

# Fästing- och myggöverförda infektionssjukdomar i ett kommande, varmare klimat i Sverige

ELISABET LINDGREN & THOMAS G.T. JAENSON

Lindgren, E. & Jaenson, T.G.T.: Fästing- och myggöverförda infektionssjukdomar i ett kommande, varmare klimat i Sverige. [**Tick-, mosquito- and sand fly-borne infectious diseases in a future warmer climate in Sweden.**] – Entomologisk Tidskrift 127(1-2): 21-30. Uppsala, Sweden 2006. ISSN 0013-886x.

Climate models for Sweden suggest an increase in mean annual temperature of 4 ° (with up to 5-6° increase in mean winter temperatures in the northern parts) within the next 70-100 years. Spring and autumn seasons will be prolonged by 1-2 months. Annual precipitation is expected to increase. As a result, the distributional areas and abundance of ticks and other disease vectors will change. Tick-borne and certain Diptera-borne infections of humans may become more prevalent. Yet, if present socio-economic standards are maintained in Sweden re-appearance of endemic *Anopheles*-borne *vivax*-malaria in this country is unlikely. The extent of floods of rivers and marshlands are expected to increase and may precipitate extremely high densities of floodwater *Aedes* (*Ochlerotatus*) mosquitoes (i.e. *Ae. sticticus*, *Ae. rossicus* and *Ae. vexans*) potentially capable of transmitting tularemia and Sindbis fever. Emergence of new infections, e.g., West Nile fever, not previously encountered in Sweden may occur.

*Elisabet Lindgren, Centrum för Tvärvetenskap och Miljöforskning, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm.*

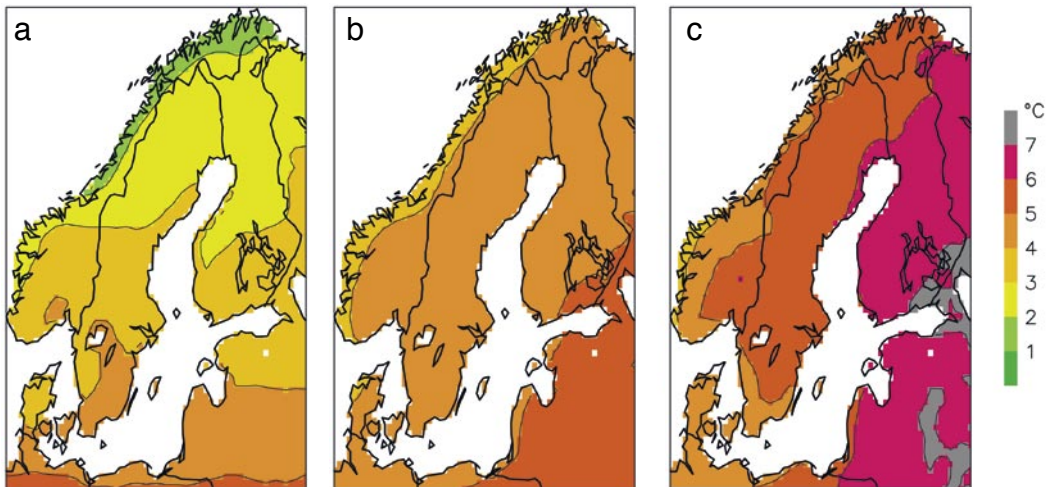
*Corresponding author: Thomas G.T. Jaenson, Medicinsk entomologi, Avd. f. systematisk zoologi, EBC, Uppsala universitet, Norbyvägen 18d, SE-752 36 Uppsala. E-mail: Thomas.Jaenson@ebc.uu.se*

Många insekters och andra levande organismers geografiska utbredning och talrikhet har påtagligt börjat förändras under de senaste decennierna (Epstein 2001). Detta är till stor del en följd av klimatförändringarna, som nu sker mycket snabbt. 1990-talet var det varmaste decenniet och 1998, 2002 och 2003 de tre varmaste åren sedan 1861 då globala temperaturmätningar började registreras. Som en följd av de nya utbredningsmönstren kan infektionssjukdomar, som överförs till människor via blodsugande insekter och fästingar, komma att öka inom de närmaste årtiondena (Menne & Ebi 2006).

Analys av infrusna luftbubblor i Antarktis ismassor visar att halten av koldioxid (som är den viktigaste växthusgasen) i atmosfären inte har varit så hög under hela mänsklighetens historia

som den är idag. FN:s vetenskapliga klimatpanel, IPCC, har i sin senaste utvärdering (IPCC 2001) konstaterat att dessa fynd inte enbart beror på naturliga variationer. Mänskliga aktiviteter, som förbränning av fossila bränslen (t ex i samband med bilkörning, uppvärmning av hus med olja, mm), svedjebruk och annan skogsavverkning har bidragit till den förändring av klimatet som nu är på gång.

Modelleringar av hur klimatet kommer att se ut i framtiden bygger på olika bedömningar av klimatsystemets känslighet och hur mycket växthusgaser och andra luftföroreningar som kommer att släppas ut framöver. Växthusgasutsläppens storlek beror bl a på det globala energibehovet, befolkningstillväxten och den ekonomiska utvecklingstakten. Beroende på vilket framtidsce-



Figur 1. Temperaturskillnad mellan framtida klimatscenarier (2071-2100) och en simulerad kontrollperiod (1961-90). Ändring i medeltemperatur visas för a) sommar (juli-aug), b) helt år och c) vinter (dec-feb). Framtidsscenarioerna baseras på IPCC-SRES A2 emissionscenarie (IPCC 2001). Källa: SWECLIM, SMHI.

