

# Bi-lagan



INSPIRATION OCH INFORMATION FÖR LÄRARE I SKOLAN • BI-LAGAN NR 1 MARS 2014



Webbresurs  
GM-växter 3

Energi på vuxen-  
utbildningen 8

Människans  
evolution 10

DNA-streckkod  
Vad är det? 14

ForskarFredag  
Höstförsöket 20

Nationellt resurscentrum  
för biologi och bioteknik

Vid Uppsala universitet i samarbete  
med SLU, Biologilärarnas förening  
och Skolverket.

Box 592, 751 24 Uppsala  
tel 018-471 50 66  
fax 018-55 52 17  
info@bioresurs.uu.se  
www.bioresurs.uu.se

# Bi-lagan

Bi-lagan ges ut av Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik. Tidningen utkommer med tre nummer per år och riktar sig till alla som arbetar med uteverksamhet, naturorienterade ämnen och biologi, från skolans tidiga år upp till gymnasium/vuxenutbildning.

Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik har som uppdrag att stödja och inspirera lärare från förskola till gymnasium/vuxenutbildning bland annat genom att

- främja diskussion och utbyte av idéer mellan lärare,
- arbeta med kompetensutveckling för lärare,
- ge råd om experiment och fältmetodik,
- arbeta för en helhetssyn på naturvetenskap och för en integration av biologiska frågeställningar i skolan,
- främja kontakter mellan forskning, skola och näringsliv.

Ansvarig utgivare:  
Britt-Marie Lidesten

Redaktion:  
Ammie Berglund (redaktör och layout)  
Britt-Marie Lidesten  
Kerstin Westberg

Omslagsbild:  
Vårtecken Foto: Britt-Marie Lidesten

Övriga foton:  
Redaktionen om inget annat anges.

*Prenumeration och fler ex:*  
Prenumeration på Bi-lagan som pappersexemplar eller elektronisk version är kostnadsfri. För att anmäla dig som prenumerant, gå in på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se), välj Bi-lagan och sedan Prenumerera. Lärare, arbetslag på en skola, privatpersoner och andra intresserade kan på detta sätt beställa ett eget ex. Det går även bra att (i mån av tillgång) få fler ex av ett visst nummer av Bi-lagan. Kontakta redaktionen på: [info@bioresurs.uu.se](mailto:info@bioresurs.uu.se)

*Annonsering:*  
Vill du annonsera i Bi-lagan? Se [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se) eller kontakta Ammie Berglund, tfn 018-471 64 07, [ammie.berglund@bioresurs.uu.se](mailto:ammie.berglund@bioresurs.uu.se)

Upplaga: 5 500 ex

ISSN 2000-8139

Tryck: TMG Tabergs AB  
Produktionen av tidningen är Svanen- och FSC-märkt.



## Positiva framtidsutsikter?

Här på Bioresurs känner vi nu en försiktig optimism inför framtiden! Under flera år har det diskuterats en omorganisation av de nationella resurscentrumen i biologi, fysik, kemi och teknik. Enligt riksdagsbeslut i december upphör det nationella uppdraget till resurscentrumen den 1 juli 2014. Samtidigt beslöts att ekonomiskt bidrag från Utbildningsdepartementet endast ska utgå för första halvåret 2014. Besluten var en stor besvikelse efter det att vi föreståndare, företrädare för de fyra universiteten och Kungl. Vetenskapsakademien, ämnesföreningar och många lärare framfört att det finns ett stort behov av att bibehålla verksamheten vid nuvarande resurscentrumen. Men för några dagar sedan kom ett positivt besked från Utbildningsdepartementet. Enligt detta får vi fortsatt ekonomiskt bidrag för även andra halvan av 2014 och Linköpings universitet får ett samordningsansvar som inkluderar de nuvarande resurscentrumen. Än så länge vet vi inte vad organisationsförändringen innebär, men vi ser positivt på framtiden för Bioresurs och hoppas att vi ska nå en bra lösning. Följ händelseutvecklingen på Bioresurs hemsida.

”... försiktig optimism inför framtiden.”

Den 5 mars inbjöd Kungl. Vetenskapsakademien till inspirationsdagen *Livets ursprung och evolution* här i Uppsala. Det blev en dag med många intressanta föredrag av framstående forskare. Dagen efter erbjöd Bioresurs en kursdag med praktisk inriktning mot undervisning om evolution fylld med diskussioner, övningar och laborationer. Ett av föredragen under inspirationsdagen handlade om människans utveckling. Under året har det publicerats ett flertal artiklar på detta tema – spännande nyheter om våra närmaste släktingar, neandertalare och Denisovamänniskan, som du kan läsa om i detta nummer.

Att känna igen olika arter är grundläggande när man studerar den biologiska mångfalden. Ett hjälpmedel för att identifiera arter, ibland enbart utifrån små fragment av organismer, är DNA-streckkodning. Mer om detta skriver forskare från Naturhistoriska riksmuseet i ett par artiklar i detta nummer.

Så länge som vi människor har varit jordbrukare har vi systematiskt valt ut husdjur och växter med de bästa egenskaperna. Omdiskuterat är däremot att med exakta gentekniska metoder påverka gener och åstadkomma så kallade genmodifierade växter. Det är ett vetenskapligt spännande område, men är samtidigt kontroversiellt. Bioresurs arbetar med att ta fram ett webbaserat material för skolan som framför allt fokuserar på hur man kan undervisa om genmodifierade växter i ett samhällsperspektiv, se presentation på följande sidor. Vi räknar med att en första version av webbmodulen läggs ut i månadsskiftet mars – april.

Trevlig läsning!

Britt-Marie Lidesten, föreståndare



# GENETISKT MODIFIERADE VÄXTER

Naturvetenskap i  
samhällsdebatten

## Snart klar! Webbresurs om Genetiskt modifierade växter

Text: Ammie Berglund

Webbresursen om genetiskt modifierade växter, som Bioresurs har arbetat med under en tid, testas och granskas nu av forskare och lärare. När du har Bi-lagan i din hand är förhoppningsvis de flesta korrigeringar och omarbetningar klara.

Webbprojektet som på ett bra sätt skulle paketera webbföreläsningarna från KVA-symposiet: "Ja eller nej till genmodifierade växter – vad säger forskarna?" (2012-03-20) har växt. Många länkarresurser har kopplats in, tankarna kring arbete med samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI, på engelska SSI, socio-scientific issues) har fördjupats. När GM-växtwebben är klar hittar du den via en länk från Bioresurs startside (bioresurs.uu.se).

Webbsidan belyser genmodifiering ur flera perspektiv: *Historiskt perspektiv* (om växtförädling), *Hur gör man?* (om tekniker för att modifiera växter), *Hållbart jordbruk*, *Om attityder och Lagar och regler*. På *Tema-sidor om olika grödor* finns prezi/powerpointpresentationer som kan användas för att introducera olika exempel på GM-grödor, samt länktips och övningar (uppgifter, rollspel mm). *Lärrarhandledningen* ger en överblick över det naturvetenskapliga innehållet och belyser aktuella samhällsaspekter och intressekonflikter. Lärrarhandledningen ger dig en hel verktygslåda med tips och idéer för en varierad undervisning. På följande sidor ges några smakprov på detta.



### Lärrarhandledning >> Resurser >> Praktiskt arbete

#### Tips om praktiska försök

Att ansöka om tillstånd för att hantera genmodifierade växter är komplicerat. I skolan kan man istället studera "vanliga" mutanter för att illustrera skillnader mellan växtsorter. Institutet för Plante og Miljøvidenskab (Köpenhamns universitet) som utvecklat projektet "Tjek på biotek" erbjuder leverans av fröer via sin hemsida även till svenska skolor ([plen.ku.dk/formidling/tjek\\_paa\\_biotek/](http://plen.ku.dk/formidling/tjek_paa_biotek/)). Beställ i god tid!

Bilden ovan visar groddplantor av käringtand (*Lotus japonicus*). Växten har en naturlig produktion av cyanogena glukosider, som omvandlas till giftig cyanid om växten skadas. Att det frigörs cyanid från skadade blad kan påvisas med ett speciellt färgindikatorpapper som följer med i beställningen. Odlingsförsöket går ut på att studera två mutanter som har olika defekter i cyanidbildningen. Försöket blir en utgångspunkt för att diskutera hur genmodifiering kan påverka växters produktion av olika ämnen. Fler tips på praktiska försök finns på webben.

