

Arternas rika värld

– varför bevara biologisk mångfald?

Vad är biologisk mångfald bra för? Hur många arter utgör mångfalden, behövs verkligen alla arter, och kan man göra sig av med de mindre önskvärda? Frågorna kan nog aldrig besvaras på ett tillfredsställande sätt, men den biologiska mångfaldens framtid förtjänar lika stor uppmärksamhet som oron för klimatförändringar – "biodiversity" ger ca 36 miljoner träffar i sökmotorn Google jämfört med 63 miljoner för "climate change" – eftersom det i båda fallen handlar om människans framtida överlevnad som art. I denna översiktsartikel gör författarna ett försök att med ord och siffror ge en bild av jordens biologiska mångfald – väl medvetna om att dessa siffror i många fall kan skilja sig markant mellan olika forskare.

TEXT: INGVAR KÄRNEFELT & SVEN-AXEL BENGTSON
FOTO: INGVAR KÄRNEFELT

Arter dör ut och har så gjort så länge det funnits liv på jorden, men aldrig har takten i utdöendet varit så hög som nu. Man känner till över 700 arter av växter och djur som har dött ut sedan år 1600. Enligt vissa beräkningar dör kanske 50–200 arter ut varje dag (andra menar att 5–20 arter per dag kan vara en rimligare siffra); samtidigt tar det ca 2 000–100 000 generationer för nya arter att utvecklas. Mer kunskap är påkallad.

Arten som begrepp är av allra största praktiska betydelse inom biologin, t.ex. som den viktigaste taxonomiska enheten och grunden för klassificering av organismer samt som den mest använda – men långt ifrån enda – enheten för biologisk mångfald (biodiversitet). Artbegreppet är dock inte okontroversiellt utan debatteras flitigt i facklitteraturen, bl.a. kring dess definition och om svagheter i allmängiltigheten (för definition av artbegreppet, se Fauna och Flora 99(3):21). Under senare år har de tidigare ofta filosofiskt och semantiskt präglade diskussionerna i allt större omfatt-

ning ersatts av frågor som rör mekanismer och processer bakom artbildningen, dvs. utvecklingen av genetisk divergens och isolering och hur en grupp besläktade individer (en population) splittras upp i mindre enheter som sedan utvecklas i olika riktningar för att så småningom uppnå en grad av olikhet som motiverar att de betraktas som olika arter.

Artbildning är en process som ständigt pågår.

Den förhärskande uppfattningen om hur nya arter uppkommer är att olika delar av en population isoleras geografiskt från varandra för att sedan utvecklas i olika riktningar (allopatrisk artbildning), men det finns andra synsätt. I ett antal fall görs gällande att arter utvecklas inom samma område och i avsaknad av geografisk isolation. Sådan s.k. sympatrisk artbildning är dock svår att skilja från den allopatrisk (bl.a. beroende på skala och vad som utgör den isolerande barriären) och en del forskare väljer därför att betrakta alla fall som allopatrisk intill motsatsen bevisats. Det

Kärnefelt, I. & Bengtson, S.-A. 2006. Arternas rika värld – varför bevara biologisk mångfald? – Fauna och Flora 101(1): 2–15.



Fig. 1. Wollemitall *Wollemia nobilis*, en unik representant för familjen *Araucariaceae* som upptäcktes i isolerade bergs-områden i New South Wales 1994. Bilden visar uppklonade sticklingar från Canberra Botanical Garden, Australien.

finns dock även andra former av artbildning – främst inom växtvärlden – som polyploidi och hybridisering. Arter förändras med tiden och kan ses som utvecklingslinjer inom evolutionsprocessen. Ökad kunskap om artbildning och utdöende behövs, bl.a. eftersom det ytterst är hastigheten i dessa processer som är så att säga drivmotorn i biodiversiteten.

Antal arter. Våra kunskaper om hur många arter som egentligen finns på jorden är bristfälliga. Med Linné började den vetenskapliga systematiseringen och namngivningen av arter, och år 1758 kände man till ca 9 000 arter. Denna siffra har under de gångna 250 åren av idogt samlande och beskrivande ökat till 1,5–1,8

miljoner kända, vetenskapligt beskrivna arter (Groombridge & Jenkins 2002, Hilton-Taylor 2000). Anledningen till att man inte kan ange en mera exakt siffra är svårigheterna med att sammanställa all kunskap och att hantera den stora mängden synonymer. Som exempel kan nämnas att av närmare 300 000 beskrivna arter av skalbaggar är ca 40 % funna på endast en plats och ofta i ett enda exemplar. Här döljer sig rimligtvis ett betydande antal synonymer, och det skulle krävas en mängd nya skalbaggsexperter för att gå igenom museisamlingarnas typmaterial och avslöja alla dubbelbeskrivningar.