*Differences between the future climate scenarios (2071-2100) and a simulated control period (1961-90). From left: change in mean temperature is shown for a) summer (July-August); b) whole year, and c) winter (December-February). The future scenarios are based on IPCC-SRES A2 emission scenario (IPCC 2001). Source: SWECLIM, SMHI, Norrköping, Sweden.*

nario som använts så bedöms den globala årsmedeltemperaturen under detta sekel komma att öka med 1,4 - 5,8° samtidigt som den globala vattencykeln kommer att bli intensivare (IPCC 2001). Detta kommer att påverka olika områden på olika vis men på sina håll kan det få allvarliga effekter som ökad torka, svårare översvämningar, intensivare tropiska stormar och fler värmeböljor. Klimatzonerna kommer att ändras och årstidernas klimat och längd påverkas. Områden på höga nordliga latituder, som Sverige, förväntas få de största temperaturförändringarna.

I Sverige har vårtemperaturerna stigit under de senaste decennierna och vintrarna blivit mildare. Årsmedeltemperaturen i landet har redan stigit med 1° under de senaste 14 åren och nederbörden med 10% (SMHI 2004). SWECLIM-projektet vid SMHI har sedan 1997 utvecklat simuleringsmodeller för hur klimatet i Sverige kommer att te sig de närmaste 70-100 åren (Rummukainen m.fl. 2003). I dessa beräknas årsmedeltemperaturstegring för hela landet på 3-4°, beroende på vilket av IPCC:s utsläppsscenarioer man använder (Fig.1b). Temperaturökningen blir större under vinterhalvåret än som-

martid med en ökning i norr på ända upp till 5-6° (Fig.1a, c). Växtsäsongen förväntas komma att förlängas med sammanlagt 1-2 månader. Nederbörden kommer att öka i hela landet, möjligen med undantag för de sydostligaste delarna, där det kan bli torrare sommartid. Översvämningar blir vanligare (Andréasson m.fl. 2004).

### Myggor, fästingar och vektorburna sjukdomar i Sverige

Klimatzonerna förväntas komma att dra sig norrut med en hastighet av mellan en halv till en mil om året, vilket för Sveriges del innebär att många inhemska djur- och växtarter får möjlighet att spridas norröver (Naturvårdsverket 2001). Men det är inte bara en ändring i klimatzonerna i sig som spelar roll för utbredningen av många arter utan också hur årstiderna och deras klimat ändras i förhållande till varandra. Vissa arter kan komma att försvinna genom att de inte "hinner" att ändra sitt utbredningsområde i takt med klimatförändringarna, medan nya arter kan komma att få fotfäste i landets södra och centrala delar. Detta kommer att få effekter på förekomsten av såväl sjukdomsspridande myggor och fästingar

Figur 2. Blodsugande hona av stickmyggan *Aedes cinereus* – en potentiell vektor av harpepbakterien (*Francisella tularensis*), ockelbosjukans virus (Sindbisvirus) och andra virusinfektioner i Sverige. Foto: Thomas G.T. Jaenson®.

Blood-engorging female mosquito, *Aedes cinereus*, – a potential vector of the tularemia bacterium (*Francisella tularensis*), the Ockelbo disease virus (Sindbis virus) and other viral infections in Sweden



som de ryggradsdjur som är reservoarer för de sjukdomsorsakande mikroorganismerna (patogenerna) (Lindgren & Jaenson 2006).

I denna artikel redovisar vi hur en klimatförändring kan komma att påverka förekomsten av några betydelsefulla vektorburna sjukdomar, som överförs med blodsugande myggor och fästingar i Sverige. Artikelnen tar dels upp hur de vektorer (smittoöverförare) och sjukdomar som är inhemska i landet idag kan komma att påverkas. Även risken för att "gamla" sjukdomar ska återkomma behandlas, liksom sannolikheten för nyetablerande av vektorburna sjukdomar som hittills är okända i Sverige. Vi har utgått från SWECLIM:s scenarier för de kommande 70-100 åren (Rummukainen m.fl. 2003).

### Översvämningsmyggor

Enligt SWECLIM kommer nederbörden att öka, allra mest i fjälltrakterna med ca 30 procent som årsgenomsnitt. Detta resulterar i högre flöden i Norrlandsälvarna framförallt vintertid men även vårflödena blir betydligt högre än idag. På grund av den ökade nederbörden kan flödena även under sommaren (med undantag av de sydöstra delarna av landet) och hösten komma att öka, med ökad risk för översvämningsmyggor.