## Lärarhandledning >> Stötta grupparbetet

### Argumentation: övning & analys

Syftet med webbprojektets argumentationsövningar är att låta eleverna möta olika argument och åsikter. Lärarhandledningens sida *Stötta grupparbetet* innehåller övningar och handledande texter med koppling till didaktisk forskning. Om både känslomässiga och intellektuella aspekter tillåts i diskussionerna och man är tydlig med att normer och traditioner är giltiga som utgångspunkt när man tar ställning i olika frågor skapar man förutsättningar för en öppen dialog. Elever med en inre känsla av trygghet kan lättare fokusera på sitt lärande i en konfliktfylld fråga.

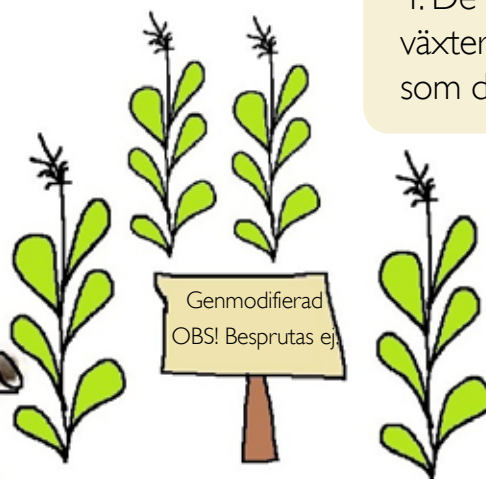
Att något är naturligt eller onaturligt används ibland som grund för ett ställningstagande. Men "naturlighetsargument" är problematiska. För att synliggöra och diskutera olika betydelser av "naturligt" kan man använda en "concept cartoon" (se bild nedan).

Naturlighetsargument av typ 1 används då man anser att det som påverkats av människan är onaturligt. Om man istället anser att allt som existerar i verkligheten är naturligt, även det som framställts/påverkats av människor resonerar man enligt typ 2. I naturlighetsargument av typ 3 används ordet naturligt för det som fungerar bra rent biologiskt. Sjukdomar och allt som är skadligt för individen uppfattas då som onaturligt. Bakom naturlighetsargument av typ 4 ligger känslor och värderingar, någon specifik koppling till vad som är naturligt/onaturligt görs inte. Bakom naturlighetsargument kan alltså ligga helt olika värderingar och syn på världen.

1. Det är onaturligt med de genmodifierade växterna eftersom de är konstgjorda.



2. De genmodifierade växterna är lika naturliga som allt annat levande.



4. De genmodifierade växterna känns fel eftersom de är onaturliga.

3. Det är naturligt med de genmodifierade växterna, de ser ut att kunna växa och fungera bra.

## Lärarhandledning >> Resurser >> Debatt och rollspel

### Debatt och rollspel

I Rollspelet Risonia som tagits fram av Karin Johansson, Katedralskolan i Uppsala, får man en roll i ett av landet Risonias olika partier. Arbetet går ut på att formulera motioner till parlamentet och att i diskussioner pröva olika argument om det Gyllene riset. Förslag på resurser som kan användas för att sätta sig in i fallet finns på en *TEMA-sida om Gyllene riset*. Färdiga rollkort och detaljerade instruktioner finns för genomförandet.

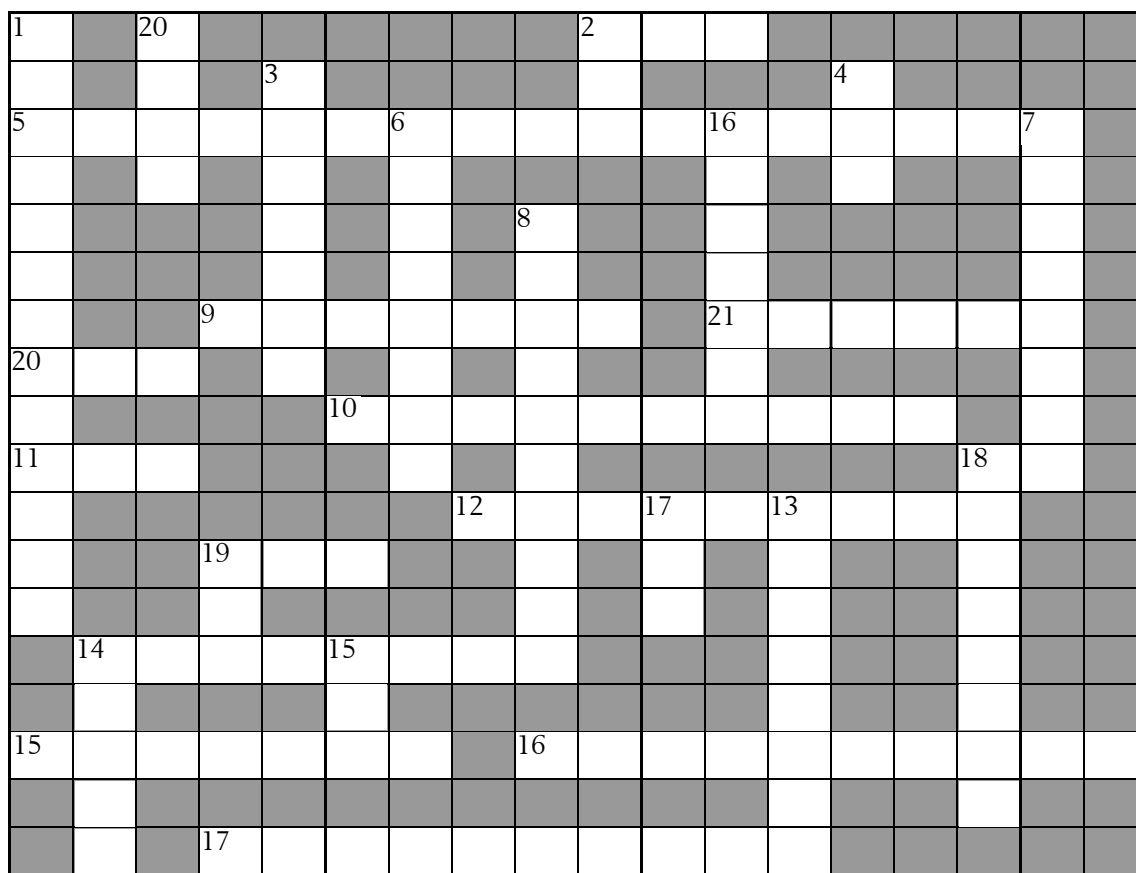
Dan Frendin, Stagneliuskolan i Kalmar, har bidragit med en utprövad form av debatt med en öppen frågeställning om användning av genmodifierade livsmedel. Ett antal olika organisationer/intressegrupper representeras av elevgrupper som förbereder argument för eller emot att tillåta GMO i livsmedelsproduktionen i världen.

Webbsidans del om *Hållbart jordbruk* ger en bra utgångspunkt i förberedelserna inför både debatt och rollspel. Förslag på hur man kan följa upp rollspel/debatter med att låta eleverna skriva argumenterande uppsatser kompletteras med förslag på bedömningsmatriser.



# Vad kan du om växter, traditionell förädling och genmodifiering?

På webbsidan finns många olika typer av övningar, även korsord. Testa dig själv! Facit finns på Bioresurs hemsida i anslutning till Bi-lagan nr 1 2014.



Korsordet är gjort med hjälp av:  
[www.crosswordpuzzlegames.com/create.html](http://www.crosswordpuzzlegames.com/create.html).

