

# Igenväxning och isolering hotar den bruna gräsfjärilen (*Coenonympha hero*) i jordbrukslandskapet

ANNA CASSEL-LUNDHAGEN

Cassel-Lundhagen, A.: Igenväxning och isolering hotar den bruna gräsfjärilen (*Coenonympha hero*) i jordbrukslandskapet. [**Overgrowth and isolation threatens the scarce heath (*Coenonympha hero*) butterfly in the agricultural landscape.**] – Entomologisk Tidskrift 125 (4): 173-179. Uppsala, Sweden 2004. ISSN 0013-886x.

During the past century, more than 80% of meadows and pastures have been lost in Sweden, with negative consequences for their flora and fauna. One example is the scarce heath butterfly (*Coenonympha hero*), which is a red-listed species threatened by tree overgrowth of suitable meadow habitats. I have conducted a number of studies in order to understand how the scarce heath may be affected by the ongoing loss of habitat, using a variety of techniques.

The occurrence and local abundance of the scarce heath were correlated with patch size and isolation, and the abundance of certain plant species. Mark-release-recapture studies indicated that mobility between patches was restricted, and the species seemed to disperse primarily in a stepping-stone like fashion. However, the genetic differentiation did not follow an isolation-by-distance pattern. This discrepancy may be due to the relatively recent changes of the landscape. Populations within a six km<sup>2</sup> area showed significant genetic differentiation, and small and isolated populations expressed signs of inbreeding depression. If the ongoing loss of habitat is not stopped and reversed, there is risk of a chain reaction of local extinctions, which may entail collapse of the whole metapopulation.

*Anna Cassel-Lundhagen, Institutionen för entomologi, SLU, Box 7044, SE-750 07 Uppsala, Sweden*

Den bruna gräsfjärilen (*Coenonympha hero*) är inte bara Värmlands landskapsinsekt (Forsslund & Forshed 2000). Den är också en internationellt hotad dagfjäril. Dess totala utbredning sträcker sig från Japan i öster till centrala Europa och delar av Skandinavien i väster. I Europa lever den en tynande tillvaro och är utdöd i minst fyra av de länder den tidigare funnits (Van Swaay & Warren 1999). I Sverige klassas den som "missgynnad" (NT) och är numera fridlyst (Gärdenfors, m.fl. 2002). Den återfinns huvudsakligen i Värmland, och södra och mellersta Dalarna på ångar omgärdade av skog (Berglind 1990, Gärdenfors, m.fl. 2002). I första hand flyger den på blomrika, väl solexponerade ångar i skogstrakter med ett småskaligt jordbruk. Dessa s.k. skogsångar utgörs till

övervägande delen av slätterångar, sätrar eller gamla övergivna åkrar och ångar som motstått igenväxning (Berglind 1990). Den här miljön hotas dock då den alltmer planteras igen eller invaderas av träd och buskar (Fig. 1). För den bruna gräsfjärilen innebär det att områden med lämplig miljö blir allt mindre och mer isolerade från varandra. Risken är därför stor att arten på sikt kommer att försvinna.

Den bruna gräsfjärilen har ett vingspann på 27-32 mm och är en relativt långsam flygare (Fig. 2). I de centrala delarna av Sverige flyger den från mitten av juni till mitten av juli. Larverna är generalister och lever på olika gräs. De övervintrar oftast i sitt tredje larvstadium djupt nere i vegetationen, och förpuppningen sker i



Figur 1. En skogsäng i Brunsberg, västra Värmland, planterad med skog och på väg att försvinna som livsmiljö för den bruna gräsfjärilen. Författarens glada min har inget med ängens kommande öde att göra.

A forest meadow in Brunsberg, Western Värmland, that is planted with spruce and about to disappear as habitat for the scarce heath butterfly (*Coenonympha hero*). The happy face of the author has nothing to do with the future faith of the meadow.

mitten av maj. Den vuxna fjärilen verkar föredra smörblommor som nektarkälla (A. Cassel och S-Å Berglind, personliga observationer).

