

HORTI UPSALIENSIS MAPPA.

Tab
32



Vetenskapsmannen

Från blommande sexliv till modern DNA-teknik

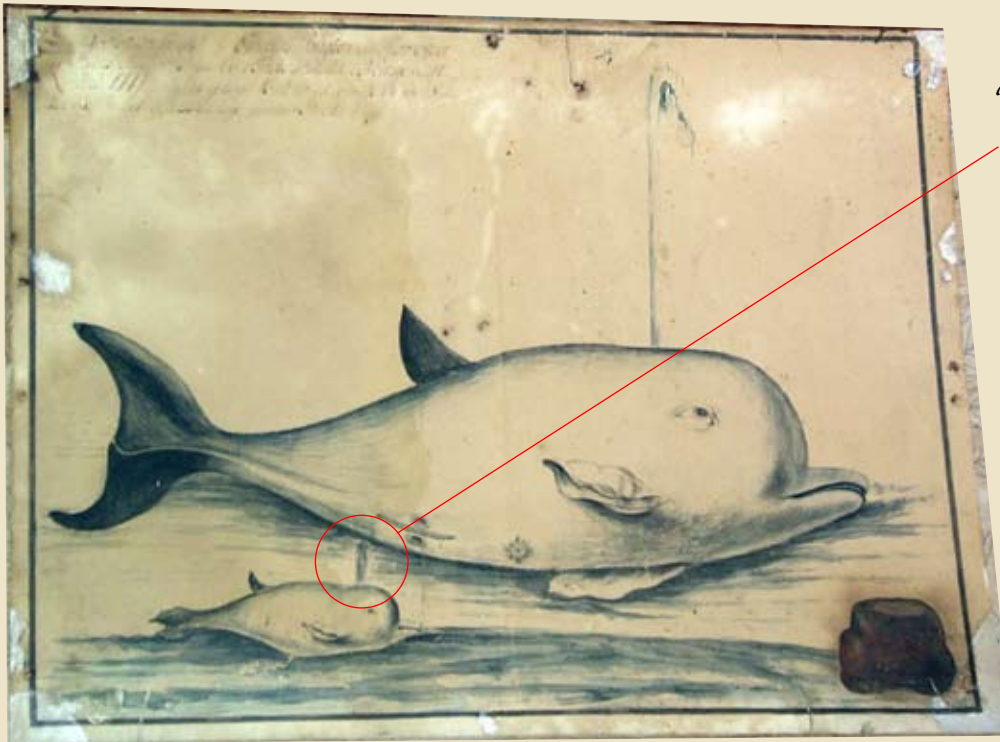
Vetenskapsmannen Linné



PLÖTSLIGT STÅR DU DÄR, I DEN BOTANISKA TRÄDGÅRD SOM SKA BLI CARL VON LINNÉ'S BAS UNDER ETT HELT LIV AV VETENSKAPLIGA GÄRNINGAR.. Det är en vacker vårdag i Uppsala, solstrålarna värmer lika livsbejakande som i ditt eget 2000-tal. Larmet från den omkringliggande staden tränger in i den centralt belägna trädgården. Vagnshjul som rasslar över stenbelagda gator. Hästar som gnäggjar. Kacklande höns från husens innergårdar. Den fräna lukten från gödsel och utedass vittnar om en stadsmiljö fjärran från din egen.

Du kastar en blick ut över växtligheten i trädgården. Rabatterna ser inte särskilt välskötta ut. Hela trädgården ger faktiskt ett ganska förfallet intryck. Plötsligt ser du på avstånd en ung man sitta på huk intill en av rabatterna. Han kikar mycket koncentrerat ner i en liten blomma, utforskar den noga med sin lupp. När han för ett ögonblick lyfter huvudet och fundersamt kastar en blick upp i skyn känner du genast igen honom. Det är Carl von Linné, eller Carl Linnaeus som han ursprungligen hette. Han ser väldigt ung ut, strax över 20 år gammal. Hans bleka kinder vittnar om att det har varit en ansträngande vinter. Hans första läsår som ny student i Uppsala har präglats av för lite pengar såväl till mat och

Bilden föreställer en växtpress.



En målning från Linnés tid, som finns i hans arbetsrum på Hammarby, föreställer en val med unge. Här syns en liten detalj som gjorde att Linné flyttade gruppen valar till en ny klass som han kallade Mammalia (däggdjur). Tidigare hade man trott att valen var en fisk. Det som först ser ut som en vattenstråle är navelsträngen.

kläder som till ved att värma det hyrda rummet med.

Nu kommer en äldre man gående längs trädgårdsgången. Hans fina kläder och sättet att röra sig talar om att det är en välbärgad man av hög rang. Han stannar vid den unge Linné och börjar samtala, frågar varför den unge studenten befinner sig i trädgården. Linné berättar entusiastiskt om sina studier, sitt botaniska intresse och att han redan har samlat mer än 600 växter i sitt eget herbarium. Han namnger på stående fot en rad växter i rabatten. Den äldre mannen blir mycket imponerad av studenten och bjuder hem honom till sin bostad.

Plötsligt hör du en munter röst alldeles bakom din ena axel. Du snurrar runt och står öga mot öga med en brett leende Linné, dock inte samme unge man som du nyss betraktade på avstånd, utan Linné i en annan skepnad. Det är samme Linné som tidigare tog med dig på en rundvandring bland ängar och åkerlappar ute på landsbygden. "Så utmärkt lägligt att du fick bevittna denna viktiga händelse i mitt liv!", utbrister han förtjust utan närmare hälsningsfraser. Han förklarar att det slumpartade mötet i den botaniska trädgården med den välbärgade domprosten och amatörbotanisten Olof Celsius var mycket värdefullt för honom som student. Celsius erbjöd den unge Linné fri kost och logi, och dessutom tillgång till den äldre mannens omfattande bibliotek.