De vanliga stickmyggornas (skogsmyggor, fjällmyggor, av släktet *Aedes*) aktivitet avtar generellt sett under juli månad i Sverige. Men längs översvämningsdrabbade älvar är situatio-

nen en annan. Meandrande älvar, som Nedre Dalälven, som flyter genom ett flackt landskap svämmar ofta över vid kraftiga flöden. I dessa översvämningsdrabbade områden lever de s.k. översvämningsmyggorna (eller "våtmarksmyggorna") *Aedes rossicus*, *Ae. sticticus* och *Ae. vexans* (Jaenson 1986, Schäfer 2004). Dessa myggor har ägg som är mycket torkresistenta, och som kan förbli livsdugliga liggande i marken under åtskilliga torrår, ända tills äggen dränks och kläcks i samband med en översvämning. Om översvämningen sker under perioden sensommar – höst när vattentemperaturen alltså är gynnsam för myggornas utveckling kan denna pågå till långt fram på hösten. Vi har under flera somrar, t ex 1985, 2000 och 2005 sett exempel på mycket höga förekomster av översvämningsmyggor vid Nedre Dalälven. En framtida ökad frekvens av översvämning av de svenska älvarna, speciellt i Svealand och södra Norrland, under sommar och tidig höst, i kombination med högre vattentemperaturer, ökar sannolikheten för att vi skall få extremt höga myggförekomster i och i närheten av de översvämningsdrabbade områdena. Förutom att dessa och närstående myggarter (Fig. 2) kan vara oerhört irriterande vid massförekomst, och ibland orsaka dödsfall bland oskyddad boskap, så kan de sprida harpepbakterier (tularemia) och olika virusinfektioner (t ex Sindbisfeber/Ockelbosjuka) till människor (Jaenson 1988, Lundström 1990).

### Malaria i Sverige

Malaria är inte längre inhemsk i Sverige eftersom parasiterna har försvunnit. Men fortfarande förekommer fem arter av malariamyggor i landet: *An. claviger* (Fig. 3), *Anopheles atroparvus*, *An. beklemishevi*, *An. maculipennis* och *An. messeae* (Jaenson m.fl. 1986). De fall av malaria som nu för tiden upptäcks i Sverige rör sig uteslutande om s.k. importerad malaria (Bruce-Chwatt & de Zulueta 1980). Det är då frågan om personer som nyligen vistats i sydligare områden där de blivit infekterade men där sjukdomen diagnostiserats och behandlats i Sverige (Jaenson 1983).

Malaria orsakad av *Plasmodium vivax* var en vanlig inhemsk sjukdom under tidigare århundraden i södra och mellersta Sverige. Malariaepidemierna startade i allmänhet under mycket varma somrar och avslutades under svala somrar (Ekblom 1945). Parasitutvecklingen i malariamyggan sker snabbare vid högre temperaturer vilket ger fler infektiösa mygghonor under varma somrar än under kalla somrar.

#### Varför försvann malarian?

Efter omfattande epidemier vid mitten av 1800-talet började malarian successivt att försvinna i Sverige. Detta sammanföll tidsmässigt (1860-1930) med genomsnittligt låga sommartemperaturer vilket minskade möjligheterna för parasiterna att nå infektiöst stadium i myggorna. Samtidigt innebar ändrade bostadsförhållanden att kontakten mellan mygga och människa minskade. De nya bostäderna blev tätare, ljusare och torrare och därmed ogynnsammare för myggorna. Djurstallarna skildes från boningshusen. Detta gjorde att de svenska malariamyggor, som generellt sett suger blod inomhus nattetid, alltmer kom att söka sig till fähusen och bort från mänskliga boningar (Jaenson 1983). Förutsättningarna för fortsatt malariaöverföring blev därmed starkt reducerade, eftersom bara människan och *Anopheles*-myggorna fungerar som naturliga värdar för de humanpatogena *Plasmodium*-arterna i tempererade områden.

Andra bidragande faktorer till malarians försvinnande i Sverige var den ökande socioekonomiska standarden vilken ledde till förbättrad tillförsel av näring (och därmed bättre motståndskraft mot infektioner) och utökad

hälsovård med ökad användning av malaria-medicinen kinin. Förekomsten av malariamyggor minskade också genom att stora arealer av sjöar och andra våtmarker dikades ut, speciellt i mer tätbefolkade områden i södra Sverige. De sista inhemska fallen av malaria rapporterades ifrån Västervik och Mönsterås under 1920-talet (Ekblom 1945). Några fall av s.k. introducerad malaria skedde vid slutet av och strax efter andra världskriget då *vivax*-infekterade flyktingar blev bitna av "svenska" myggor vilka sedan, i begränsad omfattning, spred infektionen vidare till fast boende personer i Sverige (Söderström 1983).

#### Växthuseffekt kan gynna malarian i Sverige

Malaria orsakad av *P. vivax* hade under sin maximala utbredning, vid mitten av 1800-talet, sin norra utbredningsgräns i mellersta Sverige och längs Norrlandskusten. Detta utbredningsområde sammanföll relativt väl med området för julimedeltemperaturer över 15-16°. Detta är den lägsta temperatur som kontinuerligt krävs för att *P. vivax* skall kunna utvecklas i myggan och nå infektiöst stadium (Bruce-Chwatt & de Zulueta 1980). En temperaturförhöjning på 3-4 grader under det kommande seklet skulle innebära att den potentiella nordgränsen för *P. vivax* kan komma att förflyttas såväl in i Lappland som en bra bit norrut. Inkubationsperioden i myggan, dvs. sporogoniperioden, är för *P. vivax* 55 dagar vid 16° men endast 15 dagar vid 22° (Jaenson 1983). Många fler mygghonor kan alltså bli infektiösa, med malariaparasiter i spottkörtlarna, om temperaturen stiger med bara några grader. Ett fuktigare och varmare sommarklimat skulle alltså kunna öka risken för malariaepidemier i stora delar av landet framöver, under förutsättning att där finns obehandlade *vivax*-infekterade personer (med parasiter i blodet). Den ökade risken kan motverkas om den allmänna hälso- och sjukvårdsstandardens fortsätter att vara hög, och om effektiva kontrollåtgärder kan vidtas för att reducera epidemirisken i ett tidigt skede.