För att försöka klarlägga hur landskapet bör se ut för att säkra den bruna gräsfjärilens överlevnad har jag, under fem års tid, studerat hur den sprider sig och överlever i sin fläckvis förekommande livsmiljö. Målet har bland annat varit att resultaten ska användas när man utformar bevarandeplaner för denna art.

Under de senaste 100 åren har mer än 80 % av ängs- och betesarealen försvunnit i Sverige (Eriksson & Hedlund 1993) (Fig. 4), och ett stort antal arter som är beroende av dessa naturtyper har därmed minskat. Igenväxning av öppna marker anges idag som ett hot mot 22 av de 31 dagfjärilar som är uppsatta på listan över hotade arter i Norden (Gärdenfors, m.fl. 2002). Det

faktum att livsmiljöer successivt förstörs, och att det som återstår utgör alltmer isolerade fragment, är några av de största hoten mot den biologiska mångfalden idag (Lande 1998). När mängden lämplig livsmiljö minskar för en art, får det konsekvenser som på olika sätt påverkar dess möjligheter att överleva på såväl kort som lång sikt. På kort sikt är den mest uppenbara effekten att mindre mängd av en given livsmiljö ger mindre resurser att leva på, vilket leder till att färre individer överlever.

### Viktigt med nätverk

Förlust av livsmiljö innebär dock inte bara att antalet individer minskar, utan också ofta att de individer som överlever blir mer isolerade från varandra. Förutsättningarna för dem att förflytta sig från ett lämpligt område till ett annat går för-



Figur 2. Den bruna gräsfjärilen (*Coenonympha hero*) sitter med vingarna ihop i viloläge och exponerar sina vackra vingundersidor.

*The scarce heath butterfly (Coenonympha hero) rests with its wings in an upright position, exposing the beautiful undersides of the wings.*

lorad. Därmed försvinner också möjligheten att, genom "påfyllning", rädda en grupp individer som är på väg att försvinna eller att drabbas av s.k. inavelsdepression (se kommande stycke). För att förstå i vilken omfattning en art drabbas av att dess livsmiljö försvinner behöver man därför kunskaper om, till exempel, hur stora marker som behövs för att försörja en art långsiktigt, hur nära den marken bör ligga andra bebodda marker och hur individer förflyttar sig i den omkringliggande miljön, d.v.s. hur de uppfattar olika landskapstyper.

För att undersöka vad som påverkar den bruna gräsfjärilens förekomst och relativa antal inventerade vi 26 ängsmarker som vi bedömt vara lämpliga eller potentiellt lämpliga för arten. Under inventeringen noterade vi förekomst av träd, örter och gräs, ängsstorlek, lutning samt avstånd till närmaste annan bebodd ängsmark. Genom att fånga, märka och sedan återfånga fjärilar på dessa ängar så kunde vi även göra uppskattningar av hur många de var (Fig. 3). Det visade sig att ängsmarkens storlek och dess position i förhållande till andra ängar var avgörande för om arten återfanns eller inte (Cassel 2002b). Ju mindre en äng var, och ju mer isolerad den var, desto mindre var sannolikheten att den var bebodd. Alla ängar som var mindre än 0.5 ha var tomma

och när avståndet var 800 m till närmaste annan större äng var andelen bebodda ängar klart reducerad. Trots att vi sett enstaka fjärilar flyga upp till 1200 meter så fann vi att flera ängsmarker som låg mindre än 1 kilometer från en bebodd äng var tomma. Vi fann också att fjärilar på stora ängsmarker rörde sig över större ytor än de som befann sig på små. Den omkringliggande skogen verkar alltså ha en hämmande effekt på fjärilarnas flygbeteende och deras benägenhet att söka nya lämpliga marker.