Du granskar nyfiktet den kortvuxne figuren framför dig och undrar lite förvirrat hur gammal han egentligen är just här och nu. Det tycks omöjligt att fånga svaret i anletsdragen. Det livfulla ansiktet speglar en ung mans iver och lekfullhet, men vittnar på något märkligt sätt samtidigt om en insiktsfull och etablerad vetenskapsman med många års forskningsarbete bakom sig. De pigga, bruna ögonen ger dig en intensiv blick tillbaka. "Spelar det någon roll?" skrattar Linné och svarar på din fråga utan att du egentligen ställt den. "Jag är lika ung som gammal, lika nyfödd som död, kanske rent av tidlös. Ett omöjligt tillstånd kan tyckas?" säger han med ett spjuveraktigt leende.

Utan att vänta på ditt samtycke byter han ämne och förklarar att han vill prata med dig om några viktiga vetenskapliga insatser som han har gjort. Plötsligt inser du att trädgårdens utseende omärkbart har förändrats runtomkring dig och att du nu står i den mest ordnade av alla världar. Ni har förflyttat er från den där vårdagen 1729 till 1740-talet. När Linné utnämndes till professor 1741 inledde han en rejäl upprustning av den förfallna trädgården. Du noterar att trädgården nu utgörs av en välskött och stilfull anläggning präglad av symmetri. De raka gångarna bildar vinkelräta mönster av prydliga rabatter där en väldig mångfald olika arter står noggrant

placerade i grupper för att bland annat spegla de olika klasserna i Linnés sexualsystem.

Ni sätter er båda på huk framför en av rabatterna. Linné berättar ivrigt om hur hans sexualsystem på ett enkelt sätt gör det möjligt att ta reda på vilken sorts växt man håller i handen. Systemet bringar ordning i det kaos av många nya arter som 1700-talets vetenskapsmän ställs inför när såväl närmiljö som fjärran länder utforskas med outtröttlig energi. Tidigare system som användes för att bestämma arter var inte lika enkla och tillförlitliga, vilket kunde resultera i att man ibland inte visste om olika vetenskapsmän beskrev olika arter eller i själva verket samma art. Linné pekar på en vacker växt i rabatten framför era fötter, en vildtulpan med stor klar-gul blomma.

”Titta här. Du ser tydligt att vildtulpanen har sex ståndare. Alltså tillhör den klass nummer VI. Enkelt, eller hur? Man skriver förresten klasserna med romerska siffror”, säger Linné. ”Och där borta växer exempelvis arten vitsippa”, fortsätter han och kastar en blick mot en annan rabatt. ”Den arten tillhör klass nummer XIII. Nu tror du såklart att den har 13 ståndare, men riktigt så bra är det inte. Den enkla logiken med antal ståndare fungerar upp till klass X, därefter är indelningen i de högre klasserna lite annorlunda gjord”, förklarar Linné.

Han konstaterar, nästan barnsligt förtjust, att systemet vunnit ett stort antal anhängare bland framstående vetenskapsmän i många länder. Kritikerna nämner han mindre gärna. Systemet delar in hela växtvärlden i totalt 24 klasser. De blommande växterna omfattar 23 klasser och utgångspunkten för indelningen är dels antalet ståndare hos blomman, dels hur ståndarna är placerade runt pistillen. Den 24:e klassen består av växter som saknar blommor exempelvis mossorna. Klasserna kan i sin tur delas in i ordningar, främst med utgångspunkt från blommornas pistiller.

Sedan förklarar han att eftersom systemet bygger på ståndare och pistiller, det vill säga växternas fortplantningsorgan, föll det sig naturligt för honom att kalla sin uppfinning för just sexualsystemet. Måhända roade namnet honom dessutom i samma grad som det kunde

chockera en del samtida personer, funderar du tyst för dig själv. En ung man med aptit på livet är ju rimligen ganska intresserad av sex. Linné ler brett. ”Vet du vad jag kallar de olika klasserna, för att liksom tydliggöra hela systemet?”, frågar han. ”Jo, exempelvis kallas klass V för Fem män i samma äktenskap och klass VI för Sex män i samma äktenskap. Och min första akademiska uppsats hette *Preludia Sponsaliorum Plantarum*, vilket betyder ”Om förspel till växternas bröllop.”

Han tittar lite upprymt på dig för att notera din reaktion. I nästa andetag förklarar han dock att begrepp som bröllop, brudsäng och förspel faktiskt inte var så revolutionerande i botaniska sammanhang som de kan verka. Det fanns andra vetenskapsmän före honom som var inne på samma tankegångar, det vill säga att dra paralleller mellan människans sexliv och växternas fortplantning. Det unika som Linné gjorde var att han uppfann ett lätthanterligt system för artbestämning och att han sedan outtröttligt genomdrev detta på ett konsekvent sätt för flera tusen arter. Att sedan dessutom begreppen som han använde anspelade på sex kan knappast ha minskat reklamvärdet för det nya systemet.

Linné sträcker på benen, rätar på ryggen och kastar en nöjd blick ut över hela trädgården. Ettåriga växter, fleråriga växter, medicinalväxter, andra nyttoväxter, dammarna med våtmarksväxter. Och där bakom, den vackra orangeriebyggnaden med värmekrävande växter från tropiska länder. Kanske handlar det om totalt 3 000 arter samlade i trädgården. Det är inte konstigt att anläggningen under Linnés ledning blir en av Europas främsta.

Ni strosar en stund längs den breda mittgången och stannar sedan till vid den rabatt där vitsippa växer. Linné frågar dig om du känner det vetenskapliga namnet på arten. Innan du hinner svara rabblar han *Anemone seminibus acutis foliolis incisis caule unifloro* och upplyser genast om att det betyder anemone med spetsiga frön, inskurna småblad och enblommig stjälk. Han skakar på huvudet åt det krångliga namnet och berättar att det dessutom finns mycket värre exempel på långa vetenskapliga namn. Sedan ler han lite hemlighetsfullt och



sänker rösten. Ögonen lyser när han berättar om sina planer på att införa ett mycket enklare sätt att namnge arter. Istället för att tvingas lära sig långa beskrivande namn kan man bygga ett namngivningssystem enligt en tvånamnsprincip, det vill säga att varje art får ett släktnamn och ett artepitet. ”Ungefär som ett efternamn och ett förnamn!”, inflikar du. ”Javisst, och den här idén kan man använda för alla växter och även för hela djurriket”, fortsätter Linné ivrigt.