Risken för inhemsk spridning av den betydligt mer patogena *P. falciparum* i ett framtida varmare Sverige är betydligt lägre. Det beror på att denna parasit kräver en temperatur på åtminstone 18° för att utvecklas i myggan samt

att flertalet stammar av *P. falciparum* – även vid optimal temperatur - sannolikt ändå inte kan utvecklas i de svenska malariamyggorna (Bruce-Chwatt & de Zulueta 1980).

I begränsad utsträckning kan dock inte bara *P. falciparum*-malaria utan även de tre andra arterna av malariaparasiter spridas i Sverige genom att redan infekterade icke-inhemska myggor anländer som "fripassagerare" i flygplan. Varma, fuktiga sommarveckor skulle dessa myggor då tillfälligt kunna sprida malaria i närheten av flygplatserna. Sådan "flygplatsmalaria" har förekommit åtskilliga gånger under de senaste decennierna vid storflygplatser som Charles de Gaulle och Heathrow. Om malarian återkommer till andra delar av Europa (Martens m.fl. 1999) kan detta naturligtvis öka risken i Sverige för såväl flygplatsmalaria som importerad och introducerad malaria.

### Fästingen som smittobärare

I Sverige står den vanliga fästingen *Ixodes ricinus* (Fig. 4) – framför allt fästingnyfverna – för spridningen av praktiskt taget alla fästingburna sjukdomar bland däggdjur och från dessa till människan. Borrelios (Lyme disease) är den vanligast förekommande vektorburna sjukdomen i tempererade zoner på norra halvklotet (Lindgren & Jaenson 2006). Infektionen orsakas av en bakterie – en spiroket – som förekommer f a hos smågnagare, näbbmöss, igelkott och harar men även hos vissa fåglar (Jaenson & Tälleklint 1999) och där även fästingar utgör en stor reservoar för spiroketen. Fästingen lever i ungefär 3 år och behöver under denna tid 2-3 blodmåltider för sin utveckling, dvs. som larv, nymf och vuxen hona. Spiroketer kan spridas från fästinghonan till hennes ägg men fästingen blir betydligt oftare infekterad genom att den suger blod från ett smittat värdjur, t ex en näbbmus, skogs- eller skogshare, varefter den överför patogenen till nästa djur den biter. Människa, hund och många värdjur som exempelvis rådjur kan bli smittade men bidrar, på grund av immunologiska mekanismer, inte till vidare spridning av spiroketerna. Förutom borrelios förekommer i Sverige även fästingburen hjärninflammation (TBE = Tick-Borne Encephalitis), och de relativt sällsynta sjukdomarna babesios och human anaplasmos (ehrlichios).

Fästingen är direkt beroende av omgivande temperatur och fuktighet för sin utveckling och överlevnad, men påverkas även indirekt av klimatet genom dess effekter på överlevnaden av de djur som den livnär sig av samt av klimatets inverkan på fästingbiotopens sammansättning av olika växtarter. Fästingar kan överleva åtskilliga minusgrader men dör under svåra eller långdragna köldknäppar. Fästingen är aktiv när temperaturen håller sig över 5° på vårar och höstar men behöver perioder med nattemperaturer över 10-12° för sin reproduktion.

### Fästingen har redan spridit sig norröver

De mildare vintrar som förekommit sedan mitten av 1980-talet tillät rådjuret (Cederlund & Li-berg 1995), som är ett viktigt värdjur för fästingen, att vandra norrut. Detta medförde att också fästingens utbredning expanderade norrut, även om rådjurspopulationen nu minskat betydligt på grund av att antalet rådjurspredatorer (räv, lo, varg) ökat på senare år. Kombinationen av de mildare vintrarna och de varmare för- och sensomrarna, som varit mer vanligt förekommande i Norrland under denna period har möjliggjort för fästingen att kunna reproducera sig och etablera populationer betydligt längre norrut i Sverige än tidigare (Tälleklint & Jaenson 1998, Lindgren m.fl. 2000). *I. ricinus* förekommer nu utmed hela den norrländska kusten, liksom i områden i inlandet där klimatet modifieras av större vattendrag, som exempelvis i Storuman och Vilhelmina (Jaenson m.fl. 1994). I mellersta Sverige har fästingförekomsten också ökat under 80- och 90-talen (Tälleklint & Jaenson 1998). Under denna period förelåg här flera, för fästingen, fördelaktiga förhållanden samtidigt. En kombination av mildare vintrar och temperaturer som tillät längre perioder av fästingaktivitet på vårar och höstar hade en direkt positiv effekt på fästingförekomsten (Lindgren m.fl. 2000). Rådjurstammen ökade också på grund av det fördelaktiga vinterklimatet samt av att antalet rävar minskade till följd av skabb vilket bidrog till att fler rådjurskid överlevde. En längre växtsäsong på vårar och höstar underlättade också för rådjur och andra värdjur att finna föda vilket indirekt bidrog till en ökande fästingförekomst.