Utöver isoleringsgrad och ängsstorlek var det också två olika örter som samvarierade med antalet fjärilar. Ju mer vitklöver (*Trifolium repens*) och maskros (*Taraxacum* spp.) vi fann desto mindre var fjärilsförekomsten. Eftersom den bruna gräsfjärilen relativt ofta kan ses suga nektar och det i huvudsak är smörblommor (*Ranunculus acris*) de väljer (S-Å Berglund och A. Cassel, opublicerade observationer) så hade vi snarare förväntat oss att hitta ett positivt samband mellan mängden smörblommor och antalet fjärilar. Vi fann inget sådant samband, inte heller till förekomst av gräs eller blommande örter. Den negativa kopplingen till vitklöver och maskros kan istället indikera en koppling till hävdhistoriken, där nyligen övergivna odlade marker kan vara sämre livsmiljöer än slåtterängar och marker som legat länge i träda. Detta behöver dock studeras vidare.

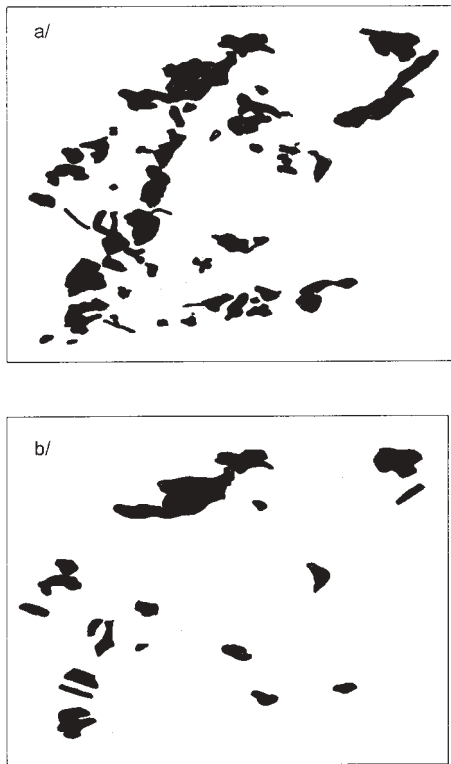
### Betydelsen av matrix

För att förstå hur den bruna gräsfjärilen uppfattar landskapet mellan de ängsmarker som den



Figur 3. För att studera fjärilarnas antal och rörelsemönster så märktes de på vingarna med individuella nummer.

*In order to study the butterfly abundances and movement patterns, butterflies were individually marked.*



Figur 4. Förekomst och fördelning av åker- och ängsmark i Brunsberg, västra Värmland a) år 1895, och b) år 2000.

*Amount and distribution of arable land and meadows in the Brunsberg area a) in 1895, and b) in 2000.*

lever på, så tittade vi närmare på de fjärilar som märkts på en äng och sedan återfångades på en annan. Vi ville se om det spelade någon roll för dem att de behövde passera tät skog jämfört med mer öppna marker. Vi ville också se om spridningskorridorerna, i det här fallet gräs- och örtrika diken eller vägkanter, hade någon påtaglig effekt på flygmönstret.

Den absoluta majoriteten av de märkta fjärilarna (75% av hanarna och 78% av honorna) återfångades på den äng där vi märkt dem, oftast mindre än 50 meter från den plats där de först observerades. De flesta fjärilarna höll sig alltså inom ett mycket begränsat område även inom ängsmarken. För de fjärilar som lämnade sin "hemmaplan" kunde vi identifiera flera faktorer som kunde kopplas till spridningsmönstret.

Bland annat fann vi att ju längre det var mellan ängarna och ju mer ängsmark det var i området mellan ängarna desto färre migranter utbytte de. Resultaten tyder på att en fjäril som lämnar sin "hemmaäng" stannar upp vid närmaste ny ängsmark den finner (vilket både kopplingen till avstånd och närvaron av ängsmark mellan två lokaler antyder). Den bruna gräsfjärilen är inte bara en "långsamflygare", den verkar dessutom inte vilja flyga några längre sträckor i sin jakt på nya lämpliga marker.

