

... og de fleste av dem er i ferd av å bli utryk-
ket. Dette er en katastrofe for menneskeheten, for
vi er avhengig av naturen for mat, energi og helse.
Men det er også en katastrofe for naturen selv, for
vi mister den uerstattelige rikdommen som naturen
har gitt oss. Derfor er det viktig å ta vare på
naturen og å bevare den biologiske mangfoldet.
Dette er ikke bare et spørsmål om miljøvern, det
er et spørsmål om vår egen overlevelse. Derfor
må vi handle nå, før det er for sent.



BIOLOGISK MÅNGFALD

Resultat från trettio forskningsprojekt

... og de fleste av dem er i ferd av å bli utryk-
ket. Dette er en katastrofe for menneskeheten, for
vi er avhengig av naturen for mat, energi og helse.
Men det er også en katastrofe for naturen selv, for
vi mister den uerstattelige rikdommen som naturen
har gitt oss. Derfor er det viktig å ta vare på
naturen og å bevare den biologiske mangfoldet.
Dette er ikke bare et spørsmål om miljøvern, det
er et spørsmål om vår egen overlevelse. Derfor
må vi handle nå, før det er for sent.

© Forskningsrådet Formas och Vetenskapsrådet
Texter: Kerstin Henriksson och Birgitta Johansson
Redaktör: Birgitta Johansson
Arbetsgrupp: Jan Bengtsson, SLU, Margareta Bergman,
Formas, Pamela Werner, Lars M. Nilsson och
Eva Högström, Vetenskapsrådet
Grafisk form: Anders Lindholm och Reprografen i Hbg AB
Illustrationer: Anders Lindholm
Tryck: Printografen AB, Halmstad 2007
ISBN 978-91-540-5989-8

Förord

Sedan år 2002 har regeringen öronmärkt pengar till forskning om biologisk mångfald. Pengarna har delats ut via Forskningsrådet Formas och Vetenskapsrådet till forskare på olika institutioner i landet. Naturvårdsverket har under samma tid finansierat flera forskningsprogram med biologisk mångfald i fokus.

I och med regeringssatsningen 2002 startade också ett informations-samarbete mellan Forskningsrådet Formas, Vetenskapsrådet och Naturvårdsverket. Målet var att sprida kunskap om den forskning som pågår kring biologisk mångfald – om växt- och djurarters utbredning och egenskaper, deras livsmiljöer och samspel i naturen, och om de grundläggande förutsättningarna för ett ekologiskt hållbart samhälle.

En rad informationsinsatser har gjorts inom området. Bland annat togs en skrift fram när forskningssatsningen startade. Den liknar den du håller i handen, fast den har gult omslag.

Nu finns det resultat från forskningen, och trettio av de projekt som har fått pengar från Forskningsrådet Formas och Vetenskapsrådet redovisas i den här nya skriften. Båda publikationerna går att beställa kostnadsfritt från Vetenskapsrådets publikationstjänst på www.vr.se (sök på Biologisk mångfald), från nätbokhandeln på www.formas.se eller om du är lärare via www.utbudet.com.

I slutet finns det frågeställningar som kan användas i biologiundervisning och andra sammanhang. Skriften har också en ordlista.

Vi hoppas på trevlig läsning!

Forskningsrådet Formas och Vetenskapsrådet

Innehåll

Biologisk mångfald på tre nivåer	6
Artnivån	8
Unika svampenzymer bryter ner ved	9
Skogsbruket hotar den större svartbaggen	11
Rovdjurens mångfald begränsas av inbördes konkurrens	12
Betande renar ökar inte den biologiska mångfalden	13
Färre fåglar i jordbrukslandskapet	14
Flyttningen viktig för vadarfåglars mångfald i Arktis	15
Gennivån	18
Utseendet betyder inte allt hos orkidéer	19
Ännu nyttigare äpplen	20
Jordgubbar som ger allergi avslöjas	21
Gräs från försurad mark klarar inte sur miljö bättre	22
Bakterievirus ökar den genetiska mångfalden hos bakterier	23
Genetisk variation ger bakterier nya möjligheter	24
Nya arter när fjärilar väljer fler värdväxter	25
Fjärilar anpassar sig till ett varmare klimat	26
Fåglarna får nytt släkträd	27
Änkor och biskopar – sexuell selektion och färgstark mångfald	29
Ekosystemnivån	32
Artrika växtsamhällen invaderas lättare av nya arter	33
Bättre modeller för att uppskatta arters sårbarhet	34
Komplexa ekosystem är mer robusta	35
Epifytiska mossor är beroende av sina värdträd	36
Nya metoder avslöjar hur fjärilar flyttar	37
Bakterier har många olika roller i sjöars ekosystem	38
Fysiska hinder stoppar fisken	39
Våtmarker utan fisk renar vattnet bättre	40
Mångfald är bra för havets ekosystem	41
Djuren påverkar miljön på havsbotten	42
Människan och mångfalden	44
Enklare naturvård med kunskap om människors attityder	45
Hälften av svenskarna vill betala för fler vargar	46
Öppet landskap bevaras tillsammans med lokalbefolkning	47
Skötseln av grönområden viktig för den biologiska mångfalden	48
Arbetsuppgifter	50
Ordlista	52
Lästips	53

Biologisk mångfald på tre nivåer

Vi människor är helt beroende av den levande naturen med dess mångfald av arter av växter, djur, bakterier och svampar. Men de olika arterna med sina genetiskt olika individer överlever bara i lämpliga livsmiljöer i ekosystemen. Därför pratar vi idag om biologisk mångfald på tre nivåer: artnivån, gennivån och ekosystemnivån.

Med biologisk mångfald menas ofta antalet arter, men riktigt så enkelt är det inte. Den definition som används idag bestämdes gemensamt av ett stort antal länder på en FN-konferens i Rio de Janeiro 1992. Där antogs en konvention om biologisk mångfald som trädde i kraft 1993. Konventionen talar om "mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem". Den omfattar inte bara den vilda naturen, utan också miljöer och arter som används av oss människor, som tamdjur och odlade växter.

De övergripande målen med konventionen är 1) att bevara biologisk mångfald, 2) att använda mångfaldens beståndsdelar på ett hållbart sätt, och 3) att fördela avkastningen från användningen av genetiska resurser på ett rättvist sätt. Länderna har enats om ett etappmål som säger att till år 2010 ska den pågående utarmningen av biologisk mångfald ha bromsats. Enligt konventionen ska naturvårdsarbetet även ta hänsyn till ekonomiska och sociala faktorer.

Begreppet biologisk mångfald beskriver alltså naturens variation på tre nivåer: ärftliga skillnader inom en art (gennivån), variationen av olika arter (artnivån) och variationen av hela system av arter (ekosystemnivån). Idag vet vi fortfarande mycket mer om artnivån än om gen- och ekosystemnivåerna.

Varför ska vi bevara biologisk mångfald?

Den biologiska mångfald vi har i dag är resultatet av drygt fyra miljarder år av evolution. Ända sedan människans jägar- och samlartid har mångfalden påverkats av vår egen art. Vi har tämjt djurarter, förädlat vilda grödor och omformat landskap. Vi har förändrat livsmiljön för många arter, och i en del fall förstört den. Men vi har också skapat nya miljöer som passar vissa arter.

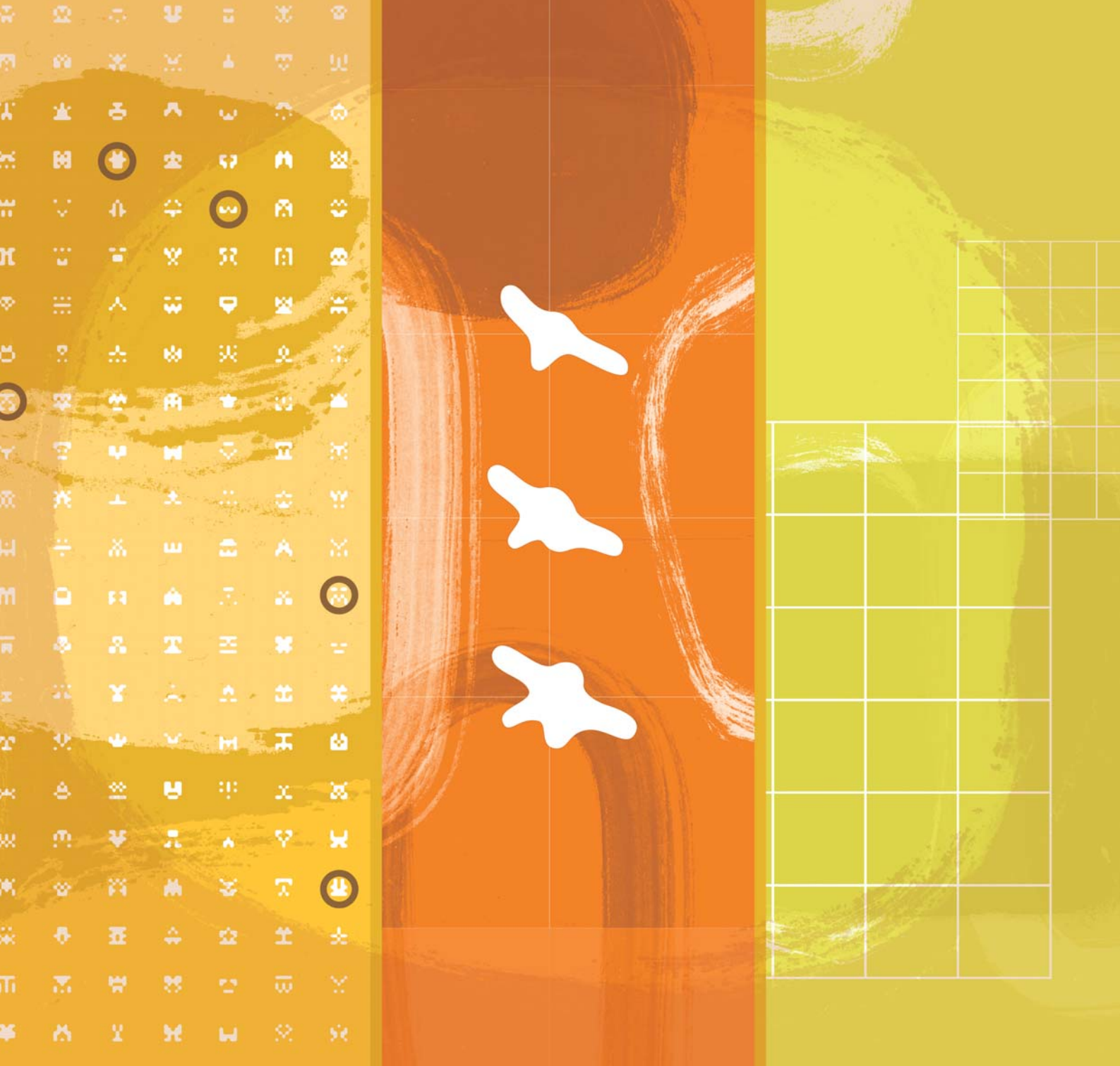
Det finns många skäl till att vi ska bry oss om den biologiska mångfalden och vilja bevara den. Förutom att det finns etiska och estetiska skäl har vi på olika sätt nytta av stora delar av mångfalden. Grödor och mediciner från naturen har vi direkt nytta av, medan den del av mångfalden som är viktig för att ekosystemen ska fungera har ett indirekt värde. Det brukar kallas för ekosystemtjänster, till exempel produktion av biomassa, kontroll av skadegörare, pollinering, fröspridning, nedbrytning och omsättning av näringsämnen. Många arter verkar kanske inte vara viktiga för ekosystemens funktion just nu, men kan visa sig bli viktiga i framtiden under nya miljö- och klimatförhållanden. Den biologiska mångfalden fungerar alltså som en sorts försäkring.

Det finns alltså ekologiska, ekonomiska, estetiska, etiska och kulturella motiv för att bevara den biologiska mångfalden, bland annat:

- För arternas egen skull; alla arter har lika stor rätt att leva vidare (etiska skäl).
- För naturens skull; vi vet inte exakt vilka arter naturen behöver för att ekosystemen ska fungera (ekologiska skäl).
- För människans skull; vi vet inte vilka arter som kan bli användbara som mat och medicin i framtiden, och dessutom vill vi ha vacker natur för rekreation och friluftsliv (ekonomiska, estetiska och kulturella skäl).

Vad gör vi i Sverige?

Arter som har funnits länge och förekommer naturligt i Sverige ska bevaras i livskraftiga bestånd; det har riksdagen bestämt. Hur det ska gå till och vad det får kosta råder det lite delade meningar om. Vissa tycker att vi i vårt rika land borde ha råd att låta alla arter finnas kvar. Andra tycker att vi ibland satsar på fel arter och att



dagens artbevarande går för långt. Men att vi behöver naturen och ekosystem som fungerar är alla överens om. I och med den pågående klimatförändringen ritas nu utbredningskartorna om för många arter. Djur och växter flyttar längre norrut och högre upp i bergen när klimatet blir varmare. Det är inte självklart var vi hittar olika arter i framtiden, och det blir svårare att tala om "naturligt förekommande arter".

Sveriges strategi för biologisk mångfald lägger störst vikt vid att anpassa användningen av biologiska resurser så att arter och livsmiljöer inte försvinner eller förstörs. Det utvecklas nya brukningsmetoder och jordbrukarna får ersättning för att använda traditionella brukningsmetoder. Dessutom skyddar vi särskilt

värdefulla områden: nationalparker, naturreservat och biotopskyddsområden. Vi arbetar också med riktade åtgärdsprogram för att försöka rädda hotade arter och återskapa förstörda eller förlorade livsmiljöer.

Forskning om biologisk mångfald innefattar mycket mer än arter, ekosystem och deras överlevnad. Det handlar också om evolution och artbildning och om att vi vill förstå en komplex väv av processer, beteenden och anpassningar. Allt detta speglas i projekten som redovisas i den här skriften. Alla projekt som nämns fick anslag genom regeringens särskilda forskningssatsning på biologisk mångfald. Projekten i skriften är indelade i fyra avdelningar: artnivån, gennivån, ekosystemnivån och sist ett avsnitt om människan och mångfalden.

Artnivån

Idag har ungefär två miljoner av jordens arter blivit beskrivna och fått vetenskapliga namn. Men det är bara en bråkdel av vad man tror finns totalt. Gissningarna varierar mellan tio och trettio miljoner. Även om vi bara känner till en liten del av arterna på land är kunskapsluckorna ännu större när det gäller mångfalden i sötvatten och hav. Mikroorganismer vet vi inte heller särskilt mycket om.

Sverige satsar idag stora pengar på att sammanställa kunskap om mångfalden av arter. Som första land i världen har vi nu en lista på vilka arter som finns inom landets gränser. ArtDatabanken i Uppsala har räknat till totalt cirka 61 000 arter i Sverige, från bakterier med cirka 4 000 arter till ryggradsdjur med bara knappt 500 arter. Gruppen blomväxter innehåller lite mindre än 4 000 arter, och svamparna mer än 12 000 arter. Långt över hälften av alla arter lever på land, och det beror främst på att det finns väldigt många arter av insekter, nästan 25 000 olika arter. I havet finns det i stort sett inga insekter alls, och bara ett begränsat antal i sötvatten.

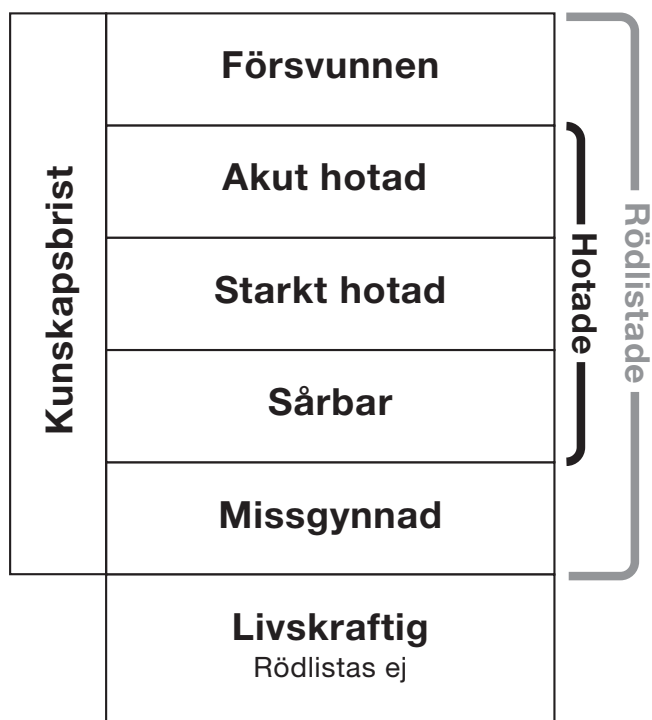
Rödlistan redovisar risk

ArtDatabanken har Naturvårdsverkets uppdrag att ta fram Sveriges rödlista och revidera den vart femte år. En rödlista är en redovisning av arters risk att försvinna, det vill säga dö ut. I Sverige följer vi de globalt använda kriterierna som Internationella naturvårdsunionen (IUCN) har tagit fram för att värdera och lista olika arters risk att försvinna. Beroende på hur stor försvinnanderisken är listas arterna i olika kategorier: *Akut hotad*, *Starkt hotad*, *Sårbar* och *Missgynnad* (se figur). Arter i de tre förstnämnda kategorierna kallas *hotade*.

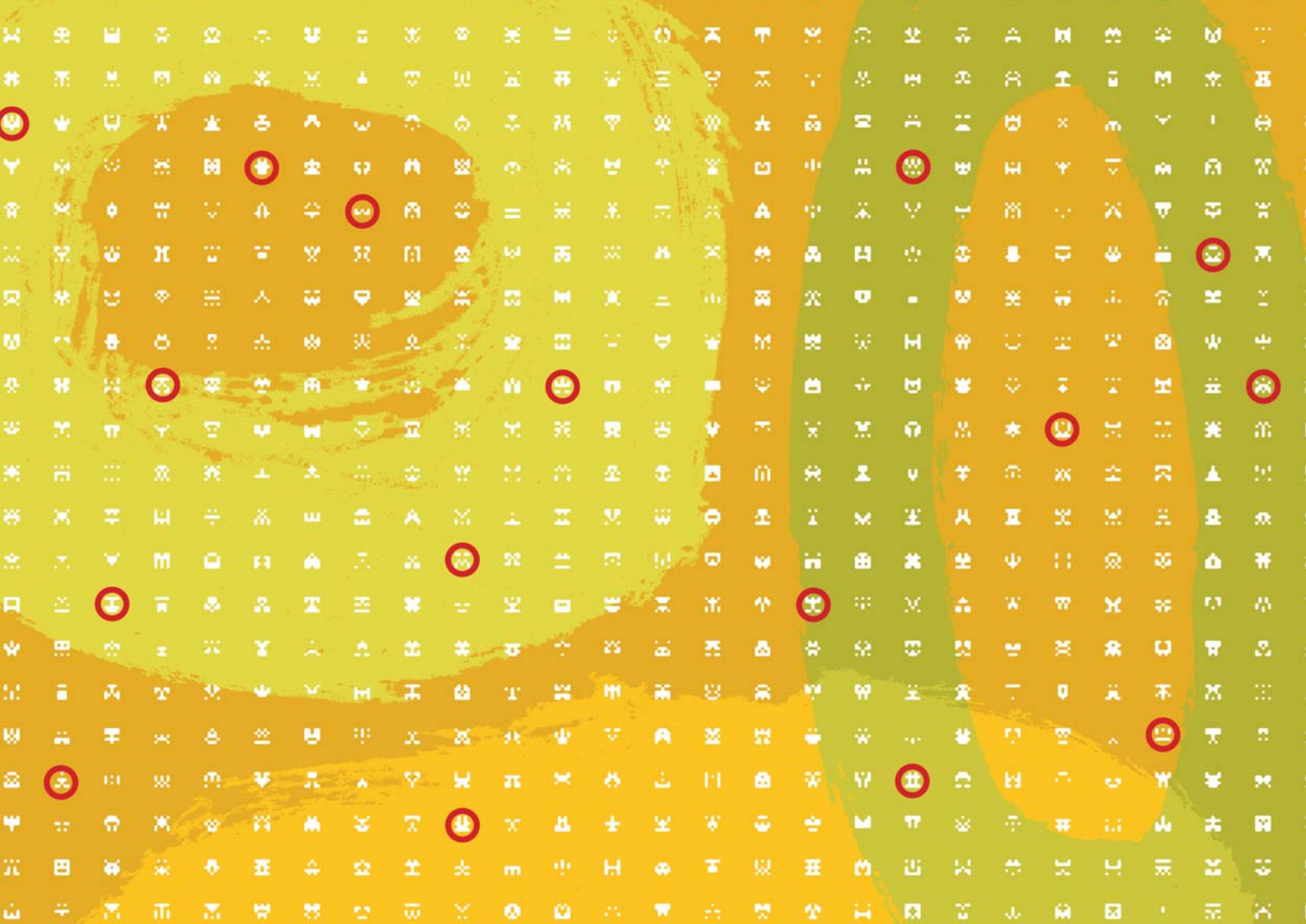
Arter som uppvisar vissa varningssignaler – utan att helt uppfylla kriterierna för att klassificeras som hotade – förs till kategorin *Missgynnad* på rödlistan; det kan handla om till exempel måttlig minskning av populationsstorleken. Till rödlistan förs dessutom under beteckningen *Försvunnen* sådana arter som redan dött ut från landet, samt under beteckningen *Kunskapsbrist* sådana arter som man misstänker är hotade men inte har tillräcklig kunskap om för att klassificera i en specifik hotkategori. Arter som inte uppfyller några av

dessa kriterier förs till kategorin *Livskraftig*, och är inte rödlistade.

Inför 2005 års rödlista utvärderades nästan 20 000 arter. Av dessa uppfyllde 3 653 arter (18 procent) IUCN:s kriterier för att rödlistas. Av dem bedöms 1 664 arter



På rödlistan listas arter i kategorierna Försvunnen, Akut hotad, Starkt hotad, Sårbar, Missgynnad och Kunskapsbrist. Utanför rödlistan ligger arter i gruppen Livskraftig dit 82 procent av alla bedömda arter i Sverige har förts. Grupperna Akut hotad, Starkt hotad och Sårbar betecknas som hotade.



