

# År 2011 toppar TBE- incidensen

Rådjursstammens variation i storlek och vädret är nyckelfaktorer

THOMAS G T JAENSON, professor i medicinsk entomologi, institutionen för organismbiologi, Uppsala universitet  
thomas.jaenson@ebc.uu.se  
MARIKA HJERTQVIST, MSc, epidemiolog

ÅKE LUNDKVIST, PhD, chefsmikrobiolog; de båda sistnämnda avdelningen för analys och prevention, Smittskyddsinstitutet, Stockholm

Under 2011 utvecklade 287 personer i Sverige sjukdomen TBE, fästingöverförd encefalit, efter att ha blivit fästingbitna. Det är den högsta TBE-incidensen under något enskilt år som hittills registrerats av Smittskyddsinstitutet (Figur 1). Även Tyskland, Österrike och Finland hade osedvanligt många TBE-fall under 2011 [1-4].

I denna artikel ger vi en översikt av TBE-infektionens epidemiologi, med tyngdpunkten på de faktorer som alltsedan 1980-talet lett fram till en »fästingexplosion« och ett ökande antal TBE-sjuka människor.

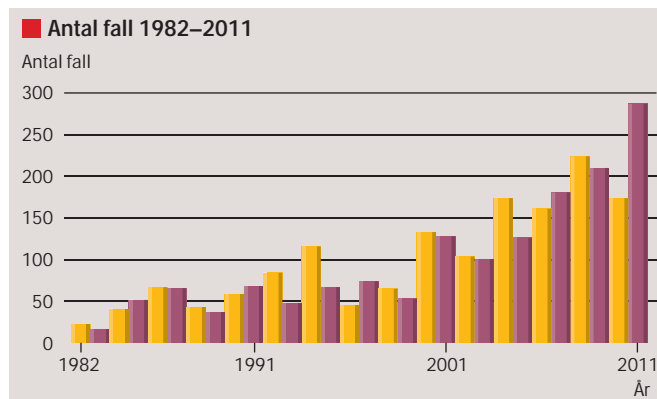
*Ixodes ricinus* är den fästingart som i Europa vanligen överför TBE-viruset (TBEV) till människor. Under de senaste decennierna har den blivit mycket vanlig både på kontinenten och på den skandinaviska halvön. I Nordeuropa är det *Ixodes ricinus* som orsakar nästan alla fästingangrepp på människa, hund, katt, häst, nötkreatur och vilda hjortdjur [5]. I det följande använder vi termen »fästingen« synonymt med *Ixodes ricinus*.

## Rådjuret viktigt värdjur

På det svenska fastlandet och i stora delar av övriga Europa är framför allt rådjuret men i vissa områden även andra hjortdjur, och på isolerade öar skogsharen, de viktigaste värdjurerna för fästingen [5, 6]. Rådjuret och fästingen tillbringar stora delar av sina liv i samma vegetationstyper [7, 8], ofta lövskog- eller blandskogsbiotoper med inslag av öppna marker. Rådjuret förser samtliga aktiva fästingstadier – larver, nymfer och vuxna honor – med deras enda föda, dvs blod, och är dessutom en viktig mötes- och parningsplats för de fullt utvecklade fästingarna [5, 9].

Alltsedan 1980-talet till helt nyligen har rådjuret varit mycket individrik [8-11]. Dess talrikhet och exceptionella spridningspotential [8] är sannolikt de faktorer som främst bidragit till att fästingpopulationen i Sverige under senare decennier blivit så individrik [9]. Framför allt är fästingens relativt nya förekomst i mellersta och norra Norrland sannolikt en följd av rådjurets spridning dit [9].

Det är uppenbart att den kraftiga ökningen av antalet fäs-



Figur 1. Totalt antal rapporterade TBE-fall i Sverige per år under 30-årsperioden 1982–2011.

tingar och utvidgningen av fästingens geografiska utbredningsområde har ökat risken för att fästingöverförda infektioner ska spridas mer frekvent och till områden där de inte tidigare förekommit [9].