Förutom avstånd och landskapsstruktur så hade även storleken på den äng de flög till betydelse. Ju större den var desto fler fjärilar drog den till sig. Det är inte helt oväntat utifrån det enkla faktum att en stor äng täcker en större yta än en liten, och är därför ett lättare att stöta på. Man kan också tänka sig att en större äng hyser ett större antal fjärilar, vilka i sig kan verka lockande. Att individer attraheras av artfränder är ett känt fenomen (Stamps 2001). En intressant iakttagelse var att två av de 21 ängarna som täcktes av spridningsstudien drog till sig mer än hälften (56 %) av migranterna. Ätminstone den ena av dessa hade en markant högre fjärilstäthet än de andra. Det verkar alltså troligt att dessa ängar har större betydelse för artens överlevnad i området än andra likstora ängar i dagsläget.

I motsats till vad vi förväntat oss, så kunde vi inte styrka ett samband mellan förekomst av "korridorerna" i landskapet och spridningsbenägenhet. Jag bedömer dock att det snarare är ett resultat av få observationer än ett reellt faktum. Vid flera tillfällen såg vi hur fjärilar lämnade en ängsmark via ett dike eller sågs flyga utmed en vägkant. Man vet också från andra studier av fjärilar att spridningskorridorerna kan ha en markant effekt på deras flygvägar (se till exempel Sutcliffe & Thomas 1996).

### Genetisk struktur

Att studera spridningsmönster genom att märka och sedan återfånga märkta individer har flera fördelar. De observationer man gör återspeglar det aktuella spridningsmönstret och det är möjligt att få detaljerad information om hur och var spridningen sker. Nackdelen är dock att det man ser sällan, eller aldrig, kan svara på om det verkligen sker ett genflöde, d.v.s. om individen verkligen förökat sig när den kommer fram. En indi-

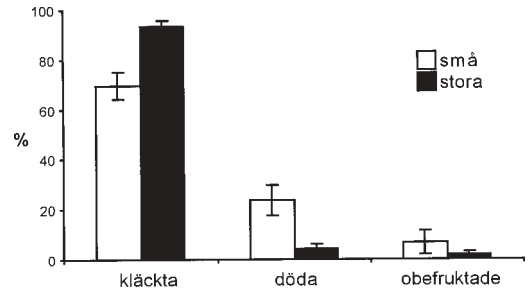


Figur 5. För att undvika oönskade miljöeffekter i studien av invelsdepression hos den bruna gräsfjärilen (*Coenonympha hero*) förvarades alla larver och puppor i klimatskåp med konstanta ljus- och fuktighetsförhållanden.

In order to avoid the impact of environmental variations in the study of inbreeding depression on the scarce heath butterfly (*Coenonympha hero*) the larvae and pupae were kept in climate chambers with constant light and humidity.

vid kan mycket väl sprida sig, men misslyckas den med att föröka sig så bidrar den inte till genflödet. Genetiska data, å andra sidan, kan spegla det faktiska genflödet, sentida eller längre tillbaka i tiden (beroende av val av genetisk markör). Genom att kombinera fältobservationer med genetiska data kan man därför få en mer komplett bild av hur landskapet påverkar och har påverkat arten i fråga.

För att kartlägga sentida genflöde hos den bruna gräsfjärilen har jag analyserat en typ av markörer som kallas mikrosatelliter (Cassel 2002a). De består av korta repeterade DNA-sekvenser som vanligtvis är mycket variabla (Jarne & Lagoda 1996) och lämpar sig väl för den här typen av studier. Jag fann att det genetiska mönstret delvis överensstämde med resultaten från återfångsstudien (Cassel 2002b). Det genetiska "utseendet" på individer från olika ängar skiljde sig något sinsemellan, vilket bekräftar att de inte obehindrat flyger mellan ängarna i området. Med tanke på att de i huvudsak flög till en intilliggande äng, skulle man också förvänta sig en gradvis ökande skillnad i genetiskt "utseende" ju längre avståndet är mellan ängarna. Det