Hur stort det verkliga antalet nu existerande arter är går inte att ange med någon större exakthet. Många



Fig. 2. Västra Australiens vackraste "omslagsblomma" *Nuytsia floribunda*, Christmas Tree, som tillhör mistelfamiljen, är endemisk för de sydvästra delarna av kontinenten. Trädbildande mistlar är för övrigt unikt för Västra Australien, och familjen omfattar mest örtartade halvparasiter som bland annat förekommer på många olika *Eucalyptus*-arter.

försök har gjorts att beräkna antalet genom m.e.m. avancerade räkneövningar och extrapoleringar, och resultaten har pekat på allt från 2 till 100 miljoner arter. De flesta av världens kända arter är utbredda inom tempererade områden, och om vi antar att det finns 2–3 gånger så många arter i tropiska områden kan man räkna med 5–8 miljoner arter. Ett exempel är en omdiskuterad beräkning av artantalet i världen till ca 30 miljoner, grundad på en studie av tropiska skalbaggar där leddjursfaunan i 19 trädindivider av en tropisk art i Panama undersöktes under tre säsonger (Erwin 1997). Totalt omfattade studien 1 100 arter skalbaggar varav det uppskattades att 160 var värdspecifika, dvs. förekommer endast på en trädart. Skalbaggar utgör ca 40 %

av alla landlevande leddjur, dvs. $160 \times 100/40 = 400$ leddjursarter/trädart. Det beräknades sedan att det uppe i träden finns ungefär dubbelt så många arter som på marken nedanför, och att det är andra arter som förekommer där. Siffran 600 arter leddjur beräknades per trädart. Räknar man sedan med att det finns 50 000 arter av tropiska träd multiplicerat med 600 leddjur blir siffran 30 miljoner. Man har uppskattat att den tropiska regnskogen kan omfatta upp emot 90 % av jordens biologiska mångfald, och man vet att skalbagarna utgör den i särklass artrikaste insektsordningen. Valet av biotop och organismgrupp (taxon) förefaller därför välmotiverat, även om beräkningarna givetvis innehåller en mängd osäkerhetsfaktorer.



Fig. 3. Koala *Phascolarctos cinereus*, på plats i ett feberträd *Eucalyptus globulus*. Koalan är idag starkt undanträngd i hela Australien. Den lever uteslutande av blad från olika arter av *Eucalyptus*.

Är det rimligt att förvänta sig att man ska kunna ge svar på frågan hur många arter det finns på jorden? Knappast. Många biotoper och organismgrupper är mycket bristfälligt studerade, och de resurser som skulle krävas för en kraftig kunskapsuppbyggnad över hela linjen är mycket stora. Man har beräknat att det skulle behövas omkring 1 400 – dvs. var femte – av världens ca 7 000 systematiker för att inom loppet av en rimlig tidsperiod inventera samtliga taxa inom en ett hektar stor, representativ skogsyta (Lawton m.fl. 1998). Ändå pågår omfattande inventerings- och karteringsarbeten på många håll i världen. Flera olika webbaserade organisationer samverkar också för att kunna koordinera och förmedla uppgifter om beskrivna arter på ett lätthanterligt vis; exempel på dessa är *All-species foundation*,

”Är det rimligt att förvänta sig att man ska kunna ge svar på frågan hur många arter det finns på jorden? Knappast.”

All-species Inventory, *Global Biodiversity Information Facility* (www.gbif.org) och *The Tree of Life* (tolweb.org/tree/phylogeny.html). Uppgiften att registrera och katalogisera alla hittills beskrivna arter är enorm. Dessa pro-

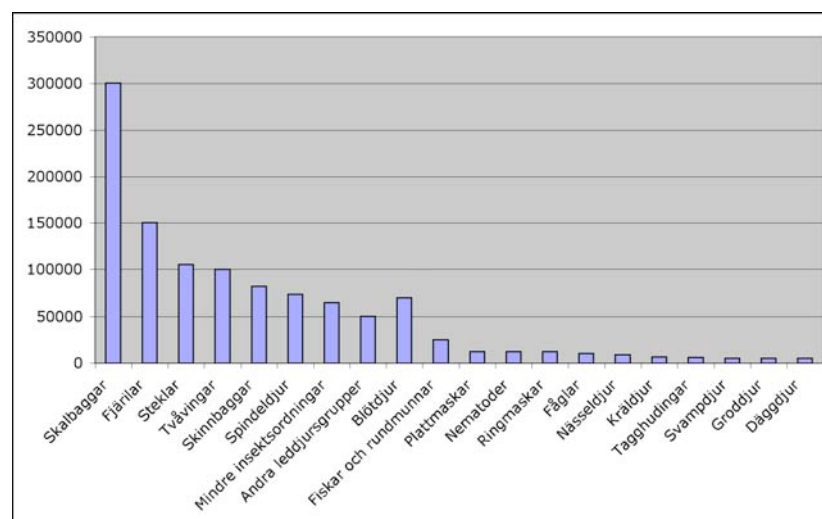
jekt är oftast vetenskapligt väl motiverade och politiskt väldigt viktiga, och Sveriges unika initiativ genom Svenska artprojektet har fått stort internationellt genomslag i frågor som rör biologisk mångfald (Miller 2005).

Arter dör ut. Växt- och djurarter finns inte kvar för evigt utan försvinner; de dör ut eller utvecklas under evolutionens gång till nya taxa. Några arter uppnår hög ålder och uppvisar byggnad och utseende som överensstämmer med flera hundra miljoner år gamla fossilfynd av samma eller närstående arter. Några välkända exempel är bryggödlan eller tuataran *Sphenodon punctatus* som finns på några öar utanför Nya Zeeland, kvastfeningen *Latimeria chalumnae* i Indiska oceanen – där det numera påträffats ytterligare en art (se nedan) – samt ginkoträdet *Ginko biloba*. De flesta arter som funnits under biosfärens (den levande delen av jordens) utvecklingshistoria är dock redan försvunna, och det kan handla om så mycket som 99 % av de arter som existerat. Under flera geologiska perioder har jordens biota (dvs. växt- och djurvärld) utsatts för olika massutdöenden där ett stort antal arter slagits ut under en relativt kort tidsperiod motsvarande ett par miljoner år, vilket ska ses i relation till de ca 3,5 miljarder år som liv existerat på jorden. Orsakerna till massutdöendena är inte helt klarlagda, men troligtvis hör omfattande klimatförändringar och katastrofer till förklaringarna.