## Minskad rådjuretsstam och varmt väder gynnade spridning

Under de senaste två kalla, snörika vintrarna 2009/2010 och 2010/2011 dog många rådjur [10]. Den mycket kraftiga nedgången i antalet rådjur kom nästan samtidigt med en kraftig uppgång i skogssorkspopulationen [12]. Efter den första av dessa snörika, kalla vintrar kom våren 2010 gradvis men med några perioder av höga dygnsmedeltemperaturer [13]. Dessa varma perioder under april–maj och därefter under sommaren 2010 medförde att många fästinglarver och nymfer blev aktiva och födosökande samtidigt [14-16].

Många »hungriga« värdsoökande fästinglarver och nymfer – en del av de sistnämnda hade blivit TBEV-infekterade föregående år – kom därför att suga blod tillsammans på de nu talrika smågnagarna i stället för på rådjur, som under vintern hade minskat kraftigt i antal.

Ännu en faktor, nämligen värmen och den rikliga nederbörden under 2011, gjorde spridningen av TBEV från nymfer till mottagliga människor effektivare. Våren, sommaren och hösten 2011 hade många solskenstimmar och varma dygn. Temperaturerna och den ofta höga luftfuktigheten tillät nymfer och adulta fästingar att vara aktiva i södra Sverige redan från slutet av mars till senhösten och till och med under slutet av december, vilket sannolikt är ett rekord. Många människor tillbringade mycket tid i naturen, inte minst på grund av god

## ■ sammanfattat

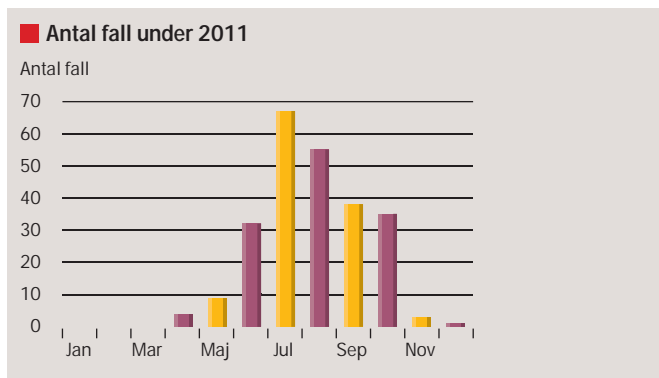
Den högsta TBE-incidensen någonsin registrerats av Smittskyddsinstitutet gäller förra året, 2011.

Den stora rådjuretsstammen från 1980-talet fram till vintern 2009/2010 och nedgången i antalet rådjur under de båda vintrarna 2009–2011 gjorde att många värdsoökande »hungriga« fästingar fanns i naturen under 2010 och 2011.

Gnagartoppen under 2010

medförde att många fästinglarver infekterades, via samtidig blodsugning med infektiösa nymfer, med TBE-virus. Följande år, 2011, hade dessa infekterade larver utvecklats till infektiösa nymfer, som i det ovanligt milda vädret kunde söka blod under större delen av året.

Många människor vistades i naturen och angreps då av sådana fästingnymfer; 287 personer fick diagnosen TBE.



Figur 2. Antalet rapporterade TBE-fall i Sverige grupperade per insjuknandemånad under 2011.

tillgång på svamp, vilket resulterade i en mer frekvent kontakt mellan dem och infektiösa fästingar.

Risken för kontakt mellan någon av de många värdsökande TBEV-infektiösa nymferna och en människa var alltså hög under hela fästingsäsongen 2011 (Figur 2).

#### Fästingens livscykel: ägg, larv, nymf och vuxen

Fästingens livscykel har tre aktiva stadier: larv, nymf och vuxen. I varje aktivt stadium suger fästingen blod i allmänhet bara en gång, varpå den till nästkommande säsong utvecklas till ett nytt stadium. Varje stadium varar i 1–2 år, ibland ända upp till 3 år [17, 18]. Baserat på studier från England och Irland [17] samt Tyskland [18] kan vi uppskatta att den temperaturberoende utvecklingscykeln från ägg till äggläggande hona i södra Sverige varar åtminstone 4 år och vid Norrlandskusten åtminstone 6–7 år.