## VÅGRÄTT

2. En bit DNA som innehåller information om hur ett protein ska byggas (talar om i vilken ordning aminosyror ska sättas ihop)
5. Enzym som klipper av DNA
9. Del i cellerna som bygger ihop aminosyror till proteiner
10. En process som sker i växternas kloroplaster. Kräver ljus, vatten och koldioxid. Bildar kolhydrater och syrgas.
11. Ribonukleinsyra
12. En organisk molekyl (till stor del byggd av kolatomer och väteatomer) som har den unika egenskapen att kunna absorbera (ta upp) ljusenergi (tar dock inte upp energin från grönt ljus)
14. Resultat av växtförädlingsarbete (en växt med önskade egenskaper)
15. Liten ringformad DNA-molekyl hos bakterier
16. Är en växt uppbyggd av
17. Bekämpningsmedel mot insekter
18. Motsats till ut
19. Socioscientific issues (förkortning)
20. Traditionellt modifierad organism (förkortning)
21. Kan företag ta på genmodifierad växt

## LODRÄTT

1. En vanlig jordbakterie som får växter att ta upp bakteriens DNA
2. Genetiskt modifierad organism
3. Är uppbyggd av aminosyror i en bestämd ordning
4. Deoxyribonukleinsyra
6. En lång DNA-molekyl som innehåller många gener
7. En förändring i arvsmassan som kan orsakas av slumpmässiga fel när DNA kopieras (innan celledning) eller på grund av strålning eller vissa kemikalier som skadar DNA
8. Finns i växtceller och innehåller klorofyll
13. Bekämpningsmedel mot svamp
14. Måste växtförädlaren kunna rätt
15. Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll
16. Används fungicider mot
17. Finns en gyllene sort av
18. Är det att odla och sälja genmodifierad gröda utan tillstånd
19. Fungerar restriktionsenzymerna som
20. Myndighet inom EU som har ansvar för säkerhetsbedömningar av genmodifierade grödor

Lästips: I webbtidskriften [www.bioscience-explained.org](http://www.bioscience-explained.org), volym 8 nr 1, finns en intressant artikel om gentekniska metoder skriven av Marie Nyman, Gentekniknämnden, se mer info sidan 18.



## Våren – fortplantningens högsäsong!



Text: Britt-Marie Lidesten

*När våren kommer vänds vår del av jorden allt mer mot solen och jordytan värms upp. Ljuset återvänd, dygnsmedeltemperaturen stiger och vi njuter av vår solens värme!*

SMHI skriver på sin hemsida: "Om dygnsmedeltemperaturen ligger i intervallet från 0,1°C till och med 9,9°C kallar vi detta för ett dygn med vårtemperatur. Om detta inträffar sju dygn i följd, säger vi att våren anlände det första av dessa dygn. Även om det blir en återgång till lägre temperaturer därefter så räknas det fortfarande som vår." Dessutom tillkommer ytterligare ett villkor: Våren får inte inträffa tidigare än 15 februari. När detta nummer av Bilagan kommer ut har statistiskt sett våren redan kommit i Uppsalatrakten. Den 16 mars brukar det vara vår i Stockholm, medan det i genomsnitt dröjer till den 1 maj innan våren kommit till Kiruna.

Följ årstidernas växlingar på SMHI:s hemsida, [www.smhi.se](http://www.smhi.se). Sök på Årstider så kommer du till kartor som visar årstidernas ankomst i Sverige.

### Klimatet påverkar

Våren är högsäsong för fortplantning! Vi ser med förtjusning de första tecknen på att fortplantningen är på gång bland växter och djur: hästhov, blåsippor och vitsippor slår ut, fåglarnas sång markerar revir och humlor och bin tumlar runt bland sälgens blommor och samlar pollen.

Tidsmatchningen av fortplantningen i förhållande till den kommande sommaren är viktig för att näringstillgång och övriga miljöfaktorer ska vara optimala. Men vad händer med fortplantningen hos olika arter när våren kommer tidigare beroende på ett förändrat klimat? Forskare arbetar bland annat med frågor som rör hur fåglar klarar häckningen när insekterna kläcks tidigare (1) och hur utbredningen av skadeinsekter ändras beroende på ett varmare klimat (2). På webbsidan Naturens kalender (3) kan man följa blomningen av växter efterhand som våren når allt längre norrut i landet och även rapportera in egna fynd.

### Utmaningen 2014

Årets utmaning från Bioresurs till lärare och barn/elever i gr åk F-6 och förskola är att arbeta med

temat Fortplantning. Det finns mycket spännande att studera och undersöka om fortplantningen hos enskilda arter eller hos olika arter i samspel med varandra. Förslag på vad man kan göra inom temat finns på Bioresurs hemsida, se länken Utmaningen på startsidan.

Du deltar i Utmaningen 2014 genom att göra en anmälan via länken Utmaningen på Bioresurs hemsida och genomföra ett projekt kring fortplantning med din barngrupp eller klass under antingen våren eller hösten. Skicka sedan in en redovisning till oss på Bioresurs senast den 1 november 2014. Bra redovisningar och elevmaterial publiceras i vår tidning Bi-lagan och/eller på vår webbsida. De som anmäler sig senast 1 maj är med i utlottningen av fem bokpaket. Även om du inte hunnit anmäla dig innan detta datum är du välkommen att vara med. Anmälningsskylten är öppet till och med september 2014.

## Kolla på växter

Att arbeta praktiskt med odling av växter i skolan är uppskattat av eleverna och ger goda möjligheter att uppfylla biologins kursplan om att elever ska genomföra egna undersökningar med naturvetenskapliga arbetsmetoder.

Fortplantningen hos växter kan gå till på olika sätt. För växter som har blommor och förökar sig med könlig fortplantning handlar det om blommornas utseende, anpassning till olika former av pollination, fröspridning och utveckling av en ny individ. Växter kan också föröka sig med könlös fortplantning, till exempel jordgubbsplanter som skickar ut revor, potatis som bildar stamknölar och krukväxter som förökas med sticklingar. Även mossors och ormbunksväxters fortplantning är intressant att studera och att jämföra med fortplantningen hos fröväxter.

## Kolla på djur

Djur, som finns i vår närhet, uppvisar en stor variation i fortplantningsbeteende. Insekter och andra smådjur, fiskar, groddjur, fåglar och däggdjur, både vilda och husdjur, är alla intressanta studieobjekt. Välj arter som man kan iaktta i närmiljön.

Insekter kan ha fullständig eller ofullständig förvandling. Steklar, skalbaggar och fjärilar med flera grupper har fullständig förvandling och utvecklas via ägg, larv och puppa till fullbildad insekt, medan till exempel tvestjärter, trollsländor och hoppkrävtor, till exempel gräshoppor, har ofullständig förvandling där puppstadium saknas.

En annan aspekt att studera är könlig eller könlös fortplantning och vilka fördelar och nackdelar dessa fortplantningssätt har från evolutionär synpunkt. Många speciella lösningar finns. Exempelvis kan bladlöss och vandrande

pinnar ha både könlös och könlig fortplantning. Det finns också djur som är hermafrodit, både hanar och honor samtidigt (se sista sidan). Ytterligare intressanta fortplantningssätt finner man hos de sociala insekterna som bin, getingar och myror.

Hur fungerar sexuell selektion och vilken betydelse har det för evolutionen av de arter som berörs? Varför ser hanar och honor olika ut även om de lever i samma miljö? Hos vilka arter skiljer sig honan och hanen märkbart åt och hos vilka är de nästan lika? Ja, det är ytterligare exempel på intressanta frågor att studera med utgångspunkt i fortplantning.

## Bi-lagan nr 2 2013

### Kalendern med tema fortplantning

Passa på att studera vad som händer kring fortplantningen nu under våren. Många förslag finns i kalendern, Bi-lagan nr 2 2013.

*Januari:* Odlä växter i klassrumsmiljö. Koppla biologin till matematiken genom att redovisa resultaten med enkla statistiska metoder.

*Februari och juni:* Studera blommornas byggnad och hur fortplantningen hos blomväxter går till. Titta på pollen och upptäck variationen i pollenkomens utseende.

*Mars:* Gå ut i naturen och studera variationen i växternas utseende, en variation som är grunden för det naturliga urvalet och evolutionen. Till exempel varierar blommornas utseende hos vitsippor och blåsippor när det gäller antal kronblad och deras form och färg.

*April:* Följ grodornas fortplantning genom att ta in groddägg och studera utvecklingen.

*Maj:* Lyssna på fågellåten och följ häckningen i fågelholkar i närheten av skolan.

*September:* Studera hur myrorna vaknar upp och börjar myllra på soluppvärmda myrstackar.

*December:* Mossors och ormbunksväxters fortplantning beskrivs tillsammans med odlingsmetoder.

