området snabbt skulle kunna ske från omgivningen. Däremot skulle metoden kunna vara effektiv på relativt isolerade öar eller halvöar där en återkolonisering av hjortdjur och harar effektivare kan förhindras eller kontrolleras (27,36). Stöd för detta ges av resultaten från Great Island-försöket (utanför Massachusetts kust) där en 80%-ig minskning av vitsvanshjortbeståndet ledde till en 80%-ig och 90%-ig nedgång i tätheterna av respektive larver och nymfer av *I. scapularis*. I Norden skulle metoden eventuellt kunna appliceras på relativt isolerade

små öar med hög risk för Lyme borrelios och TBE förutsatt att den bofasta befolkningen önskar att metoden prövas hos dem (27,36).

Hur skyddar man sig mot fästingbett?

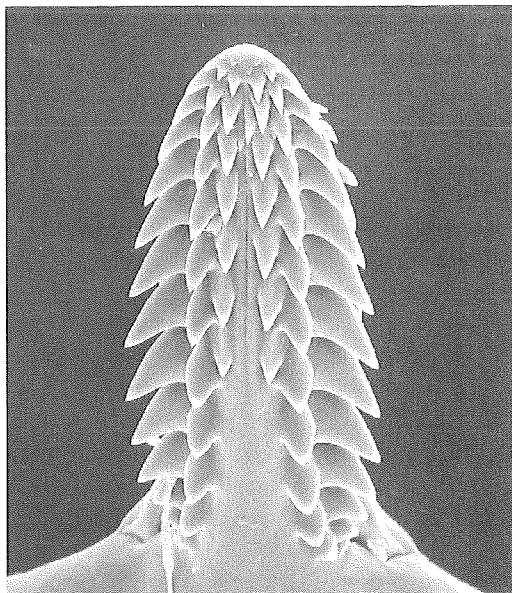
Harar och rådjur kan släppa ifrån sig blodfyllda fästinghonor som var och en kan lägga upp till 2000 ägg. Därför bör man se till att harar och rådjur inte har tillgång till trädgården, t ex genom att sätta upp ordentliga staket, som når tätt an mot marken (mot harar) respektive är höga (mot rådjur). I tätbebyggda områden med parker och trädgårdar kan en begränsning av antalet harar och rådjur minska risken för fästingangrepp. Sådana åtgärder är sannolikt effektivast i geografiskt isolerade områden (öar, halvöar, etc.).

Fuktighetsbevarande vegetation, som är gynnsam för fästingar, kan eventuellt tas bort från tomten för att missgynna fästingarna.

Fästingarna sitter i allmänhet på marken eller på låg vegetation (<1 m) då de söker blod. De hamnar därför oftast på benen och kryper uppåt tills de finner bar hud. Barn är kortare än vuxna. Därför fäster sig fästingarna oftare på överkroppen och huvudet på barn. På vuxna personer sitter fästingarna oftare på lägre kroppspartier.

I områden där man vet eller misstänker att det finns mycket fästingar kan heltäckande klädsel användas. Långbyxor med byxbenen nedstoppade innanför stövelskaften eller innanför strumporna, och en tröja nedstoppad innanför byxlinningen, ger ett gott skydd. Ljusa kläder kan rekommenderas eftersom fästingarna upptäcks lättast mot en ljus bakgrund.

Myggmedel (MyggA och liknande preparat) som innehåller DEET (dietyltoluamid, dietylbenzamid) skyddar mot fästingar i flera timmar om medlet strykes på kläderna, som en barriär, så att fästingarna inte når fram till bar hud. Eftersom medlet är giftigt och tas upp av fettvävnad, bör det användas i måttliga mängder då det stryks direkt på huden. Myggstift och liknande som innehåller DEET bör ej användas på barns hud.



Den hullingförsedda hypostomen (sedd underifrån) med vilken fästingen förankrar sig i värdjurets hud. Fastsittande fästingar bör tas bort ur huden så snart som möjligt, lämpligen med en finspetsig pincett som fattas runt fästingens framparti. Foto: G. Wile & T.G.T. Jaenson.