Figur 3. Hanne av malariamyggan *Anopheles claviger* på renfana, *Tanacetum vulgare*. Man kan finna både hanner och honor av *Anopheles*-myggor och andra stickmyggor under varma, vindstilla sommarnätter i Sverige suga nektar av olika blommor. Foto: Thomas G.T. Jaenson®.

Male malaria mosquito, *Anopheles claviger*, on tansy, *Tanacetum vulgare*. Both males and females of *Anopheles* and other mosquito genera can be found nectar feeding on different flowers during calm and warm summer nights in Sweden

#### TBE och borrelios har blivit vanligare

TBE har ett mer begränsat utbredningsområde än borrelios. Kustområdena utmed Uppland, Södermanland och Östergötland, samt Mälardalen är "högriskområden" för TBE. Incidensen, dvs antalet sjukdomsfall per tidsenhet, av TBE har visat en markant ökande trend i Stockholmsområdet sedan mitten av 1980-talet. Denna ökning är verklig eftersom alla patienter som insjuknat med tecken på hjärninflammation (encefalit) i detta område har testas serologiskt för TBE alltsedan slutet av 50-talet; positiva TBE-fall har följts upp och bekräftats epidemiologiskt (Holmgren & Forsgren 1990). Ökningen av TBE har

visat sig vara signifikant relaterad till en kombination av de mildare vintrar och de förlängda vår- och höstsäsongerna som förekommit sedan mitten av 80-talet (Lindgren & Gustafson 2001). Dessa fynd är helt i överensstämmelse med de delresultat, som finns från Stockholmsområdet och som ingår i den tidigare nämnda svenska studien om klimatets betydelse för fästingförekomsten i landet (Lindgren m.fl. 2000). Till skillnad från TBE kan vi inte med säkerhet säga hur utvecklingen av borrelios varit i landet på grund av bristfälliga data. Studier från södra Sverige tyder emellertid på att den observerade ökningen av borrelios är verklig och inte bara



Figur 4. De olika aktiva stadierna av den i södra och mellersta Sverige allmänna fästingen *Ixodes ricinus*. Från vänster: blodfylld adult hona, larv (med 6 ben), blodfylld larv, adult hona (med rödaktig kropp), adult hanne (svart), nymf (ca 1,5 mm lång; med 8 ben) och blodfylld nymf (överst till höger). Foto: Gunilla Olsson, Lars Eisen & Thomas G.T. Jaenson®.

The different active stages of the tick *Ixodes ricinus* which is abundant in southern and central Sweden. From the left: blood-engorged adult female, larva (with 6 legs), blood-engorged larva, female (with reddish body), adult male (black), nymph (c. 1.5 mm long; with 8 legs) and blood-engorged nymph (top right).



orsakad av en ökad uppmärksamhet av sjukdomen (Berglund m.fl. 1995).

Liknande klimatrelaterade förändringar av utbredningen av såväl *I. ricinus* som TBE och borrelios har iakttagits i de tjeckiska bergsmassiven. Både fästingar och sjukdomsfall förekommer nu på betydligt högre höjder än för ett par decennier sedan (Daniel m.fl. 2004).

#### *Fästingburna sjukdomar allt vanligare i framtiden*

Det generellt varmare men också fuktigare klimat som förutspås av SWECLIM-modellerna gynnar fästingarna. Även de djurarter som är bärare av de smittämnen som *I. ricinus* kan överföra till människa kan gynnas av ett ändrat klimat i Sverige. I Norrland innebär en ökning av medeltemperaturen på vintrarna med 4-6° och på somrarna med 2-4° (Fig. 1a, c) att fästingar kan bli vanligare och etablera sig även i inlandet. Därmed kommer borrelios att kunna spridas i stora delar av Norrland. Sjukdomen är redan vanlig i landets södra och mellersta delar och här kommer risken för borrelios att öka alltmer framöver (Lindgren & Jaenson 2006). TBE kommer också att öka sitt utbredningsområde i Sverige men i betydligt mindre omfattning än borrelios. Redan idag har TBE rapporterats från nya ställen i de södra och mellersta delarna av landet.

Teorier har framlagts att ett varmare klimat skulle kunna minska andelen TBE-virusinfekterade fästingar i Central- och Nordeuropa, genom att en snabb avkylning av hösttemperaturerna

bidrar till att nymfer övervintrar innan de sugit blod (Randolph 2001). Därmed skulle nymfer söka föda tidigare än larver på våren. Andelen virus som överförs via värdjurets hud direkt från nymf till larv [genom s.k. co-feeding vilket innebär att två eller flera fästingar suger blod och lymfa nära intill varandra från ett oinfekterat värdjur, varvid saliv med mikroorganismer från en infektiös fästing (ofta en nymf) passerar via värdens hud till en oinfekterad fästing (ofta en larv; Randolph m.fl. 1996) skulle i så fall minska. Denna hypotes har dock fått motstånd genom resultaten från flera olika europeiska fältstudier där man inte sett någon tidsmässig skillnad i förekomsten av nymfer och larver på värdjur (t ex Daniel m.fl. 2006). För Sveriges del pekar alla studier och hypoteser – även Randolphs (2001) – på att utbredningen av TBE komma att öka. Fästingar är potentiella vektorer av ett flertal olika patogener, inklusive rickettsier, och med en större fästingpopulation och ett ändrat klimat kan vi förmoda att nya fästingburna infektioner kan komma att spridas i landet framöver.