## Övriga referenser

1. Klimatförändringar: Forskning och framsteg. (<http://fof.se/amne/klimatforandringar>)
2. Insekter och klimatförändringar – vad vi vet, tror oss veta och inte vet. Christer Björkman, Helena Bylund och Åsa Berggren. Fakta jordbruk. Rön från Sveriges lantbruksuniversitet. Nr 4 2011 ([www.slu.se/PageFiles/6965/Jo11-04.pdf](http://www.slu.se/PageFiles/6965/Jo11-04.pdf))
3. Naturens kalender ([www.naturenskalender.se](http://www.naturenskalender.se))



Lärare från vuxen-  
utbildningen testar  
kemilaborationer under  
kursdagen i Uppsala.



# Energi på vuxen- utbildningen

Text: Kerstin Westberg



*Precis som i övriga skolan har det på vuxenutbildningen skett stora förändringar de senaste åren. Det har kommit nya styrdokument både för kommunal vuxenutbildning och särskild utbildning för vuxna.*

Under hösten anordnades kursdagar på fyra orter i landet för lärare på grundläggande och gymnasial nivå inom kommunal vuxenutbildning och särskild utbildning för vuxna. De genomfördes i samarbete mellan resurscentrumen i biologi, kemi och fysik och med stöd av Skolverket.

Kursdagarna innehöll föreläsningar och diskussioner kring språket i naturvetenskapliga ämnen och hur man kan tänka när man undervisar nyanlända svenskar i naturvetenskap. Detta är ett mycket aktuellt tema för framför allt lärare inom grundläggande kommunal vuxenutbildning eftersom man räknar med att cirka 90 % av eleverna har sitt ursprung i andra länder än Sverige. Det andra temat för kursdagarna var energi och bestod av övningar och laborationer med inriktning mot energi i mat, energimätningar och olika beräkningar kring energi.

## Vilka ord är svåra?

Under kursdagen berättade Monica Lindvall från *Nationellt centrum för svenska som andraspråk* om hur viktigt det är att tänka på att de svåraste orden inte alltid är de som är ämnesspecifika utan de som är ämnesneutrala men abstrakta och som kan ha olika innebörd beroende på situation. De ämnesspecifika orden ägnar läraren mycket tid åt

att förklara, men det är lätt att glömma bort att om eleverna har svårt att förstå orden som knyter samman de ämnesspecifika orden, blir texten ändå svår att ta till sig. Till exempel gäller det ord som utbredning, resurser, föremål, bilda, ersätta, fastställa, motsvara, avta, påfallande, begränsning och framträdande. Hon påpekade också att i läromedlens ämnestexter packas orden ofta ihop och vi lärare behöver hjälpa till med att "packa upp" orden igen. I texterna görs ibland verb och adjektiv om till substantiv, så kallad nominalisering. Detta kan göra en text svår att förstå för eleverna. Några exempel på ord är jonförening (joner förenas), hopfruset (fryser ihop), rik nederbörds mängd (regnar mycket) och näringsfattig (lite näringsämnen).

Vill man läsa mer om språket i ett skolperspektiv finns en intressant skrift som kan laddas hem eller beställas på Skolverkets hemsida: *Få syn på språket – Ett kommentarmaterial om språk- och kunskapsutveckling i alla skolformer, verksamheter och ämnen* (1). Fler bokreferenser är: *Lyft språket. Lyft tänkandet* av Pauline Gibbons (2) och *Språkinriktad undervisning* av Maaïke Hajer och Theun Meestringa (3).

## Energi i mat

Energi finns med som en del i kursplaner och ämnesplaner för alla naturvetenskapliga ämnen.

Ur en biologs perspektiv kan det handla om energin i maten och vad den används till i kroppen. En kemist kanske istället funderar över energi i samband med kemiska reaktioner och att man kan få ut olika mycket energi ur olika matvaror. Kan det åskådliggöras på något sätt? Att mandelspån kan brinna syns i bild på nästa sida.



En fysiker kanske istället går vidare med beräkningar och söker svar på frågor som: "Hur stor effekt utvecklas under en promenad?" och "Vilka förändringar sker i läges- och rörelseenergi vid gång och löpning?"



Jo visst brinner mandelspån!  
Vivi-Ann Långvik, föreståndare för Kemilärarnas resurscentrum demonstrerar.

Oavsett vilket fokus man har ger de vuxna elevernas erfarenheter en extra dimension till undervisningen.

## Enkla laborationer

Lärare som undervisar på vuxenutbildningen vittnar om att det är ett stort problem att få undervisningstiden att räcka till. Kurserna ska klaras av snabbt trots att många är ovana vid att studera och framförallt ovana vid att laborera. Många har dessutom familj med barn och arbete vid sidan om studierna. Det behövs fler enkla laborationer, gärna sådana som går att göra om till hemlaborationer. Viktigt är också att utveckla laborationer som är intressanta för vuxna.

Laborationerna som genomfördes under kursdagarna passade till energitemat och är möjliga att anpassa till elever inom både kommunal vuxenutbildning och särskild utbildning för vuxna.

Mjölkprodukter kan med fördel användas i biologilaborationer. De innehåller fett, kolhydrater och protein, som alla är energirika ämnen. Ett enkelt experiment är att vispa grädde till smör och se om det stämmer att fettklumpen som bildas är 40 % av totalinnehållet. Laktos (mjölksocker) är en disackarid och kan sönderdelas till glukos och galaktos med enzymet laktas. Glukoshalten kan mätas med en teststicka. Försöket ger en naturlig koppling till diskussioner kring laktosintolerans. Mjölprotein kan studeras genom att tillsätta löpe och iaktta koagulationen av proteinerna vid till exempel olika temperaturer. Både laktas och teststickor för protein och glukos kan köpas på apotek. Experimenten finns beskrivna i Bi-lagan (4). Ett annat spår med koppling till energiinnehållet i mat är att använda ett kostprogram för att beräkna och jämföra energiinnehållet i olika slags maträtter (5).

I häftet *Matnyttigt – kemien i maten*, utgivet av Kemilärarnas resurscentrum, finns många laborationer och ett intressant faktainnehåll (6). Varför inte göra en enkel bombkalorimeter för att undersöka energiinnehållet i mat? Försöket finns be-



Under kursdagarna gjordes fysikexperiment med energi och ljus. Bilden till vänster visar att energirik UV-strålning får sodavatten med kinin (t.ex. Schweppes tonic water) att fluorescera.

skrivet på KRCs hemsida (7).

Sist men inte minst kan man räkna ut hur mycket energi som går åt under en promenad. För ett steg uträttas arbetet  $W=mgh$ , där  $m$  = försökspersonens massa,  $g$  = tyngdaccelerationen ( $\approx 10\text{m/s}^2$ ) och  $h$  = ändringen i tyngdpunktens höjd över marken. En person som väger 70 kg och tar ett steg med en tyngdpunktshöjning på 3 cm utför ett arbete som uppgår till 21 J ( $W = 70 \times 10 \times 0,03 = 21 \text{ J}$ ). Beräkna sedan antalet steg som energin i olika matvaror räcker till. Använd en tabell som visar energiinnehållet i livsmedel, se Livsmedelsverket ([www.slv.se/sv](http://www.slv.se/sv)), Livsmedelsdatabasen.

## Fler kursdagar och webbmaterial

En serie med kursdagar för lärare och utvecklingsledare inom vuxenutbildningen erbjuds på tre orter under våren 2014, mer information finns på baksidan av denna tidning.

Med utgångspunkt i både höstens och vårens kursdagar kommer ett webbaserat stödmaterial för vuxenutbildningen att utarbetas av de nationella resurscentra.

## Referenser

1. Få syn på språket – Ett kommentarmaterial om språk- och kunskapsutveckling i alla skolformer, verksamheter och ämnen. Häftet kan laddas ner från Skolverkets hemsida, [www.skolverket.se](http://www.skolverket.se)
2. Lyft språket Lyft tänkandet. Pauline Gibbons. Hallgren & Fallgren. 2013 ISBN: 9789173828680
3. Språkinriktad undervisning. Maaïke Hajer och Theun Meestringa. Hallgren & Fallgren. 2010. ISBN: 9789173828383
4. Bi-lagan nr 3 december 2010, s 20-22
5. Bi-lagan nr 1 2013, s 10-13
6. Kemilärarnas resurscentrum, [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se), välj fliken Material & kompendier
7. Kemilärarnas resurscentrum, [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se), välj fliken Undervisning, och sedan Laborationer. I listen till höger markeras Jämvikt, Hastighetsreaktioner och termokemi, Gymnasiet och Laborationer.