Man bör inspektera hela kroppen åtminstone dagligen, gärna oftare, när man vistas i fästingmarker. Speciellt att tänka på är att kamma igenom håret och leta runt öronen, i synnerhet på barn. Fästingar som infesterat kläder kan avlivas genom att man stryker kläderna med ett varmt strykjärn eller torkar dem ordentligt i ett påslaget torkskåp.

Hur tar man bort en fästing?

För att få bort en fastsugen fästing skall man fatta runt fästingens mundelar så långt in mot huden som möjligt och dra rakt ut. Bäst är att använda en mycket finspetsig pincett. Man skall inte klämma på den mjuka bakre delen av fästingen eftersom detta kan medföra att infektiöst material pressas ut ur fästingen. Att vrida fästingen med eller motsols hjälper inte eftersom mundelarna inte är skruvgängade utan hullingförsedda och lätt går av om man vrider.

TBE-viruset och *Borrelia*-bakterien överförs med den saliv som produceras kontinuerligt av den fastsittande fästingen. Därför bör man avlägsna fästingen så snart som möjligt. Man bör undvika

att fördröja borttagandet, t.ex. genom att använda fett eller andra preparat för att få fästingen att lossna, så att denna inte tillåts utsöndra saliv under en längre tid än nödvändigt.

Att en del av fästingens mundelar bryts av och blir kvar i huden brukar bara orsaka en lindrig inflammation, varvid mundelarna stöts bort efter några dagar. Kvarsittande delar av fästingens munapparat ökar dock risken för överföring av TBE-virus från TBE-virusinfekterade fästingar och kan också orsaka sekundära bakteriella infektioner. Därför bör man tvätta bettstället med något desinficerande medel.

Om hunden eller katten brukar få fästingar i pälsen så kan man kamma eller borsta djuret över ett lakan. Fastsittande fästingar plockas bort med pincett. Man bör inte slänga fästingarna på tomt utan istället döda dem på lämpligt sätt.

Referenser

1. Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, J., Olsen, B., Chirico, J. m. fl. 1994. Geographical distribution, host associations and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *J. Med. Entomol.* 31, 240-256.
2. Nilsson, K., Jaenson, T.G.T., Uhnö, I., Lindquist, O., Pettersson, B. m. fl. 1997. Characterization of a spotted fever group *Rickettsia* from *Ixodes ricinus* ticks in Sweden. *J. Clin. Microbiol.* 35, 243-247.
3. Berglund, J., Eitrem, R., Ornstein, K., Lindberg, A., Ringnér, Å. m. fl. 1995. An epidemiological study of Lyme disease in southern Sweden. *N. Engl. J. Med.* 333, 1319-1324.
4. Brinck, P., Johnels, A., Lundholm, B., von Zeipel, G. & Zetterberg, B. 1967. Small mammals as hosts of tick-borne encephalitis virus and vagrant ectoparasites. *Oikos* 18, 124-134.
5. Brummer-Korvenkontio, M., Oker-Blom, N., Petterson, R., Saikku, P., Svedmyr, A. m. fl. 1984. Kumlinge disease - the tick-borne encephalitis on the archipelago of Åland and in South-West Finland [In Swedish]. *Nord. Med.* 99, 282-284.
6. Gustafson, R. 1994. Epidemiological studies of Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis. *Scand. J. Infect. Dis.* 92(Suppl.), 1-63.
7. Gustafson, R., Jaenson, T.G.T., Gardulf, A., Mejlön, H. & Svenungsson, B. 1996. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* s.l. in *Ixodes ricinus* in Sweden. *Scand. J. Infect. Dis.* 27, 597-601.
8. Jaenson, T.G.T. 1988. Ecology of tick-borne infections in Fennoscandia. [In Swedish]. *Läkartidningen* 85, 2329-2331.
9. Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L. & Mejlön, H. 1994. Disease-transmitting ticks in Sweden. [In Swedish]. *Sv. Vet. Tidn.* 46, 343-349.