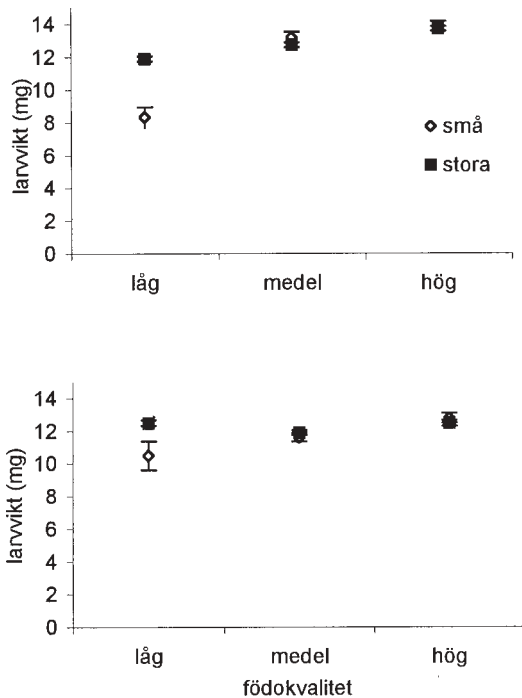
Figur 6. Kläckbarhet och zygotöverlevnad av ägg med ursprung i små och isolerade samt stora populationer. Kläckbarheten var betydligt lägre i små och isolerade populationer jämfört med stora, vilket berodde på en ökad zygotödligghet. Andelen obefrukta-de ägg skiljde sig inte mellan grupperna.

Percentage of eggs that hatched, died as zygote or were unfertilized in small, isolated populations and large populations. Hatchability was significantly lower in small populations compared to large, which was caused by an increased zygote mortality. Proportion of unfertilized eggs did not differ between the groups. (From Cassel et al. 2001, by permission of Blackwell Publishing).

kunde jag däremot inte påvisa. Det kan dock sannolikt förklaras med att den isolerande skogen har vuxit upp relativt nyligen (idag cirka 40 år gammal), och att det behövs fler generationer innan isoleringens effekter slår fullt ut. Man kan därför förvänta sig att ett samband mellan genetisk skillnad och geografiskt avstånd utkristalliserar sig med tiden. Framtida analyser får klarlägga om så verkligen är fallet.

### Orsaker invelsdepression utdöenden?

När antalet artfränder inom ett område minskar utsätts de för påfrestningar som inte drabbar en stor grupp lika hårt. I en liten grupp är, till exempel, risken större att alla dör som en följd av slumpmässiga variationer i överlevnad, fortplantning eller omvärldsfaktorer. På samma sätt ökar betydelsen av slumpen på genetisk nivå. I en liten grupp är risken större att de individer som parar sig med varandra är mer eller mindre släkt, och alltså delvis bär på likadana genvarianter. På sikt blir den genetiska variationen allt mindre, och den genetiska mångfald som behövs för att en art ska kunna klara inre och yttre påfrestningar och förändringar i livsvillkor (t.ex.



Figur 7. Genomsnittlig larvvikt på a/hösten och b/våren i små och isolerade samt stora populationer och som haft olika tillgång på föda. Larver från små populationer som utsatts för svält hade betydligt lägre vikt jämfört med larver från stora populationer. Ingen skillnad kunde observeras i de övriga födo-grupperna.

Mean larval weights in a/ autumn and b/ spring grouped by population size and food quality. The mean weight was significantly lower for larvae originating from small populations in the low quality category compared to larvae from large populations. The weight in the other two categories did not differ. (From Cassel et al. 2001, by permission of Blackwell Publishing)

klimatförändringar), går förlorad.