Du lägger handen på hans axel och berättar att tvånamnsprincipen verkligen har blivit en långvarig succé som används världen över ännu i ditt eget 2000-tal. Där emot har växternas sexualsystem inte samma giltighet längre eftersom det är ett konstgjort system som inte strävar efter att spegla arternas släktskap med varandra. Den moderna systematiken bygger istället på att dela in arterna i grupper med utgångspunkt från hur närbesläktade de är, förklarar du. Linné tycks inte se särskilt besviket ut över beskedet. Han var själv tidigt medveten om att hans sexualsystem var konstgjort, men det viktiga för honom var att skapa ett system som gjorde det enkelt att identifiera arter. ”All forskning är ju en ständig process av utveckling”, påpekar du och konstaterar samtidigt att Linnés insatser måste ses i ljuset av var forskningsfronten befann sig på 1700-talet och vilka de praktiska förutsättningarna var då.

Plötsligt får du en lysande idé och fiskar upp din mobiltelefon ur väskan. Du förklarar att du ska ringa en nutida professor som Linné säkerligen skulle finna intressant att prata med. Medan du innerligt hoppas att teleoperatören har en osedvanligt bra täckning tittar Linné nyfiket på telefonens många små knappar. Du berättar att den aktuella professorn heter Ulfur Arnason och att han arbetar med evolutionär molekylär systematik vid Lunds universitet, ett krångligt begrepp måhända men desto mer spännande. Hans forskning handlar om att ta reda på släktskap mellan olika djurarter med hjälp av DNA-teknik.

Äntligen går ringsignalerna fram och Arnason svarar i sin telefon i ett annat tidevarv. Du slår på högtalarfunktionen, Linné hälsar och Arnason börjar genast berätta om arbetet i sin forskargrupp. Han förklarar att DNA-tekniken har fått stor betydelse för den moderna systematiken både vad gäller djur och växter. ”Exempelvis visar nya rön att valarnas närmaste släkting är flodhästen”, säger han. Själva tekniken är densamma oavsett om man undersöker djur eller växter. Det handlar om att plocka ut och analysera genetiskt material, DNA, ur celler från olika arter för att sedan undersöka hur stor skillnaden

är mellan arterna. Arter med minst genetisk skillnad är närmast släkt. Ett detektivarbete på molekylnivå.

Linné lyssnar intresserat. Han var själv drivande i att förbättra systematiken inom djurvärlden, och alltså inte enbart inom botaniken. Bland annat flyttade han över valarna och fladdermössen till däggdjursgruppen. Tidigare var den generella uppfattningen bland 1700-talets forskare att valar tillhörde gruppen fiskar och att fladdermöss tillhörde gruppen fåglar. Linné tog även det djärva greppet att placera in människan och aporna i en gemensam grupp i djurriket. ”Och det gjorde jag redan 1735 i första upplagan av *Systema Naturae*”, säger han framåtutad över mobiltelefonen.

”Ja du, människans utvecklingshistoria är ett ofantligt spännande och känsligt ämne fortfarande”, svarar Arnason med ett stillsamt skratt. Enligt rådande teorier har den gemensamma utvecklingslinjen för människan och vår närmaste släkting schimpansen delat sig för ungefär fem miljoner år sedan. Men Ulfur Arnason och hans forskargrupp har räknat ut att åtskillnaden mellan människa och schimpans måste ligga längre bak i tiden, för minst åtta miljoner år sedan. Denna beräkning anses i många forskarkretsar vara kontroversiell. Arnason tar dock kritiken med ro och finner det naturligt att gamla sanningar revideras. ”Vi i vår forskargrupp vet egentligen inte om vi har rätt vad gäller själva tidpunkten som vi föreslår med vår beräkning. Det enda vi vet är att våra resultat förkastar den rådande sanningen”, säger han.

Och så ringar han in själva kärnan i hur vetenskap fungerar oavsett vilket ämne det gäller. En forskare kan aldrig göra anspråk på att ha funnit den slutgiltiga sanningen utan kan enbart förkasta en för dagen givna sanning genom att påvisa analytiska fel eller fel i dataunderlaget, förklarar han. Med andra ord kan forskningen aldrig visa att en teori är den slutgiltigt rätta, bara att en teori är mer sannolik än en annan. ”Som forskare får man därför aldrig fatta tycke för en teori av känslomässiga skäl”, säger Arnason.

Sedan avslutar du och Linné samtalet med lundaprofessorn och tackar för all information. Men när du ska lägga ner mobiltelefonen i väskan hejdar Linné dig med ett hastigt grepp om handleden. Han ser dig intensivt i ögonen, konstaterar förundrat att det var fascinerande att höra årmiljoner bollas i luften nyss och undrar sedan om det vore möjligt att ringa någon geologiforskare för att diskutera jordklotets ålder. ”Och efter det kanske vi kan ringa ett par botaniker dessutom?” frågar han entusiastiskt. Du nickar och ler – och inser att det kommer att bli en dyr eftermiddag. ■

Hundrakronorssedeln ger kunskap om Linné

Kanske har du en hundrakronorssedel i plånboken. Om du tittar lite närmare på den känner du säkert igen porträttet på Carl von Linné. Namnet Carl von Linné och årtalen 1707-1778 står med liten stil i högra hörnet, men vad syns mer på sedeln?

Till vänster om Linné-porträttet finns teckningar av två växter. De är hämtade från Linnés första uppsats som student i Uppsala: *Prælua Sponsaliorum Plantarum*, "Om förspel till växternas bröllop", som han skrev 1729. Uppsatsen beskriver växternas sexualliv.

Teckningarna föreställer skogsbingel, *Mercurialis perennis*, som förekommer vildväxande i näringsrika och skuggiga miljöer i södra Sverige upp till Stockholmstrakten. Den är flerårig, växer med krypande jordstam och är tvåbyggare, dvs. har hon- och hanblommor på skilda individer. I parken vid Hammarby, Linnés gård utanför

Uppsala, finns rikligt med skogsbingel. Man kan anta att Linné flyttade en planta av skogsbingel från Akademiträdgården i Uppsala. Kanske är det samma genetik individ som nu växer i parken som Linné avbildade i sin uppsats.