Matthias Meier i clean lab.  
Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology.

# Människans evolution

Text: Emil Nilsson, fil. dr. i ekologisk botanik,  
arbetar nu på Biotopia i Uppsala

*Under tusentals år har vi människor frågat oss vilka vi är och varifrån vi kommer. Idag har nya tekniker öppnat tidigare okända områden av vår egen evolutionshistoria för forskarna. Flera forskare från Sverige har varit nyckelspelare i den utvecklingen. En av dem är Pontus Skoglund som nyligen disputerade på en avhandling om människans evolution vid Uppsala universitet.*

*Emil Nilsson från Biotopia i Uppsala, passade på att prata med honom om människans evolution innan han flyttar till USA för nya forskningsäventyr.*



Pontus Skoglund, forskare vid Inst. för ekologi och genetik, Uppsala universitet

Vi sitter i Evolutionsmuseets lokaler på Uppsala universitet och den gamla utställningen står som en relevant kontrast till Pontus forskning.

– Jag har rört mig mer och mer från klassisk biologi mot att använda information från DNA för att studera människans evolution, säger Pontus Skoglund. Innan han började doktorera kom han i kontakt med forskaren Anders Götherström, som med sin bakgrund i arkeologi blev något av en pionjär. Han var en av de första som använde DNA för att få mer kunskap om människans historia i Europa.

## DNA från utdöda organismer

Under de senaste åren har det skett något av en industriell revolution inom DNA-teknologi. Nu kan man inte bara ta fram stora mängder DNA från levande djur och växter utan också från utdöda organismer.

Människans DNA har 3 miljarder genetiska bokstäver (enkel uppsättning) varav runt 10 miljoner är variabla. Det ger en mycket större mängd information för forskare att jobba med än om man använder sig av ett fåtal morfolo-

giska karaktärer hos fossiliserade bendelar. Det hela kan liknas vid att jämföra olika språk; att bara jämföra några få ord ger inte så mycket mot att i stället jämföra alla ord i språken.

Vilken är egentligen den största skillnaden med att använda urgammalt i stället för modernt DNA?

– Den främsta skillnaden är att det oftast bara finns små fragment av DNA kvar eftersom mikroorganismer har brutit ner DNA till små bitar om 60-70 baspar (nukleotider), säger Pontus. Det är svårt att pussla ihop små bitar till ett helt genom, men det är inte omöjligt. Har man istället modernt DNA får man riktigt långa bitar med massor av baspar i varje bit, så själva pusslet blir lättare att sätta ihop. För riktigt gammalt material, framför allt från fuktiga och varma delar av världen, är det svårt att få fram något DNA alls.

– Eftersom det finns så lite DNA kvar i gamla fossil är det stor risk för att främmande DNA tillförs från miljön och påverkar analysen, det kan exempelvis komma från arkeologer som jobbat med fossilen. Själv har jag arbetat med att ta fram en datorbaserad metod som kan identifiera urgammalt DNA utifrån att det har specifika skador i sin sekvens. DNA blir inte bara litet och fragmenterat när individen har dött, det sker också specifika förändringar, som punktmutationer. Det tydligaste mönstret, som gör att man kan identifiera gammalt DNA, är att nära ändarna av varje DNA-fragment har nukleotiden cytosin förändrats genom deaminering till uracil vilket läses som tymin när man läser av sekvensen. Därför ser man ofta att det är väldigt mycket tymin i ändarna på de gamla DNA-bitarna jämfört med modernt material.

Tekniken att få fram information ur DNA från sedan länge avlidna organismer har väckt intresse långt utanför forskarnas värld. Med filmer som Jurassic Park har idén om att återskapa utdöda organismer väckts till liv, men hur långt bakåt i historien kan DNA-forskningen komma?

– Det äldsta genomet som hittills publicerats kom för några månader sedan. Det var en häst som var 700 000 år gammal. Fyndplatsen var ett extremt kallt område i Alaska med permafrost, alltså helt ideala förutsättningar för att bevara dna under lång tid. Många säger att det skulle vara möjligt att få fram DNA som var upp mot en miljon år gammalt, men betydligt kortare tider gäller om fynden görs i varmare miljöer. Om någon skulle hitta en cirka 500 000 år gammal *Homo erectus* fastfusen i Sibirisk permafrost så skulle det antagligen gå att få fram DNA från kroppen. När det gäller de berömda afrikanska fossilen av utdöda människoarter, som levde för runt tre miljoner år sedan, Lucy från arten *Australopithecus afarensis* och barnet från Taung, som var en *Australopithecus africa-*

*mus*, menar en enad forskarkår att deras DNA med högsta sannolikhet är förlorat för alltid.

## Neandertalare

Den viktigaste kunskapen som de här metoderna lett till är den genetiska informationen från neandertalare. Ända sedan de först kallades en egen art 1864 har man frågat sig om den moderna människan är direkt arvtagare till dem. Hade moderna människor sex med dem eller undvek de varandra? DNA-undersökningar visar att moderna människor inte härstammar direkt från neandertalare. Människor med utomafrikansk härkomst är släkt med människor med afrikanskt ursprung. Det är alltså inte så att människor utanför Afrika härstammar från neandertalare – men det gäller bara för runt 98 procent av genomet. I genomsnitt för befolkningen utanför Afrika kommer cirka två procent av genomet från neandertalare. Det gör människans evolutionshistoria mer komplex än vad vi trodde tidigare.

Några gånger för mellan 40 000 och 70 000 år sedan hade moderna människor och neandertalare sex med varandra och det blev barn. Den första gången det skedde var förmodligen i Mellanöstern eftersom utvandringen från Afrika gick via Mellanöstern och det genetiska ekot återfinns därför hos alla moderna människor i hela världen med utomafrikansk härkomst. Märkligt nog finns det lite mer DNA-spår från neandertalare hos nutida människor i östra Asien, men ingen vet egentligen varför. Det är förvånande eftersom neandertalarna framför allt levde i de västra delarna av Euroasien. Genomet från den 5 300 år gamla ismannen Ötzi som hittades i italienska alperna har sekvenserats och reviderade analyser visar att han hade ungefär samma andel neandertalare i sig som människor som lever i Europa idag.

## Denisovamänniskan

Världen för 40 000 år sedan påminde mer om "Sagan om ringens"-värld än dagens, eftersom det fanns flera olika arter av människor. Neandertalare kände vi till från fossil redan tidigare, men en art som vi inte kunnat identifiera om det inte var för DNA-tekniken är Denisovamänniskan. Nu har det visat sig att inte heller Denisovamänniskan kunde hålla sig från lite sex över artgränserna.

– Det första spåret var bara en liten bit av ett lillfinger, men man lyckades ändå få fram högkvalitativt DNA. Från början visste man inte att den lilla benbiten kom från en tidigare



Fynd från en grotta i Sibirien av ett tåben från en neandertalkvinna. DNA från denna lilla benbit användes för att ta fram den hittills mest kompletta DNA-sekvensen från denna grupp av tidiga människor.  
Foto: Bence Viola.



Tand från Denisovamänniska. Foto: Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology



Överst syns ingången till den grotta där fynden av Denisovamänniskan gjordes. Nedre bilden visar utgrävningen. Grottan finns i den sibiriska regionen Altaj Kraj i Ryssland. Foto: Bence Viola; Stephanie Mitchell, Harvard Staff Photographer

DNA från fossil benvävnad tas fram med en fin borr. Forskarteamet från Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology i Leipzig, använde endast 400 mg pulveriserat ben till analysen av DNA. Foto: Frank Vinken, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig



okänd människogrupp. Nu har man gjort ytterligare fynd och tydligen går det att se att denna grupp människor är morfologiskt separerade från neandertalare och moderna människor. Jag har hört att till och med experter på morfologi först trodde att en av tänderna kom från en grottbjörn eller något liknande när den i själva verket var från en Denisovamänniska, säger Pontus.