10. Mehl, R. 1983. The distribution and host relations of Norwegian ticks (Acari: Ixodidae). *Fauna Norv. Ser B* 30, 46-51.
11. Öhman, C. 1961. The geographical and topographical distribution of *Ixodes ricinus* in Finland. *Acta Soc. Fauna Flora Fenn.* 76, 1-37.
12. Stiernstedt, G. 1985. Tick-borne *Borrelia* infection in Sweden. *Scand. J. Infect. Dis.* 45(Suppl.), 1-65.
13. Åsbrink, E. 1985. Erythema chronicum migrans Afzelius and acrodermatitis chronica atrophicans. *Acta Dermato-Venerol.* 118(Suppl.), 1-62.
14. Balashov Yu, S. 1972. Bloodsucking ticks (Ixodoidea) - vectors of diseases of man and animals (Engl. transl. from Russian original). *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.* 8, 163-176.
15. Arthurs, D.R. 1955. Observations on collection of ticks from Denmark. *Entomol. Medd.* 27, 76-81.
16. Hallas, T.E. 1978. Check list of Danish mites (Acari). *Entomol. Medd.* 46, 27-45.
17. Mejlön, H.A. & Jaenson, T.G.T. 1993. Seasonal prevalence of *Borrelia burgdorferi* (Acari: Ixodidae) in *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in different vegetation types in Sweden. *Scand. J. Infect. Dis.* 25, 449-456.
18. Nilsson, A. 1988. Seasonal occurrence of *Ixodes ricinus* (Acari) in vegetation and on small mammals in southern Sweden. *Holarctic Ecol.* 11, 161-165.
19. Gray, J.S., Kahl, O., Janetzki, C. & Stein, J. 1992. Studies on the ecology of Lyme disease in a deer forest in County Galway, Ireland. *J. Med. Entomol.* 29, 915-920.
20. Humair, P.F., Turrian, N., Aeschlimann, A. & Gern, L. 1993. *Borrelia burgdorferi* in a focus of Lyme borreliosis: Epizootologic contribution of small mammals. *Folia Parasitol.* 40, 65-70.
21. Jaenson, T.G.T. & Tälleklint, L. 1996. Lyme borreliosis spirochetes in *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) and the varying hare on isolated islands in the Baltic Sea. *J. Med. Entomol.* 33, 339-343.
22. Jaenson, T.G.T. & Tälleklint, L. 1997. The reservoir hosts of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in Europe. In: *Acarology IX* (eds. G.R. Needham, D.J. Horn, W.C. Welbourn), Columbus, Ohio, USA.
23. Kurtenbach, K., Kampen, H., Dizij, A., Arndt, S., Seitz, H.M., Schaible, U.E. & Simon, M.M. 1995. Infestation of rodents with larval *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) is an important factor in the transmission cycle of *Borrelia burgdorferi* s.l. in German woodlands. *J. Med. Entomol.* 32, 807-817.
24. Matuschka, F.R., Lange, R., Spielman, A., Richter, D. & Fischer, P. 1990. Subadult *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) on rodents in Berlin, West Germany. *J. Med. Entomol.* 27, 385-390.
25. Olsen, B., Jaenson, T.G.T., Noppa, L., Bunikis, J. & Bergström, S.A. 1993. Lyme borreliosis cycle in seabirds and *Ixodes uriae* ticks. *Nature* 362, 340-342.
26. Olsen, B., Jaenson, T.G.T., Bonnedahl, J. & Bergström, S. 1995. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato*-infected ticks on migrating birds. *Appl. Environm. Microbiol.* 61, 3082-3087.
27. Tälleklint, L. 1996. Transmission of Lyme borreliosis spirochetes at the tick vector mammal reservoir interface. PhD thesis, Uppsala University, Uppsala 1996.