När närbesläktade individer parar sig med varandra ökar också risken att skadliga varianter av gener kommer till uttryck (Charlesworth & Charlesworth 1999). Effekterna av dessa kan visa sig i form av försämrad fortplantningsförmåga och sämre möjligheter att klara sjukdomar och parasitangrepp eller yttre påfrestningar. Detta fenomen brukar kallas inavelsdepression. Om inavelsdepression verkligen påverkar en arts överlevnad har dock ifrågasatts (Caughley

1994, Lande 1988). Man har hävdad att kortlivade organismer, som insekter, är mer känsliga för variationer i överlevnad eller antalet avkommor de producerar (s.k. demografisk stokasticitet) än genetiska problem. På senare tid har dock antalet studier som påvisat att inavel verkligen kan utgöra ett hot blivit allt fler (se sammanfattning av Frankham 2003). Ett exempel är en studie av Saccheri m.fl. (1998) på hökblomsternätfjäril (*Melitaea cinxia*) på Åland. Där kunde man påvisa att risken för att en grupp individer skulle dö ut var högre om den genetiska variationen var låg.

För att studera om det fanns tecken på inavelsdepression hos brun gräsfjäril på små och isolerade ängar i Värmland samlade vi in ägg från honor som fångats på ängsmarker av olika storlek och isoleringsgrad. I labb kunde vi sedan notera överlevnad och tillväxt från äggstadiet tills dess att de kläcktes som vuxna (Fig. 5). Vi fann tydliga tecken på inavelsdepression (Cassel, m.fl. 2001). De individer som härstammade från ängar med många individer hade mycket hög kläckbarhet, god tillväxt och hög överlevnadsprocent. De som härstammade från små och isolerade ängar, däremot, klarade sig avsevärt sämre i alla avseenden. Kläckbarheten på äggen var uppenbart lägre, och orsakades av att fler dog innan de kläcktes till larver, jämfört med ägg från ängar med många individer (Fig. 6). Larvöverlevnaden var också betydligt lägre när antalet individer varit få och ängen isolerad. Dessutom visade det sig att om dessa larver utsattes för svält så tillväxte de klart sämre (Fig. 7). Den effekten försvann när de åter fick god tillgång på föda, men det ger ändå en signal som tyder på att inavel gör dessa individer mer känsliga för stress. Under naturliga betingelser är det möjligt att det allmänna stresstrycket är större än i en laboratoriemiljö. Det är därför möjligt att effekterna blir ännu tydligare ute i naturen, en konsekvens som även påvisats i andra studier (Heschel & Paige 1995, Jimenez m.fl. 1994).

### Hur bör landskapet se ut?

Trots att studieområdet endast var cirka 6 km<sup>2</sup> stort framträdde ett tydligt samband mellan en ängsmarks isoleringsgrad och mängden bruna gräsfjärilar. För att trygga artens framtid tyder mina studier på att de behöver ett finmaskigt

nätverk av lämpliga ängar som är minst 0,5 ha stora och inom 1 kilometers avstånd från varandra. Trots att vi inte kunde påvisa att "spridningskorridorerna" har betydelse för deras möjligheter att sprida sig vidare, så är min känsla ändå att de har en positiv effekt. Genom att gynna en rik flora av gräs och blommande örter utmed väg- och dikeskanter bör det innebära en ytterligare resurs för denna sårbara art.

För att bromsa den negativa utbredningsspiral som den bruna gräsfjärilen hamnat i är det nödvändigt att såväl lokala krafter som myndigheter ser till att de kvarvarande skogsängarna bevaras och sköts så att den bruna gräsfjärilen gynnas (se Berglind 1990). Det finns dock en uppenbar risk att dessa åtgärder inte är tillräckliga, då ett flertal av ängarna nyplanterats med skog. Denna ytterligare förlust av livsmiljö och ökade fragmentering av landskapet kan leda till att ett stort antal av de fjärilar som finns kvar plötsligt dör ut samtidigt. Det kan därför vara nödvändigt att man rensar de ängar som nu planterats från växande träd. I övrigt är den bruna gräsfjärilen en art med relativt enkla livskrav, varför insatserna för dess bevarande inte behöver vara så omfattande.