Nymferna är de viktigaste överförarna av TBEV till människan [19]. Men även de vuxna honorna och transovariellt infekterade larver kan respektive förmodas kunna överföra viruset.

Även om fästingen nu förekommer i praktiskt taget hela Götaland och i större delen av Svealand samt längs Norrlandskusten [9], härrör majoriteten av de »svenska TBE-fallen« alltså från östra Svealand (Figur 3).

#### Fästingarna infekteras vid »samtidig blodsugning«

För att förstå hur fästingens värdjur tillsammans med temperatur och fuktighet nära och i det övre markskiktet kan påverka hur många fästingar som kommer att bära på TBE-viruset, måste vi först känna till hur viruset oftast infekterar mottagliga fästingar. Den viktigaste typen av virusöverföring för TBE-viruset är den som sker genom skofeeding, dvs samtidig blodsugning, som innebär att en eller flera infektiösa nymfer suger blod intill mottagliga larver [20]. Oftast är antalet larver då betydligt större än antalet nymfer.

De samtidigt blodsugande larverna och nymferna brukar sitta i grupper tätt intill varandra på örnen eller andra delar av huvudet på en skogssork eller skogsmus. Om en eller flera av fästingarna är infekterade – oftast är det i så fall nymfer som har infektionen i sina spottkörtlar – förs viruspartiklarna med saliven, som fästingen mer eller mindre kontinuerligt

»En kall vinter och därefter snabbt stigande vårtemperaturer är en optimal väderlekssituation för att larver och nymfer ska bli aktiva samtidigt...«

injicerar, in i värdjuret. Viruspartiklarna tas snabbt upp av värdjurets fagocyterande leukocyter [21–23], oftast utan att värdjuret blir viremiskt.

En del av de virusinfekterade leukocyterna sugts därpå upp av fästinglarver, som suger blod intill den infekterande nymfen. Det finns inga belegg för att rådjur och andra betydelsefulla fästingvärdjur och fåglar till skillnad från smågnagare, och möjligen även harar, är effektiva tillfälliga virusreservoarer för denna typ av virusöverföring mellan sambloodsugande fästingar [20].

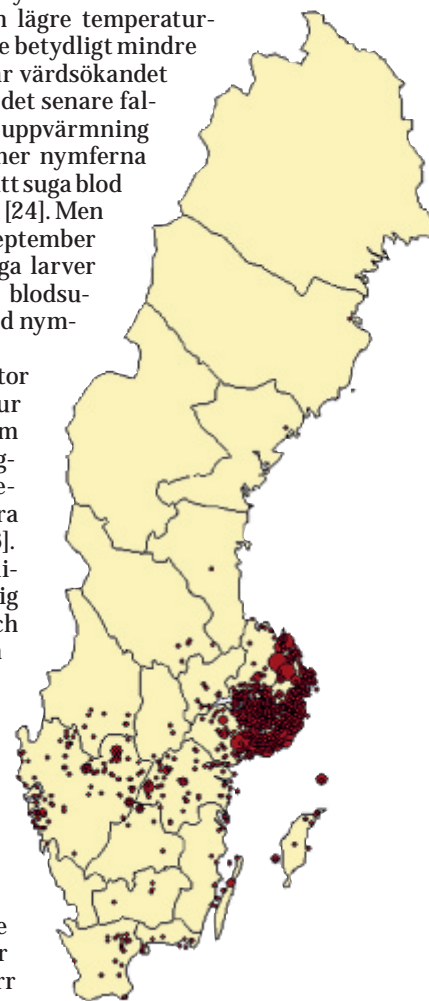
#### Kall vinter följd av varm vår gynnar »samtidig blodsugning«

En förutsättning för att nymfer och larver ska kunna fästa sig på samma värdjursindivid, tex en smågnagare, är att de är aktiva under samma tidsperiod under våren och sommaren. En kall vinter och därefter snabbt stigande vårtemperaturer är en optimal väderlekssituation för att larver och nymfer ska bli aktiva samtidigt och därmed kunna parasitera på samma värdjursindivid under våren.