De fem stora perioder med massutdöende som man känner till ägde rum i slutet av ordovicium, för 450–440 miljoner år sedan, i slutet av devon för 380 miljoner år sedan, i slutet av perm för 248 miljoner år sedan, i slutet av trias för 213 miljoner år sedan samt i slutet av krita för 65 miljoner år sedan. Så mycket som 45 till 95 % av arterna kan ha dött ut under var och en av dessa perioder. Massutdöendet under perm var det mest omfattande. Då försvann upp till 95 % av jordens marina vertebrater (ryggradsdjur) och evertebrater (ryggradslösa djur). Att arter dör ut samtidigt som nya uppstår genom evolution är således att betrakta som en naturlig del i livets utveckling på jorden. Förutom dessa "the Big Five" talar man nu om en sjätte period av utdöende som inleddes ungefär med industrialismen och som uppenbarligen sammanhänger med människans alltmer omfattande påverkan av miljön. Kända fall av utdöenden under de senaste ca 350 åren innefattar däggdjur (83 arter), fåglar (113), groddjur och ormar (23), ryggradslösa djur (100) och växter (>350 arter) (Hilton-Taylor 2000). Dessa tal är i sig inte uppseendeväckande, det stora antalet existerande arter taget i beaktande, men mörkertalen är säkerligen betydande, särskilt vad gäller insekter i tropiska områden. Däremot är det alarmerande att takten i utdöendet ökat dramatiskt vilket är bland de största miljöproblem människan ställts inför – och medverkat till – i modern tid.

Mot senare delen av 1900-talet hamnade kraven på bevarandet av naturresurser högt på den interna-

Fig. 4. Större grupper av kända djurarter, totalt ca 1,1 miljoner.



tionella, politiska agendan. Det blev mer politiskt gångbart än någonsin tidigare att fokusera på förlust av naturresurser. Industrialismen och den expansiva jordbrukspolitiken hade gjort alltför stor skada för att problemen skulle kunna skjutas på framtiden. Kort efter miljötoppmötet i Rio de Janeiro 1992 ratificerades *Konventionen för biologisk mångfald* (CBD) av ett stort antal länder. I princip handlar konventionen om ett par större huvudmål: att bevara biologisk mångfald och att främja ett hållbart nyttjande av de resurser som mångfalden genererar, liksom en rättvis fördelning av dessa. De ratificerande länderna förbinder sig bl.a. att göra upp planer för skydd av den biologiska mångfalden och att identifiera ekosystem och arter som är viktiga för hållbart utnyttjande av densamma.

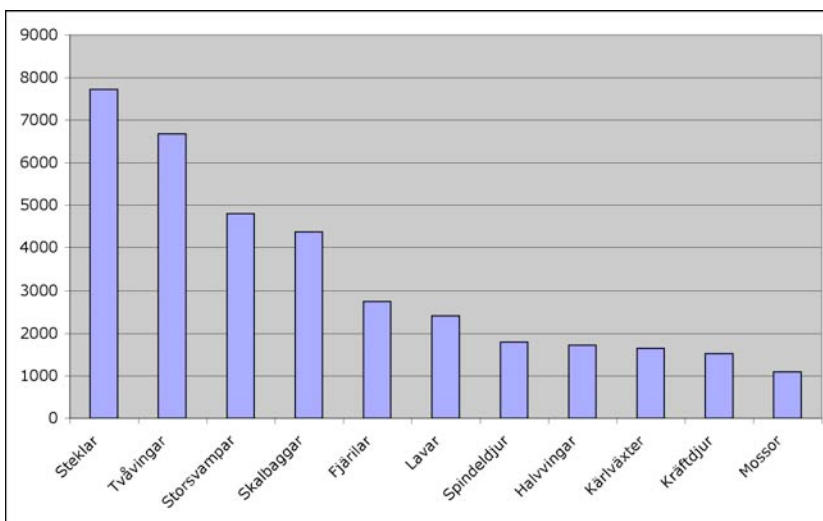
Insekterna dominerar mångfalden. Organismvärlden delas traditionellt upp i prokaryoter, där DNA inte är inneslutet i en cellkärna, och eukaryoter – huvuddelen av organismerna – med DNA inneslutet i cellkärnan. Till prokaryoterna nedan räknas bakterier inklusive cyanobakterier (tidigare benämnda blågröna alger) som utgör Monera samt arkéer (ibland kallade arkebakterier) som utgör Archaeae. De senare är bakterieliiknande organismer som upptäcktes så sent som 1977 och som förekommer i de mest extrema miljöer och har visat sig vara mycket vanliga i världshaven. Virus är en omtvistad grupp bland organismerna eftersom de inte kan reproducera sig utan att de

har kommit in i levande celler, där de utnyttjar värdorganismens DNA för att bilda eget nytt DNA.

De flesta av de 1,5–1,8 miljoner kända arterna är djur. Av dessa är ungefär en miljon insekter och av dessa är i sin tur tre av tio skalbaggar (Fig. 4). Exaktheten i uppgifter om antal arter inom olika organismgrupper varierar mycket, beroende på bl.a. stor brist på systematiker och på olikheter i åsikterna om hur artavgränsningen bör göras. För vissa välkända grupper som fåglar och däggdjur finns mer exakta uppgifter om antalet arter; totalt är 9 946 fågelarter och 4 763 arter av däggdjur beskrivna (Hilton-Taylor 2000). Duff & Lawson (2004) listar 5 069 däggdjursarter (se också Ebenhard 2004), medan Wilson & Reeder (2005) tar upp 5 416 arter. Kärleväxternas artantal anses också vara tämligen väl känt (ca 265 000 arter), vilket medför att man ofta väljer att använda sig av dessa vid jämförelser av biodiversiteten i tid och rum.