#### **West Nile-infektionen**

Utbrott av West Nile-feber bland människor och/eller hästar har förekommit under de senaste 50 åren i södra Frankrike, Spanien, Albanien, Rumänien, södra Ryssland, Ukraina, Georgien (Hubálek & Halouzka 1999, Hubalék m.fl. 2006). West Nile (WN)-viruset har även isolerats från fåglar, vilda gnagare, *Culex pipiens* och flera andra stickmyggarter i södra, mellersta

Fig. 5. Hona av *Culex pipiens/C. torrentium* på renfana. Dessa syskonarter är enzootiska vektorer för ockelbosjukans virus, Sindbisviruset i Nordeuropa där de nästan uteslutande är ornitofaga (fågelblodsugande). *C. pipiens* är sannolikt en betydelsefull vektor och reservoar för West Nile-viruset i Syd- och Östeuropa och i USA. Foto: Thomas G.T. Jaenson®.

Nectar-feeding female *Culex pipiens/C. torrentium* on tansy flower. These sibling species are enzootic vectors of Ockelbo disease virus, i.e. Sindbis virus in northern Europe where they are almost strictly ornithophilous (feed preferentially on avian blood). *C. pipiens* is presumably an important vector and reservoir of West Nile virus in southern and eastern Europe and in the United States.



och östra Europa (Hubálek & Halouzka 1999, Pejcoch & Križ 2003, Hubalék m.fl. 2006). Antikroppar mot viruset förekommer hos både människor, andra däggdjur och fåglar i stora delar av södra, mellersta och östra Europa. Under det senaste decenniet har utbrottsfrekvensen av WN-feber ökat i Europa och angränsande regioner samtidigt som andelen fall med allvarliga neurologiska symptom blivit större och dödsfall blivit vanligare. 1999 diagnosticerades WN-infektionen för första gången i Nordamerika i samband med ett omfattande utbrott av sjukdomen på östkusten. Epidemin drabbade även New York City (Petersen & Roehrig 2001). Fåglar och fågelblodsugande stickmyggor, speciellt *Cx pipiens* (Fig. 5), utgör en viktig del av reservoaren för infektionen. I de områden där *Culex*-myggor suger blod av både fåglar och människor, såsom i södra Europa och i östra USA kan dessa myggor vara virusvektorer till människan. I Sverige suger *Cx pipiens* nästan uteslutande blod från fåglar och skulle därför – om WN-viruset kom in i landet t ex med flyttfåglar – sannolikt kunna sprida det bland mottagliga fågelarter. Det är tänkbart, att en vidare spridning från fåglar till människor skulle kunna ske med andra arter av stickmyggor, som suger blod från såväl fåglar som däggdjur, t ex *Aedes*-myggor – dvs på ett liknande sätt som Sindbisviruset (ockelbosjukans virus) överförs från fåglar till människor. Varmare och fuktigare somrar framöver kan öka risken för utbrott av WN-infektionen liksom för andra myggöverförda arboviruser (artropodburna virusinfektioner). En förutsättning är dock att reservoardjur finns och att övriga nödvändiga ekologiska förhållanden föreligger (Hubálek & Halouzka 1999).

### Leishmaniasis

I tropiska och subtropiska områden orsakas kutan (på hud), mukokutan (slemhinnor) och visceral (inre organ) leishmaniasis av *Leishmania*-parasiter vilka överförs av de blodsugande honorna av sandmyggor (Phlebotominae). Sverige har inga inhemska arter av varken sandmyggor eller *Leishmania*. Närmaste kända fyndorter för sandmyggor har legat i Frankrike och Italien men från Tyskland har man nyligen rapporterat förekomst av permanenta populationer av sandmyggor (Naucke & Schmitt 2004). *Leishmania*

*infantum* kan orsaka både visceral och kutan leishmaniasis och finns permanent i de regioner av Medelhavsområdet där januariisotermen är 5-10° och juliisotermen 20-30° (Kuhn 1999). Nya fynd pekar dock mot att den geografiska utbredningen i Europa av såväl sandmyggor som *Leishmania*-protozoerna överensstämmer bättre med en årsisoterm på 10° (Naucke & Schmitt 2004). Denna teori stämmer också bättre med de platser i södra Tyskland där man nyligen påträffat både sandmyggor och enstaka inhemska fall av visceral leishmaniasis och där juliisotermen är 16-18° (Lindgren m.fl. 2006). Utbredningsområdet för sandmyggorna och *Leishmania*-parasiterna kommer sannolikt att förflytta sig en bra bit norrut under det kommande seklet, men torde inte nå så långt som till Sverige (Lindgren m.fl. 2006).