Men om temperaturen under våren i stället stiger långsamt, kommer nymfpopulationens aktivitetstopp att infalla flera veckor tidigare än larvernas aktivitetstopp.

Detta beror på att nymferna aktiveras till värdsökande vid en lägre temperaturtröskel, 5–7 °C, än de betydligt mindre larverna, som börjar värdsökandet först vid ca 10 °C. I det senare fallet, med en långsam uppvärmning under våren, kommer nymferna alltså att i genomsnitt suga blod tidigare än larverna [24]. Men under juni till september kommer ändå många larver att vara aktiva och blodsugande samtidigt med nymfer.

En annan faktor som kan påverka hur många nymfer som infesterar smågdjurerna är fuktigheten i det marknära luftskiktet [25, 26]. Fästingen är nämligen mycket känslig för uttorkning och vistas därför i en omgivning med hög luftfuktighet. Detta gäller i synnerhet för de små larverna men även för nymferna och de vuxna fästingarna. Larverna vistas nästan uteslutande på eller strax under markytan. Vid torr väderlek värdsöker även nymferna på eller nära marken, vilket då ökar sannolikheten att de liksom larverna fäster sig på en små-



Figur 3. Varje prick på kartan representerar en förmodad smittort där en eller flera personer infekterats med TBE-viruset under perioden 1986–2010.

gnagare som vistas på eller i marken. Vid fuktigare väderlek vistas nymferna oftare något högre upp i markvegetationen. Det minskar sannolikheten att de kommer att fästa sig på ett litet, »lågt« daggdjur. I stället ökar deras möjlighet att fästa sig på ett större, »högre« daggdjur, t ex ett rådjur.

## Rådjurens spridning gynnade snabb expansion i Norrland

För att förstå varför fästingen blivit så vanlig och utökat sitt utbredningsområde i norr, är det viktigt att känna till att de vuxna fästingarna suger blod nästan enbart från relativt stora daggdjur och stora fåglar. Rådjuret och andra hjortdjur är betydelsefulla blodkällor för larverna och nymferna men i synnerhet för de vuxna fästingarna. Hjortdjuren och en del andra stora daggdjur är dessutom mötes- och parningsplats för de vuxna, reproducerande fästingarna.

Belägg för dessa påståenden är bla de avsevärda mängder larver, nymfer och vuxna fästingar av båda könen som vanligtvis påträffas på rådjur i Sverige under vår, sommar och höst [6, 9, 27]. Man finner nästan aldrig vuxna *Ixodes ricinus* på små daggdjur [6] och inte heller på små fåglar [9, 28]. Från 1980-talet fram till vintern 2009/2010 var rådjur mycket vanliga i nästan hela Sverige [10] – utom på vissa öar, där i stället skogsharen [29, 30] intog rollen som främsta värdjur för individrika fästingpopulationer.

Älgstammen i Sverige har under flera decennier också varit mycket individrik, och lokalt finns även expanderande populationer av kronhjort och dovhjort, vilka också är viktiga blodvärdar för fästingen, dock inte i paritet med rådjuret.

Det finns sannolikt inget annat ryggradsdjur som under det senaste halvsekle har haft lika stor betydelse som rådjuret för fästingens förökning och utvidgade förekomst på det svenska fastlandet. Rådjurets exceptionella spridningsförmåga, speciellt längs Norrlands älvdalar [8], är en tidigare inte omnämnd faktor, som sannolikt varit avgörande för fästingens snabba expansion i Norrland.

Ännu en viktig faktor är klimatförändringen. De i genomsnitt varmare vintrarna och den längre växtsäsongen med tidigare vårar och senare höstar har gynnat både rådjurets och fästingens överlevnad och förökning [31].