För Sveriges vidkommande – med gammal tradition i artstudier och en relativt begränsat och välundersökt geografiskt område – har man en jämförelsevis god uppfattning om antalet arter. Uppgifterna har kunnat uppdateras i samband med arbetet att ta fram en rödlista vart femte år (Gärdenfors 2005). Totalt anges f.n. för Sverige 47 810 inhemska, flercelliga arter med en stark dominans av insekter – främst i grupperna steklar, tvåvingar och skalbaggar (Fig. 5). Vi kan dock förvänta oss betydligt högre tal allteftersom arbetet inom Svenska artprojektet framskrider.

Fig. 5. Grupper med över 1 000 arter i Sverige (enl. Gärdenfors 2005).



Nya arter beskrivs och andra återupptäcks.

Man räknar med att drygt 10 000 arter upptäcks och beskrivs vetenskapligt varje år. De allra flesta är insekter eller andra mindre djur. Ofta handlar det om arter som urskiljs inom grupper av närbesläktade arter. Även bland de mest välkända organismgrupperna som fåglar, däggdjur och fiskar upptäcker man ett antal nya arter varje år. Några exempel följer nedan (från Conservation International: www.conservation.org/xp/CIWEB/home).

- Svarthuvad lejonapa *Leontopithecus caissara* från Brasilien. En liten population upptäcktes i närheten av Rio de Janeiro 1990.
- Saterésilkesapa *Callithrix satere*. En liten regnskogslevande apa från Amazonas som upptäcktes 1990.
- Cryptic warbler *Cryptosylvicola randrianasoloi*. En ny regnskogsart och samtidigt ett nytt släkte av tättingar (sångfåglar) som upptäcktes på Madagaskar 1992.
- Fyra nya arter fiskar av familjen notingar (Nototheniidae) upptäcktes nyligen i antarktiska vatten.
- En ny kvastfening, brun tofsstjärtfisk *Latimeria menadoensis*, upptäcktes 1998 i Indonesien. Fram till 1900-talets första tredjedel var kvastfeningarna endast kända från ca 80 miljoner år gamla fossil, men 1938 upptäcktes sensationellt utanför Sydafrika en art som gavs namnet *Latimeria chalumnae*.
- Tolv nya korallfiskar upptäcktes utanför Madagaskars kust 2002. Åtminstone tre av dem tillhör familjen frökenfiskar (Pomacentridae).
- Två nya arter springapor (*Callicebus bernardi* och *C. stephennashi*) upptäcktes i Amazonas regnskogar 2002.

Däremot är det mindre vanligt att man upptäcker helt nya organismgrupper av högre systematisk rang, men det finns några bra exempel i modern tid:

- Den ovan omnämnda upptäckten av de prokaryota arkéerna 1977. De står nära bakterierna och är troligtvis en grupp organismer med mycket stor ekologisk betydelse.
- Bland gymnospermerna (nakenfröiga växter) gjorde man 1994 en sensationell upptäckt av en ny art (*Wollemia nobilis*) i ett helt nytt och till synes ålder-



Fig. 6. Grå jättekänguru *Macropus giganteus* är en av de vanligaste arterna av stora känguruer. Den förekommer i östra delen av Australien. Totalt omfattar kängurudjuren 45 arter, varav 14 tillhör släktet *Macropus*, som lever på marken i öppna biotoper.

domligt släkte inom familjen araucariaväxter (Araucariaceae) från relativt isolerade bergsområden väster om Sydney (Fig. 1).

- År 1995 upptäcktes ett nytt fylum bland djuren: ringbärare (Cycliophora). Det rör sig om mycket små organismer som bl.a. lever på stora kräftdjur.
- År 2000 upptäcktes ett nytt fylum i kalla källor på Grönland: dvärgkämaskar (Micrognathozoa).
- En ny insektsordning upptäcktes i Namibia och beskrevs år 2002: rovsyrssor (Mantophasmatodea). Senast en ny insektsordning upptäcktes var 1915 (jordlöss, Zoraptera).

Utöver upptäckterna av för vetenskapen helt nya arter inom i övrigt välkända organismgrupper är det upplyftande att det av och till görs observationer av arter som man varit på väg att avskriva som utdöda, t.ex. örontofsmaki *Allocebus trichotis* från Madagaskar som återupptäcktes 1989 efter att dessförinnan inte setts sedan 1964. Till de senare i raden av återupptäckter hör den storvuxna elfenbensnäbben *Campephilus principalis*, en hackspett som inte hade observerats i USA sedan 1954 (dock sedd på Cuba senast 1987) men som sågs i ett sumpmarksområde i Arkansas, USA, 2004. Denna observation fick stort genomslag i pressen, men ifrågasätts nu av ornitologer.



Fig. 7. Rosenkakadua *Eolophus roseicapillus* (Galah på engelska) är en av de mest vittspridda av Australiens 53 arter papegojor. De flesta arterna är endemiska för Australien.