### Inte bara klimatet av betydelse

Även om klimatet ändras så att risken ökar för att en viss sjukdom ska kunna spridas i ett nytt område så betyder det inte att detta kommer att inträffa. Andra faktorer som ekosystemens känslighet för en klimatförändring, förekomsten av viktiga reservoardjur i området samt befolkningens motståndskraft och immunitet är också av betydelse. Dessutom spelar samhällets resurser en stor roll. Sverige, liksom andra länder i Europa med likartade socioekonomiska förhållanden, kan oftast ganska snabbt mobilisera resurser för att hantera utbrott av nya sjukdomar och epidemier. Däremot kan det komma att bli svårare att mer långsiktigt förhindra att en klimatförändring bidrar till en ökad spridning av de sjukdomar som överförs med vissa insekter och fästingar. Information om symptom, riskområden, riskperioder och skyddsåtgärder har dock visat sig vara mycket effektivt för att förebygga borrelios (Gray m.fl. 1998) och där ligger Sverige förhållandevis långt framme.

Ur hälsoförebyggande synpunkt är det viktigt att utvärdera vilka hälsoeffekter – både positiva och negativa – som en klimatförändring kan komma att få i olika områden. Detta för att få en möjlighet att i tid förhindra eller mildra de konsekvenser som kan komma att uppstå. Världshälsoorganisationen, WHO, avslutade under hösten 2005 ett 5-årigt forsknings- och policyprojekt som finansierats av EU (cCASHh-



projektet). Europas sårbarhet för en framtida klimatförändring har nu kartlagts med avseende på vilka hälsoeffekter som kan förväntas uppkomma i olika områden i regionen (Menne & Ebi 2006). En utvärdering av vilka motåtgärder som finns att tillgå gjordes också och dessa har av WHO presenterats för de olika europeiska ländernas hälsoministerier. Bland annat föreslogs upprättandet av ett europeiskt samarbete för att registrera och övervaka förändringar i utbredningen av smittspridande insekter och fästingar samt ändringar i spridningsmönstret av sjukdomar som borrelios, TBE, visceral leishmaniasis, och West Nile-feber. Därmed hoppas man att eventuella lokala motåtgärdsprogram ska bli mer effektiva genom att man kommer in tidigt i smittspridningsskedet.

För Sveriges del kommer en klimatförändring att innebära att vi får en spridning norrut av flera inhemska smittoöverförande och smittobärande arter samtidigt som vi riskerar att få in nya arter söderifrån. Lokalt kan vissa vektorarter försvinna och smittorisken upphöra genom att ett ändrat klimat förändrar lokala ekologiska förhållanden eller direkt påverkar insekter och fästingar negativt. Generellt riskerar dock Sverige att få en ökning av antalet sjukdomsfall orsakade av insekts- och fästingöverförda infektioner. Därför är det extra viktigt att det framöver utförs noggranna riskutvärderingar för olika områden i landet allteftersom vi får mer forskningskunskap att bygga på. Därmed ges Sverige möjlighet att ligga ett steg före och utarbeta strategier för att undvika eller mildra icke-önskvärda hälsoeffekter av en kommande klimatförändring under de närmast kommande decennierna.

### Tack

Stort tack till Dr Markku Rummukainen och Dr Erik Kjellström, SWECLIM/SMHI, för vänligheten att ställa SWECLIM-scenarierna till förfogande som artikelillustrationer. Elisabet Lindgrens forskning stöds av det EU-finansierade, WHO-koordinerade projektet cCASHh, och Thomas Jaensons av Formas och Sida/Sarec.

### Litteratur

Andréasson, J., Bergström, S., Carlsson, B., Graham, L. P. & Lindström, G. 2004. Hydrological change - Climate change impact simulations for Sweden. – *Ambio* 33: 228-234.

Berglund, J., Eitrem, R., Ornstein, K., Lindberg, A.,

- Rigner, A., Elmrud, H., Carlsson, M., Runehagen, A., Svanborg, C. & Norrby, R. 1995. An epidemiological study of Lyme disease in southern Sweden. – *N. Engl. J. Med.* 333: 1319-1327.
- Bruce-Chwatt, L.J. & de Zulueta, J. 1980. The rise and fall of malaria in Europe. A historico-epidemiological study. 1st ed. – University Press, Oxford.
- Cederlund, G. & Liberg, O. 1995. Rådjuret. Viltet, ekologin och jakten. – Almqvist & Wiksell, Uppsala.
- Daniel, M., Danielova, V., Kriz, B. & Kott, I. 2004. An attempt to elucidate the increased incidence of tick-borne encephalitis and its spread to higher altitudes in the Czech Republic. – *Int. J. Med. Microbiol.* 293, Suppl 37: 55-62.
- Daniel, M., Danielova, V., Kříž, B., & Beneš, Č. 2006. Tick-borne encephalitis. – In: Menne, B. & Ebi, K.L. (eds.). *Climate change and adaptation strategies for human health*: 189-205. Springer, Darmstadt & WHO, Geneva.
- Eklom, T. 1945. Studien über die Malaria und *Anopheles* in Schweden und Finnland. – *Acta Pathol. Microbiol. Scand.* 59 (suppl.): 1-88.
- Epstein, P.R. 2001. Climate change and emerging infectious diseases. – *Microbes Infect.* 3: 747-754.
- Gray, J.S., Granström, M., Cimmino, M., Daniel, M., Gettinby, G., Kahl, O., Jaenson, T.G.T., Jongejan, F., Korenberg, E. & O'Connell, S. 1998. Lyme borreliosis awareness. – *Zentralbl. Bakteriol.* 287: 253-265.
- Holmgren, E.B. & Forsgren, M. 1990. Epidemiology of tick-borne encephalitis in Sweden 1956-1989: a study of 1116 cases. – *Scand. J. Infect. Dis.* 22: 287-295.
- Hubálek, Z., Halouzka, J. 1999. West Nile fever - a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. – *Emerg. Infect. Dis.* 5: 643-650.
- Hubálek, Z., Kříž, B. & Menne, B. 2006. West Nile virus: epidemiology and prevention. – In: Menne, B. & Ebi, K.L. (eds.). *Climate change and adaptation strategies for human health*: 217-242. Springer, Darmstadt & WHO, Geneva.
- IPCC [Intergovernmental Panel of Climate Change]. 2001. *Climate Change 2000*. – Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Jaenson, T.G.T. 1983. Malaria i Sverige – entomologiska synpunkter. – *Läkartidningen* 80: 2418-2421.
- Jaenson, T.G.T. 1986. Massförekomst av *Aedes rossicus* och andra stickmyggor vid Dalälven hösten 1985. – *Ent. Tidskr.* 107: 51-52.
- Jaenson, T.G.T. 1988. Myggburna infektioners ekologi i Fennoskandien – en översikt. – *Läkartidningen* 85: 2255-2258