## Mer än 1 miljon rådjur i början av 1990-talet

Många jägare har rådjuret som favoritvillbräd och arbetar energiskt för att bygga upp individrika stammar genom bla vinterutfodring samt jakt på räv, lo och varg. Denna »omsorg« om djuren har naturligtvis som främsta syfte att få fram vilt, inte minst olika hjortdjur. Utan vinterutfodringen i Norrland hade rådjuren t ex sannolikt inte kunnat överleva där mer än tillfälligt. Till och med i södra och mellersta Sverige dog ju en stor del av rådjursstammen under de två senaste kalla och snörika vintrarna. Andra faktorer som gynnat rådjuret är att lösdriften av boskap nästan upphörde under 1800-talets senare del, det modernare skogsbrukets många kalhyggen och regleringen av rådjursjakten med fredade perioder [8].

Räven var länge en mycket viktig predator på unga rådjur i södra och mellersta Sverige. Men under perioden 1972–1975 kom rävskaften till norra Sverige, och inom 10 år hade >50 procent av rödrävspopulationen på svenska fastlandet utplånats [32]. Som en direkt följd av detta ökade antalet rådjur dramatiskt under slutet av 1980-talet. I början av 1990-talet

**»Rådjurets exceptionella spridningsförmåga, speciellt längs Norrlands älvdalar ..., är en tidigare inte omnämnd faktor ...«**

var vintrarna milda och snöfattiga, vilket gynnade rådjurets vinteröverlevnad ytterligare och även dess expansion till nordligaste Sverige. Under 1992–1994 fanns förmodligen mer än 1 miljon rådjur i Sverige.

När rävskaften började försvinna under 1980-talets slut ökade rävsstammen, och under 1990-talet blev rävens predation på unga rådjur åter omfattande. Lodjursstammen hade under 1980-talet minskat till något hundratal individer. Under fridlysningen 1991–1995 ökade antalet lodjur, speciellt i Norrland och Svealand, och lodjur är nu en annan betydelsefull faktor för regleringen av rådjurspopulationen.

Även om antalet rådjur minskade efter populationstoppen 1990–1994, har stammen varit så individrik att jägarna varje år fram till 2009 sköt åtminstone 100 000 – vissa år mer än 200 000 – rådjur [10]. Eftersom rådjuren under åtminstone de tre senaste decennierna varit så talrika i fästingens »favoritbiotoper«, har de varit en lättillgänglig födokälla för fästinghonorna. Resultatet blev att fästingarna ökade i antal – även om ökningen var långsam på grund av deras fleråriga livscykel.

Fästingpopulationen i södra och mellersta Sverige har alltså från åtminstone 1990-talet utvecklats till att i dag nå en mycket individrik nivå.

## Många smågnagare 2010 – många infekterade nymfer 2011

Antalet rådjur minskade kraftigt under och strax efter de senaste två snörika vintrarna 2009/2010 och 2010/2011. Förutom kyla och näringsbrist bidrog sannolikt predation från lo och räv samt i vissa områden även varg till nedgången i rådjursstammen. Under 2010–2011 fanns i en del områden, speciellt i rådjurets norra utbredningsområde, få eller inga rådjur kvar. Fästingarnas viktigaste födokälla var alltså inte längre så lättillgänglig för dem.

Eftersom rådjuren hade minskat så kraftigt i antal, kom under 2010 många fästinglarver och nymfer i stället att suga blod från framför allt skogssork (*Myodes glareolus*) samt större och mindre skogsmus (*Apodemus flavicollis* respektive *A sylvaticus*). Dessa tre smågnagararter är alla viktiga värdjur för TBE-viruset, speciellt för att fästinglarverna ska kunna infekteras när de suger blod tillsammans med infektiösa nymfer [21]. Smågnagarpopulationen, speciellt beståndet av skogssork, varierar kraftigt i antal mellan olika år, och just 2010 var ett toppår [12].

På grund av den rikliga förekomsten av smågnagare under 2010 och eftersom många fästingar i den talrika, »hungriga« värdsökande fästingpopulationen inte kunde suga blod från sitt tidigare så vanliga, men nu relativt sett betydligt sällsyntare värdjur – rådjuret, kom många larver och nymfer att fästa sig på och suga blod från smågnagare. Eftersom TBEV-transmissionen fungerar optimalt från infektiösa nymfer till mottagliga larver, blev resultatet att många larver TBEV-infekterades under 2010. Det var huvudsakligen dessa fästingar, som under våren och sommaren 2011 hade nått nymfstadiet, som nu kom att suga blod från människor.