(8,4 procent) vara hotade. Av de hotade klassificeras 226 som Akut hotade. Till den gruppen hör bland andra vitryggig hackspett, fjällräv, grönläckig padda, gotlandsranunkel och saffransticka.

Artbevarande

Arter är inte som frimärken; de kan inte bevaras genom några exemplar på enstaka platser. De måste ha en tillräckligt stor och passande miljö att leva i. I naturvårdsarbetet måste man därför se till att olika typer av ekosystem hålls så intakta som möjligt och att deras utbredning är tillräckligt stor. Avståndet mellan de olika delarna (biotopområdena) av en ekosystemtyp får inte heller vara större än att enskilda individer då och då klarar att förflytta sig mellan områdena. För vissa hotade arter vidtar man särskilda åtgärder.



Leif Jönsson

Christina Bohlin

UNIKA SVAMPENZYMER BRYTER NER VED

Hur fungerar svampar som bryter ner ved? Och vilken nytta kan man ha av svamparna?

Svampar som bryter ner ved och andra växtdelar har en viktig roll i naturen genom att de hjälper till att återföra det bundna kolet till kretsloppet. Två av de huvudsakliga beståndsdelarna i ved är cellulosa och hemicellulosa, och det finns flera sorters svampar som kan bryta ner dem. Men den tredje beståndsdelan, lignin, är det inte många som råar på.

– Vitrötsvampar är de enda organismer överhuvudtaget som effektivt kan bryta ner lignin, säger Leif Jönsson som är docent på Avdelningen för kemi och biomedicinsk vetenskap vid Karlstads universitet.

– Lignin är den näst vanligaste polymeren i naturen så vitrötsvamparna har en viktig biologisk funktion. Men det är fortfarande ganska okänt hur svamparnas nedbrytning av lignin går till och varför det finns så många olika typer av rötsvampar som orsakar olika slags rötskador, till exempel brunröta och vitröta.

Tillsammans med doktoranden Christina Bohlin har Leif Jönsson studerat enzymer från vitrötsvampar. Lignin bryts ner genom oxidation och forskarna analyserade hur svamparnas oxiderande enzym fungerar.

– Vi tog fram nedbrytningsprofiler för enzymerna som visar de olika produkter som bildas under nedbrytningen. På så sätt kunde vi se att nedbrytningsprofilen för ett av svampenzymerna, ligninperoxidas, var likadan som för en svampkultur. Sedan jämförde vi profilen för ligninperoxidas med profilerna för kemiska ämnen som kan oxidera lignin och där man vet hur oxidationsprocessen går till. När vi såg att profilen från ett av de kemiska ämnena var i stort sett samma som för ligninperoxidas kunde vi förklara hur enzymet fungerar.

För att nedbrytningen ska fungera behövs det syre. Forskarna undersökte också om svamparnas vednedbrytande förmåga beror på reaktiva former av syre, som hydroxylradikaler.

– Vi såg att nedbrytningsprofilen blev annorlunda när vi använde reaktiva syreformer. Det betyder att svamparna använder vanligt syre vid nedbrytningen och att enzymerna fungerar på ett annat sätt än hydroxylradikalerna gör.

Många rötsvampar lever på multnande växtdelar och de kan orsaka stor förödelse när de bryter ner veden i olika träkonstruktioner, till exempel hus. Men även levande träd kan angripas och rötskador på skogen kan



Vid vitröta bryts vedens samtliga beståndsdelar ner.



Vid brunröta lämnas lignin kvar i modifierad form och ger upphov till den bruna färgen.



Oxiderande enzymer från sidenticka, en vitrötsvamp, har studerats och jämförts med andra typer av oxidanter.

vara omfattande. Med kunskaper om hur nedbrytningen av ved går till kan man kanske förhindra att det uppstår rötskador.

– Men svamparnas enzymer behöver inte bara vara till skada, säger Leif Jönsson. Om vi lär oss hur de fungerar kan vi få nytta av dem på olika sätt. Inom pappers- och massaindustrin använder man kemiska metoder för att ta bort ligninet ur veden. Men kemiska metoder är ofta mindre selektiva och risken är stor att även cellulosan förstörs. Enzymerna som vi har studerat bryter ner ligninet utan att påverka cellulosan. Om man kan utveckla enzymerna så att de kan användas inom industrin skulle det vara mycket värdefullt. Det finns också möjligheter att utnyttja enzymer från rötsvampar vid produktion av cellulosabaserad etanol.



Lars-Ove Wikars



SKOGBRUKET HOTAR DEN STÖRRE SVARTBAGGEN

Vilka förhållanden är mest gynnsamma för den större svartbaggen? Hur påverkas arten av skogsbruk och naturvårdsåtgärder?

Större svartbagge (*Upis ceramoides*) är en insektsart som är starkt hotad. Den är helt försvunnen i södra Sverige och har under senare år även minskat i landets norra delar. Arten lever på öppna ytor i skogen, som kalhyggen och brandfält, och är beroende av död björkved för sin fortplantning.

– Den större svartbaggen är anpassad till att utnyttja förhållanden som liknar dem som orsakas av slutavverkning i skogsbruket. Ändå har arten minskat. Vi ville ta reda på varför det är så, säger Lars-Ove Wikars, forskare vid Institutionen för entomologi på Sveriges lantbruksuniversitet.

Forskarna undersökte vilken typ av ved som skalbaggen utnyttjar. På äldre hyggen hittade de flest larver i grova stammar. På nya hyggen fanns istället de flesta larverna i ved som var relativt tunn, till exempel



Larven av den större svartbaggen har det inte lätt. Den ved som blir kvar på hygget slås ofta sönder till småbitar som snabbt bryts ner.



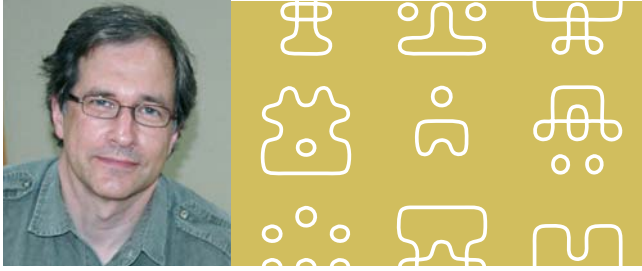
Större svartbagge är en starkt hotad art i vårt land idag.

från trädtoppar och grenar. I båda fallen var veden troligen lagom nedbruten för att fungera som näring och livsmiljö för larverna.

– Det fanns också fler larver i ved som låg samlad i klumpar. Det beror förmodligen på svartbaggens biologi. Den lever både som larv och vuxen skalbagge i flera år. Däremot flyger skalbaggen troligen en enda gången i livet för att ta sig till nya områden. Därefter går den mellan vedbitarna när den ska para sig och lägga ägg. Därför är det viktigt att vedbitarna ligger nära varandra, och så blir det sällan i dagens brukade skogar.

De moderna skogsbruksmetoderna gör att det finns gles av den vedtyp som den större svartbaggen föredrar. Nya regler gör visserligen att andelen lövträd i skogen ökar. Men lövträden avverkas ofta innan de är tillräckligt gamla för att bli en bra livsmiljö för skalbaggen. Även de markberedningsmetoder som används är ogynnsamma för den större svartbaggen. Vid markberedningen slås en stor del av veden som blivit kvar på hygget sönder eller så skalas barken av; det gör den olämplig för större svartbagge.

– Men det är inte bara skogsbruket i sig som missgynnar den större svartbaggen, säger Lars-Ove Wikars. Naturvårdsåtgärder görs på ett väldigt schablonmässigt sätt, med samma typ av åtgärder överallt. Det vore bättre om man istället gjorde riktade insatser som grundas på kunskap om vilka arter som finns på olika platser och vilka krav de har på sin livsmiljö. Det finns flera andra arter som har liknande behov som den större svartbaggen. De skulle alla gynnas av anpassade naturvårdsåtgärder.



Lars Werdelin

ROVDJURENS MÅNGFALD BEGRÄNSAS AV INBÖRDES KONKURRENS

Har rovdjuren i olika miljöer lika stor mångfald av anatomiska egenskaper? Vad är det som reglerar mångfalden av egenskaper?

I hela världen finns det ungefär 270 däggdjursarter som är rovdjur, i många olika livsmiljöer. Hur många olika arter det finns kan variera mellan olika livsmiljöer men är inte direkt beroende av omgivningsförhållanden som klimat och temperatur. Detsamma verkar gälla för den mångfald av anatomiska egenskaper som finns hos rovdjuren. Det har forskaren Lars Werdelin på Naturhistoriska riksmuseet kommit fram till. Han har undersökt hur de anatomiska egenskaperna varierar hos rovdjursfamiljer i olika livsmiljöer och i olika delar av världen.

– Vi gick igenom över tvåhundra rovdjursarter och tittade på flera olika anatomiska egenskaper, till exempel kroppsstorlek och tändernas och skallens form, säger han. Det här är egenskaper som hänger samman med hur djuren lever, till exempel om de uteslutande äter kött eller om de är allätare som lever av både kött och växter.

– Sedan jämförde vi vilka anatomiska egenskaper som finns hos rovdjursfamiljerna i olika livsmiljöer. Och vi kunde inte se någon skillnad i antalet olika egenskaper. I en tropisk regnskog finns det förstås andra arter än på savannen men i båda miljöerna finns lika stor variation av anatomiska egenskaper. Den egenskap som representeras av en viss art i en av miljöerna finns också i den andra miljön men hos en annan art. Det gäller för alla livsmiljöer vi undersökte, och det var lite överraskande för oss.

Däremot såg Lars Werdelin och hans kollegor att det finns skillnader mellan vilka djur som förekommer i olika delar av världen. I Nord- och Sydamerika saknas vissa rovdjursgrupper helt.

– Det finns inga arter av hyenafamiljen på den amerikanska kontinenten. Där finns inte heller några arter av familjen mangustrar, dit till exempel surikaten och mungon hör. Det här beror inte på att de ekologiska förutsättningarna i Amerika skiljer sig från de delar av världen där hyenor och mangustrar finns. Det är istället en långsiktig evolutionär förklaring. De arter som levde



FOTO: JÖRGEN LARSSON

Den fläckiga hyenan (*Crocuta crocuta*) är framgångsrik både som jägare och asätare. Av historiska skäl finns inga sådana hyenor på den amerikanska kontinenten.

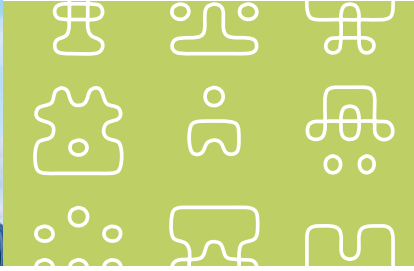
i Amerika kunde inte utveckla de anpassningar och egenskaper som finns hos hyenor och mangustrar.

Forskarna drog slutsatsen att det inte är påtagliga yttre faktorer som klimat och temperatur som styr hur stor mångfald av anatomiska egenskaper det finns bland rovdjuren. Det skiljer dem från andra däggdjur, till exempel gräsätare, som är mer beroende av den yttre miljön. Istället verkar det vara konkurrensen mellan rovdjuren i ett ekosystem som avgör hur stor mångfalden av egenskaper blir.

– Det här är intressant eftersom många rovdjursarter är hotade, säger Lars Werdelin. Rovdjuren påverkas inte i första hand av att miljön förändras, utan av vilka andra rovdjur som finns i samma ekosystem. Därför kan det ha stor betydelse både om en art försvinner från ett ekosystem eller om en ny art kommer in. Det är viktigt att tänka på när man arbetar med att bevara rovdjur.



Johan Olofsson



BETANDE RENAR ÖKAR INTE DEN BIOLOGISKA MÅNGFALDEN

Vilka miljöeffekter har renbete? Ökar artrikedomen där renarna betar?

Marker där djur betar är vanligen mycket artrika, och bete anses allmänt som gynnsamt för den biologiska mångfalden. Men i fjällen är förhållandena annorlunda. Johan Olofsson, forskarasistent på Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap vid Umeå universitet, har undersökt hur renbete påverkar växtligheten. Och han har sett att områden som betas har samma antal arter som obetade områden.

– Vi hade förväntat oss att renbete skulle gynna mångfalden på samma sätt som betande djur ökar artrikedomen i hag- och ängsmarker, men vi kunde inte se någon sådan effekt, säger han.

Även om den totala artrikedomen inte påverkas av renen kunde forskarna se att vissa växtarter, till exempel lappviol och fjälltrift, gynnas av betet. Det här är ovanliga arter som på obetade marker konkurreras ut av andra växter, men som har en fördel av att de större och mer snabbväxande arterna äts upp av renarna.



Områden som hårbetas av renar har samma antal arter som obetade områden. Däremot blir det delvis andra arter.



Hägn som utestänger sorkar, lämlar och renar används för att studera hur djuren påverkar vegetationen.

De resultat som Johan Olofsson har fått visar också att renbetet inte har några avgörande negativa effekter på växtligheten på kort sikt.

– När vi studerade vilken påverkan olika växtätare har på vegetationen såg vi att sork och lämmel påverkar växtsamhällena mer än vad renarna gör. Det beror på att renarna bara förekommer i de studerade områdena under sommaren när det finns mycket växter, och eftersom de strövar runt kan de varken äta upp eller trampa ner all växtlighet i området. Sorkar och lämlar lever där året runt och äter av växterna även under vintern när mängden är begränsad och inte kan förnyas.

I ett längre tidsperspektiv har forskarna däremot kunnat se att betetrycket har betydelse för vilka arter som finns i växtsamhället.

– I hårt betade områden består vegetationen inte längre av det vanliga riset, som dvärgbjörk och kråkbär, utan av olika sorters gräs. Om betetrycket minskar kan risvegetationen komma tillbaka, men det tar relativt lång tid. De förändringar som sker på lång sikt beror på att temperaturen och näringsförhållandena i växtsamhället förändras, och det leder till en annan konkurrenssituation mellan olika arter.

För att renskötseln ska bli uthållig behövs det förståelse för vilka miljöeffekter renbetet har. Det finns också miljömål inom rennäringen som är svåra att uppnå utan sådan förståelse. Johan Olofsson tror att de myndigheter som utarbetar regler för renskötseln kan ha användning av hans resultat som underlag för beslut i sina ärenden.



Tomas Pärt

FÄRRE FÅGLAR I JORDBRUKSLANDSKAPET

Vilka är orsakerna till att fåglarna i jordbrukslandskapet blir färre? Kan man göra något åt att de minskar?

I Västeuropa har antalet fåglar som lever i jordbrukslandskapet minskat kraftigt under de senaste decennierna. Minskningen har satts i samband med att jordbruket under samma tid har intensifierats, bland annat genom ökad användning av konstgödsel och bekämpningsmedel. I Sverige har jordbruket inte intensifierats lika mycket som i många andra länder. Ändå har fåglarna blivit färre även hos oss.

– Vi blev förvånade när vi såg att fåglarna i det svenska jordbrukslandskapet hade minskat lika mycket som i England, trots att det är stora skillnader i hur jordbruket bedrivs, säger Tomas Pärt som är professor vid Institutionen för naturvårdsbiologi på Sveriges lantbruksuniversitet.

– En del av förklaringen tror vi ligger i fåglarnas övervintringsområden. För många arter påverkas populationernas storlek av hur de överlever vintern. Och fåglar från både Sverige och England övervintrar i

samma områden i Västeuropa med ett mycket intensivt jordbruk.

Men försämrad miljö i övervintringsområdena är troligen inte hela förklaringen till att fåglarna minskar. Vissa arter är också känsliga för att jordbruksmarken utnyttjas mindre eller läggs ner. Fåglar som behöver ett öppet landskap med låg och gles växtlighet klarar sig sämre när sädesfälten ersätts av skog, vallodling eller av mark som ligger i träda.

– I Sverige har det skett både intensifiering och nedläggning av jordbruk. Vi tror att den här kombinationen har haft samma negativa effekt på fåglarna som intensifieringen ensam har haft i England. Sånglärkor till exempel är känsliga för båda typerna av förändringar och de har också minskat relativt mycket. Sånglärkan äter insekter och frön som den hämtar från marken, men när markvegetationen blir för hög och tät som i många höstsådda grödor klarar den inte av det längre. Det blir också för tätt i vallar och i vissa trädor i mer extensiva jordbruk. Om jordbruk dessutom läggs ner helt och hållet försvinner en stor del av födoresursen, till exempel frön under den tidiga våren.

Forskarna jämförde också hur antalet fåglar har förändrats under olika tidsperioder. De såg att mönstret med allt färre fåglar bröts under en period när politiska åtgärder ledde till ett mindre intensivt jordbruk.

– Det verkar som att jordbrukspolitiken har betydelse för om antalet fåglar kommer att öka, minska eller vara oförändrat. Det var till och med tydligare än vi trodde det skulle vara. Men för att politiska stödåtgärder ska fungera bättre borde de vara mer differentierade.



FOTO: TOMAS PÄRT

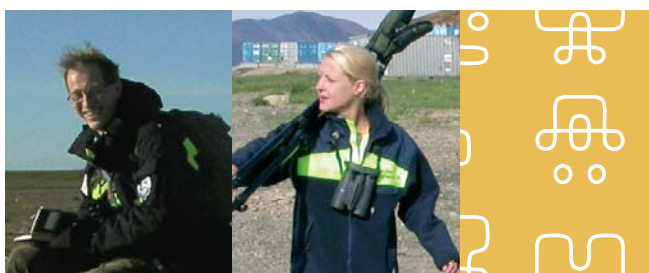


FOTO: TORE HAGMAN

Sånglärkan i Sverige har minskat med drygt 50 procent under de senaste 25 åren, det vill säga populationen har halverats. Den har svårt att klara både att jordbruket har blivit intensivare och att jordbruk läggs ner.

I skogslandskapen behöver man stimulera till ökad odling av säd och minskad andel vallodling. De stora gårdarna i slättlandskapet borde få stöd för att kunna bedriva ett mindre intensivt jordbruk. På det sättet blir landskapet mer varierat, något som har stor betydelse för den biologiska mångfalden.

–Våra resultat visar också att det behövs internationella politiska insatser för miljön i jordbrukslandskapet. Fåglarna påverkas av miljön både i de länder där de häckar och där de övervintrar. Därför bör frågan om bevarandet av fåglar i jordbrukslandskapet diskuteras över nationsgränserna, till exempel inom EU, säger Tomas Pärt.



Thomas Alerstam

Sara Henningsson

FLYTTNINGEN VIKTIG FÖR VADARFÅGLARS MÅNGFALD I ARKTIS

Varför finns det olika många fågelarter på olika platser runt Nordpolen? Vilka faktorer är viktiga för hur fåglarna flyttar? Har flyttningen betydelse för mångfalden av fåglar i framtiden?

Det är inte många fåglar som lever permanent i Arktis. Men varje år under sommarsäsongen flyttar miljontals fåglar dit för att häcka och utnyttja de resurser som finns tillgängliga när klimatet är mindre kärvt. Professor Thomas Alerstam på Avdelningen för zoologi vid Lunds universitet har tillsammans med doktoranden Sara Henningsson studerat mångfalden av vadarfåglar i Arktis. Sommaren 2005 följde de med på en forskningsexpedition med isbrytaren Oden.

– Under hela resan noterade vi vilka fågelarter vi kunde observera från båten, säger Thomas Alerstam. Vi gjorde också observationer i land på några platser på tundran. Skillnaden i mångfald längs resrutten var påtaglig. Det största antalet fågelarter, cirka fyrtio stycken, fanns i Berings sund. Längs den nordamerikanska kusten varierade antalet arter mellan tio och femton. Men när vi åkte genom packisen i de centrala delarna av Norra ishavet kunde vi bara observera några få arter. Och dessutom bara enstaka individer av varje art.

Mångfalden beror på närhet till flyttningvägar

De observationer som forskarna gjorde under expeditionen stämde väl överens med resultat som de hade fått tidigare.

– I en annan studie använde vi fågelböcker och utbredningskartor för olika fågelarter för att se hur många arter som finns på olika platser i tundraområdena runt Nordpolen. Även då såg vi att området runt Berings sund är det mest artrika medan norra delen av Atlanten och Grönland är de mest artfattiga områdena.

Forskarna såg att det finns ett visst samband mellan god tillgång på föda och många fågelarter. Men det är inte hela förklaringen till att mångfalden varierar mellan olika platser. Det stora antalet arter i området kring Berings sund beror inte på att det finns ovanlig mycket mat just där. Det beror istället på att många fåglar passerar där när de flyttar.

– Berings sund utgör en slags in- och utfartsväg till polarområdet. Den stora mångfalden både där och i de närliggande områdena beror på att det finns bra förbindelser till de flyttningvägar som fåglarna använder. Det här betyder att flyttningvägarna är viktigare för mångfalden av fåglar i Arktis än vi tidigare trott.

Rastplatser viktigare än avstånd

Det är i första hand tillgången på lämpliga rastplatser som avgör vilka flyttningvägar som fåglarna använder. Deras möjlighet att rasta verkar vara betydligt viktigare än att flyga den kortaste vägen.

– En del arter av vadarfåglar flyttar mycket långt, till exempel från Alaska över hela Stilla havet till Nya Zeeland. Möjliga övervintringsområden på andra sidan Ishavet ligger rent geografisk mycket närmare, och teoretiskt sett orkar i alla fall vissa arter flyga över packisen utan att behöva stanna. Men de tar inte den vägen. Fåglarna behöver kunna stanna till och fylla på sina energiförråd ganska snart efter att de inlett sin flyttning till vinterkvarteren. Därför flyger de en väg som passerar lämpliga rastplatser, även om den är längre.



Fåglarnas flyttningaktivitet (hastighet, riktning och höjd) mellan Nya och Gamla världen observerades under expeditionen Beringia 2005 med hjälp av två målsökande radarstationer som var installerade på isbrytaren Oden.