Det var känt bland botanister på Linnés tid att växterna hade han- och honorgan. Linné insåg att växternas ståndare och pistiller ofta var konstanta till antal och utseende och därför kunde användas för att ordna växter systematiskt. Växten skogsbingel är väl vald som utgångspunkt för presentationen av växternas sexualliv eftersom den är en tvåbyggare. Jämförelsen med människan blir därför tydlig. Linné uttrycker det så att män och kvinnor bor i skilda brudkammare och boningar.

På hundrakronorssedeln finns många detaljer att upptäcka bl.a. fler tecknade bilder av Linné och en planritning från 1745 över Akademiträdgården. ■

Honplanta av skogsbingel



Hanplanta av skogsbingel



Tecknade bilder gjorda av Linné syns till vänster på hundrakronors-sedel (från *Prædicia Sponsaliorum Plantarum*, 1729). Överst till vänster en hanplanta av skogsbingel och till höger en honplanta. Under hanplantan en blomma med foderblad, kronblad, ståndare och pistill. Under honplantan ett ägg och nedanför till vänster ett frö.

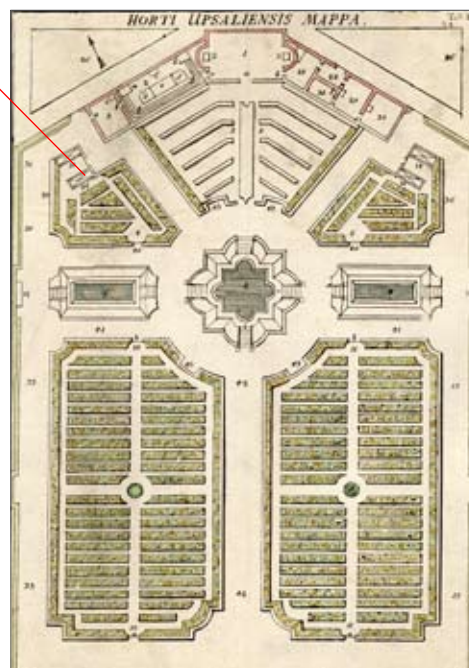
På 100-kronorssedeln och nedan till höger syns en plan från 1745 över Akademiträdgården. Trädgården användes som undervisnings-trädgård för studenter. I trädgården hade Linné förutom tusentals växter även många exotiska djur bl.a. påfåglar, papegojor, apor och en mycket älskad tvättbjörn med namnet Sjupp. Dagens Linnéträdgård finns på samma plats och växterna är placerade efter Linnés sexualsystem på samma sätt som på Linnés tid.

Linnés valspråk "omnia mirari etiam tritissima" (förundra dig över allt, även det mest alldagliga).

Porträttbild av Linné efter en målning av den svenska 1700-talskonstnären Alexander Roslin.



Orangeriet i Linnéträdgården



Plan över Akademiträdgården, från 1745

Vetenskapliga funderingar

Kunskap byggs successivt – prövas och omprövas – och den ena pusselbiten läggs till den andra i det vetenskapliga kunskapsbygget. Så har mångas uppfattning om vetenskap hittills varit, men kanske har den allmänna synen på vetenskapens och forskningens möjligheter att förklara världen förändrats? Vetenskapliga dispyter är vanliga och det finns inte alltid självklara svar. Samtidigt blir det allt viktigare att utveckla kunskapssamhället och vi talar om ett livslångt lärande. Hur orienterar vi oss i den överskådliga mängd information som väller över oss?

Tänk dig tillbaka till Carl von Linnés tid och försök koppla bort vårt moderna samhälle med elektricitet, kommunikationsmöjligheter både i form av fysiska transporter med bil, tåg och flyg och i form av virtuella möjligheter. Glöm däremot inte att behålla respekten för dåtidens vetenskapsmän, deras förmåga att tänka och dra slutsatser, deras engagemang och utvecklingsoptimism.

Vad visste man egentligen på Linnés tid? Innan molekylärbiologins kartläggning av mänskligt DNA, innan ekologin hade hunnit genomsyra det biologiska tänkan-

det, innan den klassiska genetikens förståelse av ärftlighet, innan Darwin och utvecklingsläran...

Linnés ambition var att beskriva och namnge alla levande växter och djur och han framstår som systematikens fader, men efterhand förstod han att antalet levande organismer var fler än han skulle hinna med att studera. Även med dagens resurser inser vi att det är omöjligt att kunna beskriva alla arter på jorden.

Inom fysiken härskade Newtons mekaniska värld, medan kemin som självständig vetenskap började utvecklas först under 1700-talet. Sverige var tidigt framstående inom kemi med apotekaren Carl Wilhelm Scheele som förgrundsgestalt. Under senare delen av 1700-talet framställde och identifierade Scheele syre, samt visade att luft inte är ett grundämne utan innehåller kväve och syre.

På Linnés tid visste man inte något om kontinentalplattornas förskjutning eller att Sverige varit täckt av inlandsis. Linné och hans samtida trodde att den landhöjning som beror på inlandsisen orsakades av att vattnet i havet i stället sjönk undan. Den allmänna uppfattningen var att jorden var ca 6 000 år gammal, men efterhand som fossil och lagrade bergarter började studeras insåg



I AVHANDLINGEN "TVÅKÖNAD ALSTRING" från 1759 av Carl von Linné finns intressanta uppslag till jämförelser mellan den kunskap man hade på Linnés tid och dagens.

"Alstringen av djur och växter utgör naturens förnämsta och mest fördolda fenomen. Alla naturforskare ha intill denna dag ivrigt sökt livets ursprung och källan till allt levande, men ingen har hittills kunnat finna det."