Det finns ett arv kvar från Denisovamänniskan hos människor med sentida härkomst från Oceanien, som Australien och Papua Nya Guniea, och även i lite mindre grad hos människor på östasiatiska fastlandet. Förmodligen möttes de två människoarterna, moderna människor och Denisovamänniskor, på östasiatiska fastlandet. Den första korsningen har antagligen späts ut av senare invandringsvågor av moderna människor. Även Denisovamänniskans arv lever alltså vidare i oss moderna människor, precis som neandertalarnas.

Dessutom verkar det finnas spår av en okänd människoart i Denisovamänniskans genom. Det skulle till och med kunna vara så att det är *Homo erectus* som har korsat sig med Denisovamänniskan. Man har hittat fossil av *Homo erectus* i både Asien och Afrika.

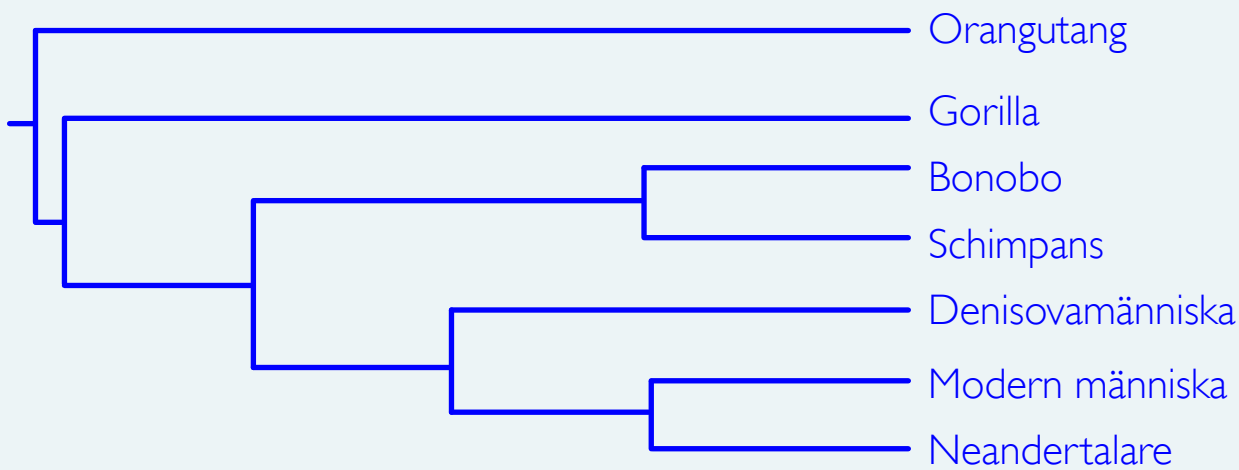
## Vad är en art?

De mönster man finner bryter med det gamla biologiska artbegreppet, men det gör inte så mycket, tycker Pontus.

– I nuläget intresserar sig de flesta forskare inte för frågan om de var olika arter eller inte. För mig personligen är det inte vilka beteckningar man sätter på olika grupper som är det intressanta. Det jag vill göra är att rekonstruera deras historia och ta reda på vilka kontakter de hade med varandra. Enligt det biologiska artbegreppet, som innebär att individer som kan få fertil avkomma hör till samma art, skulle moderna människor vara av samma art som neandertalare och Denisovamänniskan. Å andra sidan, om man i framtiden hittar bevis för att avkomman efter korsningar mellan dessa människotyper inte klarade sig lika bra, det som kallas biologisk inkompatibilitet, så skulle det vara bevis för att de var olika arter också utifrån det biologiska artbegreppet.

## Jordbrukskulturen utvecklas

DNA-tekniken kan också användas till att hjälpa oss förstå hur människor flyttat runt i Europa i samband med att jordbrukskulturen slog igenom. Ett aktuellt exempel är att hela DNA-sekvensen från en människa som levde i Spanien för 7 000 år sedan har tagits fram. Pontus Skoglund har inte deltagit i detta arbete, men har tidigare ägnat sig åt liknande forskning.



Släkträdet är gjort med hjälp av en övning på Biotopias hemsida, men med färre arter. Trädet visar släktskap men inte någon tidsskala. Orangutang, en icke-afrikansk människoapa, används som utgrupp. Trädet bygger på ATP6-sekvenser (mitokondriellt DNA).

Om kärn-DNA används hamnar denisovamänniskor och neandertalare som systergrupper till moderna människor.

– Det finns många forskargrupper som studerar hur jordbruket spreds i Europa. Det man oftast gör är att jämföra individer som levde före jordbruket slog igenom med individer som levde efter. Den bild som träder fram är att alla individer som är associerade med jordbruk har ett gemensamt ursprung i en grupp som kom till Europa vid en specifik tidpunkt, men även alla jägare- och samlare har en gemensam härkomst. Den gamla spanska individen hör till jägare- och samlargruppen och delar härkomst med individer som levde i Sverige för sjutusen år sedan. Det som är spännande är att denna individ inte alls är speciellt lik de människor som lever i Spanien idag. Faktum är att det inte finns kvar någon intakt grupp av nu levande människor med ursprung i gruppen jägare och samlare. Allt fler forskare tror nu att människor vandrade in från andra områden och fick barn med de som redan fanns i Europa vid denna tid. Givetvis har det också hänt saker senare, efter stenåldern, som påverkar härkomsten hos dagens människor i Europa.

Den spanska individen hade mörk hy och blå ögon, en ovanlig kombination idag. Han bar på en genvariant som kan förklara 20-40 procent av variationen i hudpigment hos nu levande människor, men den här genvarianten saknas hos människor med europeisk härkomst idag. Hudfärgen skiljer den spanska individen från cirka fem tusen år gamla fynd av tidiga jordbrukare, som istället har den genvariant som ger en något ljusare hy och som finns hos människor med europeisk härkomst idag. Det vänder nog upp och ner på uppfattningar om hur de första européerna såg ut.

Ofta har man antagit att människor som bodde långt norrut behövde blek hy för att de skulle kunna syntetisera D-vitamin med hjälp av solljus. Men det går också att få i sig fullt tillräckligt med D-vitamin från animalisk kost.

## Forskning till skolan

Hur kan skolan arbeta med den nya forskningen på ett sätt som har stöd i ämnesmålen? Det

finns flera sätt, menar Pontus Skoglund.

– Det som är fantastiskt är att alla DNA-sekvenser är fritt tillgängliga för alla. Man behöver inte ladda ner neandertalarnas hela genom, det räcker med små snuttar från neandertalare, denisovamänniskor, bonobos och schimpanser för att ganska enkelt kunna göra mindre evolutionära analyser.

Pontus Skoglunds egen forskning skiljer sig i omfattning från de undersökningar som går att göra i skolan.

– Problemet är att om man bara tittar på en gen så kan man få lite märkliga resultat. Evolutionen kan ge olika utfall i olika gener beroende på slumpen. Det jag gör i min forskning är att använda informationen i arternas hela genom för att vara så säker på resultatet som möjligt, alltså för att få så stor statistisk säkerhet som möjligt.

Det är olika människogrupperns härkomst och kontakter som Pontus är intresserad av. Han kommer nu att fortsätta sin forskning i USA tillsammans med en forskargrupp som har undersökt både neandertalares och moderna människors DNA. Förhoppningsvis får han goda möjligheter att fortsätta gräva ännu djupare i människans historia.

Övningar, som är avsedda för skolan, finns på Biotopias hemsida, [www.biotopia.nu](http://www.biotopia.nu), se Skola och Sök aktivitet (gymnasiet, evolution). Här finns elevinstruktioner och datasekvenser för att arbeta med jämförelser av DNA från olika arter.

Exempel på en övning är att jämföra olika utdöda människoarter med nu levande människor och bygga ett släkträd (se bild ovan). Eleverna kan antingen använda DNA-sekvenser från olika arter som ligger på Biotopias hemsida eller hämta dem från *GenBank*. Verktyg som är fritt tillgängliga på webben, som *Clustal Omega*, kan användas för att få fram släkträd. Trädfilen från *Clustal Omega* kan laddas upp på sidan *Interactive tree of life* för att få fler möjligheter att studera trädet. Där kan man även definiera en utgrupp, alltså en art som används som referensgrupp till de arter som ska jämföras. Vill man undersöka människoapar kan en makak eller babian fungera som utgrupp.