FOTO: THOMAS ALERSTAM

Här flyger en flock simsnäppor. Två av världens tre arter av simsnäppa häckar uteslutande på arktisk tundra, och som många andra vadararter använder de kustnära våtmarksområden som rastplatser under sin långa flyttning. Man de är också goda simmare och övervintrar framför allt ute till havs. Simsnäppor från den sibiriska tundran flyttar under sensommaren i extremt stora mängder över Berings sund och Tjutkerhavet mot rastplatser i Alaska, för att sedan fortsätta sin flyttning till de sydliga delarna av Stilla Havet.

Det är inte bara Norra ishavet som fungerar som en slags barriär för vadarfåglarnas flyttning till och från Arktis. De flesta arterna undviker stora ytor av öppet hav, bergskedjor och vidsträckta öknar, även om det innebär att avståndet blir mycket längre.

– Att avståndet har så pass liten betydelse för vilken flyttningssväg vadarfåglarna använder hade vi inte riktigt förväntat oss. Det borde finnas en stark evolutionär kraft för fåglarna att utvecklas till att använda kortare flyttningssvägar eftersom det sparar både tid och energi för dem. Med detta har alltså inte skett, säger Thomas Alerstam.

Beroende av rastplatser gör fåglarna sårbara

Fåglarnas flyttningssvägar är alltså beroende av att det finns lämpliga platser att rasta på. Vissa rastplatser används både av många olika arter och av ett stort antal individer. Därför kan förändringar i miljön på rastplatserna få stora konsekvenser.

– Forskare har redan sett att antalet vadarfåglar har minskat på grund av förändringar på platser där fåglarna brukar samlas under flytten för att äta av



FOTO: SARA HENNINGSSON

Så här ser en unfågel av smalnäbbad simsnäppa (*Phalaropus lobatus*) ut på nära håll.



Stjärttanden (*Anas acuta*) har ett stort utbredningsområde i tempererade och taigazoner av både Nya och Gamla världen. Men den är också en av de få simandsarter som häckar i Arktis. Stjärttanden flyttar relativt långt och har övervintringsområden så långt söderut som vid ekvatorn. Bilden visar en stjärtandsflock under höstflyttningens tidiga stadium i ett våtmarksområde på den lågarktiska tundran i östligaste Sibirien.



Större beckasinsnäppor (*Limnodromus scolopaceus*) häckar i fuktiga arktiska tundramiljöer i Nordamerika och östligaste delarna av Sibirien. Fåglar med sibiriskt ursprung flyttar över Tjutkerhavet och Berings sund mot viktiga flyttningrastplatser i Alaska eftersom de övervintrar i södra USA och Centralamerika.



Här rastar två unga sandsnäppor i Alaska. Sandsnäppan (*Calidris pusilla*) är en vadarart som finns bara i Nya världen. Den häckar på Kanadas och Alaskas tundra och övervintrar längs Sydamerikas kuster. Trots att världspopulationen är stor är sandsnäppan extremt beroende av några få nyckelrastplatser vid den amerikanska östkusten under sin flyttning mot Sydamerikas nordöstra kuster.



Silvertärnan (*Sterna paradisaea*) är en av de fågelarter i världen som flyttar längst. Den förekommer som häckfågel i hela Arktis och flyttar till övervintringsquarter på andra sidan jordklotet runt Antarktis. På bilden syns en silvertärna med sin årsunge.

lokalspecifik föda. Vissa vadarfåglar är till exempel extremt beroende av hästskokrabbans ägg när de under våren flyttar till tundran. I Delaware Bay i Nordamerika har hästskokrabbornas föda minskat drastiskt och det har haft förödande effekt på fåglarna. Det minskade antalet krabbor har gjort att åtminstone en hel ras av kustsnäppa riskerar att utrotas.

Hittills har det varit vanligast att man bedömer miljön på de platser där fåglarna häckar när man avsätter skyddsområden för fåglar. Thomas Alerstam menar att det inte är tillräckligt. Flyttningens betydelse måste också vägas in.

– Om miljön förändras på de nordliga rastplatserna kan flyttningmönstret hos Arktis flyttfåglar förändras. Även förändringar som påverkar omfattningen av de barriärer som fåglarna undviker när de flyttar, till exempel globala klimatförändringar, kan få effekter på flyttningmönstret. Och när flyttningen störs kommer både fåglarnas utbredning och mångfald att påverkas. Det tycker jag att man måste börja ta med i beräkningen när man gör skyddsbedömningar. Jag tror också att man måste ta hänsyn till flyttningvägarnas betydelse för andra flyttande djur, till exempel valar och fiskar.

Gennivån

Genetisk mångfald är allt som finns bakom den synliga biologiska mångfalden. Det handlar om skillnader i organismers arvs massa - mellan arter, men också inom arter. DNA-tekniken har gett forskarna nya redskap för att förstå hur organismer har utvecklats och är släkt med varandra. Projekten som beskrivs här handlar om bakterier och deras virus, orkidéer, äpplen, jordgubbar, gräs, fjärilar och fåglar.

Olika arter har under evolutionens gång kommit att inta olika nischer och bildar tillsammans med omgivande miljö intrikata ekosystem. För att en art ska klara sig i konkurrensen med andra arter och i en växlande miljö krävs det en tillräckligt stor samlad genpool, det vill säga tillräckligt många individer med olika genuppsättningar. Annars drabbas arten snart av inavel och oförmåga att producera avkomlingar som överlever i en omgivning som förändras.

Det var först på 1960-talet som forskare lyckades se att det finns genetiska varianter inom arter. Kartläggningen av människans genuppsättning (HUGO-projektet) startade i mitten av 1980-talet. Den samlade arvs massan är nu kartlagd för ett antal organismer, bland annat musen, bananflugan, rundmasken, riset, backtraven och cirka hundra bakterier.

DNA-tekniken gav nya redskap att forska om hur arter utvecklas. Idag kan forskare avläsa hur gammal en art är genom att jämföra DNA-sekvenser. De kan också se hur olika de mest olika individerna inom en viss art är.

Det finns åtminstone fyra viktiga forskningslinjer inom området genetisk mångfald: mutationsprocessen, molekylär evolution, bevarandegenetik och populationsgenetik.

Mutationsprocessen

Hur uppkommer genetisk variation? Hur ofta och hur fort blir det mutationer? Var i arvs massan inträffar de? Forskarna vet i dag att vissa delar av arvs massan utvecklas snabbare än andra delar. Man har också sett att gener kan hoppa mellan individer och arter. Det kallas horisontell genöverföring och kan ske hos bakterier. De parar sig då med varandra, två celler binds ihop via ett tunt rör och DNA överförs genom röret från en cell till en

annan. Ett annat sätt är att bakteriofager (virus som äter bakterier) plockar upp bakterie-DNA när de infekterar en cell och för med sig detta till nästa bakteriecell som de infekterar.

Molekylär evolution

Molekylär evolution handlar om hur DNA-sekvenser utvecklas. Evolutionen präglas av ett växelspel där DNA-förändringar ger upphov till urval av egenskaper som resulterar i att de nya DNA-varianterna antingen försvinner eller sprids inom arten. De flesta mutationer är skadliga och sorteras ofta bort av det naturliga urvalet därför att de inte är gynnsamma för en individ. Forskarna undersöker vilka förändringar som har skett via det naturliga urvalet, dels positiva förändringar som är gynnsamma för individens överlevnad, dels negativa förändringar som är skadliga mutationer för individen.

Bevarandegenetik

Inavel kan på kort sikt skapa ärftliga defekter. På lång sikt skulle möjligheten till utveckling motverkas om alla individer vore genetiskt lika. Exempelvis har dagens svenska vargstam liten genetisk variation därför att den härstammar från bara tre vargar. Om inte nya vargar med annan genuppsättning kommer in i Sverige hotas stammen av inavel. Bevarandegenetik belyser betydelsen av den genetiska mångfalden inom en population eller en art, och varför det är viktigt att bevara den.

Populationsgenetik

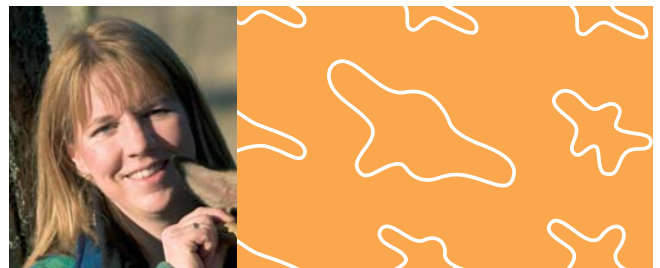
Inom populationsgenetiken undersöker forskarna hur genetisk variation fördelas inom en population. I ett bestämt geografiskt område kan det finnas ett antal delpopulationer av en art med mer eller mindre kontakt



med varandra. Om det inte finns ett genflöde mellan delpopulationerna blir de med tiden mer och mer olika – på grund av mutationer och naturligt urval. När har utvecklingen gått så långt att man inte längre kan tala om en samlad population eller art? Forskarna utvecklar matematiska modeller för att räkna ut de genetiska skillnaderna, och man mäter olikheterna mellan delpopulationer.

Den nya biologin

Inom dagens biologiska forskning är förhoppningen att man ska kunna koppla ihop bestämda genetiska variationer med motsvarande egenskaper. Det är troligt att en hel rad sådana kopplingar kommer att kunna göras de närmaste åren. Forskarna kanske lär sig förstå varför vissa individer beter sig annorlunda eller ser annorlunda ut. På ett djupare plan handlar det om att förstå vad den genetiska variationen gör. Vad utträttar till exempel ett visst protein som en gen producerar? Det är frågor som ställs inom området funktionsgenomik.



Susanne Gustafsson

UTSEendet BETYDER INTE ALLT HOS ORKIDÉER

Kan växter som ser likadana ut vara olika arter? Vad har det i så fall för betydelse för bevarandet av den biologiska mångfalden?

Olika arter av djur eller växter är ofta lätta att skilja från varandra genom att de har olika utseende. Och individer som liknar varandra tillhör oftast samma art. Men det behöver inte vara så. Hos orkidéarten brudsporre (*Gymnadenia conopsea*) finns det individer som liknar varandra till utseendet, men där några blommor tidigt på sommaren och några blommor senare. Susanne Gustafsson är forskare på Institutionen för evolution, genomik och systematik vid Uppsala universitet. Hon



Brudsporre är ganska sällsynt, men förekommer i hela landet. Den växer på fuktig kalkrik mark, på ängar, betesmarker och i kalkkärr. Den brudsporrevariant som blommar tidigt är egentligen en helt annan art än den som blommar sent – och den har större genetisk variation. Om den tidigblommande försvinner går en stor del av brudsporrans genetiska variation förlorad.

har upptäckt att de här växterna skiljer sig åt så mycket genetiskt att de egentligen kan vara separata arter.

– Det här var helt oväntat för mig, säger hon. Jag hade utvecklat ett antal markörer som jag använde för att studera hur brudsporrar ser ut genetiskt. När jag skulle använda samma markörer på brudsporrar från andra platser fungerade de inte alltid. Det berodde på att vissa av individerna var så annorlunda genetiskt att markörerna inte gick att använda.

Susanne Gustafsson gick vidare med sina försök och undersökte ett stort antal brudsporrar från olika platser i Sverige. Hon testade både individer som blommar tidigt och sådana som blommar sent. Och hon såg att de genomgående skiljer sig åt genetiskt, trots att de ser likadana ut.

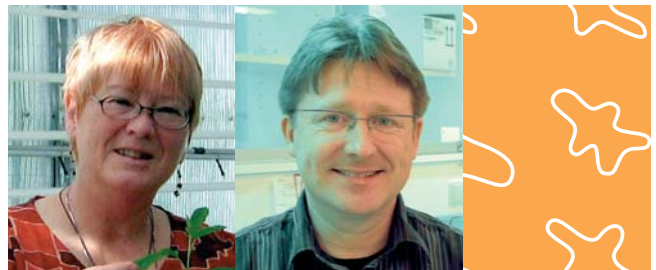
– Vi upptäckte också att de senblommande växterna genetiskt sett är likadana som en underart av brudsporre som också är senblommande men som har ett annorlunda utseende. När vi utökade vårt material och undersökte brudsporrar från hela deras utbredningsområde i Europa och Asien såg vi samma sak. De tidigblommande växterna avviker så mycket genetiskt från de senblommande att de skulle kunna räknas som olika arter.

I arbetet med att bevara arter är det viktigt att vara uppmärksam på att det finns många egenskaper som kan avgöra om organismer tillhör samma art eller

inte. Annars finns det risk att en art går tillbaka eller försvinner utan att man upptäcker det.

– De tidigblommande brudsporrarna trivs bäst på torra gräsmarker, en miljö som minskar allt mer. Men brudsporrans anses inte som direkt hotad, vilket delvis kan bero på att de senblommande växterna inte minskar i samma takt. Så om man inte tar hänsyn till att det egentligen rör sig om olika arter riskerar vi att den tidigblommande arten försvinner.

– I mina undersökningar såg jag att de tidigblommande växterna har större genetisk variation än de senblommande. Det innebär att en stor del av den genetiska mångfalden hos brudsporrarna skulle gå förlorad om den tidigblommande arten försvann, säger Susanne Gustafsson.



Hilde Nybom

Kimmo Rumpunen

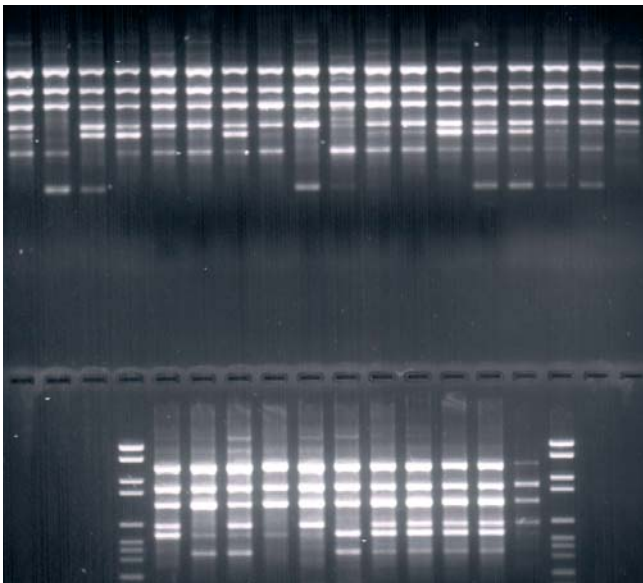
ÄNNU NYTTIGARE ÄPPLEN

Finns det äppelsorter som inte ger allergiska reaktioner? Kan man ta fram äpplen som är extra hälsosamma?

Personer som är allergiska mot björkpollen är ofta känsliga även mot äpplen. De vanligaste allergiska reaktionerna när man ätit äpple är att det kliar i



Allgott är en äppelsort som innehåller ovanligt låga halter av det allergiframkallande proteinet Mal-d1. Äpplet ger oftast inga allergiska reaktioner hos äppelallergiker.



Alla de kemiskt analyserade äppelsorterna blir också identitetskontrollerade med två olika typer av DNA-markörer, RAPD (på bilden) och mikrosatellit-DNA.

munnen, och att läpparna, tungan och halsen svullnar. Men alla sorters äpplen ger inte lika kraftiga reaktioner. Det beror på att olika sorter innehåller olika mängder allergiframkallande proteiner. Professor Hilde Nybom och hennes medarbetare på Kärnområdet för växtförädling och bioteknik vid Sveriges lantbruksuniversitet i Balsgård har hittat en äppelsort som allergiska personer kan äta.

– Vi testade över hundra äppelsorter från våra samlingar här på Balsgård och vi såg att halterna av det allergiframkallande proteinet Mal-d1 varierade mycket mellan olika sorter, säger hon. Sorter som Fagerö och Greensleeves hade höga halter medan Katja och Discovery hade lägre. En av selektionerna från Balsgårds eget förädlingsprogram hade ovanligt låga halter Mal-d1. När äppelallergiker har provsmakat sådana äpplen har de oftast inte fått några allergiska reaktioner. Selektionen har fått det provisoriska namnet Allgott.

Forskarna upptäckte också att mängden Mal-d1 var högre i skalet än i fruktköttet. Och halterna varierade beroende på var och hur länge frukten hade lagrats. När frukten var nyplockad fanns proteinet hos vissa sorter bara i skalet, men efter några veckors lagring ökade mängden i fruktköttet. För andra sorter påverkades inte halten Mal-d1 alls av lagringen.

Balsgårdforskarna är också intresserade av att hitta äpplen med större mängder av ämnen som är bra för människors hälsa, till exempel antioxidanter. Hilde Nyboms kollega Kimmo Rumpunen har undersökt om olika äppelsorter innehåller olika mängder antioxidanter.

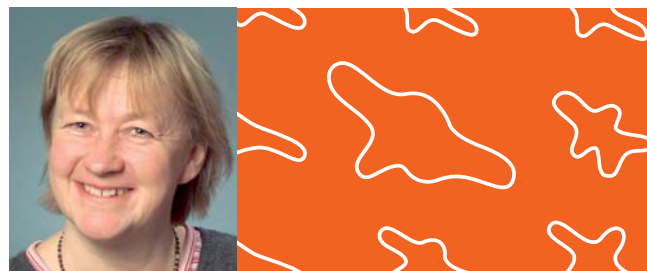
– Kimmo analyserade olika svenska och utländska äppelsorter för att se vilka som har höga halter vattenlösliga antioxidanter. Och han såg att det är stora

skillnader mellan sorterna. Halterna av vissa typer av antioxidanter kan vara upp till trettio gånger högre i en äppelsort än i en annan. Det visar att det finns en stor kemisk och genetisk variation hos äpplena.

– De sorter vi hittar med våra analyser skulle kunna användas inom växtförädlingen för att ta fram nya sorter med ännu högre halter antioxidanter. På sikt skulle man kunna kombinera de egenskaper vi har hittat så att vi får sorter som både har höga halter antioxidanter och låga halter allergiframkallande proteiner.

Svenska äpplen är uppskattade men ofta dyra på grund av höga produktionskostnader. Hilde Nybom menar att forskningsresultaten skulle kunna användas av äppelodlarna i Sverige för att i framtiden sälja mer äpplen.

– Svenska äpplen kan inte konkurrera med importerad frukt när det gäller priset. Därför är det viktigt att få fram äpplen med egenskaper som konsumenterna är villiga att betala lite mer för, till exempel att de är extra hälsosamma därför att de innehåller mycket antioxidanter och inte orsakar allergiska reaktioner.



Cecilia Emanuelsson

JORDGUBBAR SOM GER ALLERGI AVSLÖJAS

Vad är det i jordgubbar som gör att vissa människor är allergiska mot dem? Kan man känna igen vilka sorter som ger besvär och vilka som inte gör det?

Jordgubbar är goda, nyttiga och starkt förknippade med den svenska sommaren. De ingår i många livsmedel som sylt, glass och yoghurt. Tyvärr är det ganska vanligt att människor är allergiska mot jordgubbar. Universitetslektor Cecilia Emanuelsson och hennes forskargrupp på Institutionen för biokemi vid Lunds universitet har hittat ett ämne i jordgubbar som ger upphov till allergiska reaktioner.

– Vi har upptäckt att jordgubbar innehåller ett protein, ett allergen, som till mycket stor del liknar det protein som orsakar allergiska reaktioner mot björkpollen, säger Cecilia. Vi har också sett att vita jordgubbar innehåller mycket mindre av det här proteinet. Det är en ovanlig typ av jordgubbar som har tagits fram av växtförädlare och där bären är vita även som mogna. Jordgubbsodlare säger att allergiska personer ofta brukar kunna äta vita jordgubbar.



FOTO: PETER FRENNESSON

Här sitter mogna och omogna röda jordgubbar intill varandra. Men det finns också jordgubbar som är vita även som mogna. De innehåller mindre av ett allergiframkallande protein än vad de röda gör.

Forskarna analyserar nu proteinerna hos olika röda och vita jordgubbssorter för att se om det alltid finns en koppling mellan färg och allergen, eller om det även finns röda bär som innehåller lite av det allergiframkallande proteinet. De har också tillgång till ett antal korsningar mellan röda och vita bär, och just bland dessa korsningar hoppas Cecilia Emanuelsson de ska hitta en variant som har röda bär och samtidigt låga halter av allergenet.

– Det görs också försök vid allergimottagningen på Sahlgrenska universitetssjukhuset i Göteborg där man testar den röda och den vita jordgubbssort som vi har undersökt. Det är viktigt att fastställa vetenskapligt att de vita bären inte ger upphov till allergiska reaktioner.

I samband med att forskarna hittade det allergiframkallande proteinet såg de att de flesta av jordgubbsproteinerna finns i exakt lika stor mängd i de olika jordgubbssorterna. Men vissa proteiner finns i större eller mindre mängd i olika sorter. De här proteinerna bildar ett mönster som är specifikt för en viss sort, en slags signatur.

– När projektet inleddes var vi inte säkra på om det skulle gå att fastställa hur proteinmönstret ser ut hos en jordgubbssort. Det fanns en risk att variationen skulle bli för stor så att det blev olika mönster även när vi tittade på prover från samma sort. Det sortspecifika mönster som vi nu har sett gör att vi kan använda vår analysmetod för att studera vilken variation det finns mellan olika jordgubbssorter.

Forskarna studerar också om det finns variationer i proteinmönstret inom en sort. Sådana avvikelser skulle kunna bero på var och när jordgubbsplantan odlas.

– Vår metod skulle också kunna användas för att identifiera och koppla ihop det sortspecifika proteinmönstret med andra egenskaper som kan vara till nytta för växtförädling, även för andra bär och grödor, säger Cecilia Emanuelsson.



Stefan Andersson

Pernilla Göransson

GRÄS FRÅN FÖRSURAD MARK KLARAR INTE SUR MILJÖ BÄTTRE

Hur bra växer gräs i sur miljö? Har gräs från försurad mark utvecklat tolerans mot försurningen?

Vi människor kan orsaka stora förändringar i växters och djurs livsmiljö. Ett exempel är luftföroreningar och nedfall av kväve och svavel som gör att marken blir försurad, något som i förlängningen kan leda till minskad biologisk mångfald. När miljön förändras uppstår speciella problem för växter eftersom de inte kan flytta sig. Istället måste de anpassa sig för att överleva. I ett projekt vid Ekologiska institutionen på Lund universitet har docent Stefan Andersson, professor Ursula Falkengren-Grerup och doktoranden Pernilla Göransson undersökt några gräsarter för att se om de har anpassat sig till försurad mark.