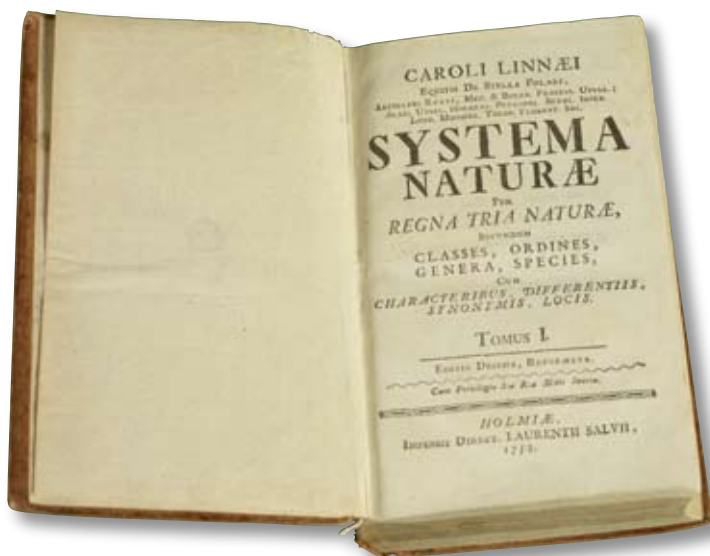
"Lika otvivelaktigt som det är att utan ägg ingen alstring kan äga rum, lika säkert är det också att intet ägg kan bli fruktbart utan hanlig säd. Men varför denna är så oundgänglig, på vilket sätt de båda könen kombineras och med hur mycket vartdera könet bidrager, är en fråga som ännu icke funnit sin lösning, fastän många ivrigt söka därefter."

PÅ LINNÉS TID BÖRJADE MAN FÖRSTÅ HUR FORTPLANTNING GÅR TILL, men mycket var ännu oklart. Vad skulle

du berätta för Linné om fortplantning och ärftlighet om du fick möjlighet att förklara vad vi vet idag?

Antonie van Leeuwenhoek, en skicklig holländsk konstruktör av mikroskop, tillverkade i slutet av 1600-talet mikroskop med en förstoringsgrad på upp till 500 gånger. Han studerade bl.a. sädesvätska och iakttog små, rörliga objekt som han kallade sädesmaskar. Han ansåg att en sädesmask kunde tränga in i ägget. Linné studerade sädesvätska från hund i mikroskop och såg sädesmaskarna, men till skillnad från Leeuwenhoek ansåg han inte att de var levande med egen rörelseförmåga, utan trodde att de bara flöt omkring i sädesvätskan. Även Linné ansåg att de var "den verksamma substansen i den hanliga säden".

VAD VAR DET LEEUWENHOEK OCH LINNÉ SÅG I MIKROSKOPET? Vem hade rätt – Leeuwenhoek eller Linné? Förklara hur "sädesmaskarna" kan röra sig.



man att jorden måste vara betydligt äldre. Även Linné reflekterade över fossil, som såg ut att höra hemma i havet, och bildningen av lagrade bergarter. Han tvivlade däremot aldrig på Gud som skapare av jorden och alla de levande organismerna.

I nästa kapitel om läkaren Linné nämns Linnés doktorsavhandling om malaria. Här anger han många orsaker till sjukdomen som han hört från olika håll men underkänner dem alla genom logisk bevisning. Självt hävdar han att sjukdomen måste ha något samband med våtmarker, vilket han bevisar genom egna iakttagelser. Så långt stämmer det med vår kunskap idag. Det dröjde sedan ända till slutet av 1800-talet innan malariaparasiten upptäcktes och man förstod malariamyggans betydelse. Olika pusselbitar fogades på det sättet ihop till en hållbar förklaring.

Linné levde i en vetenskaplig brytningstid. I hans skrifter (bl.a. hans reseskildringar) möter man ofta ett modernt vetenskapligt resonemang där han prövar och underkänner folkliga vanföreställningar och skrock. I andra sammanhang presenterar han däremot t.ex. okritiskt skrönor om märkliga människoliknande varelser som han hört berättas om av sjöfarare från exotiska länder. Han värderar och omprövar olika växters medicinska egenskaper men ordinerar själv läkemedel som bereds av märkliga ingredienser enligt recept som förts vidare genom århundraden.