# DNA-streckkodning – så går det till



Ända sedan metoder för att läsa DNA-sekvenser blev tillgängliga har DNA använts i frågeställningar kring arter, släktskap och identifiering. Eftersom DNA samlar på sig förändringar (mutationer) med tiden så blir DNA:t för olika arter mer och mer olika ju längre tid arterna är skilda från varandra.

Forskning på Naturhistoriska riksmuseet handlar mycket om biologisk mångfald och livets evolutionära historia. Eftersom DNA allt mer används i denna typ av forskning liksom inom andra samhällstillämpningar bildade museet förra året Centrum för Genetisk Identifiering (CGI). CGI kan ta olika typer av uppdrag som innefattar genetisk art- eller individidentifiering. Museet startade med DNA-baserad artidentifiering av fisk redan 2002 och 2006 sattes ett projekt igång för att bygga ett DNA-referensbibliotek över alla Sveriges ryggradsdjur. Projektet lade grunden till webbportalen Svenska DNA-nyckeln ([www.dnanyckeln.se](http://www.dnanyckeln.se)) som lanserades förra året.

Det var först 2003 som några forskare fick gehör i hela världen för att en specifik standardiserad genregion för djur skulle kunna bli

ett nytt artidentifieringsverktyg. Detta kom att kallas DNA Barcoding på engelska, vilket ibland försvenskas till DNA-barkodning eller ersätts med termen DNA-streckkodning.

Genregionen man bestämde sig för vad gäller djurriket var den mitokondriella genen cytochrom c oxidas subenhet I (COI). Då det visade sig att genen inte fungerade lika bra på alla organismgrupper, valde man senare andra gener för växter (kloroplastgenerna *rbcl* och *matK*) och svampar (den nukleära genen ITS).

För att kunna artidentifiera ett okänt prov behöver man först sekvensera den överenskomna genregionen – streckkoden. Hur det går till och viktiga saker att tänka på i anslutning till detta beskrivs av Markus Englund på s 17-18. DNA-sekvensen man får vid sekvenseringen är en textsträng med bokstäverna A, C, T, och G i olika kombinationer och upprepningar genom den cirka 650 bokstäver långa textsträngen. Bokstäverna representerar de fyra ämnena, så kallade kvävbaser (Adenin, Guanin, Cytosin och Tymin), som binder ihop DNA strukturen (den så kallade dubbelhelixen). Textsträngen med bokstäver kan man kopiera och klistra in i webbportalen Svenska DNA-nyckeln eller den internationella motsvarigheten BOLD för att jämföra med alla kända sekvenser i referensbiblioteket. Från detta kan en artbestämning oftast levereras, eller en

artlista om det var flera prover, förutsatt att organismgruppen för din okända sekvens finns väl representerad i referensdatabasen.

Man kan också få svaret att någon nära matchning inte kunde hittas varför någon artidentifiering inte heller gick att göra. Det beror oftast på att arten som det okända provet kommer ifrån ännu inte har lagts in i referensbiblioteket. För att en webbportal som svenska DNA-nyckeln ska fungera väl krävs det en databas med ett välfyllt referensbibliotek av kända DNA-sekvenser som okända sekvenser kan jämföras med. Det krävs att referensbiblioteket innehåller sekvenser av hög kvalitet, helst av alla arter i en organismgrupp som en okänd sekvens kan tänkas komma ifrån, och att de är kopplade till bevarade referensexemplar (se nästa sida).

Vad gäller svenska DNA-nyckeln så har denna webbportal just lanserats och referensbiblioteket är i uppbyggnadsfas. Just nu finns ganska bra täckning av svenska ryggradsdjur, framförallt fåglar, däggdjur och fiskar. För många andra djurgrupper, till exempel insekter så kommer man i svenska DNA-nyckeln ofta få svaret att inga liknande sekvenser kunde hittas och därför kunde ingen artbestämning göras. Man kommer då att rekommenderas att klicka på en länk

till den internationella sidan BOLD som har en större representation men som inte automatiskt kan filtrera fram till exempel kända svenska arter. Ibland kan det också vara så att närstående arter inte går att skilja från varandra med streckkoden varvid flera artnamn kan komma upp som svar på den okända sekvensen. Detta händer inte lika ofta med en geografiskt begränsad databas som Svenska DNA Nyckeln, men kan hända om man istället använder den "långsamare" ribosomala genen 16s (som också finns i webbportalen). För att arter ska gå att skilja åt med en gen som förändras långsamt, krävs att de varit skilda åt en längre tid än för en snabbare evolverande gen.

Exempel på prover att identifiera i en biologilab kan vara en fjäder från skolgården, spillning från närmaste skogs/ängsmark (helst av växtätare eftersom rovdjurspillning kan ge en oläslig sekvens med en blandning av både rovdjuret och dess byte om man använder standardprotokoll) eller en fiskfilé från någon matbutik eller restaurang. Det kan också gärna vara insekter som håvas in eller samlas in med någon slags fälla, men det innebär att djuren avlivas. Djurprover är att föredra då referensbibliotek för växter än så länge är ganska dåliga. ▶

Annons

# Märkliga släktingar i havet!

## Fjäderstjärna, mosaikormstjärna & kragollonmask

Lär dig allt om sjöborrar, sjögurkor, sjöstjärnor och andra spännande arter i Nationalnyckeln's nya bok. Beställ boken här: [www.nationalnyckeln.se](http://www.nationalnyckeln.se)



NATIONALNYCKELN  
TILL SVERIGES FLORA OCH FAUNA



Röd lergök *Psolus phantapus* • Bild: Helena Samuelsson • [www.nationalnyckeln.se](http://www.nationalnyckeln.se)

# Varför heter det DNA-streckkodning?



Exempel på referensexemplar som finns bevarade på Naturhistoriska riksmuseet är blåkråka till vänster (Cat. id. NRM 20106015 ) och morkulla till höger (Cat. id. NRM 20046331), som de illustrerade streckkoderna nedan har sek-

venserats ifrån. I detta fall var det en morkulla från Fibysjön utanför Uppsala och en felflugan blåkråka från Ramsberg norr om Lindesberg. Bilderna går att hitta på den museigemensamma samlingsdatabasen [www.naturarv.se](http://www.naturarv.se).

En liten del av DNA-streckkodsekvensen från en blåkråka, som totalt omfattar cirka 650 bokstäver.

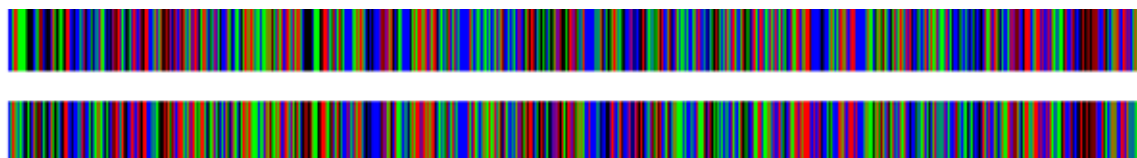
```
CTAATTTTTGGGGCCTGAGCGGGCATGGTTGGAACCGCCCTCAGCCTGCTCATTGCGCGAGAACTCGGTC  
AACCAGGAACCCTACTAGGAGACGACCAGATCTACAACGTAATCGTCACTGCCCATGCCTTCGTAATAATCT  
TCTTTATAGTCATACCAATCATAATCGGGGGCTTTGGAAACTGACTAGTCCCCCTTATAATCGGCGCCCCA...
```

En liten del av DNA-streckkodsekvensen från en morkulla, som totalt omfattar cirka 650 bokstäver.

```
CTAATCTTCGGTGCATGAGCTGGCATGGTCGGAACCGCCCTCAGCCTGCTTATTTCGTGCAGAACTAGGCCAA  
CCAGGAACCCTCTTGGGAGATGACCAAATCTACAATGTAATCGTTACTGCTCATGCATTGTAATAATTTCTT  
CATAGTTATACCAATCATGATCGGAGGATTTGGAAATTGACTAGTCCCACTCATAATCGGCGCCCCCGACAT..
```

En DNA-sekvens kan visualiseras på ett mer överskådligt sätt om man låter linjer i fyra olika färger representera ordningen av kvävebaserna A, C, T och G i genen. Då åskådliggörs också analogin med vanliga streckkoder för till exempel produkter och varför det kallas "DNA-streckkodning".