FOTO: JAQUELINE POSTIVA

Så här ser det ut där forskarna odlar olika gräsarter för att se hur tåliga de är i miljöer med olika pH-värden.

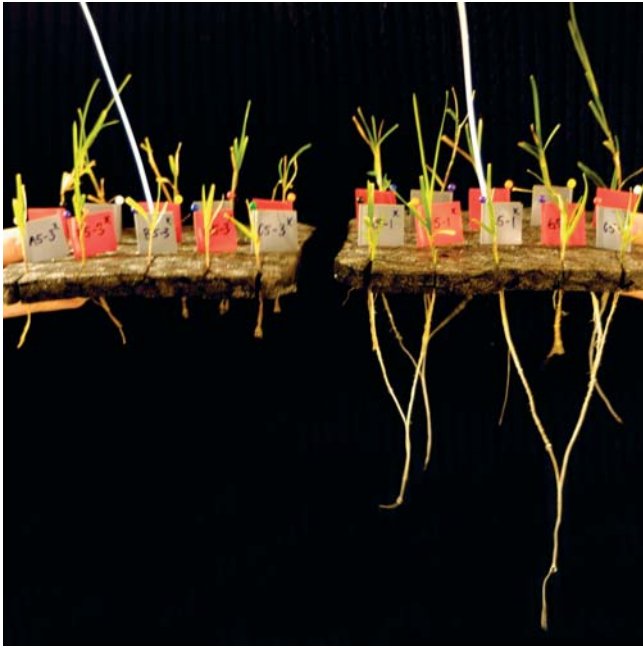


FOTO: JAQUELINE POSTMA

Grässkott som odlas i sur näringslösning (till vänster) har betydligt sämre tillväxt än sådana som odlas i neutral näringslösning (till höger). Det är speciellt rottillväxten som påverkas.

– Vi samlade in tuvor av gräsen tuvtåtel, kruståtel, lundgröe och lundelm från lövskogar i två olika regioner, Skåne och Öland, säger Stefan Andersson. Sedan odlade vi skott från de insamlade grästuvorna i sura näringslösningar, det vill säga med lågt pH, och mätte hur bra de växte. Vissa skott klarade sig bra i den sura miljön medan andra växte sämre.

– Grässkotten i en enskild tuva kommer alla från samma frö och är genetiskt identiska. Däremot kan de skilja sig åt genetiskt från gräs av samma art i en annan tuva. Eftersom skott från olika tuvor klarade sig olika bra betyder det att det finns en genetisk variation mellan grästuvorna som gör dem olika toleranta mot låga pH-värden.

När forskarna samlade in gräsproverna mätte de samtidigt pH i marken där gräsen växte. De kunde därför jämföra pH-värdet både mellan regionerna, mellan olika platser inom en region och mellan olika tuvor insamlade på samma plats. De ville se om det fanns en koppling mellan toleransen mot låga pH-värden och pH-värdet i marken där gräset hade vuxit. Men någon sådan koppling kunde de inte upptäcka. Gräs från ett lågt mark-pH klarade sig i försöken både bättre och sämre än gräs som kom från ett högre mark-pH.

– Bristen på koppling var lite överraskande för oss eftersom gräs brukar vara bra på att anpassa sig. Andra forskare har till exempel sett att gräsarter har utvecklat tolerans mot tungmetaller i jorden. Om det finns genetisk variation som påverkar toleransnivån borde de tuvor som är mer toleranta mot ett lågt pH med tiden dominera i områden med låga pH-värden, medan de mindre toleranta borde vara vanligare där markens

pH är högre. Men vi kunde vi alltså inte se ett sådant samband.

Anledningen till att forskarna inte såg någon koppling kan vara att det inte har gått tillräckligt lång tid sedan försurningen började för att toleranta gräsvarianter ska ha utvecklats på platser med försurad jord.

– Människans aktiviteter påverkar inte bara mångfalden av ekosystem och arter utan även den genetiska mångfalden. Genetisk variation inom en art är en förutsättning för att arten ska kunna anpassa sig till förändringar i miljön, till exempel sådana som orsakas av människan. Vi vet ännu väldigt lite om hur anpassningen till luftföroreningar går till och hur fort den går. Här behövs det mer forskning, säger Stefan Andersson.



Elisabeth Haggård

BAKTERIEVIRUS ÖKAR DEN GENETISKA MÅNGFALDEN HOS BAKTERIER

Bakterievirus kan flytta genetisk information mellan bakterier. Vilken roll har de för bakteriernas mångfald och genetiska variation?

Inte bara människor, djur och växter smittas av virus. Även bakterier kan bli angripna. De speciella virus som känner igen och tar sig in i bakterieceller kallas fager. Fager innehåller genetisk information och den informationen är enormt stor. För även om varje fagpartikel inte innehåller så många gener finns det väldigt många olika fager.

– Man har beräknat att det bland fagerna finns två miljarder okända gener, säger professor Elisabeth Haggård på Institutionen för genetik, mikrobiologi och toxikologi vid Stockholms universitet.

– Den biologiska variationen är oerhört stor, och generna utgör en genpool som vi skulle kunna använda oss av bara vi får mer kunskap om hur fagerna och deras gener fungerar.

Fager som kommer in i bakterier kan i vissa fall sätta in sitt DNA i bakteriens DNA. När fagen sedan flyttar sig kan den få med sig delar av bakteriens DNA som en del av sin egen arvsmassa. Det kommer då att följa med till nästa bakterie som fagen angriper.

– Fagerna bidrar till den genetiska variationen hos bakterierna. Vissa bakterier producerar toxiner och det

beror ofta på att de har fått fag-DNA som innehåller en toxin-gen insatt i sitt eget DNA. Även antibiotikaresistens hos bakterier orsakas många gånger av att fager har hjälpt till att föra över gener mellan bakterier.

Elisabeth Haggård och hennes kollegor har studerat en grupp besläktade fager som kallas P2-familjen. Det är fager som angriper den vanliga tarmbakterien *Escherichia coli*. DNA hos en enskild P2-fag skiljer sig mycket lite från DNA hos en annan P2-fag, utom på två specifika platser. På dessa platser är variationen stor och det beror på att olika fager tagit med sig olika bitar DNA från värd bakterien. Funktionen för generna i det DNA som fagen fått med sig från bakterierna är oftast okänd. Men hos P2 har forskarna sett att vissa gener som finns i det varierande området gör värd bakterien okänslig för angrepp av andra sorters fager.

– Vi gör det här för att lära oss mer om hur just P2-fager fungerar, vilka sorters gener de flyttar mellan bakterier och hur det går till. Det är kunskap som man kanske kan överföra till andra bakterier och fager. Bakterier har stor betydelse för många ekologiska funktioner, till exempel nedbrytning och omvandling av organiska föreningar. Och eftersom fager kan påverka mängden och sammansättningen av bakterier i olika miljöer har också de en viktig roll i ekosystemen. Det skulle till exempel vara intressant att veta vilka fager som angriper cyanobakterierna som orsakar algbloomingarna i Östersjön. Det kanske är fager som är huvudorsaken till att cyanobakterierna dör och algbloomingen avtar efter en tid, spekulerar Elisabeth Haggård.

Med mer kunskap skulle man kunna utnyttja fagens speciella egenskaper. Fager har som mål att föröka sig

vilket innebär att de dödar bakterier. Samma proteiner som fager använder för att döda bakterier skulle kanske kunna användas som antibakteriella medel.

– Jag kan se många områden där mer kunskap om fager skulle kunna komma till användning, säger Elisabeth Haggård. Bara fantasin sätter gränserna för vad man skulle kunna göra.



Siv Andersson

GENETISK VARIATION GER BAKTERIER NYA MÖJLIGHETER

Vilka genetiska skillnader finns det mellan besläktade bakterier? Kan bakteriernas genetiska variation påverka den biologiska mångfalden?

Idag transporteras människor och djur över geografiska gränser på ett helt annat sätt än tidigare. Nya kontakter uppstår mellan olika arter och risken ökar för att bakterieinfektioner ska spridas. När bakterier infekterar värd djur som de inte kommit i kontakt med tidigare kan det få katastrofala konsekvenser för den biologiska mångfalden i en viss miljö. Därför är det viktigt att förstå hur den naturliga genetiska variationen ser ut hos bakterier som lever som parasiter på djur.

Bakterien *Bartonella* infekterar många olika däggdjur och lever som parasit inuti deras celler. Vissa arter har bara en värd, medan andra kan växla mellan flera olika värddjur. *Bartonella henselae* till exempel infekterar katter men kan även sprida sig till människor och ger då upphov till sjukdomen kattklösarsjukan. I ett projekt på Institutionen för evolution, genomik och systematik vid Uppsala universitet har forskarna analyserat ett fyrtiotal olika stammar av *B. henselae* för att ta reda på hur deras arvs massa är organiserad. De ville se om delar av arvs massan kan flytta sig mellan individer och populationer, och vad det betyder för infektionsförloppet.

– Vi upptäckte att det finns en grupp gener som är densamma i alla stammar, säger professor Siv Andersson som har lett projektet. Den här kärnan av gener överförs till nästa generation genom vanlig nedärvning. Men det finns också genetiska skillnader mellan de olika stammarna. Skillnaderna finns i speciella områden som kallas genomiska öar. Generna i de genomiska öarna kan hoppa både mellan olika stammar och olika arter.

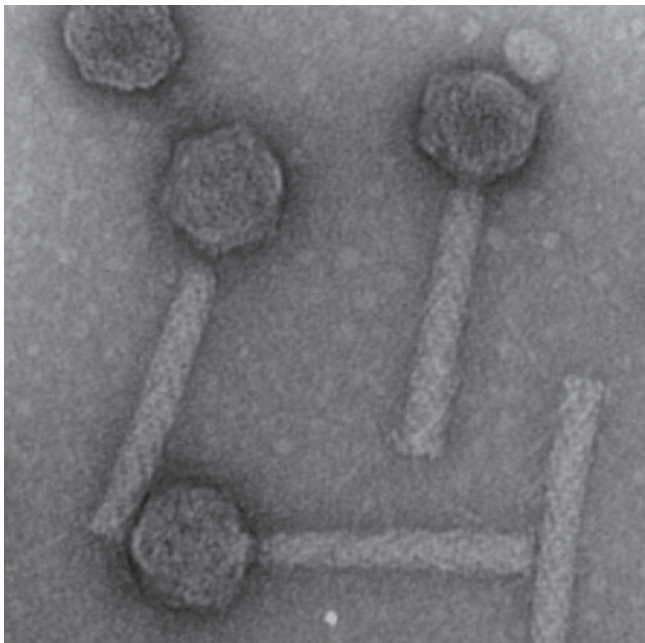
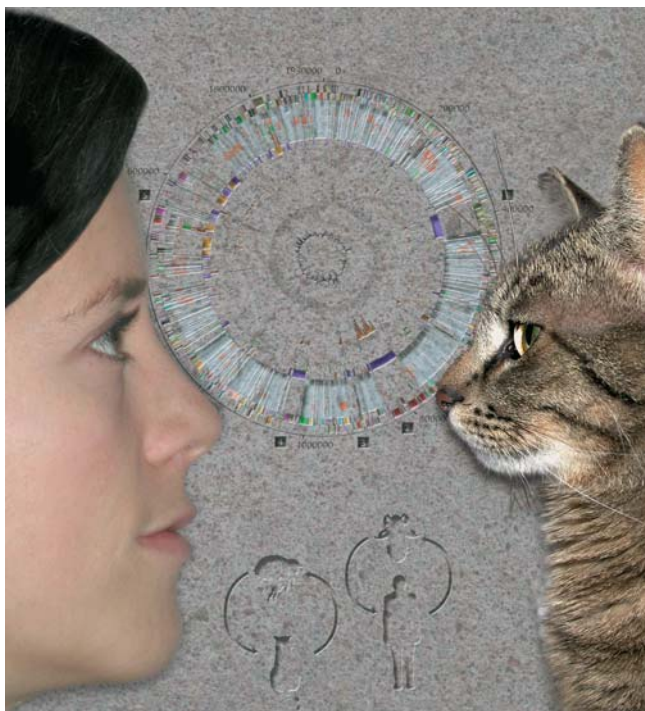


FOTO: ROSS INMAN

Elisabeth Haggård och hennes kollegor har studerat en grupp fager som hör till P2-familjen, bland annat fager på bilden. Fager är virus som angriper bakterier, och just P2-fager tar sig in i tarmbakterien *Escherichia coli*.



Bakterien *Bartonella henselae* använder både katt och människa som värdjur. En bakterie med stor genetisk variation har lättare att infektera olika arter av värdjur.

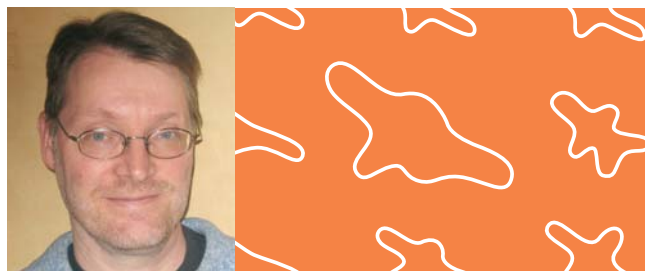
De har troligen kommit in i *B. henselae* från någon helt annan art, till exempel med hjälp av bakterievirus.

I de genomiska öarna är det mycket vanligt att DNA arrangeras om så att nya kombinationer av gener eller delar av gener kan uppstå. Det här kan vara ett sätt för bakterierna att undkomma värdjurets immunförsvar.

– När DNA arrangeras om och nya genkombinationer skapas kanske bakterierna kan producera nya varianter av ytproteiner. Immunförsvarets celler har svårt att känna igen bakterier med nya ytproteiner och det skulle kunna vara anledningen till att infektionen blir långvarig eller kronisk.

Siv Andersson och hennes medarbetare har också studerat två släktingar till *B. henselae* och de såg att det finns ett samband mellan storleken på de tre arternas arvsmassa och hur specialiserade de är. *Bartonella quintana* som bara infekterar människor har den minsta arvsmassan, medan *Bartonella grahamii* som infekterar många olika arter av möss och andra smågnagare har femtio procent mer DNA i sin arvsmassa. Arvsmassan hos *B. henselae* ligger mellan de andra två i storlek.

– Hos *B. grahamii* var den genetiska variationen extra markant. Där såg vi att även bakteriepopulationer från geografiskt närliggande områden hade skillnader i de genomiska öarna. Däremot fanns det inom ett visst område samma genetiska variant av *B. grahamii* hos alla arter av smittade möss. Det stöder teorin att stor genetisk variation inom populationen gör att bakterierna lättare kan infektera många olika arter av värdjur.



Sören Nylin

NYA ARTER NÄR FJÄRILAR VÄLJER FLER VÄRDVÄXTER

Kan sättet att utnyttja olika värdväxter påverka uppkomsten av nya fjärilsarter? Hur går det i så fall till?

Mångfalden av växtätande insekter är mycket stor. Detsamma gäller för de blomväxter som insekterna äter av. Tillsammans utgör de här organismerna mer än hälften av alla världens beskrivna arter, trots att de har funnits på jorden under relativt kort tid evolutionärt sett.

– Anledningen till att det finns så många arter och att de har uppkommit så snabbt är att mångfalden av växtätande insekter har drivits fram av mångfalden av blommande växter, säger professor Sören Nylin på Zoologiska institutionen vid Stockholms universitet. Den här utvecklingen beror delvis på hur många olika sorters växter som insektsarterna klarar av att leva på.

Sören Nylin och hans kollegor har speciellt studerat fjärilsarten vinbärsfuks (*Polygonia c-album*) och vilka sorters växter larverna äter av. Vinbärsfuxen utnyttjar



Den här honan av vinbärsfuks sitter på en brännässla där hon lägger ägg – ett av dem syns under bladet.



FOTO: NIKLAS JANZ

Brännässla är en av de växter som vinbärsfuksens larver äter. Den här larven har nästan växt färdigt. De vassa tornarna på kroppen skyddar mot fiender.

många olika växter, till exempel vinbär, humle, björk och alm. Andra fjärilsarter av samma släkte är mycket snävare i sitt värdväxtutnyttjande.

– Vi delade in vinbärsfuksens släktingar i olika grupper beroende på hur nära släkt de är med varandra. När vi jämförde de olika grupperna såg vi att det finns fler arter i de grupper där fjärilarna kan utnyttja många sorters värdväxter jämfört med de grupper där fjärilarna har ett snävare val av värdväxter. Det finns alltså en koppling mellan antalet fjärilsarter och antalet växtarter som fjärilarna utnyttjar.

Sören Nylin och Niklas Janz har lagt fram en teori om hur kopplingen mellan mångfalden av insekter och mångfalden i utnyttjandet av värdväxter ser ut. De menar att förmågan hos insekterna att utnyttja många eller få värdväxter varierar över tid. Ibland kan insekter med ett snävt värdväxtutnyttjande av olika anledningar utöka sitt val av värdväxter. De kan då sprida sig till nya platser där de sedan utvecklas genom att de anpassar sig till den nya livsmiljön.

– Med tiden kan de komma att avvika så mycket från insekterna på de ursprungliga platserna att en ny art har bildats. Då har mångfalden av arter ökat. En av anpassningarna är att de blir mer och mer specialiserade i sitt val av värdväxter. Därmed är cirkeln sluten och det fluktuerande mönstret kan börja om. Allt det här sker naturligtvis under en tidsrymd av miljontals år, men eftersom det pågår hela tiden har vissa arter just nu ett brett värdväxtutnyttjande medan andra har ett snävare. Vinbärsfuksen till exempel befinner sig i den fas där den utnyttjar många värdväxter medan dess släktingar ligger före eller efter.

Sören Nylin tror att forskningsresultaten kan få betydelse för arbetet med att bevara hotade arter.

– Vi har gett en teoretisk förklaring till hur mångfalden av växtätande insekter har uppkommit. Den visar att det är viktigt att ta hänsyn till insekternas utnyttjande av värdväxter om man vill förstå varför en art är hotad. En sådan mer generell förståelse tror jag måste ligga till grund för det praktiska bevarandearbetet, till exempel för åtgärdsprogram för att bevara specifika arter.



Bengt Karlsson



FJÄRILAR ANPASSAR SIG TILL ETT VARMARE KLIMAT

Förändringar i miljön kan gå fort. Klarar djuren av att anpassa sig?

Hos fjärilar beror kroppstemperaturen på omgivningens temperatur. Den optimala kroppstemperaturen för att de ska kunna flyga och föröka sig är olika hos olika fjärilsarter och beror på vilken miljö de lever i. Vad händer då med fjärilar när miljön förändras så att temperaturen ökar?



Bengt Karlsson har undersökt kvickgräsfjärilar dels från ren skogsmiljö, dels från jordbrukslandskap. Han såg att fjärilar från det öppna landskapet lade fler ägg och flög längre vid högre temperaturer än vad fjärilar från skogen gjorde.



Eftersom de undersökta fjärilarna föddes upp på laboratorium under identiska förhållanden drog Bengt Karlsson slutsatsen att de egenskaper han upptäckte var nedärvda.

Docent Bengt Karlsson på Zoologiska institutionen vid Stockholms universitet har studerat hur olika temperaturer påverkar olika fjärilsarter när det gäller livslängd och förmåga att flyga och fortplanta sig. Han jämförde två arter av skogslevande fjärilar som är vana vid en relativt sval miljö med två arter av fjärilar som lever i en öppen och varmare miljö.

– För båda fjärilstyperna ledde högre temperatur till att deras livslängd blev kortare, säger han, men fjärilsarterna från det öppna landskapet klarade sig bättre än de skogslevande arterna. Detsamma gällde förmågan att föröka sig. De fjärilsarter som lever på öppna ytor förökade sig bättre vid högre temperatur än vad de skogslevande arterna gjorde.

Forskarna jämförde också fjärilar av arten kvickgräsfjäril (*Pararge aegeria*) som de samlat in från två typer av miljöer. Det var dels en ren skogsmiljö utan inslag av öppna marker, dels ett jordbrukslandskap med endast små dungar av skog.

– I de här försöken såg vi att fjärilar som kom från jordbruksmiljön lade fler ägg vid en högre omgivningstemperatur än skogsfjärilarna. Vid lägre temperatur var förhållandet det omvända.

Även fjärilarnas flygförmåga vid olika temperaturer påverkades av vilken typ av landskap de kom från. Vid låg temperatur flög de skogslevande fjärilarna längre, men vid högre temperatur var det istället fjärilarna från det öppnare landskapet som flög längre.

De fjärilar man studerade var inte de individer som hade samlats in från olika miljöer, utan deras avkomma som alla hade vuxit upp under samma förhållanden. Forskarna drar därför slutsatsen att de egenskaper man tittade på är nedärvda.

– Det är spännande att vi kunde se så pass stora skillnader mellan de olika populationerna. Förändringar i miljön kan gå mycket fort. Det splittrade skogslandskapet, med skog och öppna ytor blandade, är en relativt ny livsmiljö för kvickgräsfjärilen som normalt lever i sammanhängande skogsområden.

– I bevarandearbete brukar djur ofta betraktas som oföränderliga, men nu har vi sett att evolutionen faktiskt kan gå relativt snabbt när miljön förändras. Det är viktig kunskap att ta till sig när åtgärdsprogram för hotade arter ska tas fram, särskilt i dessa dagars diskussion om klimatförändringar säger Bengt Karlsson.



Per Ericson

FÅGLARNA FÅR NYTT SLÄKTTRÄD

Hur är världens fåglar släkt med varandra? Kan kunskap om nya fågelarter påverka den biologiska mångfalden?

Världens fågelarter brukar delas in i olika grupper efter hur man tror att de är släkt med varandra. Släktskapet har oftast grundat sig på fåglarnas utseende, beteende



Rödneckad kaktusgårdsmyg (*Campylorhynchus rufinucha*) i El Salvador. Gårdsmygarna tillhör samma grupp som bland annat nötväckor och trädkrypare.