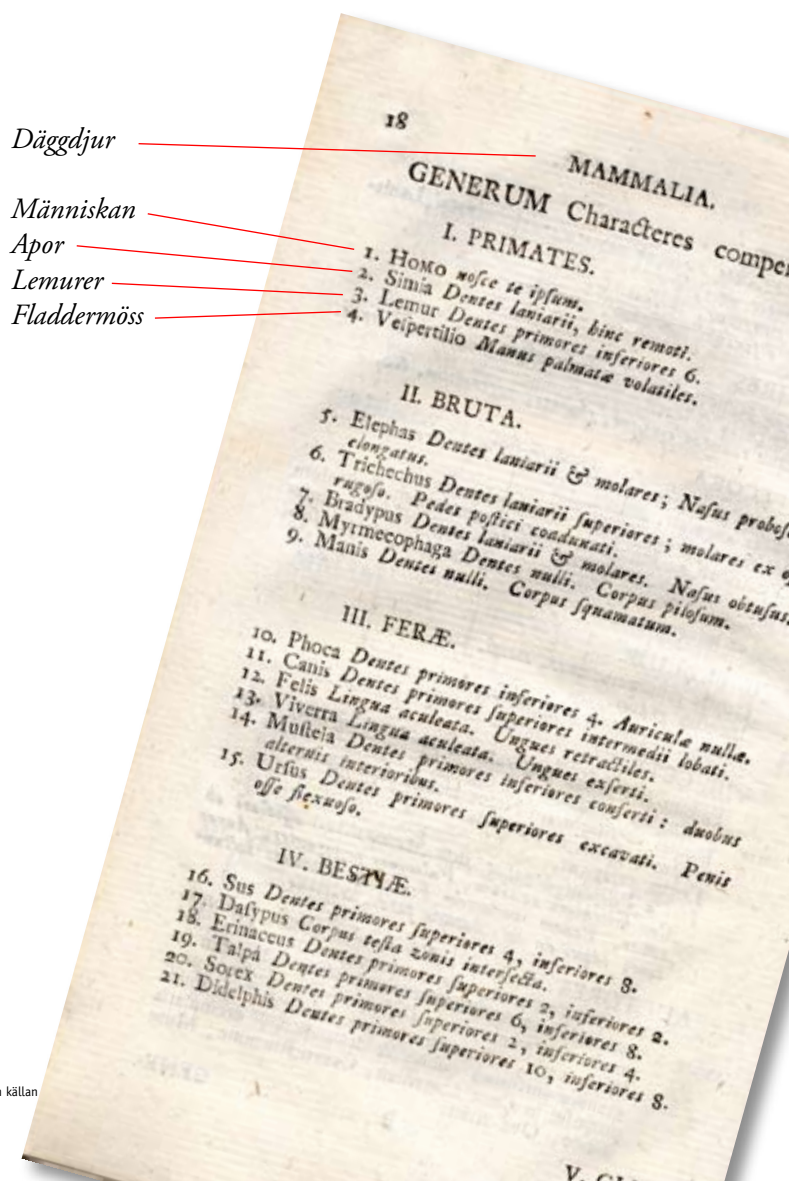
Orangutang

Idag möter vi också frågeställningar om vetenskap och ovetenskap. Tron på t.ex. olika läkande terapier som saknar vetenskaplig grund ökar och kunskap om natur-

vetenskapliga forskningsresultat har ibland svårt att nå ut och få genomslag.

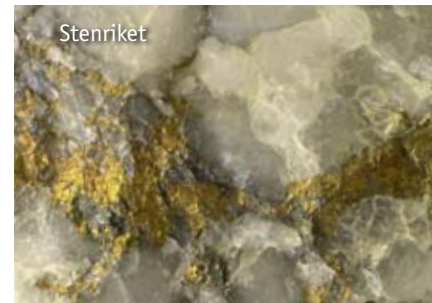
Ett vetenskapligt arbete börjar med iakttagelser som leder till funderingar om vilka slutsatser man kan dra utifrån dessa. Först därefter formuleras en idé, en hypotes, som kan testas. Utifrån resultatet av testet kan slutsatser dras om den ursprungliga idén håller eller måste omprövas. Gör som Linné träna iakttagelseförmåga och vetenskapligt tänkande genom att studera livet i dess olika beståndsdelar. ■

Linné placerade människan tillsammans med aporna, vilket var mycket radikalt för den tiden. I upplagan av Systema naturae från 1758 införde han beteckningen Mammalia (däggdjur). Den första ordningen kallade han primater (herredjur). Till människorna räknade han även en annan art Homo troglodytes, som han själv aldrig lyckades få se och heller ingen annan efter honom!



Uppfattning om organismvärlden då och nu

På Linnés tid:



Idag:



Carl von Linné delade in naturen i tre riken: växt-, djur- och stenriket. Vid klassificeringen av organismvärlden använde Linné både konstgjorda system, som var enkla och praktiska att använda, och system som visade det verkliga släktskapet mellan organismerna, s.k. naturliga system.

Redan i slutet av 1600-talet konstruerades så bra mikroskop att t.o.m. enskilda bakterieceller kunde iaktas, men på Linnés tid förstod man inte vad det var som syntes i mikroskopet. Linné själv använde sig inte särskilt mycket av mikroskop. Mikroskopstudier fick dock efterhand stor betydelse för att öka kunskapen om celler och organismer.

Den moderna DNA-tekniken har revolutionerat forskningen med att klassificera organismer. Nu först kan man ta reda på det verkliga släktskapet mellan olika arter genom att studera likheter och skillnader mellan

organismernas DNA. Detta ger nya möjligheter att förstå utvecklingshistorien.

Organismvärlden delas nu in i tre huvudgrupper: arkéer (Archaea), bakterier (Bacteria) och eukaryoter (Eukarya). Arkéerna och bakterierna består av encelliga organismer medan eukaryoterna kan bestå av både encelliga och flercelliga organismer.

Arkéer och bakterier är mycket mångformiga, inte alltid vad gäller utseendet, men när det gäller kemiska reaktioner vid ämnesomsättningen visar de upp skillnader. Genetiska undersökningar visar att arkéerna skiljer sig avsevärt från både bakterier och eukaryoter. Bland arkéerna hittar man de mest extremt salt- och värmeälskande organismerna på jorden. Både arkéer och bakterier har viktiga roller i nedbrytning och kretslopp i naturen, men en del bakterier kan också göra oss sjuka. Till bakterierna hör även cyanobakterier som kan genom-

föra fotosyntes på samma sätt som de gröna växterna.

Gemensamt för den tredje gruppen, eukaryoterna, är att alla organismer har en cellkärna, dvs. en avgränsad del i cellen som innehåller DNA och är omgiven av ett membran. Bland eukaryoterna finns svampar, växter, djur, olika slags encelliga och flercelliga alger samt andra encelliga organismer.

Linné beskrev, klassificerade och namngav ett imponerande antal organismer: ca 7 700 växter och 4 000 djur. Hans ambition gällde från början alla levande organismer, men efterhand förstod han det omöjliga i ett sådant arbete. Linnés verk fortsätter idag genom "Det svenska artprojektet", där avsikten är att med början 2005 och under 20 års tid kartlägga och beskriva alla ca 50 000 flercelliga eukaryoter i Sverige och eventuellt en del av de encelliga.