- Jaenson, T.G.T., Lokki, J. & Saura, A. 1986. *Anopheles* (Diptera, Culicidae) and malaria in northern Europe with special reference to Sweden. – *J. Med. Entomol.* 23: 68-75.
- Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, L., Olsén, B., Chirico, J. & Mejlun, H. 1994. Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. – *J. Med. Entomol.* 31: 240-256.
- Jaenson, T.G.T. & Tälleklint, L. 1999. The reservoir hosts of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe. – In: Needham, G., Mitchell, R., Horn, D.J. & Welbourn, W.C. (eds.). *Acarology IX: Vol 2: 409-414*. Symposia. Ohio Biol Survey, Columbus, Ohio.
- Kuhn, K.G. 1999. Global warming and leishmaniasis in Italy. – *Bull. Trop. Med. Int. Hlth* 7: 1-2.
- Lindgren, E., Tälleklint, L. & Polfeldt, T. 2000. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick, *Ixodes ricinus*. – *Environ. Health Perspect.* 108: 119-123.
- Lindgren, E. & Gustafson, R. 2001. Tick-borne encephalitis in Sweden and climate change. – *Lancet* 358:16-18.
- Lindgren, E. & Jaenson, T.G.T. 2006. Lyme borreliosis in Europe: Influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. – In: Menne, B. & Ebi, K.L. (eds.). *Climate change and adaptation strategies for human health.: 157-188*. Springer, Darmstadt & WHO, Geneva.
- Lindgren, E., Naucke, T., Davies, C., Desjeux, P., Marty, P. & Menne, B. 2006. Leishmaniasis in Europe: Influences of climate and climate change on epidemiology, cology and adaptation measures. – In: Menne, B. & Ebi, K.L. (eds.). *Climate change and adaptation strategies for human health.: 131-155*. Springer, Darmstadt & WHO, Geneva.
- Lundström, J. 1990. Ocklelbo disease - A mosquito-borne virus infection. – Doktorsavhandling, Karolinska Institutet, Stockholm.
- Martens, W.J.M., Kovats, S., Nijhof, S., De Vries, P., Livermore, M., Bradley, D., Cox, J. & McMichael, A.J. 1999. Climate change and future populations at risk of malaria. – *Global Environ. Change* 9: 89-107.
- Menne, B. & Ebi, K.L. (eds.) 2006. *Climate change and adaptation strategies for human health.* – Springer, Darmstadt & WHO, Geneva.
- Naturvårdsverket. 2001. Workshops om klimatfrågor inför nationalrapporten: underlag för Sveriges nationalrapport till klimatkonventionen. – Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naucke, T.J. & Schmitt, C. 2004. Is leishmaniasis becoming endemic in Germany? – *Int. J. Med. Microbiol.* 293, Suppl. 37: 179-181.
- Petersen, L.R. & Roehrig, J.T. 2001. West Nile virus: a reemerging global pathogen. – *Emerg. Inf. Dis.* 7: 611-614.
- Pejcoch, M., Križ, B. 2003. Hantaviruses in the Czech Republic. – *Emerg. Inf. Dis.* 9: 772-774.
- Randolph, S.E. 2001. The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. – *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 356: 1045-56.
- Randolph, S.E., Gern, L. & Nuttall, P.A. 1996. Co-feeding ticks: epidemiological significance for tick-borne pathogen transmission. – *Parasitol. Today* 12: 472-479.
- Rummukainen, M. 2003. The Swedish regional climate modeling program, SWECLIM, 1996-2003. Final report. – Reports Meteorology and Climatology 104, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping, Sweden.
- Schäfer, M. 2004. Mosquitoes as a part of wetland biodiversity.– *Acta Universitatis Upsaliensis* no. 1042.
- SMHI. 2004. Variationer och trender i temperaturen (1860-2003). – Faktablad nr 22, Dec. 2004, SMHI, Norrköping.
- Söderström, N. 1983. Importerad malaria i Sverige. – *Läkartidningen* 80: 2729.
- Tälleklint, L. & Jaenson, T.G.T. 1998. Increasing geographical distribution and density of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in central and northern Sweden. – *J. Med. Entomol.* 35: 521-526.