FOTO: GÖRAN FRISK



Skuggstork (*Scopus umbretta*) i Kenya. Skuggstorken är närmast släkt med träskonäbben och pelikaner, inte med storkar!

och livsmiljö. Per Ericson, docent vid Naturhistoriska riksmuseet, och hans kollegor har istället jämfört olika grupper av fåglar genom att jämföra det DNA som finns i fåglarnas cellkärnor. Och slutsatserna är överraskande.

– Vi har fått en del oväntade resultat som gjort att fåglarna har fått ett nytt släkträd, säger Per Ericson. Till exempel visade det sig att doppingarna är mest släkt med flamingoer och med duvrallar på Madagaskar. Och tättingarnas systergrupp är papegojorna. Det här är samband som tidigare var okända. Man har haft ganska bra kunskap om hur fåglarna inom de olika fågelfamiljerna är besläktade. Men hur fågelfamiljerna i sin tur är släkt med varandra har varit mer oklart. Det är otroligt roligt att komma fram till något som ingen visste tidigare. Och våra resultat har också bekräftats av andra forskare.

När forskarna har studerat fåglarnas släktskap har de också kunnat presentera nya rön om hur fåglarna utvecklats under evolutionen. Bland annat har de sett att gruppen tättingar har funnits på jorden fyrtio miljoner år längre än man tidigare trott. Tättingar är den största fågelgruppen med ungefär två tredjedelar av alla arter. Hit hör de fåglar vi är vana att se vid fågelbordet: mesar, finkar och trastar, men också kråkfåglar som skator och kajor.

– Vi har kommit fram till att det fanns tättingar redan under Kritaperioden, det vill säga samtidigt som dinosaurierna. De arter som lever här i Norden är mest släkt med tättingar i Australien medan många sydamerikanska arter är mer avlägset släkt med våra.

Per Ericsons forskargrupp har mest studerat tättingar



Blåkronad motmot (*Momotus momota*) i El Salvador. Fossil visar att den numera syd- och centralamerikanska familjen Momotidae (motmoter) också levde i Europa för cirka 35 miljoner år sedan. Den är närmast släkt med kungsfiskare och todier.

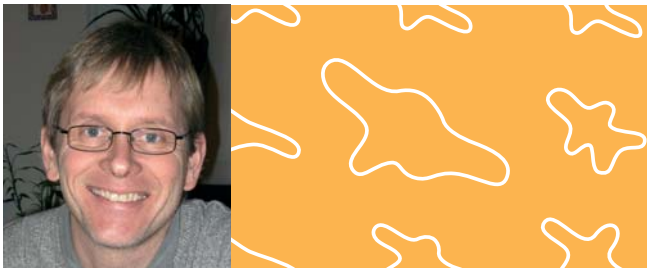


Guldrast (*Zoothera dauma*) i Vietnam. Sydasiens fågel fauna är mycket artrik med många vackra och spektakulära arter.

i tropikerna i Sydamerika och Sydostasien. Där har de bland annat kunnat visa att isolerade populationer av kända arter istället kan vara arter som är nya för vetenskapen.

– Insikten att en population inte alls tillhör den art man tidigare trott är inte bara intressant ur forskningssynpunkt. Den är också viktig för kunskapen om den biologiska mångfalden och för arbetet med att bevara djur och deras livsmiljöer. I ett bergsområde i Vietnam finns en grupp fåglar som man trodde var av samma art som fåglar i Kina med ett liknande utseende. Eftersom den arten är vanlig i Kina var den inte så intressant ur bevarandesynpunkt. Men vi har visat att den vietnamesiska populationen är en egen art vilket leder till ett ökat behov av att skydda det bergsområde där fåglarna lever.

– I ett annat område avbröts en bergstäkt när vi hade visat att det fanns en mycket ovanlig art i området. Våra resultat har fått stor uppmärksamhet i Vietnam, och både myndigheter och massmedier har varit intresserade av det vi har kommit fram till. Det är glädjande, säger Per Ericson.



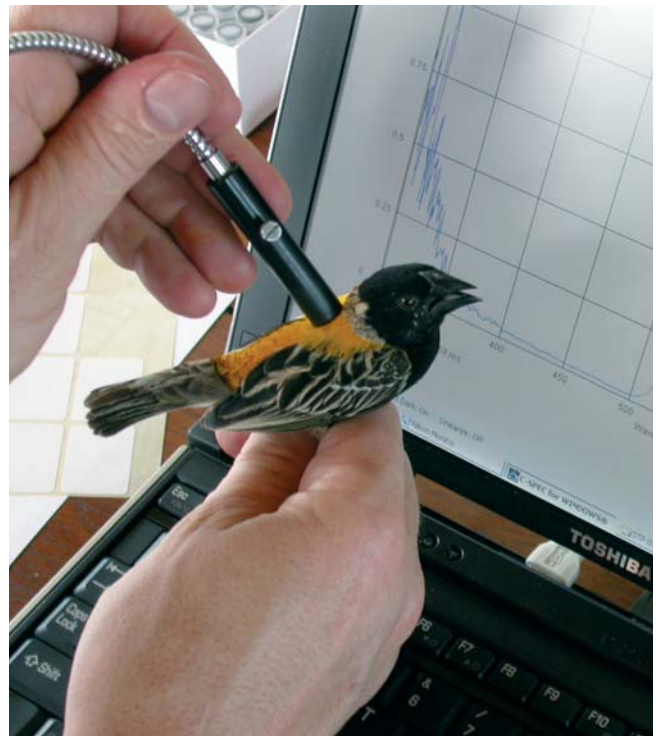
Staffan Andersson

ÄNKOR OCH BISKOPAR – SEXUELL SELEKTION OCH FÄRGSTARK MÅNGFALD

Hur har den stora och färgrika mångfalden inom en grupp afrikanska fåglar uppkommit? Vad beror fåglarnas färgrikedom på? Hur kan kunskaper om fåglarnas evolution användas för att bevara mångfalden?

Fåglar som tillhör släktet *Euplectes* kallas på svenska änkor och biskopar. De lever huvudsakligen i tropiska Afrika och kännetecknas av att hanarnas fjäderdräkt förändras dramatiskt i samband med häckningssäsongen. De brunaktiga fjädrarna byts då mot en iögonfallande svart praktdräkt med ornament i form av gula eller röda färgfläckar, och hos änkorna även förlängda stjärtplymer.

Trots att de sjutton arterna i släktet liknar varandra när det gäller utbredning, ekologi och beteende varierar hanarnas praktdräkter väldigt mycket. Hos några arter är stjärtfjädrarna extremt långa medan andra har rödfärgade områden som täcker stora delar av kroppen. Professor Staffan Andersson och hans forskargrupp



Färgsignalerna mäts med fiberoptik och reflektansspektrometri.

på Zoologiska institutionen vid Göteborgs universitet har studerat hur variationen på ornamenten har uppkommit.

– Det här är ett exempel på stark och konsekvent riktad sexuell selektion, säger han. Både bland dagens arter och hos de tidigaste förfäderna har individer med lång stjärt eller starka färger haft en konkurrensfördel vid häckningen. Det beror troligen på att egenskaperna ger signaler om hälsa och kvalitet till honor och rivaliserande hanar.

Ornament genom riktad evolution

Stjärtplymerna och de röda färgerna hos biskopar och änkor har uppstått tidigt i släktets historia. De har sedan aldrig förlorats utan gradvis blivit allt extremare. Det skiljer dem från många andra fågelgrupper som forskare har studerat för att ta reda på de sexuella ornamentens evolution.

– Vi gjorde ett släkträd för arterna som grundar sig på hur mycket deras DNA skiljer sig åt. Sedan rekonstruerade vi hur ornamenten troligen har utvecklats och vi såg att utvecklingen följde släkträdet mycket nära, det vill säga ju mer besläktade arterna är desto mer lika är deras ornament. Förlängd stjärt har bara uppstått två gånger under fågelgruppens evolution. Inga arter har förlorat den långa stjärten och den har nästan aldrig blivit kortare.

Samma förhållande gäller för utvecklingen från gul till röd färg. Den röda färgen uppkom tidigt hos en förfader till biskoparna och har aldrig förlorats eller återgått till gult.

– Det starka sambandet mellan släktskap och utvecklingen av ornamenten var lite överraskande eftersom det inte har varit lika tydligt i studier av andra fåglar. Man hade kunnat förvänta sig att extrema varianter av ornamenten skulle finnas hos arter lite varstans i släktträdet.

Ett annat intressant resultat är att inga arter har utvecklat extrema varianter av båda typerna av ornament, det vill säga mycket långa stjärtfjädrar och samtidigt stora och röda färgfläckar.

– Det beror förmodligen på att det medför stora kostnader för fåglarna att producera ornamenten. Att ha båda typerna skulle innebära en alltför stor investering, så det har blivit antingen det ena eller det andra. Det är antagligen den här avvägningen mellan kostnaderna som har gjort att ornamenten varierar så mycket inom gruppen.

Färg från olika typer av pigment

För att förstå vilka kostnader det medför att ha en färgstark fjäderdräkt har forskarna studerat vad som ligger bakom produktionen av färgerna. De gula och röda färgerna beror på att det finns karotenoider i fjädrarna. Karotenoider är pigment som fåglarna får i sig genom födan och som sedan transporteras ut i fjädrarna. Men i födan finns bara gula varianter av karotenoider.

– När vi analyserade vilka pigment som fanns hos olika arter såg vi att det bara var en grupp av biskopar som hade de röda formerna av karotenoider. Biskoparna kan alltså omvandla de gula karotenoiderna som de får i sig genom födan till röda varianter. Omvandlingen görs av ett speciellt enzym som bara finns hos biskoparna. Några av änkorna har visserligen också röda fläckar men det beror på att det finns större mängder av det gula pigmentet i fjädrarna, inte på att de har röda pigment.



Här ringmärks en hane och en hona av Mountain Marsh Widowbird (*Euplectes psammocromius*) på Nyikaplatån i norra Malawi. Arten är starkt begränsad till denna och ytterligare en platå i södra Tanzania. Könsskillnaden är extremt stor hos den här fågelarten.



Blackwinged red bishop (*Euplectes hordeaceus*).



Red-shouldered widowbird (*Euplectes axillaris*) i Natal i Sydafrika.

Eftersom det bara är biskopar som har röda pigment betyder det att enzymet som omvandlar karotenoider från gula till röda varianter bara har uppkommit en gång under evolutionen av *Euplectes*-släktet. Det skedde troligen hos en förfader till dagens biskopar, och finns därför inte hos änkorna.

– Nu försöker vi hitta den gen som ger upphov till enzymet. När vi vet vilken gen det är kan vi även studera hur den har utvecklats under evolutionen och hur dess utveckling hänger ihop med arternas släktskap.

Mångfaldens historiska bakgrund är viktig för bevarandebiologin

Forskare som studerar släktskap mellan arter får en bra bild av hur mångfalden ser ut och hur omfattande den är. Staffan Andersson och hans medarbetare har också undersökt de historiska orsakerna till mångfalden.

– Uppkomsten av nya arter är grunden för den biologiska mångfalden. Därför är det viktigt att veta vad som påverkar artbildningen. Sexuellt urval, särskilt när det är så här starkt, har troligen haft stor betydelse tillsammans med andra faktorer, som till exempel spridning till nya miljöer, säger Staffan Andersson.

– För att bevara mångfalden räcker det inte med att kunna beskriva den; det behövs också förståelse för den historiska bakgrunden. Kunskaper om hur arterna har uppkommit och vilka selektionstryck som styr artbildningen är mycket viktiga. Ett konkret exempel är pigmenten som är så viktiga för biskoparna och änkorna. Om förändrade ekologiska förhållanden minskar fåglarnas möjligheter att få i sig eller omvandla pigmenten kan det få stora effekter på deras fortplantning, och i förlängningen på den biologiska mångfalden.



Den största underarten av röd biskop (*Euplectes orix*) finns i Kapregionen i Sydafrika.

Ekosystemnivån

Ekosystemens funktion upprätthålls av alla de arter som ingår, knutna tillsammans i komplexa system. Den biologiska mångfalden behövs för att säkerställa ekosystemens funktion under olika förhållanden. Ett ekosystem som har många arter har större möjligheter att stå emot förändringar och att återskapas efter en katastrof.

Hur mycket biologisk mångfald behövs det för att ekosystemen ska fungera? Det är en fråga som ställs av bland annat politiker och skogsägare. Ur vetenskapligt perspektiv är det svårt att ge detaljerade svar. Men det finns forskning som tyder på att fler arter i ett ekosystem kompletterar varandra bättre till funktionen. Till exempel utnyttjas de tillgängliga resurserna effektivare när det finns många växtarter med olika rotsystem och olika tillväxtperioder än när det finns bara ett fåtal arter som fungerar på ungefär samma sätt.

Vilken betydelse har biologisk mångfald för att ekosystemen ska fortsätta att fungera ungefär som idag och inte växla över till helt andra former? Fenomenet kallas ibland för flippande ekosystem. Flera exempel finns från korallrev och betesmarker från olika delar av världen där felaktig skötsel och förlust av biologisk mångfald har lett till att produktiva system har förvandlats drastiskt när de har drabbats av en störning som de tidigare kunde klara av.

Naturen slutar inte att fungera i ett flippande ekosystem, men den byter komponenter och blir ofta utarmad. Det kan bli dramatiska förändringar som kanske inte upplevs som positiva av oss människor. Vi gillar inte algdominerade rev med små fiskbestånd eller buskdominerade gräsmarker som inte passar för betesdjur. En igenväxt hage eller ett övergött hav fungerar ju fortfarande som ekosystem, men nu med andra arter och nya förutsättningar. Men värdet av ekosystemet har förändrats – ur ett mänskligt perspektiv.

Ekosystemtjänster

Något som efterfrågas starkt idag är information om mångfalden av viktiga funktionella grupper i ekosystemen. Det kan vara grupper som pollinatörer,

fröspridare, kvävefixerare och nedbrytare. De bidrar med ekosystemtjänster som är viktiga för människans välbefinnande.

Ofta är vi inte medvetna om alla ekosystemtjänster som arterna i naturen utför. Ekologer har beräknat att cirka 99 procent av bekämpningen av skadedjur på världens grödor och husdjur utförs av andra arter, helt gratis. Fast ofta sprutar vi ihjäl de nyttiga organismerna i vår iver att ta kål på den sista procenten skadliga organismer. Grödor och andra odlade växter sätter frö och frukt tack vare att de pollineras av över 1 500 olika djurarter världen över. Sådana gratis ekosystemtjänster utförs ständigt och inkluderar bland annat produktion av vilda växter och djur, mediciner, näringsämnesomsättning, luftrening, vattenrening, klimatmoderering, rekreation och naturupplevelser. Beräkningar tyder på att värdet av dessa ekosystemtjänster världen över är nästan dubbelt så stort som alla länders samlade bruttonationalprodukt.



Ove Eriksson

ARTRIKA VÄXTSAMHÄLLEN INVADERAS LÄTTARE AV NYA ARTER

**Hur klarar nya arter av att etablera sig i ett växtsamhälle?
Vilken betydelse har mångfalden?**

Den ökande globaliseringen medför att växter och djur kan förflyttas över hela jorden och hamna på platser där de från början inte hör hemma. Ekosystemets mångfald,

sammansättning och ekologiska funktion förändras när främmande arter kommer in och det kan skapa stora problem, både ekonomiskt och för naturvården. Därför är det viktigt att veta vad som avgör om nya arter kan etablera sig eller inte. Ove Eriksson, professor på Botaniska institutionen vid Stockholms universitet, har studerat om artrikedom och funktionell mångfald påverkar möjligheten för nya arter att invadera ett växtsamhälle.

– Det har funnits en syn att en stor mångfald i ett ekosystem skulle vara ett hinder för nya arter att etablera sig, säger han. Med många arter skulle alla ekologiska nischer vara upptagna och nya arter skulle inte kunna komma in så lätt. Men vi såg att det snarare var tvärtom. En artrik miljö är artrik just för att det är så lätt för nya arter att etablera sig.

Ove Eriksson och hans medarbetare gjorde sina försök i naturbetesmarker. Det är en naturtyp med mycket stor mångfald; man kan hitta fyrtio till femtio arter på en



FOTO: OVE ERIKSSON

Det är inga problem för nya växter att etablera sig på en äng även om den redan är rik på arter.

kvarts kvadratmeter. I försöken delade forskarna in växterna i olika grupper beroende på vilken funktion de har i ekosystemet. Gräs och grässläktingar placerades i en funktionell grupp, ärtväxter i annan och övriga örter i en tredje grupp.

– Vi använde ett fyrtiotal försöksytor där vi först inventerade vilka arter som fanns. Sedan tog vi bort de växter som hörde till antingen ärtväxter eller övriga örter, eller ett slumpmässigt urval av växter från båda grupperna. På vissa ytor tog vi inte bort några växter alls. Sedan satte vi ut frön från några arter som är ovanliga i området och studerade hur bra de etablerade sig. Vi såg att det inte spelade någon roll om vi hade tagit bort några växter eller inte. De nya arterna etablerade sig lika bra oavsett om det fanns många arter och olika funktionella grupper eller inte.

Den typ av växtsamhälle som forskarna studerade är alltså öppet för nya arter och mångfalden är inte en begränsande faktor. Istället kom forskarna fram till att det är mängden frön som kommer in i området som avgör om arten kommer att etablera sig eller inte. Och mängden frön beror på hur många växter av samma art det finns i omgivningen samt hur deras frön kan sprida sig.

– Den omgivande miljön kan alltså ha stor effekt på den lokala artrikedomen. Det här har hittills varit en försummad aspekt i arbetet med att bevara den biologiska mångfalden. Naturvårdsplaneringen skulle behöva göras på en mer övergripande nivå, för hela landskap och inte bara för lokala områden. Jag tror att den insikten börjar finnas vid till exempel länsstyrelserna men den skulle behöva omsättas i konkreta handlingar i form av skötselplaner och stödformer, säger Ove Eriksson.



Johan Ehrlén

BÄTTRE MODELLER FÖR ATT UPPSKATTA ARTERS SÅRBARHET

Hur kan man bedöma vilka arter som är mest sårbara? Kan man få uppskattningar av sårbarhet att stämma med verkligheten?

Biologer som arbetar med att bevara hotade arter använder ofta så kallade sårbarhetsanalyser för att uppskatta vilka överlevnadsmöjligheter olika arter har. Med sådana modeller försöker man identifiera vilka faktorer som är avgörande för växtens eller djurets överlevnad. Tyvärr vet man ännu väldigt lite om hur bra modellernas uppskattningar överensstämmer med vad som händer i verkligheten.

– Det här är ett problem. Det har nämligen blivit allt vanligare att klassificering av hotade arter görs på grundval av riskbedömningar som har gjorts med hjälp av sårbarhetsanalyser. Därför är det viktigt att få ett mått på hur tillförlitliga sådana riskbedömningar är, säger Johan Ehrlén, universitetslektor vid Botaniska institutionen på Stockholms universitet.



FOTO: BENGTH HEDBERG/NATURBILD

Hur sårbar är vårarten? Går det att få fram en modell som kan förutsäga detta på ett säkert sätt?

Resultaten från forskarnas undersökningar tyder på att modellerna inte alltid ger en tillförlitlig bild av en arts situation. Till exempel såg de att förekomsten av vårärt (*Lathyrus vernus*) i ett testområde minskade, medan uppskattningar gjorda med en konventionell sårbarhetsanalys visade att arten klarade sig bra.

– De modeller som används idag är projektioner av dagens förhållanden och analyserar framför allt betydelsen av slumpvisa händelser. De tar inte hänsyn till hur mer långsiktiga förändringar i miljön påverkar överlevnaden.

Johan Ehrlén och hans kollegor håller därför på att utveckla en modell där även miljöförändringar ingår. De har undersökt vilka miljöfaktorer som förändras när gräsmarker växer igen och blir till lövskog för att så småningom övergå till barrskog. Samtidigt har de studerat hur detta påverkar tillväxt, förökning och överlevnad av några olika växtarter.

– Om vi tar med förändringar i miljön i modellen tror vi att den kommer att fungera bättre. En koppling mellan olika miljöfaktorer och en arts överlevnadsmöjligheter kan dels göra det lättare att identifiera vad som är det verkliga hotet mot arten, dels ge en bättre grund för vilka bevarandeåtgärder man väljer.

Den modell som Johan Ehrlén och hans grupp utvecklar skulle kunna ge bättre uppskattningar av arters långsiktiga möjligheter att överleva. Men modellen bygger på en mycket stor mängd data, och det kommer därför att vara svårt att använda den som ett standardredskap för alla arter man vill analysera. Johan Ehrlén tror att när de väl har en modell som fungerar kan de identifiera vilka variabler som är de viktigaste. Sedan kan man utgå från dessa variabler för att utforma nya modeller som kan tillämpas i det praktiska bevarandearbetet.



Bo Ebenman

KOMPLEXA EKOSYSTEM ÄR MER ROBUSTA

Ett helt ekosystem kan påverkas av att en enstaka art dör ut. Hur stor är risken att detta ska ske?

Växter och djur i ett ekosystem är beroende av varandra i ett komplext nätverk av växelverkan mellan olika arter. Det gör att om en art dör ut kan en eller flera andra arter också försvinna. I värsta fall kan ett helt ekosystem falla



FOTO: JÖRGEN LARSSON

Havsuttern är en nyckelart i de kustnära ekosystemen längs Stillehavskusten i Nordamerika där den stora brunalgen kelp dominerar. Havsuttern har avgörande betydelse för ekosystemens sammanhållning och funktion.

sönder som resultat av att en enstaka art dör ut. Ett känt exempel på sådana sekundäreffekter är den ekologiska kollaps, med massutdöenden och öde bottnar, som blev följden av att havsuttrarna försvann från Stillehavskusten i Nordamerika.

Inom naturvårdsbiologin är det vanligt att man koncentrerar sig på enskilda hotade arter. Bo Ebenman är universitetslektor på Biologiavdelningen vid Linköpings universitet. Han menar att man också måste ta hänsyn till hur arterna samverkar med varandra i ekosystemet. Han har utvecklat en sårbarhetsanalys för att beräkna vilka risker det finns för sekundärt utdöende när en art försvinner från ekosystemet.