Områden med exceptionell artrikedom – hotspots. Den biologiska mångfalden är ojämnt fördelad på jorden. De stora biomen på norra halvklotet innehåller relativt få arter medan troligtvis över hälften av alla kända arter förekommer i den tropiska regnskogen, vars areal dock minskat dramatiskt under 1900-talet; idag utgör den endast 6 % av jordens landyta av uppskattade 12 % för några tusen år sedan. Latinamerika har 57 %, Sydostasien och Stillahavsområdet 25 % samt Afrika 18 % av den återstående regnskogsarealen kvar. På olika håll i världen finns områden som är exceptionellt artrika; t.ex. finner man i ett område mellan de tre länderna Colombia, Ecuador och Peru fler än 40 000 blomväxter på en yta som motsvarar 2 % av

jordens landyta, och det kan finnas uppemot 1 000 trädarter per hektar – att jämföra med totalt 700 trädarter i hela Nordamerika och ca 250 för Europa (mycket osäker siffra eftersom den europeiska trädfloran innehåller ett stort antal införda och sedan helt naturaliserade arter; siffran 450 har angivits för populära europeiska trädfloror varav ett stort antal arter är införda). Ett annat exempel är Amazonasbäckenet med fler än 2 000 arter sötvattensfiskar, vilket är fler arter än i hela Atlanten. Områden med stor artrikedom och hög grad av endemism (dvs. för området unika arter) beskrivs ofta som hotspots med avseende på biodiversiteten. Dessa områden är ofta arealmässigt begränsade, men mycket viktiga eftersom de representerar en betydande andel



Fig. 8 (t.v.) och Fig. 9 (nedan). Regnskogarna på Andernas västsluttningar hör till världens s.k. hotspots – dvs. de har en exceptionellt hög artrikedom. Många av dessa skogar avverkades på bara några decennier under senare delen av 1900-talet. Enligt vissa beräkningar har 90 % av de ursprungliga skogarna försvunnit. Foto: Tomas Carlberg, sluttningar väster om Quito, Ecuador, 1987.



av jordens biodiversitet; t.ex. finns ca 20 % av växtarterna inom 0,5 % av jordens yta. Termen hotspot användes första gången 1988 av den brittiske ekologen Norman Myers för att rikta uppmärksamhet på den stora betydelse som sådana artrika områden har för bevarandet av den globala biodiversiteten (ordet finns också inom geologin och genetiken men med annan innebörd). Det har beräknats att ca 44 % av arterna av högre växter och ca 35 % av ryggradsdjuren är begränsade till 25 hotspotområden (Myers m.fl. 2000). Många av dessa områden, liksom många artrika biotoper, är sårbara och hotade av mänskliga aktiviteter. Situationen för regnskogarna är välbekant; stora arealer har röjts och fortsätter att röjas för expansion av jordbruk, som om man var ovetande om konsekvenserna för den globala biodiversiteten och regnskogens övriga betydelse.

De flesta hotspots som är identifierade förekommer på södra halvklotet. Exempel på hotspots är västra

Ecuador med tidigare enormt artrika skogar på Andernas sluttningar. Kärlväxterna har tidigare där beräknats till 10 000 arter, varav en stor andel var endemiska. Mer än 90 % av dessa skogar har utplånats under några decennier på 1900-talet (Fig. 8 och 9). Ett annat område finns i Kalifornien – den kaliforniska floraprovinsen – som med ca 4 300 kärlväxtarter, varav omkring hälften är endemiska, är utsatt för enorma miljöpåfrestningar. Madagaskar är ett annat område som är utsatt för stor mänsklig påverkan på en unik fauna och flora. Här finns ca 10 000 arter blomväxter varav 80 % är endemiska, ca 250 fågelarter varav ungefär hälften är endemiska, 300 arter ormar varav omkring tre fjärdedelar är endemiska samt 33 unika arter av lemurer. Andra områden med minst samma höga dignitet avseende endemism och skyddsvärde är Galapagosöarna och Hawaii.

Ytterligare ett av dessa känsliga och artrika områden är sydvästra Australien med ca 3 600 arter av blom-

växter, varav 78 % är endemiska (Fig. 2). Ett stort problem inom sydvästra Australien är de invasiva arter (se nedan) som konkurrerar ut många av de inhemska arterna. Ett annat problem är omställning av stora arealer för jordbruk, vilket hotar inhemska arter. Hela Australien har en unik fauna och flora som kunde börja utvecklas när kontinenten skiljdes från Gondwanaland för 125 miljoner år sedan. Bland de landlevande ryggradsdjuren är 686 arter unika för Australien; 89 % av pungdjuren är endemiska (Fig. 3 & 6) liksom 70 % av fåglarna (Fig. 7) och 88 % av reptilerna. Det mesta av Australiens växt- och djurvärld kan ännu återstå att beskriva vetenskapligt, särskilt när det gäller ryggradslösa djur. Redan idag omfattar dessa ca 95 % av faunan, och leddjuren står för ca 70 % av biodiversiteten i skogarna. Det finns över 15 000 arter kärlväxter i Australien av vilka ca 2 500 är träd. Bland de stora familjerna myrtenväxter (Myrtaceae) och mimosaväxter (Mimosaceae) omfattar släktet *Eucalyptus* i vid bemärkelse över 800 arter (Fig. 10), medan släktet *Acacia* omfattar över 900 arter.

Djuphavens artrikedom är av lätt förklarliga skäl ännu mycket ofullständigt utforskad, men på senare tid har man alltmer börjat uppmärksamma de s.k. djuphavsbergen och djuphavsreven (Rogers 2004). Det handlar om undervattensberg som reser sig brant från havsbotten men inte når havsytan. Man har beräknat deras antal till ca 50 000 i Stilla havet och kanske 100 000 globalt. Djuphavsreven förekommer på 200–1 500 m djup på kontinentalsluttningar, submarina plattåer, på undervattensryggar och undervattensberg. Dessa djuphavsmiljöer har visat sig hysa ett stort antal olika organismer – i många fall helt nya grupper av djur –

och man förväntar sig att där kunna finna hundratusentals arter. I sammanhanget är den enorma artrikedom som korallreven uppvisar inte att förglömma.