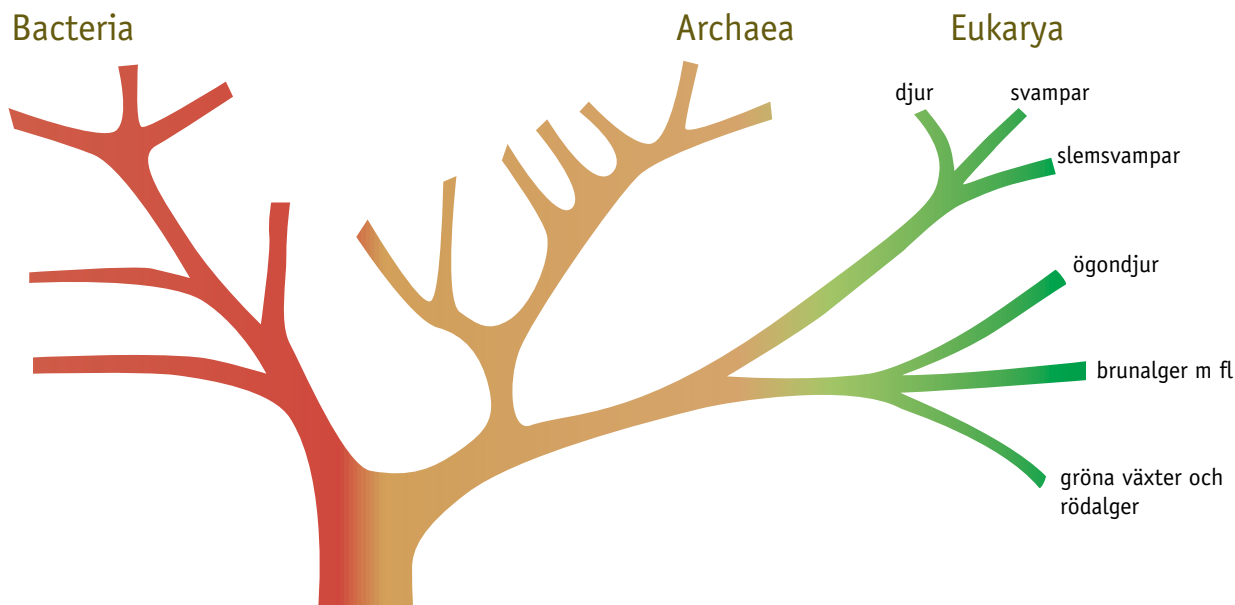
Även om Linnés klassificeringar i vissa fall omprövas idag, så var han i många avseenden en föregångare. Linné var först med att placera valarna bland däggdjuren. I *Systema naturae* från 1758 införde Linné beteckningen *Mammalia* (däggdjur) för djur vars ungar diade mjölk och han ändrade därför placeringen av valarna som tidigare förts till fiskarna, se föregående faktatext.

Linné placerade också människor, apor, lemurer och fladdermöss i samma grupp. Det var revolutionerande på Linnés tid att placera människan tillsammans med människoaporna. Först nu, när både människans och schimpansens DNA har kartlagts, vet vi hur rätt han hade beträffande släktskapet mellan oss och vår närmaste släkting. Överensstämmelsen mellan människans



*Linné ritade sitt eget adelsvapen av delar som var väsentliga för hans vetenskapliga gärning. I mitten syns ett ägg. Linné ansåg att ägget var ursprunget till allt levande. De tre fälten symboliserar den indelning som Linné gjorde i sten-, växt- och djurriket. Adelsvapnet omges av Linnés egen växt linnéa (*Linnea borealis*).*

och schimpansens DNA är i genomsnitt ca 99 % och i vissa avseenden är det endast en gradskillnad mellan de förmågor som människan har i jämförelse med schimpansens. Ett intressant forskningsområde är att undersöka skillnaderna i DNA som gör att människan kunnat utveckla kultur, tekniskt kunnande och etablerat sig i alla tänkbara miljöer. ■



Linné som vetenskapsman

Carl von Linné är kanske Sveriges internationellt mest kände vetenskapsman. Under hans tid som professor i Uppsala (1741–1778) utvecklades systematisk botanik till en vetenskap. Hans idéer spreds över världen genom de resande studenterna och genom den mycket omfattande korrespondens som han själv upprätthöll med kollegor i många länder. Dessutom besökte många utländska studenter och forskare Uppsala för att ta del av Linnés tankegångar och undervisning.

Linné var mycket mångsidig och intresserade sig för det mesta i naturen. Under sin första tid i Uppsala lärde Linné känna studenten Peter Artedi. De hade ett mycket nära samarbete, men insåg efterhand fördelarna med att dela upp organismvärlden mellan sig. Artedi tog hand om groddjuren, reptilerna och fiskarna och Linné åtog sig fåglarna, insekterna och växterna. Båda arbetade med mineralogi och däggdjur. Artedi dog ung men hans arbete med fiskarnas systematik har fått bestående värde. Diskussionerna tillsammans med Artedi hade sannolikt stor betydelse för hur Linné utarbetade principerna för att klassificera organismer.

Linné kan sägas vara pionjär inom ekologin och hans tankar om gradvisa skillnader mellan särskilt de minsta organismerna leder fram mot evolutionära tankegångar. Han hade ofta en nyttoaspekt på naturen och försummade t.ex. inte att berätta för sina studenter om växternas användningsområden. Han intresserade sig även för nationalekonomi. Resorna i Sverige hade det

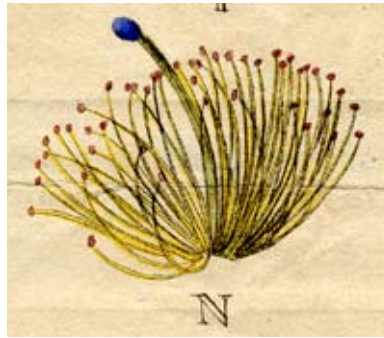
övergripande syftet att utveckla den svenska ekonomin genom att bättre utnyttja regionala resurser. Linnés engagemang för att förbättra handelsbalansen genom att minska dyrbar import visas genom de uppdrag han gav sina lärjungar inför utlandsresorna.

Det som präglade hans vetenskapliga arbete är strävan efter att systematisera och ordna och han lade därmed grunden för modern biologi. Linné kan sägas vara systematikens fader. Citatet ”Gud skapade och Linné ordnade” visar Linnés syn på sitt arbete. Den bestående vetenskapliga insatsen utgörs framför allt av det system för att namnge levande organismer som Linné konsekvent införde och som fortfarande används internationellt. Organismer namnges med ett tvådelat latinskt namn som först består av ett namn för en grupp organismer (släktnamn) och därefter ett namn som definierar en viss art (artepitet). Före Linné var beskrivningarna av växterna i allmänhet långa och krångliga och det fanns inget enkelt system för att ordna växterna på ett systematiskt sätt.