– I vår analys tar vi hänsyn till antalet arter, antalet interaktionslänkar mellan arterna och hur starka dessa länkar är, säger han. Det här är faktorer som har betydelse för hur känsligt ett ekosystem är om en art försvinner. Och vi har sett att risken för kollaps då en art försvinner är mindre ju artrikare ekosystemet är.

– I komplexa ekosystem, med ett tätt nätverk av interaktioner mellan arterna, är också risken mindre att andra arter ska dö ut. Det betyder att den biologiska mångfalden fungerar som ett slags försäkring mot sekundära utdöenden.

Med hjälp av sårbarhetsanalysen har forskarna också sett att tiden för sekundära utdöenden beror på var i det ekologiska nätverket den först utdöda arten finns. Om ett djur som befinner sig högst upp i en näringsväv försvinner kommer andra arter att dö ut relativt fort. Om den först utdöda arten finns på en lägre nivå tar det längre tid innan det sker sekundära utdöenden.

– Med våra analyser kan vi få ledtrådar till vilka ekosystem som är extra sköra. De kan också användas för att beräkna vilka arter som är nyckelarter i ekosystemet. Förlusten av sådana arter har större effekt på ekosystemet än förlusten av andra arter.

– När den biologiska mångfalden minskar behövs den här typen av analyser för att vi ska kunna se hur stora konsekvenserna blir när en enskild art dör ut, säger Bo Ebenman. Analyserna bygger på teoretiska beräkningar och de behöver nu testas för att se hur de överensstämmer med verkliga ekosystem. Ett viktigt nästa steg i utvecklingen av sårbarhetsanalyserna blir att väga in hur omvärldsförhållandena varierar i tid och rum.



Tord Snäll

EPIFYTISKA MOSSOR ÄR BEROENDE AV SINA VÄRDTRÄD

**Vilka faktorer är viktiga för mossornas livscykel?
Kommer mossor att överleva i ett förändrat landskap?**

En stor del av artrikedomen i svenska skogar utgörs av mossor. Många av de skogslevande mossorna är epifyter, det vill säga de lever i trädkronor eller på trädstammarnas bark. Det gör att deras växtplatser förekommer fläckvis i landskapet. I barrskogen är det speciellt tydligt eftersom många epifytiska mossor inte kan leva på barrträd. De flesta sådana mossor finns därför bara på de aspar, sälgar eller ädellövträd som finns insprängda bland barrträden.

Epifyternas fläckvisa växtplatser har stor betydelse för hur de kommer att överleva när landskapet förändras, säger forskaren Tord Snäll på Institutionen för ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han har studerat epifytiska mossor i ett forskningsprojekt lett av professor Håkan Rydin på Evolutionsbiologiskt centrum vid Uppsala universitet.

– Vi tittade bland annat på hur mossarten aspfjädermossa sprider sig. Mossornas sporer är mycket små och man skulle kunna tro att de lätt kan sprida sig med vinden över stora avstånd. Det gör de säkert, men vi såg att chansen att ett träd koloniserar av aspfjädermossa berodde på hur nära det stod ett träd som redan hade mossan växande på sig. Och träd som växer isolerat har betydligt mindre chans att bli koloniserade av mossan.



FOTO: HÅKAN RYDIN

Aspfjädermossa (*Neckera pennata*) växer på lövträd vars bark har högt pH-värde, till exempel asp. För att sprida sig är den beroende av att värdräden inte står alltför glest i landskapet.

Det innebär att aspfjädermossa, som är en missgynnad art enligt rödlistan, kan få svårigheter att överleva i framtiden. Den kommer kanske inte att kunna sprida sig i ett landskap där avståndet mellan värdräden är för stort. Det är något som kan hända när landskapet fragmenteras, det vill säga splittras upp i många små områden på grund av det moderna skogsbruket.

– Mossans begränsade spridningsmöjligheter är också något att tänka när man planerar att skydda vissa miljöer, till exempel i naturreservat. Det är inte bara den lokala miljön man måste ta hänsyn till utan även var områdena ligger i förhållande till spridningskällor.

Forskarna studerade också andra delar av mossornas livscykel och såg att när sporer har landat på en lämplig växtplats gror de bättre vid ett högre pH-värde och om det är fuktigt. Mossan växer långsamt och det kan ta tjugo till trettio år innan den kan börja producera sporer och sprida sig. När mosskolonin sedan dör är det för att trädet den lever på dör och faller.

– Vi upptäckte att epifytiska mossor nästan aldrig dör på ett träd som fortfarande lever, säger Tord Snäll. Men när trädet dör försvinner mossan. Det innebär att för epifyter har livsmiljön, träden, en avgörande betydelse för om arten kommer att öka, minska eller förbli oförändrad.



Susanne Åkesson

NYA METODER AVSLÖJAR HUR FJÄRILAR FLYTTAR

Hur flyttar fjärilar genom Europa? Varifrån kommer de fjärilar som anländer till Sverige under sommaren?

Fjärilar rör sig ofta långa sträckor varje år för att hitta de platser där det är bäst för dem att leva och fortplanta sig. Men forskarna vet ännu inte så mycket om hur de flyttar. Och till skillnad från fåglar kan man inte följa fjärlars flyttning genom ringmärkning eller genom att sätta sändare på djuren. Därför får man ta till andra metoder.

– Vi använder två olika sätt att studera hur fjärilar flyttar, säger Susanne Åkesson som är forskare på Avdelningen för zoekologi vid Lunds universitet.

– Med den ena metoden tittar vi på genetiska skillnader hos amiralfjärilar som vi samlar in på olika platser i Europa. Fjärilar som alltid flyttar längs vissa stråk kommer att para sig bara med fjärilar som flyttar längs samma stråk. Därför förväntas individer från olika flyttningstråk ha olika genetiska mönster. När vi tittar på det mönstret kan vi se hur de flyttar.



FOTO: OSKAR BRÄTTSTRÖM

Amiraler i Europa verkar tillhöra två olika populationer med mycket litet genutbyte. Deras flyttning norrut styrs antagligen av speciella väderbetingelser som påverkar när på året individer från de olika populationerna finns i Nordeuropa.



FOTO: OSKAR BRÄTTSTRÖM

Tistelfjärilar flyttar långt mellan Europa och Nordafrika, men deras flyttning och antal varierar kraftigt mellan olika år. Vissa år kan massförekomster registreras i Nordeuropa, medan de nästan inte ses alls under andra år.

Resultaten visar att amiralfjärilar från olika delar av Europa inte flyttar rakt norrut. Istället verkar de röra sig i en sydvästlig/nordöstlig riktning, mellan Italien och Baltikum. På det sättet undviker de att flyga över stora vattenområden och höga berg. Forskarnas resultat visar också att amiralerna kan delas upp i två genetiskt skilda populationer i Europa som inte nämnvärt korsas med varandra.

Den andra metoden går ut på att analysera hur mycket det finns av olika stabila isotoper i fjärlarnas vävnader. Stabila isotoper förekommer i olika stora mängder på olika platser i världen. Närmare ekvatorn finns det mer av isotopen tungt väte än det finns längre norrut. När det tunga vätet lagras in i fjärlens vingar bildar det en slags signatur som visar var fjärlen kommer ifrån.

– Vi har tittat på isotopsignaturen hos fjärilar från olika platser och kunde se att amiralfjärilar som anländer till Sverige under början av säsongen kommer ganska långt söderifrån. När vi gjorde samma analys senare på sommaren såg vi att de fjärlarna kom från mer närliggande platser längre norrut. En del hade till och med vuxit upp lokalt.

Susanne Åkessons forskningsprojekt är en av ett fåtal studier i Europa där man har använt de här metoderna för att studera flyttningmönster. Hon tror att metoderna också kan användas för att undersöka hur fåglar flyttar.

– När vi studerar hur olika grupper av fjärilar och fåglar flyttar kan vi få kunskap om vilka krav djuren har på sin livsmiljö, hur arterna sprids och vilka möjligheter de har att etablera sig på olika platser. Det här är faktorer som alla har betydelse för den biologiska mångfalden.



Stefan Bertilsson

BAKTERIER HAR MÅNGA OLIKA ROLLER I SJÖARS EKOSYSTEM

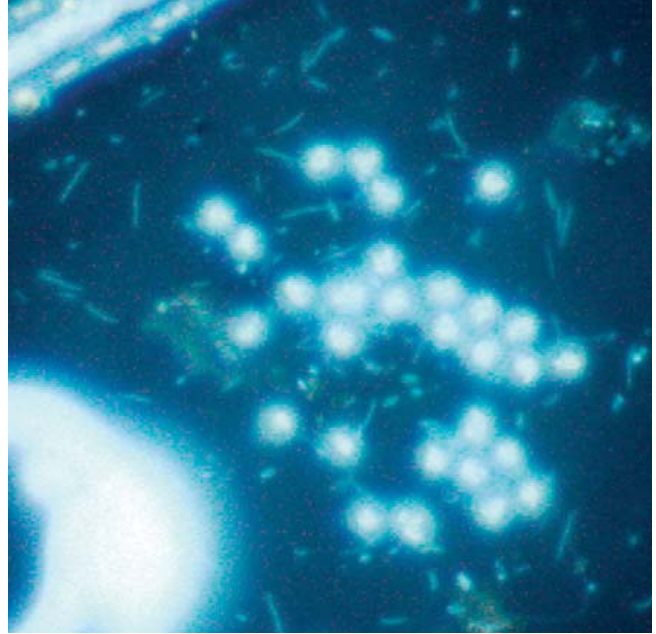
Vilka ekologiska funktioner har bakterier i sjövatten? Är det viktigt med många olika arter av bakterier i vattnet?

Bakterier har en viktig roll i ekosystemen bland annat genom att bryta ner och omvandla kolföreningar. I sötvatten, till exempel sjöar och åar, lever mängder av bakterier och man vet egentligen inte hur stor mångfalden är. Eftersom bakterier från sjövatten oftast inte går att odla och testa i laboratorieförsök är det svårt att ta reda på vilken sorts bakterier som finns i vattnet eller vilka processer de medverkar i. Stefan Bertilsson, forskare vid Institutionen för ekologi och evolution vid Uppsala universitet, har studerat bakterier från Mälaren och andra mellansvenska sjöar.

– Vi ville se hur många olika sorters bakterier som finns i sjövatten, vilka grupper som finns och vilken funktion de har i ekosystemet, säger han. Vi gjorde en storskalig genetisk kartläggning och upptäckte nya



Det finns mängder av bakterier i en sjö. För att bakteriesamhällena ska fungera så bra som möjligt är det viktigt att det finns många olika arter som har olika funktion.



Samspelet mellan olika bakterier är av stor betydelse för bakteriesamhällets samlade funktion och sammansättning. Cyanobakterien *Microcystis* syns som aggregat av runda celler på bilden. Den kan tillverka organiska ämnen genom fotosyntes, och den omges av småbakterier som utnyttjar de organiska näringsämnen.

grupper av bakterier som lever i sjövatten och som inte finns i andra naturliga miljöer.

För att undersöka bakteriernas funktion utvecklade forskarna en metod att studera bakterierna utan att behöva odla upp dem. Metoden bygger på att man använder en stabil isotop av kol, ^{13}C .

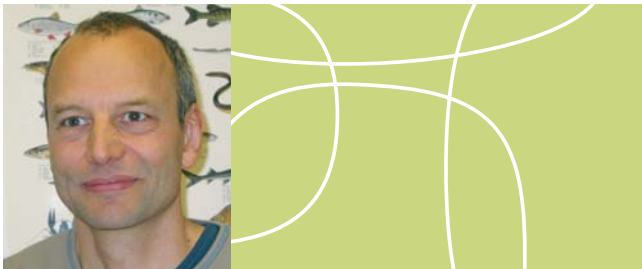
– Vi tar vattenprover direkt från sjön och tillsätter olika näringsämnen som innehåller ^{13}C . Bakterierna i vattnet tar upp näringsämnen och omvandlar kolisotopen till olika typer av kolföreningar. En del av de här föreningarna hör till bakteriens genetiska material. När vi isolerar det genetiska materialet kan vi identifiera vilken eller vilka sorters bakterier som har utnyttjat det tillsatta näringsämnet. Vi får alltså en koppling mellan olika bakteriearter och deras ekologiska funktion.

– Med sådana analyser kunde vi se att vissa grupper av bakterier var bra på att använda socker som kolkälla. Bland de grupperna fanns det arter som fungerade på olika sätt. Vissa grupper av flavobakterier var bra på att utnyttja höga koncentrationer av dessa näringsämnen. Andra arter, främst actinobakterier, var mer konkurrenskraftiga vid låga koncentrationer.

Forskarna använde de olika sockerkoncentrationerna för att simulera processer som bakterierna utför i näringsrikt respektive näringsfattigt vatten. Resultaten tyder alltså på att vissa arter bakterier gynnas av näringsrika förhållanden medan andra klarar sig bättre vid mer näringsfattiga förhållanden. Genom att kartlägga bakterierna i olika mellansvenska sjöar

har Stefan Bertilsson sett att även andra faktorer, till exempel vattenkemiska faktorer, verkar ha betydelse för vilka sorters bakterier som är vanliga eller ovanliga i sjövattnet.

– Vi har sett att vissa arter har liknande funktioner, och att de därmed i princip skulle kunna ersätta varandra. Men för att bakteriesamhällen i sötvatten ska fungera så bra som möjligt under olika förhållanden och i olika miljöer är det viktigt att det finns många arter med varierande funktion. Mångfalden har betydelse även för bakterier.



Peter Eklöv

FYSISKA HINDER STOPPAR FISKEN

Vilka sjöar i Sverige har flest fiskarter? Varför har vissa sjöar många arter medan andra har få?

I Sverige finns det mer än 95 000 sjöar som är större än en hektar. I dessa lever cirka 50 olika inhemska fiskarter. Men många sjöar har bara ett fåtal arter, och det är bara abborre, mört och gädda som finns i de flesta av sjöarna.

Universitetslektor Peter Eklöv och hans forskargrupp på Institutionen för ekologi och evolution vid Uppsala universitet har undersökt varför det finns så olika antal arter i sjöarna. De har använt Fiskeriverkets databas om fiskarter i olika sjöar i Sverige och samordnat dessa data med information om var sjöarna ligger och vilken area och vilket djup de har.

– Vi såg att det finns flest arter i de stora sjöarna och i de större vattendragen. I Väneren och Vättern finns till exempel mer än sexton arter. Det beror på att det finns flera sorters livsmiljöer i stora och djupa sjöar där olika arter kan etablera sig. Och i de större vattendragen har fisken lätt att sprida sig. I andra änden av skalan finns de små, isolerade och högt belägna sjöarna som har mycket få arter. I sjöar i nordvästra Dalarna och i Lapplandsfjällen finns det bara en eller ett par arter, säger Peter Eklöv.

Efter den senaste istiden låg stora landtytor under vatten och en del fiskar kom in i sjöarna redan då. Efter landhöjningen måste all naturlig spridning av fisk från havet till en sjö, eller mellan sjöar, ha skett via vattenvägar.

– Fysiska hinder som forsar och fall har begränsat spridningen mer än vi trodde. Vi kunde se att alla sjöar som ligger ovanför den linje dit havet nådde som högst är relativt artfattiga. Det är alltså få arter som klarat av att vandra dit via vattendragen. Av samma anledning finns det få arter i sjöar som ligger på hög höjd.

– Det som förvånade oss var att kraftverksdammar och andra konstruerade vandringshinder inte påverkar artantalet i sjöar. Vi tolkar det som att utdöendet av etablerade fiskar sker långsamt i sjöar som har blivit isolerade.

Det finns sjöar som har fler arter än forskarna förväntade sig med tanke på var sjöarna ligger. Det finns också de som har färre. Längs västkusten finns ett sådant område där sjöarna har lika få arter som i Norrlands inland.

– Det tror vi beror på att spridningen hindras av det salta havsvattnet. För att komma från en sjö till en annan måste fiskarna ut i havet och det klarar de inte av. Det här området har också varit mer utsatt för surt regn västerifrån, och försurningen av sjöarna kan ha påverkat fiskarnas överlevnad.

Den sammanställning över sjöarnas fiskarter och geografiska position som Peter Eklöv och hans medarbetare har gjort kan användas på flera sätt. Den ger information om vilka sjöar som är artfattiga och som skulle kunna vara extra känsliga ur bevarandesynpunkt. Man kan också producera kartor som visar utbredningen av enskilda arter. Om man jämför dem med utbredningskartor gjorda i början på 1900-talet kan man se om fiskarter ökar eller minskar sin utbredning. Det kan vara ett tecken på om det finns fiskarter som är hotade.



Abborre är en av Sveriges vanligaste fiskarter. Den förekommer allmänt över hela landet med undantag för fjällregionen.



Anders Persson

VÅTMARKER UTAN FISK RENAR VATTNET BÄTTRE

Är det bra eller dåligt att ha fisk i anlagda våtmarker?
Hur påverkas våtmarkernas funktion och den biologiska mångfalden?

Övergödningen av våra kustvatten orsakas bland annat av att vatten från jordbrukslandskapet når kusten mycket snabbt, utan att näringsämnen hunnit renas bort på vägen. Ett sätt att försöka minska övergödningen är att anlägga våtmarker i anslutning till vattendragen. När vatten från åar, bäckar och diken når våtmarkerna blir det stillastående så länge att partiklar sjunker till botten



Resultaten i våtmarksundersökningen är baserade på experiment i inhägnader där fisksamansättningen kontrollerats, och på studier i konstruerade våtmarker i Skåne och Halland med olika fisksamhällen.

och näringen i vattnet kan tas upp av vattenväxter.

Anders Persson, docent på Institutionen för limnologi vid Lunds universitet, har undersökt om det är bra eller dåligt att det finns fisk i de anlagda våtmarkerna.

– Vi kunde se att våtmarker som innehåller karpfisk, till exempel mört, sarv eller karp, är sämre på att rena vattnet. Nedbrytningen av döda växter går långsammare och fiskarna slammar upp bottensediment så att den näring som sjunkit till botten rörs upp och följer med



Många snäckor, groddjur och andra smådjur trivs inte när det är fisk i våtmarken. Man bör därför undvika att plantera in fisk om syftet med en våtmark är att öka den biologiska mångfalden.



Mört och andra karpfiskar är inte alltid önskvärda i anlagda våtmarker. Dessa fiskar försämrar våtmarkens förmåga att rena vattnet genom att grumla upp botten sedimentet och gynna tillväxten av alger.

vattnet ut ur våtmarken. Det spelar ingen roll vilken art av karpfisk som finns, alla har samma negativa effekt. Andra sorters fisk, som spigg och abborre, påverkar inte mängden näringsämnen lika mycket.

Fisken inverkar också på den biologiska mångfalden i våtmarken. När fiskarna river upp botten slammet påverkas de vattenlevande växterna. Livsmiljön förändras också för de djur som lever bland växterna, och flera arter minskar eller försvinner.

– Snäckor är den djurgrupp som påverkas mest. Vi kunde inte hitta några snäckor i vatten som innehöll karpfisk. Man vet också sedan tidigare att groddjur och dykänder är känsliga för förekomsten av fisk. I Skåne finns det flera sällsynta groddarter, men de kan inte leva i våtmarker som innehåller fisk.

Förekomsten av fisk gynnar också vissa organismer. Snäckor äter av alger som växer på vattenväxterna. När det inte finns några snäckor ökar mängden alger, vilket i sin tur leder till att mängden bakterier som lever bland algerna ökar. De här bakterierna kan omvandla kväve till kvävgas och på så sätt rena vattnet från ett överskott av näringsämnen.

– Våra undersökningar visar att förekomsten av fisk också ger sådana indirekta effekter. Men de var mycket mindre än vi hade förväntat oss. Och de direkt negativa effekterna av fisken är större.

För att våtmarkerna ska fungera så bra som möjligt menar Anders Persson att de bör konstrueras så att man förhindrar att fisk kan ta sig in, alternativt att man regelbundet skördar fisken för att ta bort näringsämnen den vägen.

– Många markägare som anlägger våtmarker vill gärna sätta in fisk eller kräftor i vattnet. Jag tror att det är viktigt att informera om de negativa effekter som vi har sett att fisken har på våtmarkernas funktion. Är syftet att öka den biologiska mångfalden bör man definitivt undvika att plantera in fisk. De råd vi har bör komma ut till personer som arbetar med de här frågorna ute i fält.



Per Jonsson

MÅNGFALD ÄR BRA FÖR HAVETS EKOSYSTEM

Vad händer i ett ekosystem när den biologiska mångfalden minskar? Är genetisk mångfald viktig för ekosystemets funktion?

Organismer i ett ekologiskt system växelverkar hela tiden med varandra och med sin miljö. De processer som ingår i den här växelverkan brukar med ett samlingsnamn kallas ekosystemfunktioner. Exempel på sådana är när biologiskt material (biomassa) överförs från en nivå till en annan i ekosystemet genom att växter blir uppätta av växtätare eller när döda djur bryts ner av mikroorganismer.

Vid Institutionen för marin ekologi på Tjärnö marinbiologiska laboratorium vid Göteborgs universitet har en forskargrupp ledd av professor Per Jonsson visat att det finns en koppling mellan biologisk mångfald och ekosystemfunktioner i havet. De gjorde laboratorieförsök där de studerade hur växter och växtätare påverkar varandra i en marin miljö.



En växtätande ciliat av släktet Euplotes, med alger i bakgrunden. Ciliaterna i forskarnas försök växte snabbare när de hade tillgång till flera arter av alger. Foto: Per Jonsson

FOTO: PER JONSSON

– I försöken varierade vi både antalet växtarter och antalet arter växtätande organismer, säger Per Jonsson. Och vi såg, inte helt oväntat, att om mångfalden minskar på en nivå i näringskedjan så påverkas växelverkan med en annan nivå. Vi upptäckte att om det fanns många arter bland både växterna och växtätarna så blev växtätarnas biomassa större än om det fanns färre arter på någon av näringskedjans nivåer. Vi såg alltså en direkt påverkan på en ekosystemfunktion när vi förändrade mångfalden i systemet.

När forskare undersöker vilka effekterna blir av förändrad biologisk mångfald brukar de oftast studera olika ekosystemfunktioner var för sig. Per Jonsson och hans kollegor har gjort teoretiska analyser och datormodeller där de istället har analyserat flera ekosystemfunktioner samtidigt.