28. Tälleklint, L., Jaenson, T.G.T. & Mather, T.N. 1993. Seasonal variation in the capacity of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) to infect larval ticks (*Ixodes ricinus*) (Acari: Ixodidae) with the Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*. *J. Med. Entomol.* 30, 812-815.
29. Tälleklint, L. & Jaenson, T.G.T. 1994. Transmission of *Borrelia burgdorferi* s.l. from mammal reservoirs to the primary vector of Lyme borreliosis, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Sweden. *J. Med. Entomol.* 31, 880-886.
30. Tälleklint, L. & Jaenson, T.G.T. 1995. Is the small mammal (*Clethrionomys glareolus*) or the tick vector (*Ixodes ricinus*) the primary over-wintering reservoir for the Lyme borreliosis spirochete in Sweden? *J. Wildl. Dis.* 31, 537-40.
31. Tälleklint, L., & Jaenson, T.G.T. 1996. Seasonal variations in density of questing *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) nymphs and prevalence of infection with *B. burgdorferi* s.l. in south-central Sweden. *J. Med. Entomol.* 33, 592-597.
32. Tälleklint, L. & Jaenson, T.G.T. 1996. The relationship between *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) density and the prevalence of infection with *Borrelia*-like spirochetes and the density of infected ticks. *J. Med. Entomol.* 33, 805-811.
33. Jaenson, T.G.T. 1991. The epidemiology of Lyme borreliosis. *Parasitol. Today* 7, 39-45.
34. Jaenson, T.G.T., Fish, D., Ginsberg, H.S., Gray, J.S., Mather, T.N. & Piesman, J. 1991. Methods for control of tick vectors of Lyme borreliosis. *Scand. J. Infect. Dis.* 77(Suppl.), 151-157.
35. Mejlön, H.A., Jaenson, T.G.T. & Mather, T.N. 1995. Evaluation of host-targeted applications of permethrin for control of *Borrelia*-infected *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). *Med. Vet. Entomol.* 9, 207-210.
36. Tälleklint, L. & Jaenson, T.G.T. 1995. Control of Lyme borreliosis by reduction of tick vectors - an impossible task? *Int. J. Angiol.* 4, 34-37.
37. Nilsson, K., Lindquist, O., Liu, A.J., Jaenson, T.G.T., Friman G & Pålsson, C. 1999. *Rickettsia helvetica* in *Ixodes ricinus* ticks in Sweden. *J. Clin. Microbiol.* 37, 400-403.
38. Nilsson, K., Lindquist, O. & Pålsson, C. 1999. *Rickettsia helvetica* associated with chronic perimyocarditis in sudden cardiac death. *Lancet* 354, 1169-1173.

Författaren

Thomas G.T. Jaenson är docent i medicinsk entomologi, Avd. för systematisk zoologi, EBC, Uppsala universitet, Norbyvägen 18D, SE-752 36 Uppsala.

E-mail: Thomas.Jaenson@zoologi.uu.se

Telefon: +46 18 471 6472

Fax: +46 18 471 6457

Evaluating the incidence function model of metapopulation dynamics on the butterfly *Euphydryas maturna* in Sweden

Johan Ahlén

During the last thirty years many models for populations with fragmented distributions have been developed, i.e. metapopulation models. The aim is to get models which are easy to use and that can predict the future of present populations, for example responses to environmental changes such as habitat destruction. One model that has been proposed is the incidence function model. This only requires data from one year in order to be parameterized (Hanski 1994a, b).

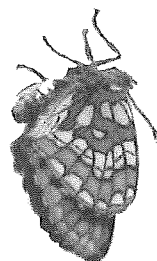
Before a model can be of practical use, for example in Population Viability Analysis (PVA) it has to be thoroughly evaluated. The primary aim of this study is to do this on the Swedish population of the scarce fritillary, *Euphydryas maturna*. This population is very close to the ideal metapopulation structure, with a few exceptions. For a model to be practically of use it has to be robust enough to cope with these, since certain knowledge of all the properties of a system is very rare. In earlier evaluations no null-hypothesis has been used, which makes a statistical testing of the simulation results impossible. In this study though, the fit of simulation results to field data are compared to that of a method comparable to the toss of a coin. Further comparison with a model based on the same assumptions as that of Levins' (1969, 1970) has also been done in order to see if the addition of spatial realism adds predictive power to the modelling.

Two variations on the incidence function model have also been tested: (1) An alternative extinction function that does not require truncation as in the original model, which means that it is continuous. (2) An alternative migration function that contains a low-probability long distance movement which is not present in the original model.