Det finns många arter som anses hota vår välfärd både i stor skala och i mindre omfattning och som vi därför betraktar som oönskade. De mikroorganismer, ofta förekommande i tropiska områden, som förorsakar sjukdomar med hög dödlighet är väl knappast önskade på denna jord. Varje år dör 4,7 miljoner människor i olika influensasjukdomar, eller sjukdomar i andningsorganen förorsakade av både svampar, bakterier och virus. Tropiska magsjukdomar och tuberkulos kräver över 6 miljoner människoliv varje år beroende på infektioner av olika bakterier, virus eller protozoer, och 2,6 miljoner människor dukar under av malaria varje år på grund av protozoer – *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* eller *P. ovale* – vilka överförs genom malariamyggor av släktet *Anopheles*. Men



Fig. 10. Den magnifika Mountain Ash *Eucalyptus regnans*, Australiens och för övrigt jordens största lövträd, bildade tidigare stora skogar i södra delarna av kontinenten. I dag förekommer trädet endast i nationalparker och mindre reservat i delstaten Victoria och på Tasmanien. Släktet *Eucalyptus* omfattar i vid bemärkelse ca 800 arter, varav de flesta är endemiska för Australien.

det finns många fler dödliga fiender till människan, t.ex. loppor som kan bära på böldpestbakterier. Bland spindeldjuren finns ett par dödligt giftiga företrädare; t.ex. den australiska trattminörspindeln *Atrax robustus* som dock överträffas i giftighet av den sydamerikanska vandrarspindeln *Phoneutria fera*. I Australien finns fler än 40 spindelarter vilkas bett kan förorsaka förlamningar och annat obehag.

Australien hyser för övrigt ett antal av både små och stora arter som kan vara dödligt farliga för människor. Längs nordkusten inträffar årligen attacker på människa av jättelika deltakrokodiler *Crocodylus porosus*. I tidvattenspooler förekommer längs kusten även blåringade bläckfiskar *Hapalochlaena* sp. Bett från dessa små bläckfiskar leder ofelbart till döden. De minsta och farligaste havsdjuren är dock ett antal olika maneter. Det finns omkring 2 000 arter maneter i världshaven, av vilka ca 70 arter är mycket, eller t.o.m. dödligt, giftiga. En av de värsta finns i de nordliga vattnen kring Australiens kuster. Det är en kubmanet som kallas havsgeting *Chironex fleckeri*. Sedan 1883 har 67 människor avlidit efter möten med havsgetingen (i sig ingen alarmerande siffra om man jämför med de betydligt fler människor som dött efter stick av vår vanliga geting). På land finns fler än hundra mycket giftiga arter ormar, varav ett dussintal anses höra till världens giftigaste, och enligt statistiken blir årligen fler än 3 000 personer ormbitna och många av dem avlider därav.

Frågan om ”oönskade arter” som vi med fördel skulle kunna utrota är komplicerad och kontroversiell. Hos oss är ju den vanliga fästingen *Ixodes ricinus* och den spanska skogssnigeln eller ”mördarsnigeln” *Arion lusitanicus* båda oönskade av de flesta, och de ställer till stort förtret, om än av olika slag. Den senare är dock en oavsiktligt införd nykomling i faunan (en invasiv art; se nedan) och skulle inte lämna något tomrum efter sig om den försvann. Annat är det med de arter som under mycket lång tid utvecklats tillsammans med övriga arter i området och som därför ingår som en naturlig del i ekosystemet.

Invasiva arter är en sammanfattande benämning på arter som med människans avsiktliga eller oavsiktliga hjälp spritts utanför sitt naturliga utbredningsområde

och etablerat sig i så stor omfattning att det fått stora, ibland katastrofala konsekvenser för den ursprungliga florin och faunan. De avsiktliga importerna kan ha avsett någon form av biologisk bekämpning, nytt jaktbart vilt, prydnadsväxter, exotiska arter som hobbyverksamhet m.m. De kanske mest kända exemplen på införsel av arter som fått omfattande konsekvenser står att finna i Australien och på Nya Zeeland. Främst kanske den europeiska vildkaninen *Oryctolagus cuniculus* som infördes till delstaten Victoria 1859 av en godsägare, Mr. Austin, som ville ha någonting att jaga på sina marker. Redan tidigare hade domesticerade kaniner införts upprepade gånger (första gången 1788), men de högst 24 individer av helt eller nästan genuint vilt ursprung som 1859 kom med clippern *Lightning* – och som släpptes ut nära Geelong i Victoria – förökade sig snabbt och sex år senare hade ca 20 000 kaniner skjutits, men populationen var fortfarande stadd i tillväxt. Under ett halvsekel spred sig kaninen, och de åstadkom ofantliga skador på grödor över större delen av kontinenten utom i de allra nordligaste delarna. Man började med att försöka sätta upp stora stängsel för att kontrollera spridningen, vilket inte helt hindrade densamma. Sedan försökte man infektera kaninerna genom att införa kaninpest, myxomatos, vilket inledningsvis hade god verkan tills utvecklingen ledde till en balans mellan olika mindre virulenta linjer av viruset (Fenner & Ratcliffe 1965), något som också kunnat iakttas i Europa. Några naturliga fiender till kaninen fanns inte heller i Australien, eftersom den sedan länge införda vilda hunden, dingon, hade anpassat sig till att jaga pungdjur. Antalet pungvargar *Thylacinus cynocephalus* hade redan nått kritiskt lågt nivå och rödräven *Vulpes vulpes* – som infördes till Australien 1868 – visade sig främst jaga mindre pungdjur. Kaninpopulationen uppskattades 1997 till 300 miljoner individer, och fortfarande finns ingen lösning på problemen.