– Vi såg att effekten av den biologiska mångfalden blev större när vi tittade på flera ekosystemfunktioner samtidigt. Det är kanske inte så förvånande, men med våra analyser har vi kunnat göra beräkningar av hur stora effekterna blir.

Forskarna har också studerat vilken betydelse den genetiska variationen inom en art har för hur den fungerar i ekosystemet. Genom att korsa olika individer av havstulpaner med varandra fick de fram grupper av havstulpanlarver med olika mycket genetisk variation, från helt lika till genetiskt blandade.

– Larverna simmar först omkring men efter några dagar sätter de sig fast på botten. Vi jämförde vilken förmåga de olika grupperna av larver hade att etablera

sig på botten. Och vi såg att ju större genetisk variation det fanns hos larverna, desto bättre var de på att etablera sig. Det här var överraskande resultat som visar att också den genetiska mångfalden kan påverka en ekosystemfunktion.

Per Jonssons forskning har redan kommit till praktisk användning.

–Baserat på delar av våra resultat har Naturvårdsverket utvecklat ett webbaserat hjälpmedel för handläggare i kommuner, på länsstyrelser och på Naturvårdsverket. Det är ett verktyg som handläggarna ska kunna använda i det vardagliga naturvårdsarbetet i marina miljöer.



Rutger Rosenberg och Karl Norling

DJUREN PÅVERKAR MILJÖN PÅ HAVSBOTTEN

Vilken betydelse har den biologiska mångfalden för miljön på havsbotten? Vilka djur har egenskaper som är viktiga för hur ekosystemet fungerar?

På och i havsbotten lever en mängd olika djur som är viktiga för hur ekosystemet på botten fungerar. Djuren påverkar syreförbrukningen, omsättningen av näringsämnen och nedbrytningen av organiskt material. Mångfalden i ekosystemet är av stor betydelse, men det är inte bara antalet arter som är viktigt utan även vilka egenskaper djuren har. Professor Rutger Rosenberg har tillsammans med doktoranden Karl Norling studerat hur djur med olika levnadsmönster påverkar miljön på havsbotten i Östersjön och i Västerhavet. De två forskarna finns på Institutionen för marin ekologi vid Göteborgs universitet och Kristinebergs marina forskningsstation.

– De djur som lever i bottensedimenten kan delas in i olika funktionella grupper beroende på levnadssättet: hur och var de äter, hur de rör sig och hur mycket de rör om i botten. I våra försök kunde vi se att det är viktigt att det finns djur från många olika funktionella grupper för att upprätthålla funktionerna i ekosystemet. Ett djursamhälle med många funktionella grupper har större och jämnare effekt på bottenmiljön än om det finns många arter men från ett fåtal funktionella grupper, säger Rutger Rosenberg.

Havsbottarna vid de svenska kusterna är väldigt olika. Det beror på att Östersjön har lägre salthalt och



FOTO: KENT BERTINSSON

En havstulpanlarv av släktet *Balanus improvisus* söker med sina antenner efter en lämplig yta att sätta sig fast och växa upp på. Larven är 0,5 millimeter stor. Experiment visar att fler larver väljer att sätta sig fast när den genetiska variationen mellan dem är stor.

kortare evolutionär historia än Västerhavet. Det är också vanligare med syrebrist i Östersjöns botten. I bottensedimenten på västkusten finns både fler djurarter och fler funktionella grupper än det gör i Östersjöns botten. Det här är förhållanden som forskarna utnyttjade i sina experiment.

– Vi gjorde laboratorieförsök där vi tog bottenmaterial från Östersjön och filtrerade bort de djur som fanns där. Sedan tillsatte vi djur från Östersjön och från Västerhavet i olika kombinationer. När vi använde djur från samma funktionella grupper blev resultatet likartat oavsett vilket hav de kom ifrån. Men när vi tillsatte andra funktionella grupper från Västerhavet ökade nedbrytningen av organiskt material (mineraliseringen) samt flödet av näringsämnen från sedimentet.

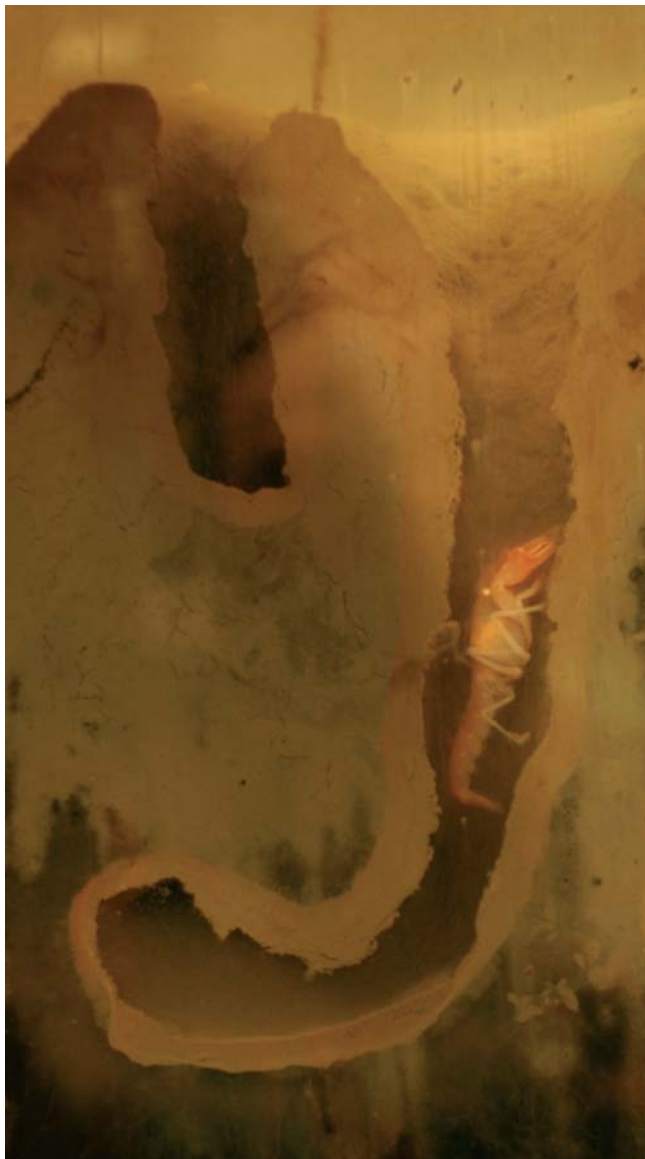


FOTO: KARL NORLING

Kräftdjuret *Calocaris macandreae* gräver gångar tjugo till trettio centimeter ner i bottensedimenten. Vatten pumpas genom gången och sedimentet närmast djuret oxideras och får ljusare färg.

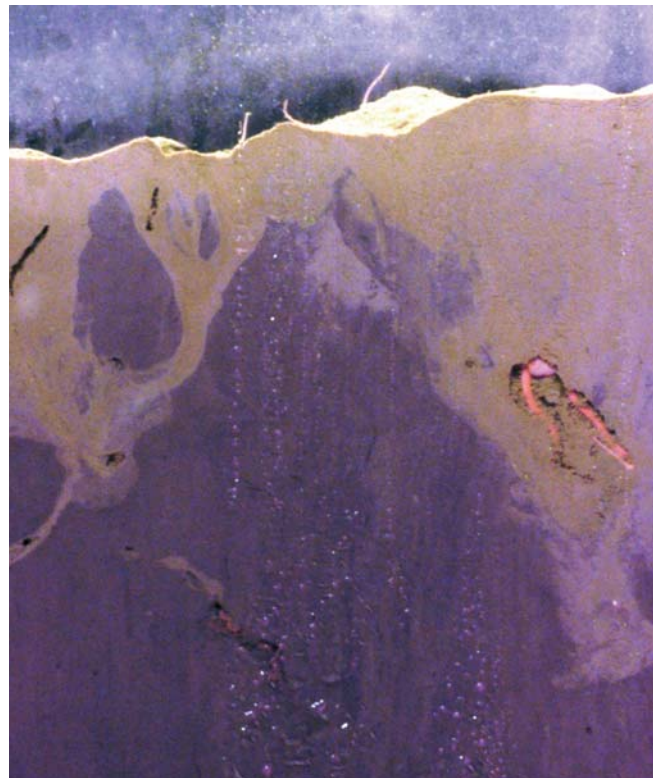


FOTO: KARL NORLING

Ormstjärnor av släktet *Amphiura* lever nedgrävda i bottensedimentet. De samlar föda med sina armar från vattnet och sedimentytan, och transporterar aktivt ner vatten och föda i sedimentet. Det ökar omblandningen och mängden syresatt sediment (som är ljusare på bilden).

Bland djuren från Västerhavet fanns ormstjärnor som livnar sig på att filtrera vattnet på plankton eller äta delvis nedbrutet organiskt material i botten. Det fanns också en art av sjöborre som lever i det översta lagret av botten. Störst effekt på mineraliseringshastigheten blev det när forskarna tillsatte ett kräftdjur som gräver gångar tjugo till trettio centimeter ner i bottensedimenten.

I andra försök studerade forskarna hur olika arter av bottenlevande djur transporterar material genom bottensedimenten. Om man får ett mått på hur effektiva djuren är på att flytta runt bottenmaterial och röra om i botten är det lättare att jämföra olika arter med varandra.

– Det är viktigt att veta vilka arter och funktionella grupper som har ett levnadssätt som är bra för bottenmiljön och dess funktion i naturen. Arter som har en positiv effekt på nedbrytningen av organiskt material har stor betydelse i områden med övergödningssproblem. Det är också intressant att undersöka vilka arter som medverkar till att gifter antingen lagras in i sedimenten eller frigörs till vattnet

– Med vår forskning har vi visat hur man kan ta reda på och mäta vilka egenskaper och beteenden hos djuren som är viktiga. Det tror jag kan komma till användning inom miljövarsarbetet i framtiden.

Människan och mångfalden

Hur ska aktörer på olika nivåer i samhället kunna förstå meningen med biologisk mångfald? Hur påverkar människors sätt att organisera och planera samhället den biologiska mångfalden? Hur kan det skapas nya styrmedel för att stödja biologisk mångfald?

Människor har omvandlat landskapet i stor skala, och har därmed försvårat för många arter som trängts tillbaka till isolerade öar av livsmiljöer. Idag är det människor som ska betala för att bevara den biologiska mångfalden. Kunskap och motivation behövs för både skattebetalare och markägare.

Målet att bevara och utveckla den biologiska mångfalden kräver insikt om hur människor och samhälle bidrar till att förbättra eller försämra förutsättningarna för biologisk mångfald. Därför behövs det forskning om samhällets roll och om människan som aktör i större sammanhang. Kunskapen behövs för att förändra synsätt och arbetssätt. Forskningen som gäller organisationer, styrmedel och aktörer har avgörande betydelse för våra möjligheter att stödja en utveckling som tar hänsyn till biologisk mångfald.

Men det går inte att nå målen utan allmänhetens stöd, och forskning har visat att människor tycker det är viktigt att skydda den biologiska mångfalden i närmiljön. Respekt för naturen, människans välbefinnande och människans överlevnad är tre viktiga skäl till det.

Hållbar utveckling kräver biologisk mångfald

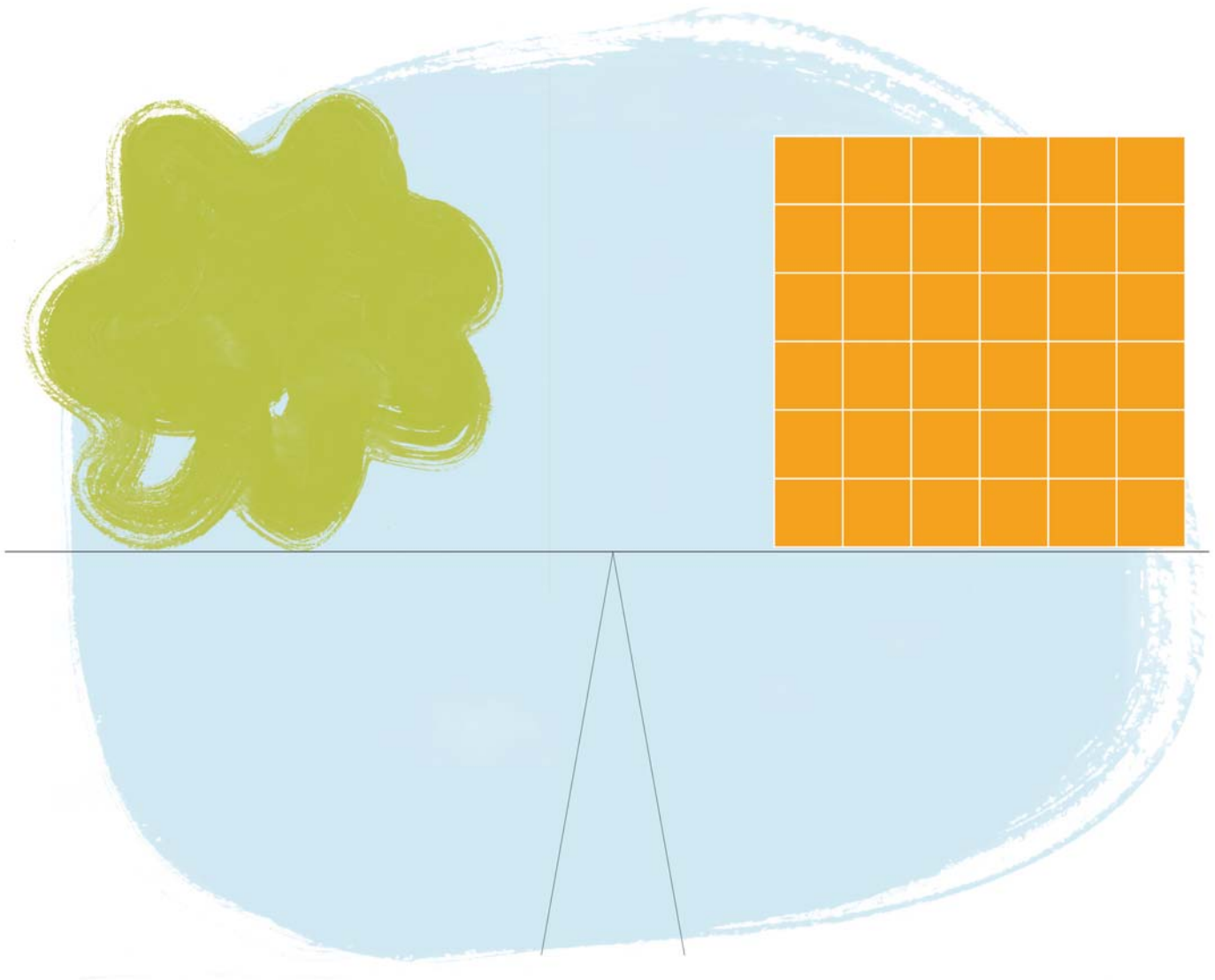
I början av 1900-talet ville man bevara naturen av hälsoskäl och för att skydda den från människan för framtiden. Från mitten av 1900-talet anlades otillgängliga reservat långt från tätorterna. På 1980-talet blev det aktuellt att bevara enskilda arter och biotoper. I dag är biologisk mångfald något man måste ta hänsyn till i den fysiska planeringen. Bevarande av biologisk mångfald är ett grundläggande kriterium för hållbar utveckling, och den fysiska planeringen ska bidra till hållbar utveckling.

Forskning har visat att grönska i tätorter betyder

mycket för människors hälsa och välbefinnande. Det kan handla om naturliga biotoper som kan bevaras och skötas, men också om helt nyskapade biotoper i stadsmiljön. Den byggda miljön har sina trädgårdar, bostadsgårdar, parker, kyrkogårdar, koloniträdgårdar, bakgårdar, industritomter, rännstenar och vägkanter som alla kan ha en intressant flora och fauna.

Allt fler städer har anammat förtätning som planeringsfilosofi, och det rekommenderas av EU som en strategi för att uppnå hållbara städer. Hos politiker och planerare i storstadsområdena finns en trend att förespråka något annat än biologisk mångfald, nämligen ”stadsmässighet”. Man menar att vi bör eftersträva mer av den byggda stadskaraktären och mindre av det gröna.

I vissa kommuner blir det konflikter mellan planerare och starka naturvårdsintressen. Det går oftast att hitta någon sällsynt art som kan stjälpas stora projekt. Det är inte så lätt att vara planerare idag. Samtidigt varnar vissa forskare för ”de små stegens tyranni”, som innebär att varje litet grönområde betraktas för sig – och bebyggs. Till slut står man där med en stadsbygd utan egentlig struktur och där både vistelsevärden och biologiska värden har gått förlorade.



Maria Johansson

ENKLARE NATURVÅRD MED KUNSKAP OM MÄNNISKORS ATTITYDER

Varför tycker människor att det är viktigt att bevara den biologiska mångfalden? Vilka miljöer och arter anses viktigare än andra?

Människan utgör det största hotet mot den biologiska mångfalden. Vi behöver alltmer utrymme och inkräktar på djurs och växters livsmiljöer, och effektivare metoder inom jordbruk och fiske hotar många arter. Men det är också vi människor som kan göra något åt situationen. Vilka attityder har då människor till att bevara mångfalden i de egna omgivningarna?

– Människor i allmänhet tycker att den biologiska

mångfalden är viktig och är bekymrade för att den minskar, säger Maria Johansson som är forskare på Institutionen för arkitektur och byggd miljö vid Lunds tekniska högskola.

– Det såg vi när vi bad människor i Kristianstads kommun rangordna ett antal angelägna sociala frågor. Den biologiska mångfalden kom visserligen efter frågor som sjukvård, skolor och arbete men före allmänna kommunikationer och underhåll av vägar.

Maria Johansson och forskarkollegan Marianne Lindström undersökte också varför människor tycker att skyddet av den biologiska mångfalden är viktigt.

– Det fanns i huvudsak tre skäl. Det var dels att mångfalden har betydelse för människors välbefinnande och rekreation, dels att den är viktig för vår överlevnad. Det tredje och viktigaste skälet var respekten för naturen. Människor lägger olika tyngd vid de tre skälen och det är delvis en persons grundläggande syn på naturen som avgör vilka skäl som han eller hon tycker är viktiga. Vi såg också att viljan att skydda den lokala biologiska mångfalden beror mer på moraliska normer än på sociala normer.

De lokala miljöer och arter som ansågs som mest skyddsvärda var lövskogar och lövträd, blommande vilt

förekommande växter samt fåglar. Även mångfalden i sjöar och vattendrag ansågs betydelsefull.

– Det var inte så förvånande. I Kristianstadsområdet finns lövskogar och våtmarker som är karaktäristiska för regionen. Människor har ofta en hög preferens för miljöer som de känner stark anknytning till.

Forskarna såg också att personer med olika utbildning, sysselsättning och intressen hade olika uppfattningar om vilka miljöer och arter som de ansåg var viktigast att skydda.

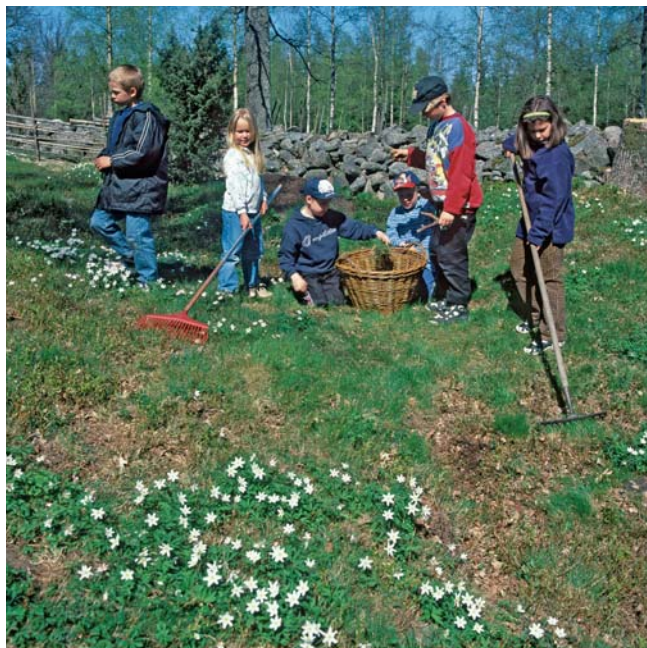


FOTO: TORE HAGMAN

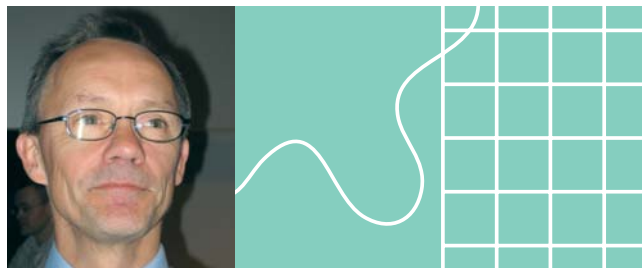
Vilt växande blommor hör till det som allmänheten vill skydda.



Sjöar och vattendrag är livsmiljöer som människor tycker är viktiga. Det finns gott om vatten i Kristianstadsområdet där undersökningen gjordes, och människor vill bevara miljöer som de har stark anknytning till.

– Två grupper som ingick i studien var dels personer som arbetar yrkesmässigt med naturvårdsfrågor, dels medlemmar i Friluftsrådet. De framhöll oftare än andra grupper betydelsen av insektsarter. Sådana människor känner troligtvis till mer om enskilda arter och kan lättare förstå deras betydelse i ett ekosystem. Andra grupper, till exempel lantbrukare och allmänheten, ansåg i högre grad att det är viktigt att skydda stadsparker, odlingsmark, trädgårdsväxter och husdjur.

Maria Johansson menar att både opinionsbildare och personer som arbetar med naturvårdsfrågor kan ha användning av hennes slutsatser, till exempel när man planerar att avsätta vissa områden som naturvårdsområden. Om biologer och andra experter vet vilka motiv och attityder människor har till att bevara den lokala biologiska mångfalden kan de använda olika argument beroende på vem de vänder sig till. Då kanske de når fram till och påverkar fler människor.