The model variant that did best was the continuous extinction function. The alternative migration function did not add any precision. Both the Levins' type model and the original incidence function model did worse than the toss of a coin model. Even the best prediction was not impressively good, with a 60% accuracy, compared to 50% for the toss of a coin model. This, together with the fact that the models all predicted a too high proportion of patches inhabited, probably means that regional stochasticity would improve the predictive power.

The results of this study does not mean that the incidence function model should be rejected, only that improvements such as the continuous extinction function are possible and that further testing on field data is necessary. Furthermore, it is also necessary to study non-ideal systems in order to see if the modelling is robust and to put some interest in how the models are evaluated.

Department of Entomology, SLU, 1999:4. Supervisor: Oskar Kindvall.



The scarce fritillary, *Euphydryas maturna*.

Rhizomania risks and prerequisites in Sweden - An examination of the vector *Polymyxa betae* and Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) at different temperatures

Mattias Hansson

Rhizomania, a devastating disease of sugar beet, *Beta vulgaris* L., is caused by Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV), which is vectored by *Polymyxa betae*. In heavily infested fields losses can amount to 70 % of the root weight. BNYVV exists in the vector's resting spores, which can survive in the soil for 15 to 20 years. This is one reason why BNYVV is a quarantine organism, and that there are trading restrictions between countries having the disease and disease free countries.

Rhizomania was first reported in Sweden in 1997. Because the disease is new in Sweden we designed an experiment to determine how soil temperature affects the infection of Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) and *P. betae* on sugar beet roots, and to determine whether there were differences between *P. betae* and BNYVV from different origins in Sweden and Germany. The experiment was conducted in 3 temperature-controlled rooms, 8 °C, 15 °C and 20 °C. Two week old sugar beet seedlings were planted in the naturally infested soils. The first reading was conducted a week later and continuous reading were then carried out every second week for 7 weeks.

Two effects of soil temperature on the infection of sugar beet seedlings by *P. betae* could be distinguished. Soil temperature affects the time from planting to the first initiation of infection and the rate of infection development. The first infection of *P. betae* was found at 20 °C, 7 days after planting. At 8 °C infection was found after 21 days and the rate of infection development was low. This is a controversial result because other temperature experiments monitor 10 °C (Blunt *et al.* 1991) and 11,5°C (de Heij 1991) as the lowest temperature for infection of *P. betae*. Soil temperature had only one effect on the infection of BNYVV, namely whether infection would arise or not. Infection rose at 15 °C and 20 °C but not at 8 °C. The results of the experiment showed no indications of differences in infection between the soils of different origin.

The experiment and literature studies indicate that during normal years there would not be a significant risk for severe losses of root weight in Sweden due to Rhizomania. This assumption is grounded on the result that BNYVV cannot infect the seedling rootlets at 8 °C. This indicates that the risk for early attacks is minimal, which implies that the risk for severe damage is low. In years with warm and wet springs, however, Swedish farmers may have as big losses as countries in warmer climates. The spread of the disease in Sweden is the largest problem today. Because of the cool climate in Sweden, there will not be significant symptoms of Rhizomania in infested fields. This could imply an uncontrolled spread of BNYVV between fields.

Department of Ecology and Crop Production Science, SLU, 1999. Supervisors: Paula Persson & Christer Svensson.

Biocontrol of Oilseed Rape Insect pests

The European Network for Research Co-ordination on Biocontrol of Oilseed Rape Insect Pests (BORIS)

Funded by the Commission of the European Communities under the Fourth Framework Research Programme (FAIR - CT96 - 1314)

Welcomes You to the BORIS database.

Search the database for the following information on BORIS and oilseed pests and their natural enemies; Members list, Pest list, Natural enemies, Publications list.

The database can be accessed at the following address:

<http://www.entom.slu.se/res/boris.html>

Information till författare

Artiklar i Växtskyddsnotiser kan skrivas på svenska, norska, danska eller engelska. Sträva efter ett ledigt språk. Använd fackuttryck om de behövs, men förklara dem. Undvik förkortningar i löpande text. Skriv kort; artikeln ska helst inte vara längre än 4–6 sidor i tryck, inklusive tabeller och figurer. En sida utan bilder motsvarar ungefär 500 ord.