Ett annat exempel på en misslyckad inplantering med förödande konsekvenser är när rävkusu *Trichosurus vulpecula* – ett australiskt pungdjur – infördes till Nya Zeeland 1837. Fram till 1930 hade man infört den på 450 lokaler för pälshandelns skull, men idag har man helt tappat kontrollen över artens spridning. Popula-



Fig. 11. Nya Zeelands "public enemy number one" rävkusu *Trichosurus vulpecula*. Efter införandet till Nya Zeeland från Australien har arten spridit sig i enorma populationer, och är idag ett hot mot många arter inom den unika inhemska fågelfaunan genom plundring av ägg.

tionen omfattar nu ca 70 miljoner individer, vilka åstadkommer stora skador på vegetation och inhemsk fauna. Rävkusu har blivit förklarad som "public enemy number one" (Fig. 11).

Det finns en lång rad exempel på vattenlevande, invasiva arter som kraftigt påverkat sina nya omgivningar och deras biota. Här kan nämnas vattenhyacint *Eichhornia crassipes*, ursprungligen en sydamerikansk art som inplanterats i Nordamerika, där den har etablerat sig massivt i de södra delstaterna och helt slagit ut in-

hemska arter i olika vattensystem. Även i Afrika breder vattenhyacinten ut sig längs Victoriasjöns stränder samt i Malawisjön där den hotar en unik och extremt artrik fiskfauna. Ett annat exempel är nilabborre *Lates niloticus* som inplanterades i Victoriasjön 1962 för att introducera en ny art för fiske. Resultatet blev framgångsrikt åtminstone för nilabborren som snabbt åt sig igenom Victoriasjöns bestånd av endemiska ciklider; 300 arter försvann under en 20-årsperiod. År 1985 var 95 % av den fisk som fångades i Victoriasjön nilabborre.

I början av 2003 tycks dock bestånden ha börjat minska p.g.a. överfiske och en del av cikliderna verkar börja återvända. Ytterligare exempel är havsnejonöga *Petromyzon marinus* från Nordatlanten. Den kom in till Stora sjöarna i Nordamerika genom en kanal 1883, och inom loppet av ett antal decennier eliminerades ca 97 % av laxbestånden inom sjösystemen. I dag minskar populationen av havsnejonöga sedan man börjat använda gifter som angriper nejonögats bottenlevande larvstadium.

Marina miljöer innehåller många invasiva arter, vilka oftast är oavsiktligt spridda efter att ha transporterats i ballasttankar eller fastsittande på fartygsskrov. Många invasiva arter kan drastiskt påverka sina nya miljöer. Ett exempel är den s.k. "killer algae" *Caulerpa taxifolia* – en akvarieväxt som upptäcktes i norra Medelhavet 1984 – som nu har börjat sprida sig och täcker stora arealer av strandnära botten. Ett geografiskt mera närliggande exempel är jättekraabban *Paralithodes camtschatica* som inplanterades i Murmanskområdet och som nu snabbt och i stort antal sprider sig söderut utmed norska kusten.

Raden av exempel skulle med lätthet kunna göras mycket lång och tvivelsutan är invasiva arter ett svårhanterligt problem som vi måste leva med i en tid med stor rörlighet bland folk och varor. Även i Sverige finns många invasiva arter: mink *Mustela vison* är ett välkänt exempel och bland kärlväxter kan nämnas vresros *Rosa rugosa* och jätteloka *Heracleum mantegazzianum* som båda kan ställa till förtret både för människor och inhemska växter. Bland balsaminerna finns kanske över 800 arter inom släktet *Impatiens* varav några har spritt sig raskt också i Nordvästeuropa. I Sverige är jättebalsamin *I. glandulifera* och blekbalsamin *I. parviflora* framgångsrika.

Varför är det så viktigt att bevara biologisk mångfald? Många argument kan framföras för bevarandet av biodiversiteten – bl.a. etiska, estetiska och ekonomiska, och inte sällan hänvisas till försiktighetsprincipen.

En berättigad fråga är om arter kan utrotas utan konsekvenser. Svaret borde vara ja, eftersom vi har kunskaper om de fem stora massutrotningarna, med följderna att hela biotop utplånades. Å andra sidan kan det vara närmast omöjligt att med säkerhet veta vilka

arter som skulle kunna elimineras utan att det får några konsekvenser för de kvarvarande arterna.

Det ekonomiska värdet av olika arter känner vi i de flesta fall inte till annat än hos de relativt få arter som utnyttjats genom människans kulturhistoria. Man vet egentligen oftast inte vilka konsekvenser det får om man avlägsnar en art. Däremot vet vi av erfarenhet att det kan gå riktigt illa om man inför nya arter – avsiktligt eller oavsiktligt – som kan komma att påverka naturligt förekommande arter. Till och med de mest oönskade av alla organismer – t.ex. malariaparasiten – har något slags roll i de stora ekologiska sammanhangen. Jordens befolkning uppgår idag till 6,5 miljarder, och den är beräknad till 8,5 miljarder år 2025 och kanske 10–15 miljarder år 2050. Vi vet att den biologiska mångfalden ger förutsättningar för en rad olika processer som upprätthåller den globala ekologin och ekonomin och därmed utgör förutsättningar för vår överlevnad som art. Vad vi däremot inte alltid vet är vad som sker om m.e.l.m. stora delar av biodiversiteten går förlorad. Därför förefaller det klokt att tillämpa försiktighetsprincipen – dvs. att bevara så mycket som möjligt av arter och biologisk variation.