## Människors kunskap och beteende påverkar mottaglighet

Graden av kontakt mellan mottagliga, ovaccinerade människor och infektiösa fästingar, huvudsakligen nymfer, är avgörande för hur många människor som kommer att smittas med TBE-viruset.

Människors mottaglighet för infektionen bestäms naturligtvis av immunologiska faktorer inklusive om de blivit vaccinerade på ett optimalt sätt. Men deras kunskaper om fästingar och fästingöverförda infektioner har också relevans.

Väderleken under för- och högsommaren påverkar före-

»I stället hade människan under 2011 kommit att öka sin potential som värdjur för fästingarna genom att vistas mer utomhus i det varma och soliga vädret ...«

komsten av bär och därför även indirekt hur ofta människorna vistas i fästingmarker under sommaren. Nederbörden påverkar svampförekomsten och därmed antalet svamplockare under augusti–oktober.

En »epidemiologisk kedja av utlösande faktorer«

Som vi ser är det många samverkande faktorer som resulterat i att så många människor i Sverige drabbades av TBE under 2011.

Den kanske främsta orsaken i denna »epidemiologiska kedja av utlösande faktorer« är den mycket höga individtäteten av fästingen *Ixodes ricinus*, som är följden av en mycket individrik rådjurspopulation från 1980-talet fram till de senaste två snörika vintrarna, 2009/2010 och 2010/2011.

Den kraftiga nedgången i antalet rådjur under 2010–2011 ledde till att det under båda dessa år, såväl vår och sommar som höst, fanns många »hungriga« värdsoökande fästingar, av vilka många kom att suga blod från smågnagare under 2010 och från människor under 2011.

Populationstoppen för skogssorken under 2010 sammanföll tidsmässigt med rådjurspopulationens kraftiga nedgång. Det ledde till att många fästinglarver sög blod tillsammans med och infekterades av infektiösa nymfer just det året.

En sträng vinter 2009–2010 följdes av perioder under senvåren och sommaren med relativt höga temperaturer. Många larver och nymfer blev därmed aktiva samtidigt och kunde därför suga blod samtidigt på samma smågnagare. Även under juli och första halvan av augusti 2010 var vädret gynnsamt för

larvers och nymfers samtidiga blodsugning på smågnagare. Resultatet blev att ovanligt många larver det året infekterades med TBEV. Dessa larver utvecklades till infektiösa nymfer, som redan från slutet av mars 2011 kom att suga blod av och infektera många människor med TBEV.

Att fästingangreppen och TBEV-transmissionen till människor blev speciellt frekventa under 2011 berodde alltså på att det, som en följd av att rådjuren till nyligen varit så talrika, fortfarande fanns ovanligt många värdsoökande fästingar i markerna och att en ovanligt hög andel av de värdsoökande nymferna sannolikt var TBEV-infekterade. Men det berodde också på att rådjuren, och även smågnagarna, hade minskat i antal, vilket gjorde att dessa djur nu inte »konkurrerade« med människan om att vara potentiella värdjur för fästingarna i samma utsträckning som tidigare år.

I stället hade människan under 2011 kommit att öka sin potential som värdjur för fästingarna genom att vistas mer utomhus i det varma och soliga vädret under den ovanligt tidiga och varma våren och den varma och nederbördsrika sommaren samt i svampskogarna under senare delen av året. Det varma och ofta fuktiga vädret tillät nymfer och adulta fästingar i södra Sverige att vara aktiva redan i mars och därefter de flesta dygn till slutet av december 2011. Därmed blev kontakten mellan människor och de många nymferna, av vilka en del var TBEV-infektiösa, osedvanligt frekvent.

Resultatet blev att många människor blev fästingbitna under 2011. Ett mindre antal av dem infekterades med TBEV, av vilka 287 personer utvecklade sjukdomen TBE.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

■ *Jeremy Gray och Olaf Kahl har bidragit med information och diskussion om utvecklingstiden för *Ixodes ricinus* från värdsoökande larv till värdsoökande nymf i olika klimatområden.*

REFERENSER

5. Jaenson TG, Tälleklint L, Lundqvist L, et al. Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *J Med Entomol.* 1994;31:240-56.