### Tack

Ett varmt tack vill jag rikta till Pekka Pamilo, Per Sjögren-Gulve och Sven-Åke Berglind som haft stor betydelse för tillkomsten av min avhandling. Jag vill också tacka Jens Hjerling, Jörgen Gulve, Tony Cederholm, Dag Alfredsson, Carina Hjelm-Hörngren, Marina Potapova, Cia Olsson, Per Sjödin och Jonas Casslén för ovärderlig hjälp i fält och på lab. Tack till Sven-Åke Berglind och Mats Jonsell för värdefulla synpunkter på manuskriptet. Mitt doktorandprojekt har finansierats av WWF, Naturvårdsverket, Ebba och Sven Schwartz stiftelse, stiftelsen till Oscar och Lili Lamms Minne, Kungliga vetenskapsakademien och Uppsala universitet.

### Litteratur

Berglind, S.-Å. 1990. Ängsfjärilar på väg att ersättas av granplantor. – *Värmlandsnatur* 4: 12-17.  
 Cassel, A. 2002a. Characterization of microsatellite loci in *Coenonympha hero* (Lepidoptera: Nymphalidae). – *Molecular Ecology Notes* 2: 566-568.  
 Cassel, A. 2002b. Conservation biology and genetic structure of fringe populations of the Scarce Heath butterfly in Sweden. – (Doctoral thesis).

Department of evolutionary biology, Uppsala university, Uppsala  
 Cassel, A., Windig, J., Nylin, S. & Wiklund, C. 2001. Effects of population size and food stress on fitness-related characters in the scarce heath, a rare butterfly in Western Europe. – *Conservation Biology* 15: 1667-1673.  
 Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. – *Journal of Animal Ecology* 63: 215-244.  
 Charlesworth, B. & Charlesworth, D. 1999. The genetic basis of inbreeding depression. – *Genetical Research* 74: 329-340.  
 Eriksson, M. & Hedlund, L. (eds.) 1993. Biologisk mångfald. – Naturvårdsverket, Stockholm.  
 Forslund, M. & Forshed, N. 2000. Sveriges landskapsinsekter. – Fälth & Hässler AB, Värnamo.  
 Frankham, R. 2003. Genetics and conservation biology. – *Comptes Rendus Biologies* 326: 22-29.  
 Gärdenfors, U., Aagaard, K. & Biström, O. (eds.) 2002. Hundraelva nordiska evertebrater. – Nordiska ministerrådet och Artdatabanken, Uppsala.  
 Heschel, M. & Paige, K. 1995. Inbreeding depression, environmental stress, and population size variation in Scarlet gilia (*Ipomopsis aggregata*). – *Conservation Biology* 9: 126-133.  
 Jarne, P. & Lagoda, P. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. – *Trends in Ecology & Evolution* 11: 424-429.  
 Jimenez, J., Hughes, K., Alaks, G., Graham, L. & Lacy, R. 1994. An experimental study of inbreeding depression in a natural habitat. – *Science* 266: 271-273.  
 Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. – *Science* 241: 1455-1460.  
 Lande, R. 1998. Anthropogenic, ecological and genetic factors in extinction and conservation. – *Researches in Population Ecology* 40: 259-269.  
 Saccheri, I., Kuussaari, M., Kankare, M., Vikman, P., Fortelius, W. & Hanski, I. 1998. Inbreeding and extinction in a butterfly population. – *Nature* 392: 491-494.  
 Stamps, J. A. 2001. Habitat selection by dispersers: integrating proximate and ultimate approaches. – In: Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A.A. & Nichols, J.D. (eds.) *Dispersal*. pp: 230-242. Oxford University Press.  
 Sutcliffe, O. & Thomas, C. 1996. Open corridors appear to facilitate dispersal by ringlet butterflies (*Aphantopus hyperantus*) between woodland clearings. – *Conservation Biology* 10: 1359-1365.  
 Van Swaay, C. & Warren, M. 1999. Red data book of European butterflies (Rhopalocera). Nature and environment. – Council of Europe Publishing, Strasbourg.