Här följer en exempelsamling på processer (utan inbördes prioritering i betydelse) där biodiversiteten spelar en viktig roll:

- **Upprätthållande av jordkvalitet.** Olika mikroorganismer och djur samverkar, dvs. bakterier, alger, svampar, kvalster, mångfotingar och maskar samverkar genom att luckra upp jordlagren, bryta ned organiskt material, och att frigöra viktiga näringsämnen som kommer växterna till del.
- **Upprätthållande av luftkvalitet.** Växterna bidrar till att rena luften och upprätthålla atmosfärens sammansättning, omsätter syre och filtrerar bort en del icke önskade partiklar.
- **Upprätthållande av vattenkvalitet.** Olika våtmarks-ekosystem absorberar och omsätter viktiga näringsämnen samt renar olika avfall. Blötdjur bidrar särskilt vid flodmynningar till att hindra övergödning och de problem som vanligen följer med sådan. Träd och skogsmylla renar vatten som rinner igenom ekosystemen. Skogar hindrar även mark från att sköljas bort genom olika flodsystem.

- *Förhindrande av sjukdomsangrepp på grödor.* Större delen av de sjukdomar som angriper grödor på olika vis hålls nere genom andra organismer, främst insekter, fåglar eller svampar. Dessa naturliga biologiska bekämpningsmedel är ofta överlägsna kemiska medel eftersom olika sjukdomsangrepp snabbt kan bli resistenta mot kemikalierna.
- *Avgiftning och nedbrytning av avfall.* Ofantliga mängder organiskt avfall produceras varje år på jorden. Avfallet bryts ned av olika organismer. Även visst industriellt avfall, såsom papper, oljor och syror kan både avgiftas och brytas ned av olika organismer. Slutprodukterna i nedbrytningsprocesserna kan återföras till jordlagren och växterna som oorganiska föreningar. Högre växter bidrar även i viss mån till att avlägsna giftiga substanser från grundvatten.
- *Pollinering.* Många blomm växter pollineras och befruktas med hjälp av många olika organismer, särskilt bland insekter, fladdermöss och fåglar. Många djur medverkar också aktivt i växternas reproduktion genom spridning av frön.
- *Klimatpåverkan.* Växtmaterial och annat organiskt material inom land- och havsekosystemen fungerar som depåer för kolföreningar och medverkar härigenom till att stabilisera uppbyggnaden av atmosfäriskt koldioxid och stabilisering av klimatet. Ekosystemen utövar också direkt påverkan av mera regionala klimatförhållanden.
- *Skydd mot omfattande naturkatastrofer.* Skogar och stora gräslandsbiom skyddar också landskapet från erosion och förlust av näringsämnen genom sina bindande rotsystem. Vissa mangroveskogar skyddar mot erosion i tropiska kustområden.
- *Födoämnen.* Jordens biodiversitet förser oss med alla våra födoämnen. Fisk representerar människans viktigaste proteinkälla; över 20 % av befolkningen i Afrika och Asien är direkt beroende av fisk som födoämne. Terrestra (marklevande) djur och växter står för en större del av alla födoämnen.
- *Läkemedel.* Läkemedel kan utvinnas ur främst växter, men fortfarande är det bara en bråkdel av de ca 25 000 arter av högre växter – dvs. ca 10 % av de kända arterna – som man vet har läkande egenskaper som utnyttjats i större omfattning. □

Ingvar Kärnefelt

Professor i systematisk botanik, lavforskare och museiföreståndare för Lunds universitets Biologiska museer.

E-post: ingvar.karnefelt@botmus.lu.se

Sven-Axel Bengtson

Professor i zoologi, zoökoolog, chef för Lunds universitets Zoologiska museum.

E-post: sven-axel.bengtson@zool.lu.se

Litteratur

- Duff, A. & Lawson, A. 2004. Mammals of the World. A Checklist. A & C Black.
- Ebenhard, T. 2004. 5000 däggdjur kan bli 8000 – ny checklista över världens däggdjur. – Fauna och Flora 99(3):20–25.
- Erwin, T. 1997. Biodiversity at its outmost: Tropical Forest Beetles. In Reaka-Kudla, M. L., Wilson, D.E. & Wilson, E.O. (redaktörer), Biodiversity II. Washington D.C.
- Fenner, F. & Ratcliffe, F.N. 1965. Myxomatosis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gärdenfors, U. (ed.). 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005 – The 2005 Red List of Swedish Species. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Groombridge, B. & Jenkins, M.D. 2002. World Atlas of Biodiversity. University of California Press, Berkeley, USA.
- Hilton-Taylor, C. (Compiler) 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., Bolton, B., Bloemers, G., F., Eggleton, P., Hammond, P. M., Hodda, M., Holt, R. D., Larsen, T. B., Mawdsley, N. A., Stork, N. E., Srivastava, D. S. & Watt, A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. – Nature 391:72–76.
- Miller, G. 2005. Linnaeus's Legacy Carries On. – Science 307(5712):1038–1039.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. – Nature 403: 853.
- Rogers, A. 2004. The biology, ecology and vulnerability of deep-water coral reefs. International Union for Conservation of Nature & Natural Resources.
- Wilson, D.E. & Reeder, D.M. (red.). 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. The Johns Hopkins University Press.