Tekniska instruktioner

Manuskriptet lämnas på diskett eller som e-postbilaga tillsammans med en utskrift av hela dokumentet. Ange ordbehandlingsprogram och gärna programversion, samt dokumentets namn.

Placera tabeller och figurtexter sist. Redigera så lite som möjligt: använd inga understrykningar, avstava inte, justera inte högermarginalen och gör inga indragningar vid nytt stycke eller i litteraturlistan. Eventuella redigeringsanvisningar kan lämnas på separat papper. Kontakta gärna redaktören om något är oklart (tel. 018/67 23 45).

Figurer och tabeller

Alla figurer (fotografier, teckningar och diagram) numreras löpande med arabiska siffror. I texten skrivs hänvisningarna "figur 1" eller (figur 1). Ange alltid fotograf respektive tecknare till bilderna!

Teckningar bör göras i tusch och vara minst 1,5 gånger så stora som i tryck. Fotografier behöver inte vara anpassade till spaltbredd eller sidbredd, men ska helst inte vara mindre än de förväntas bli i tryck. Färgbilder publiceras bara undantagsvis. För färgbilder är diapositiv bäst som original. SLU har ett stort fotoarkiv och kan ofta bidra med bilder. Vi kan också hjälpa till med överföring av diabilder till svart/vita.

Tabeller numreras löpande med arabiska siffror. Hänvisningar i texten skrivs "tabell 1" eller (tabell 1). Tabeller ska vara skrivna med hjälp av tabulatorer och inte med mellanslag. Fundera på om alla tabeller är nödvändiga. Kan deras innehåll kanske sammanfattas i en figur eller i texten?

Litteraturlista

Litteraturlista skrivs utan blankrad och alfabetiskt efter författarnamn enligt följande exempel:

- Ainsworth, G.C., James, P.W. & Hawksworth, D.L. 1971. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi*. 6th ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
Bracker, C.E. 1966. Ultrastructural aspects of sporangiophore formation in *Gilbertella persicaria*. In *The Fungus Spore*, 39-58. Ed. M.F. Madelin. Butterworths, London.
Bracker, C.E. & Butler, E.E. 1963. The ultrastructure and development of septa in hyphae of *Rhizoctonia solani*. *Mycologia* 55, 35-58.

I texten skrivs referenserna enligt följande: (Ainsworth *et al.* 1971), (Bracker & Butler 1963), Bracker (1966), (Bracker 1966), (Führer *et al.* 1989, 1992; Heagle *et al.* 1979; Kohut *et al.* 1987).

Författarepresentation och engelsk text

En enkel författarbeskrivning med titel, verksamhetsområde, adress och telefon till arbetsplatsen bifogas.

Engelsk titel, engelska tabell- och figurtexter och abstract på högst 200 ord ska finnas till varje originalartikel, men kan i text referat utelämnas. Författaren ansvarar för att engelsk text blir språkgranskad. Meddela alltid om så inte har skett! Om uppsatsen skrivs på engelska, skall titel, tabell- och figurtexter och sammanfattning skrivas på något skandinaviskt språk.

Korrektur och författarex.

Granska och returnera korrekturet utan onödigt dröjsmål. Den elektroniska överföringen av texten minskar visserligen riskerna för fel, men utesluter dem inte. Undvik större ändringar i originaltexten på detta stadium.

Särtryck förekommer inte, men författaren får 10 exemplar av tidskriften vid utgivningen. På begäran skickas gärna ytterligare 15 gratisexemplar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Kvalster - litenhet satt i system	39
<i>Lars Lundqvist</i>	
Klimat effekter på hoppstjärtar och kvalster i skogsmark	48
<i>Tryggve Persson & Niklas Lindberg</i>	
Fästingen <i>Ixodes ricinus</i> som sjukdomsöverförare i Skandinavien	53
<i>Thomas G.T. Jaenson</i>	
Examensarbeten	60
Forum	62