Runar Brännlund

HÄLFTEN AV SVENSKARNA VILL BETALA FÖR FLER VARGAR

Vill svenskarna ha fler vargar i landet? Hur mycket vill de i så fall betala för det?

Sveriges riksdag antog 2001 en proposition som beskriver hur man vill att stammarna av de fyra stora rovdjuren i Sverige ska bevaras och utvecklas. Bland annat ska antalet vargar öka från dagens ungefär sjuttio djur till tvåhundra. Men vad tycker svenska folket om det här? Det har professor Runar Brännlund på Institutionen för nationalekonomi vid Umeå universitet undersökt tillsammans med forskarna Magnus Sjöström och Thomas Broberg vid samma institution samt forskaren Jens Karlsson vid Grimsö Forskningsstation. De skickade ut en enkät till slumpvis utvalda personer i hela landet där de bland annat frågade om man kunde tänka sig att betala för att genomföra det politiskt planerade rovdjursprogrammet.

– Enkäten handlade om alla de stora rovdjuren. Men rovdjursprogrammet innebär att det bara är varg och järv som ska öka i antal, och många människor känner knappt till järven. Därför tolkar vi resultatet av undersökningen som att de som har svarat har uttryckt sin inställning till en utökad vargstam, säger Runar Brännlund.



290 kronor om året är svenskarna beredda att betala i genomsnitt för det politiskt planerade rovdjursprogrammet. Men då är inte de personer medräknade som helst vill ha ersättning för att vargstammen ska öka.

Ungefär hälften av befolkningen var negativ till utökningsprogrammet genom att de inte ville betala något alls för att det skulle genomföras. Det mest påtagliga var att inställningen till varg hängde ihop med var i landet de tillfrågade bodde.

– Människor som lever i de områden där det finns varg hade en mer negativ inställning än den övriga befolkningen. Mest positiva var personer i Stockholm, människor som förmodligen aldrig kommer att stöta på en varg. Vi hade väntat oss den här typen av resultat men vi trodde inte att det skulle vara så uttalat som det var.

Forskarna frågade också de människor som hade en positiv attityd hur mycket de kunde tänka sig att betala för rovdjursprogrammet, till exempel genom en årlig avgift. Även här fanns det tydliga geografiska skillnader, men de var inte så stora. Befolkningen i Stockholm kunde tänka sig att betala 375 kronor per år medan människor på landsbygden i vargdistriktet ville betala 139 kronor. Medelvärdet för landet var 290 kronor.

– De här beloppen är förmodligen högre än vad betalningsviljan egentligen är eftersom vi inte räknade med de personer som inte ville betala alls, säger Runar Brännlund. Man kan tänka sig att en del av dessa människor istället skulle vilja ha kompensation för att programmet ska genomföras. Deras betalningsvilja skulle då vara negativ och dra ner det genomsnittliga värdet på hur mycket man i landet tycker att det är värt att utöka vargstammen.



Marie Stenseke

Kristina Thorell

ÖPPET LANDSKAP BEVARAS TILLSAMMANS MED LOKALBEFOLKNING

Det finns många anledningar att bevara ett öppet landskap. Hur intresserade är de människor som berörs mest?

Naturbetesmarker är en av de artrikaste miljöerna i Sverige men genom utvecklingen av lantbruksnäringen har landskapstypen minskat kraftigt i omfattning. En viktig förutsättning för att bevara naturbetesmarkerna är att lokalbefolkningen är delaktig, och att man tar tillvara de kunskaper människor har om det landskap de lever i.

Docent Marie Stenseke och hennes doktorand Kristina Thorell på Kulturgeografiska institutionen vid Göteborgs universitet har studerat vilka möjligheter det finns att lokalt förankra bevarandet av det öppna beteslandskapet. Resultaten från projektet visar att lokalbefolkningen uppskattar att naturbetesmarker och ängar bevaras, men att detta inte främst grundar sig på biologisk kunskap om att markerna är en bra livsmiljö för växter och djur. Istället vill man bevara miljön eftersom den upplevs som vacker och väcker positiva känslor och minnen.



Ett rikt odlingslandskap förutsätter en levande landsbygd.

Lokalbefolkningen är också medveten om att en förutsättning för att hålla markerna öppna i framtiden är att det finns lantbrukare i bygden som har djur att släppa på bete. Därför har lantbrukarnas ekonomiska och sociala förhållanden stor betydelse.

– Våra resultat visar att det finns lokala resurser i form av engagemang och kunskap om bygden som man måste ta tillvara, säger Marie Stenseke.

I forskningsprojektet analyserades också hur lokala grupper arbetade med att utforma åtgärdsplaner för hur de ville att deras bygd skulle bevaras. Grupperna bestod mest av lantbrukare. De var relativt små men forskarna kunde konstatera att det rådde stor samstämmighet mellan vad grupperna kom fram till och de uppfattningar som fanns hos den övriga befolkningen.

– Biologer blir lite förvånade när jag berättar för dem om den vilja vi har sett hos lantbrukarna att bevara landskapet i sin bygd. Det finns ofta en uppfattning att lantbrukarna inte ser till landskapet som helhet utan bara till rent ekonomiska intressen.

Lokal förankring av naturvården har blivit allt viktigare, till exempel i direktiv från EU. För att bevara naturbetesmarkerna, och i förlängningen den biologiska mångfalden, behöver man få med sig de människor som ska bruka marken och hålla djuren. Då blir det lättare att anpassa insatserna lokalt och utforma långsiktiga och verkningsfulla strategier.



FOTO: TORE HAGMAN

Lokalbefolkningen uppskattar att naturbetesmarker och ängar bevaras – inte i första hand därför att de är en bra livsmiljö för växter och djur, utan därför att man upplever dem som vackra. De väcker positiva känslor och minnen.

– Vi har sett att det finns goda möjligheter till lokal samverkan. Det är viktigt att utveckla möjligheterna och inte utgå från att det finns ett motstånd hos lokalbefolkningen, säger Marie Stenseke.

De resultat som forskarna har presenterat har redan påverkat utformningen av regionala landskapsstrategier. Miljödepartementet, Jordbruksverket och länsstyrelserna har visat intresse för resultaten.



Jan Bengtsson

SKÖTSELN AV GRÖNOMRÅDEN VIKTIG FÖR DEN BIOLOGISKA MÅNGFALDEN

Är humlor och fåglar lika vanliga i olika typer av stadsnära grönområden? Vilken effekt har planering och skötsel på grönområdenas ekosystem?

Grönområden i städer har flera viktiga funktioner. De fungerar inte bara som rekreationsområden för oss människor. Där finns också viktiga livsmiljöer för olika djur, och ekosystemen i grönområdena tillhandahåller många tjänster som vi människor har nytta av. Sådana så kallade ekosystemtjänster kan till exempel vara pollinering som sköts av insekter eller fröspridning som sker med hjälp av fåglar.

I ett tvärvetenskapligt projekt på Institutionen för entomologi vid Sveriges lantbruksuniversitet och System-ekologiska institutionen vid Stockholms universitet har forskarna sett att det finns en koppling mellan grönområdenas ekosystemtjänster och hur områdena planeras och sköts. Professorerna Jan Bengtsson och Thomas Elmqvist samt doktoranderna Karin Ahrné, Erik Andersson och Stephan Barthel har arbetat i projektet.

– Vi valde att studera stadsnära grönområden därför att deras ekosystem är så beroende av att de hanteras av oss människor, säger Jan Bengtsson. Vi tittade på tre olika typer av grönområden eftersom deras planering och skötsel skiljer sig åt: kyrkogårdar, parker och koloniträdgårdar. Därför kunde vi jämföra hur grönområdenas förvaltning påverkar de ekosystemtjänster som finns där.

Forskarna undersökte hur vanligt det var med humlor i områdena och vilka arter av humlor som förekom. De tittade också på hur många fröätande respektive insektätande fåglar som fanns. De här djuren represent-



Det finns fler blommande växter i koloniträdgårdar än i parker och på kyrkogårdar. Därför är humlor mycket vanligare i koloniträdgårdar än i de andra två typerna av grönområden, till exempel hushumlan på bilden (*Bombus hypnorum*).

erar tre olika ekosystemtjänster: att pollinera växter, att sprida frön och att bekämpa skadeinsekter.

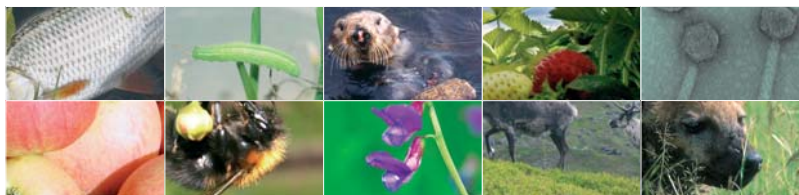
– Vi såg att det fanns betydligt fler humlor i koloniträdgårdar än i parker och på kyrkogårdar. Mångfalden av arter var ungefär densamma, men vissa arter fanns bara i koloniträdgårdarna. Det här beror på att det fanns fler blommande växter i koloniträdgårdarna. Odlarnas arbete för att få en vacker trädgård, med många växter som blommar under en stor del av säsongen, påverkar alltså förekomsten av humlor. I intervjuer med koloniträdgårdsodlarna framkom det att de också var medvetna om att humlorna är viktiga för att få goda skördar av frukt och bär.

Även förekomsten av fåglar skilde sig åt mellan de olika typerna av grönområden. Forskarna kom till slutsatsen att det har stor betydelse vilka som planerar

och sköter grönområdet. Den informella skötseln av koloniträdgårdarna, med starkt motiverade odlare, har positiva effekter på ekosystemtjänster och biologisk mångfald. Hos koloniträdgårdsodlarna finns kunskaper om det lokala ekosystemet och en känsla för miljön som ofta saknas hos dem som planerar och sköter parker och kyrkogårdar.

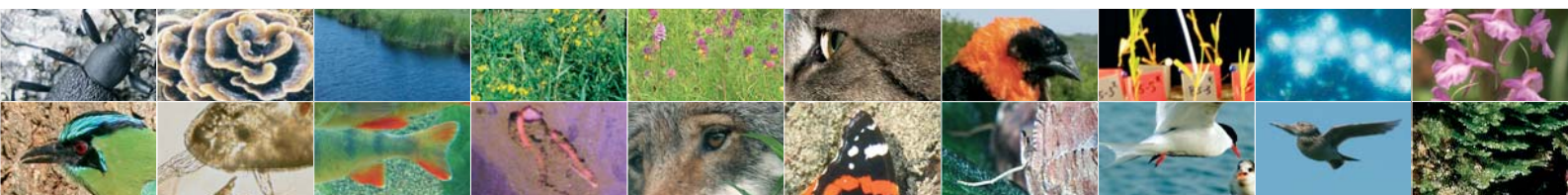
– Vår studie har visat att sättet som samhället hanterar naturresurserna på är viktigt. Det är visserligen sämre i stan än på landet för många djur. Men fördelen med de stadsnära grönområdena är att de kan planeras på ett sätt som inte är möjligt för många andra miljöer. Det behövs nya sätt att se på grönområdenas betydelse för den biologiska mångfalden. Och jag tror att man måste börja resonera om hur grönområdena ska skötas så att mångfalden gynnas på bästa sätt, säger Jan Bengtsson.

Arbetsuppgifter



Faktafrågor

- Varför kan man ha nytta av att veta hur ved bryts ner av svampar?
(Leif Jönsson och Christina Bohlin, Karlstads universitet)
- Den större svartbaggen är vanligare på vedbitar som ligger tätt ihop än på mer utspridd ved. Varför?
(Lars-Ove Wikars, Sveriges lantbruksuniversitet)
- Vad är det som påverkar mångfalden av rovdjur i olika miljöer?
(Lars Werdelin, Naturhistoriska riksmuseet)
- Hur påverkas växterna i fjällen av renar, sorkar och lämlar?
(Johan Olofsson, Umeå universitet)
- Vad tror forskarna det beror på att sånglärkan har minskat i Sverige?
(Tomas Pärt, Sveriges lantbruksuniversitet)
- Var i Arktis finns den största mångfalden av vadarfåglar?
(Thomas Alerstam och Sara Henningsson, Lunds universitet)
- Hur har forskarna gjort för att hitta jordgubbar och äpplen som inte ger upphov till allergiska reaktioner?
(Hilde Nybom och Kimmo Rumpunen, Sveriges lantbruksuniversitet, Cecilia Emanuelsson, Lunds universitet)
- Hur gjorde forskarna för att testa toleransen hos gräs mot sur miljö?
(Stefan Andersson och Pernilla Göransson, Lunds universitet)
- Vad tror forskarna det beror på att vissa fjärilsarter utnyttjar många värdväxter medan andra bara utnyttjar en eller ett fåtal?
(Sören Nylin, Stockholms universitet)
- Hur skiljer sig kvickgräsfjärilar som lever i skogen från kvickgräsfjärilar som lever i ett mer öppet landskap?
(Bengt Karlsson, Stockholms universitet)
- Vilka nya släktband har forskarna upptäckt hos fåglarna?
(Per Ericson, Naturhistoriska riksmuseet)
- Förklara hur den röda färgen hos biskopar respektive änkor uppkommer?
(Staffan Andersson, Göteborgs universitet)
- Vad menas med en funktionell grupp?
(Ove Eriksson, Stockholms universitet, Rutger Rosenberg och Karl Norling, Göteborgs universitet)
- Varför behövs det tillförlitliga sårbarhetsanalyser? Vad gör forskarna för att förbättra tillförlitligheten?
(Johan Ehrlén, Stockholms universitet, Bo Ebenman, Linköpings universitet)
- Vilka faktorer är viktiga för aspfjädermossans möjligheter att växa och sprida sig?
(Tord Snäll, Uppsala universitet)
- Vilka metoder kan man använda för att studera hur fjärilar flyttar?
(Susanne Åkesson, Lunds universitet)
- I vilka sjöar finns det största respektive minsta antalet fiskarter?
(Peter Eklöv, Uppsala universitet)



- Varför bör man inte ha fisk i anlagda våtmarker?
(Anders Persson, Lunds universitet)

- Vad betyder ekosystemfunktion? Finns det någon koppling mellan biologisk mångfald och ekosystemfunktion?
(Per Jonson, Göteborgs universitet, Stefan Bertilsson, Uppsala universitet)

- Nämn några av de skillnader som finns mellan bottnar på Västkusten och i Östersjön.
(Rutger Rosenberg och Karl Norling, Göteborgs universitet)

- Vilka människor är det som tycker att antalet vargar bör öka i Sverige?
(Runar Brännlund, Umeå universitet)

- Varför är grönområden i städerna viktiga för den biologiska mångfalden? Hur skiljer sig den biologiska mångfalden mellan olika typer av grönområden?
(Jan Bengtsson, Sveriges lantbruksuniversitet)

Mer övergripande frågor

- I den här skriften är forskningsprojekten indelade i tre nivåer: artnivå, gennivå och ekosystemnivå. Finns det projekt som skulle kunna tillhöra mer än en nivå? Vilka projekt är det, och varför tycker du att de passar in i flera kategorier?
- Genetisk variation och mångfald är mycket viktig när miljön förändras. Varför?
(Stefan Andersson, Lunds universitet, Siv Andersson,

Uppsala universitet, Bengt Karlsson, Stockholms universitet, med flera)

- Varför är det viktigt att undersöka lokalbefolkningens inställning till biologisk mångfald?
(Marie Stenseke och Kristina Thorell, Göteborgs universitet, Maria Johansson, Lunds tekniska högskola)

- Vad menas med fragmentisering av landskapet? Vilken betydelse har ökad fragmentisering för den biologiska mångfalden?
(Tord Snäll, Uppsala universitet, Ove Eriksson, Stockholms universitet, Bengt Karlsson, Stockholms universitet)

- Hur kan jordbrukspolitiken påverka den biologiska mångfalden?
(Tomas Pärt, Sveriges lantbruksuniversitet)

- Varför är det viktigt att känna till fåglars och fjärilars flyttningsmönster för att kunna bevara den biologiska mångfalden?
(Susanne Åkesson, Lunds universitet, Thomas Alerstam och Sara Henningsson, Lunds universitet)

- Varför är det viktigt att veta om djur och växter tillhör samma art eller inte?
(Susanne Gustafsson, Uppsala universitet, Per Ericson, Naturhistoriska riksmuseet)

- Hos bakterier är den genetiska variationen mycket stor. Ge en förklaring till hur variationen kan ha uppkommit och ge exempel på varför den är viktig.
(Elisabeth Haggård, Stockholms universitet, Siv Andersson, Uppsala universitet, Stefan Bertilsson, Uppsala universitet)

Ordlista

- Art**
Individerna inom en art liknar varandra och kan föröka sig med varandra.
- Biodiversitet**
Annat ord för biologisk mångfald.
- Biotop**
Ett område med en speciell livsmiljö och vissa bestämda växter och djur.
- Biotopskyddsområde**
Lagligt skydd av mindre skogsområden (mindre än 5 hektar) som skogsvårdsstyrelsen beslutar om.
- Död ved**
Död ved gör nytta i skogen genom att vara boplats och skafferi för en rad insekter och andra småkryp. Många svampar, lavar och mossor behöver också döda träd, liksom många fåglar som har hålträden att häcka i.
- Ekosystem**
Ett avgränsat område med alla organismer som lever där, samt mark, vatten och luft.
- Ekosystemtjänster**
Människor är beroende av att organismerna i ekosystemen utövar en mängd olika tjänster, till exempel pollinering, fröspridning, fotosyntes och nedbrytning. Naturen ger oss bland annat föda, fibrer och energi.
- Evolution**
Utveckling av organismer genom slumpvisa mutationer och naturligt urval.
- Gen**
Arvsanlag
- Genetisk variation**
När det inom en art finns en mängd individer som har olika egenskaper och varierar genetiskt sett.
- Hagmark**
Betesmark, ofta med träd.
- Nationalpark**
Lagligt skyddat område som ägs av staten. Regeringen beslutar om inrättande av nationalparker. År 2004 hade vi i Sverige 28 nationalparker.
- Naturbetesmark**
Betesmark som inte har plöjts upp eller gödslats med naturgödsel i någon större utsträckning, och inte med konstgödning.
- Naturreservat**
Lagligt skyddat område som kan ägas av staten eller av enskilda. Länsstyrelserna och kommunerna beslutar om naturreservat. Varje enskilt naturreservat har sina egna regler. Sverige har cirka 2 600 naturreservat, de flesta i skogsmiljö.
- Naturskog**
Naturligt föryngrad skog som länge har varit opåverkad av människan.
- Nyckelart**
En art som är viktig för många andra arter och för hela strukturen i ett ekosystem.
- Nyckelbiotop**
Ett område med högt naturvärde, främst i skog, med en livsmiljö som kan hysa hotade och sällsynta arter.
- Population**
Alla individer av en och samma art i ett växt- eller djursamhälle.
- Rödlistan**
En rödlista är en redovisning av arters risk att dö ut. Arterna delas in i olika kategorier efter internationellt överenskomna kriterier. De rödlistade kategorierna är: Försvunnen, Akut hotad, Starkt hotad, Sårbar, Missgynnad och Kunskapsbrist.
- Selektionstryck**
När livsmiljön ändras anpassar sig vissa individer och överlever, medan andra dör ut. På det här sättet selekteras vissa egenskaper bort, medan andra gynnas.

Lästips



- Biologisk mångfald, Formas och Vetenskapsrådet, 2003
(Den första broschyren inom forskningssatsningen på biologisk mångfald; beställ på www.vr.se eller ladda ner på www.formas.se)
- Biologisk mångfald – kunskapsöversikt, Formas 2006
(beställ eller ladda ner på www.formas.se)

Formas Fokuserar – Aktuell debatt i pocketformat (beställ på www.formasfokuserar.se)

- Bevara arter – till vilket pris?, Formas 2005
- Bioenergi – till vad och hur mycket?, Formas 2007
- Djuren i människans klor, Formas 2005
- Genklippet? Maten, miljön och den nya biologin, Formas 2003
- Torskar torsken? Forskare och fiskare om fisk och fiske, Formas 2003
- Östersjön – hot och hopp, Formas 2006

Webbplatser

www.artdata.slu.se	ArtDatabanken
www.biodiv.org	Convention on Biological Diversity
www.biodiv.se	Konventionen om biologisk mångfald
www.bioresurs.uu.se	Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik
www.cbm.slu.se	Centrum för biologisk mångfald
www.formas.se	Forskningsrådet Formas
www.forskning.se	Aktuell vetenskap för alla
www.gbif.se	GBIF-Sweden, där all biologisk mångfald samlas
www.miljomal.nu	Portal för Sveriges 16 miljömål
www.naturvardsverket.se	Naturvårdsverket
www.nrm.se	Nordiska riksmuseet
www.regeringen.se	Sveriges regering
www.sida.se	Sida
www.sjv.se	Jordbruksverket
www.snf.se	Naturskyddsföreningen
www.vr.se	Vetenskapsrådet
www.wwf.se	Världsnaturfonden

16 svenska miljömål

Riksdagen beslutade år 2001 om femton miljömål som ska styra miljöarbetet i Sverige. Miljömålen beskriver det naturtillstånd som ska uppnås senast år 2020. De kompletteras med tidssatta delmål för olika åtgärder. Flera av målen handlar om att bevara arter och deras livsmiljöer. Det är mål som Levande sjöar och vattendrag, Myllrande våtmarker, Hav i balans samt levande kust och skärgård, Levande skogar, Ett rikt odlingslandskap och Storslagen fjällmiljö. Nu finns det också ett sextonde miljömål, nämligen Ett rikt växt- och djurliv som säger att ”den biologiska mångfalden bevaras genom att arternas livsmiljöer och ekosystemens funktioner och processer värnas”.

Sverige har under några år satsat särskilda forskningsmedel på biologisk mångfald. Nu finns det resultat från forskningen. Trettio av de projekt som har fått pengar via Forskningsrådet Formas och Vetenskapsrådet presenteras i den här skriften.

Beställ den kostnadsfritt från Vetenskapsrådets publikationstjänst på www.vr.se, från nätbokhandeln på www.formas.se eller om du är lärare via www.utbudet.com.

www.formas.se

www.vr.se



Forskningsrådet
Formas



Vetenskapsrådet