6. Tälleklint L, Jaenson TGT. Infestation of mammals by *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae) in south-central Sweden. *Exp Appl Acarol.* 1997;21:755-71.

7. Lindström A, Jaenson TGT. Distribution of the common tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in different vegetation types in southern Sweden. *J Med Entomol.* 2003;40:375-8.

8. Cederlund G, Liberg O. Rådjuret. Viltet, ekologin och jakten. Spånga: Svenska jägarförbundet; 1995.

9. Jaenson TGT, Jaenson DGE, Eisen L, et al. Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasites Vectors.* 2012;5:8. doi: 10.1186/1756-3305-5-8

10. Rådjur. [citerat 13 januari 2012]. www.svenskajagarforbundet.se/Viltet/ViltVetande/Artpresentationer/Radjur

14. Randolph SE, Miklisová D, Lysy J, et al. Incidence from coincidence: patterns of tick infestations on rodents facilitate transmission of tick-borne encephalitis virus. *Parasitology.* 1999;118(2):177-86.

15. Randolph SE, Green RM, Peacey MF, et al. Seasonal synchrony: the key to tick-borne encephalitis foci identified by satellite data. *Parasitology.* 2000;121:15-23.

16. Randolph SE, Sumilo D. Tick-borne encephalitis in Europe: dynamics of changing risk. I: Takken W, Knols BGJ, redaktörer. *Emerging pests and vector-borne diseases in Europe.* Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2007. p. 187-206.

17. Gray JS. The development and seasonal activity of the tick, *Ixodes ricinus*: a vector of Lyme borreliosis. *Rev Med Vet Entomol.* 1991; 79:323-33.

18. Kahl O, Kämmer D, Heger J. Duration of the life cycle of *Ixodes ricinus* in Central Europe and its seasonality – old beliefs revisited. *Proceedings of The 7th Ticks and Tick-Borne Pathogens International Conference (TTP7).* 28 aug–2 sep 2011. Spanien: Zaragoza. Oral presentation nr 387.

20. Randolph SE, Gern L, Nuttall PA. Co-feeding ticks: Epidemiological significance for tick-borne pathogen transmission. *Parasitol Today.* 1996;12(12):472-9.

21. Labuda M, Nuttall PA, Kozuch O, et al. Non-viraemic transmission of tick-borne encephalitis virus: a mechanism for arbovirus survival in nature. *Experientia.* 1993;49:802-5.

22. Labuda M, Randolph SE. Survival strategy of tick-borne encephalitis virus: cellular basis and environmental determinants. *Zentralbl Bakteriol.* 1999;289:219-24.

23. Labuda M, Austyn JM, Zuffova E, et al. Importance of localized skin infection in tick-borne encephalitis virus transmission. *Virology.* 1996;219:357-66.

26. Burri C, Bastic V, Maeder G, et al. Microclimate and the zoonotic cycle of tick-borne encephalitis virus in Switzerland. *J Med Entomol.* 2011;48:615-27.

27. Jaenson TGT, Tälleklint L. Incompetence of roe deer (*Capreolus capreolus*) as reservoirs of the Lyme disease spirochete. *J Med Entomol.* 1992;29:813-7.

28. Olsen B, Jaenson TGT, Bergström S. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato*-infected ticks on migrating birds. *Appl Environ Microbiol.* 1995;61:3082-7.

29. Jaenson TGT, Tälleklint L. Lyme borreliosis spirochetes in *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) and the varying hare on isolated islands in the Baltic Sea. *J Med Entomol.* 1996;33:339-43.

30. Tälleklint L, Jaenson TGT. Maintenance by hares of European Lyme disease in ecosystems without rodents. *J Med Entomol.* 1993; 30:273-6.

31. Jaenson TGT, Lindgren E. The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting Lyme borreliosis will increase northwards when the vegetation period becomes longer. *Ticks Tick Borne Dis.* 2011;2:44-9.