Linné valde att utgå från växternas könsorgan och konstruerade ett system som gjorde det möjligt att på ett enkelt sätt placera in en okänd växt. Linnés sexualsystem kunde användas för växter från hela världen. Linné ordnade blomväxterna i 23 klasser utifrån antalet och placeringen av ståndarna. Därefter utgick han i huvudsak från antalet pistiller för att inom klasserna gruppera växterna i ordningar. En 24:e klass omfattade växter som saknar blommor, t.ex. mossor och ormbunksväxter. Linné var själv medveten om att det inte var ett naturligt system som visade växternas verkliga släktskap, men systemet gjorde det möjligt att beskriva och ordna en mängd okända växter.

Bland Linnés viktigare vetenskapliga verk kan nämnas *Species plantarum* (1753) och *Genera plantarum* (5: e upplagan 1754), som fortfarande är utgångspunkt för botanisk namnsättning. *Systema naturae* (vol. 1, 10: e upplagan 1758) är på samma sätt utgångspunkt för djurens namngivning. I en tidigare upplaga av *Systema naturae* från 1735 publicerades också för första gången en beskrivning av sexualsystemet. ■

LINNÉ DÖPTE DJUR OCH VÄXTER EFTER SÅVÄL VÄNNER SOM FIENDER, ex. uppkallade Linné ett trist ogräs, *Siegesbeckia*, efter en av sina hårdaste kritiker, Johann Siegesbeck. Släktet *Rudbeckia*, en ståtlig växt med vackra blommor som fortfarande odlas i många trädgårdar, uppkallade däremot Linné efter Olof Rudbeck d.y., professor i medicin i Uppsala som på olika sätt stödde Linné under hans första år i Uppsala.



Vilka karaktärer är bra att välja för att kunna klassificera växter?

Till höger finns en bildserie med vitsippor där kronbladen varierar mellan sex, sju, åtta, nio och tio. Antalet kronblad är därför inte någon bra karaktär att utgå från vid klassificering av vitsippa. Linné valde att klassificera växter med utgångspunkt i ståndarnas antal och placering – en metod som kunde tillämpas på växter från hela jorden. Organismer påverkas både av arv och miljö. En växt som växer på näringsfattig mark blir i allmänhet liten och spenslig, medan en växt från samma art som får riklig näring, blir kraftig med välutvecklade blad. Inte heller karaktärer som påverkas av miljön kan användas för klassificering.

Överst syns blåsippa som hör till samma klass (nr 13 Polyandria) som vitsippa. Blommorna har många ståndare (fler än 12), fästa tätt under pistillfästet. Där under syns midsommarblomster med 10 ståndare (klass 10 Decandria) och underst vildtulpan med sex ståndare (klass 6 Hexandria). Till höger om varje blomma finns en tecknad bild av ståndare och pistiller som illustrerar den klass dit växten hör. Bilderna är ritade 1736 av Georg Dionys Ehret på uppdrag av Linné.



Livets spiral

Modern systematik bygger idag på studier av organismernas DNA. DNA-molekylens spiralformade struktur innehåller information som ger möjlighet att förstå hur organismerna är släkt och hur evolutionen av organismvärlden har gått till.

DNA-molekylen byggs upp av mindre molekyler, s.k. nukleotider. Varje nukleotid består av en sockergrupp (deoxiribos), en fosfatgrupp och en av fyra möjliga kvävebaser A, T, C och G (adenin, tymin, cytosin och guanin). DNA-molekylen är dubbelsträngad och varje sträng består av ett pärlband av nukleotider. Nukleotiderna i strängarna förbinds med tvärgående bindningar på så sätt att tymin kombineras med adenin och cytosin med guanin.

En kombination av tre nukleotider längs DNA-strängen utgör en enhet som kodar för en av 20 olika aminosyror. Koden i DNA-molekylen översätts först till en variant av nukleinsyra, RNA, som i sin tur översätts till en aminosyrasekvens. Sekvensen av aminosyror bildar ett protein. Genom avläsning av koden i DNA-molekylen kan proteiner med en viss byggnad bildas.

DNA-molekyl. En stegpinne bildas av två kvävebaser: antingen binds tymin och adenin samman eller också cytosin och guanin.

Några korta aminosyrasekvenser från proteinet myoglobin hämtade från olika djurgrupper.

Människa	SDGEWQLVLNVWGKVEADIPGHGQEV
Schimpanse	SDGEWQLVLNVWGKVEADIPGHGQEV
Gorilla	SDGEWQLVLNVWGKVEADISGHGQEV
Gris	SDGEWQLVLNVWGKVEADVAGHGQEV
Tonfisk	--ADFDAVLKCWGPVEADYTMGGLVL

: : . * * . * * * * * . * * *

* Aminosyraresterna överensstämmer helt

Övriga färger visar att aminosyraresterna är mer eller mindre olika.

Variationsmöjligheterna är i det närmaste oändliga när det gäller proteinernas byggnad. Proteinerna har många funktioner i kroppen, t.ex. styr enzymerna cellernas reaktioner medan andra proteiner bildar kroppens vävnader.

DNA-materialet i en organism eller i en cell kallas genom. Alla celler i en organism utom könscellerna har samma DNA-innehåll. Genomen för mer än 350 organismer har redan kartlagts och fler står på tur. Den översiktliga beskrivningen av människans hela genom publicerades 2001. Kunskapen om organismernas DNA-sekvenser har stor betydelse för att bl.a. kunna ta reda på orsaken till sjukdomar och för att kunna fastställa släktskap och förstå evolutionen.

Genom den nya vetenskapsgrenen bioinformatik kombineras biologi, datakunskap och matematik för att kunna hantera den enorma mängd av information om proteiner och DNA som publicerats på Internet. Materialet är fritt tillgängligt via databaser och kan hanteras med hjälp av gratisprogram på Internet. Via databaser kan man söka efter likartade aminosyra- eller nukleotidsekvenser från olika organismer. Med hjälp av ett dataprogram görs en jämförelse mellan sekvenserna, de placeras ovanför varandra på så sätt att aminosyror eller nukleotider som stämmer överens placeras rakt ovanför varandra. Detta kallas alignment. På detta sätt kan även organismer som till det yttre är mycket olika varandra jämföras. Detta ligger sedan till grund för stamträd som bygger på sekvensernas likheter och skillnader. ■