Bilderna nedan visar DNA-streckkoden för blåkråka överst och morkulla nederst med samma sekvenser som ovan fast för hela den 650bp långa sekvensen. Ser du skillnad? (Tips titta till exempel alldeles i början av streckkoden)



Färgkoden till bilden ovan är:

Tymin (T) = grön

Guanin (G) = svart

Adenin (A) = röd

Cytosin (C) = blå

Text och bilder är delvis hämtade från Svenska DNA nyckeln på [www.dnanyckeln.se](http://www.dnanyckeln.se) (texter skrivna av Johannes Bergsten). Där går det att läsa mer om bakgrund och tillämpningar.





# Konsten att göra en höna av en fjäder

## – DNA-streckkoder i praktiken

Text: Markus Englund,  
Naturhistoriska Riksmuseet

*Med hjälp av korta artspecifika delar av DNA:t, så kallade DNA-streckkoder, är det möjligt att artbestämma till exempel en fågel utifrån bara en fjäder. I och med att tekniken blivit både enklare och billigare har tiden nu blivit mogen för att introducera DNA-streckkoder i skolundervisningen.*

Att införa nya laborationer är ingen lätt uppgift. Som lärare ställs man inför många frågor: hur ska ny teori integreras? Hur ska eleverna arbeta rent praktiskt? Vilken utrustning behöver skolan köpa in? Och vilka frågeställningar ska eleverna jobba med? Den här artikeln ska försöka ge vägledning i hur du kan tänka kring dessa frågor när det gäller DNA-sekvenser, i första hand DNA-streckkoder.

Gymnasieskolans ämnesplan för biologi nämner inte uttryckligen arbete med DNA-sekvenser, men omfattar det ändå på sätt och vis. För Biologi 1 finns kopplingar till bland annat artidentifiering och organismers släktskap; för Biologi 2 ligger förmodligen molekylärbio-logins användningsområden och arbetsmetoder närmast till hands. Valet av angreppssätt lämnas i stor utsträckning åt läraren själv att avgöra.

### DNA-streckkoder är praktiska

Det finns ofta flera skäl till varför man väljer att arbeta med DNA-streckkoder. Streckkodsmarkörerna är väl beprövade och tillräckligt variabla för att kunna särskilja närbesläktade arter. De är dessutom belägna i delar av genomet som är nog konservativa för att kunna mångfaldigas med hjälp av generella primrar. DNA:t är också förhållandevis lätt att mångfaldiga eftersom det förekommer i många kopior i varje cell.

Men streckkodsmarkörer behöver inte alltid vara bästa valet. Det är viktigt att man tar hänsyn till den aktuella frågeställningen när man väljer sin markör. Lämpligheten påverkas

dels av vilken organismgrupp som ska studeras och dels av vilken historisk tidshorisont man föreställer sig. DNA-streckkoder lämpar sig för att undersöka organismers evolutionära historia ner till artnivå, men ger liten eller ingen information på populations- och individnivå.

DNA-sekvenser kan användas för att lära ut många biologiska företeelser, från geners uppbyggnad och funktion till storskaliga evolutionära processer. Konkreta frågeställningar kan till exempel handla om att artbestämma fiskbitar från livsmedelsaffärens kyldisk eller att kartlägga släktskapet hos några arter av blommväxter.



### Eleven måste inte göra allt

Arbetet med att ta fram en DNA-sekvens (enligt den traditionella Sanger-metoden) kan delas in i fem laborationsteg (se tabell nästa sida). Vilka steg som ska utföras av eleven och vilka som ska förberedas eller demonstreras av läraren kan anpassas efter rådande förutsättningar och efter vad man vill uppnå. Man kan till och med välja att helt strunta i det laborativa och istället låta eleven analysera DNA-sekvenser som laddats ner från Internet (steg 6 i tabellen).

Om sekvenser som tagits fram med samma markör uppvisar längdskillnader kan det ibland räcka med gelelektrofores för att belysa en frågeställning (se till exempel referensen *Undersökning av växternas evolution*). Längdskillnader förekommer i mindre utsträckning hos streckkodsmarkörerna, vilket innebär att sekvensering i allmänhet är nödvändig för att upptäcka skillnader.

Det femte och sista laborationssteget, sekvenseringen, utförs normalt inte på skolor eftersom det kräver mycket dyrbar utrustning. Flera universitet och kommersiella företag erbjuder sekvensering av renade PCR-produkter. Resultatet brukar skickas till kunden inom en eller ett par veckor.

### Olika sätt att isolera DNA

Vid preparationen är det viktigt att provet är rent och att DNA:t inte har förstörts. Oftast

Steg	Exempel på utrustning	Exempel på kemikalier
1. DNA-preparation	Värmeskåp eller vattenbad; mikrocentrifug (ej vid användning av FTA®); dragskåp i vissa fall	Extraktionskit, FTA®-papper eller Chelex®
2. Mångfaldigande av DNA	PCR-maskin	PCR-mix; primrar
3. Gelelektrofores	Värmeplatta eller mikrovågsugn; elektroforesutrustning; spänningskälla	Agaros; buffertlösning; färg; DNA-stege
4. Rening av PCR-produkt	Mikrocentrifug alternativt PCR-maskin (vid användning av enzymer)	Reningskit eller enzymer (ExoSAP)
5. Sekvensering	PCR-maskin; sekvenseringsmaskin; dragskåp	Sekvenseringsreagens; primrar
6. Analys av sekvensdata	Dator med internetuppkoppling	Inga

Tabellen visar stegvis hur analysen går till när man vill ta reda på till vilken art ett biologiskt material hör.

räcker några få milligram av en vävnad. Metoden kan se lite olika ut beroende på om man arbetar med växt- eller djurmaterial.

För extraktion av DNA finns flera kommersiella kit att tillgå, men priserna kan vara ganska höga. Ett lättarbetat budgetalternativ som fungerar för djurvävnad är den så kallade Chelex®-metoden. Ett annat är FTA®-papper som finns för både växt- och djurvävnad. Fördelen med färdiga kit är att de vanligtvis ger ett större DNA-utbyte och att proverna kan sparas under lång tid. En nackdel med Chelex®-metoden är att man bör starta sin PCR direkt efter extraktionen.

## Datorn är ett viktigt redskap

Man kan komma långt med bara en dator och en Internet-anslutning. På webbplatser som GenBank, BOLD och EBI (se länktips) finns en outtömlig källa av sekvenser att ösa ur. Där finns också flera olika verktyg för att jobba med sekvenser. Datorövningen *Lär känna din släkt* (se lästips) visar hur eleven kan få bekanta sig med några av verktygen.

## Tips

### Välj bort giftiga kemikalier

Metoderna inom molekylärbiologin utvecklas i snabb takt. Idag kan man för det mesta undvika kemikalierna som är mest skadliga för hälsan eller miljön. Ett exempel är det mutagena ämnet etidiumbromid (EtBr) som fram till relativt nyligen använts flitigt vid gelelektrofores. Nu finns flera mindre skadliga alternativ som fungerar i stort sett lika bra (till exempel GelRed™ och GelGreen™). Fråga gärna efter hälsosamma och miljövänliga alternativ när du köper in kemikalier till din skola!

### Begagnad utrustning duger för det mesta

Mikrocentrifuger och PCR-maskiner har länge hört till standardutrustningen inom molekylärbiologin men är tyvärr fortfarande ganska dyra att köpa in. Hör med ett molekylärbiologiskt laboratorium om det finns någon uttrangerad maskin som de kan tänkas sälja billigt eller ge bort. Ibland händer det nämligen att äldre men fullt fungerande apparater blir stående oanvända när maskinparken uppgraderas.

### Våga utforska nätets resurser

Webben är en fantastisk resurs när det gäller molekylärbiologiska data. Den stora informationsmängden kan dock kännas övermäktig och det kan vara svårt att veta var man ska börja. Webbplatsen *Den Svenska DNA-nyckeln* (dna-nyckeln.se) som tillhandahålls av Naturhistoriska riksmuseet är en bra startpunkt för utforskandet av DNA-streckkoder. Därifrån kan du sedan ta dig vidare till flera internationella webbplatser med liknande innehåll.

## Referenser och lästips

*Växters evolution. Laborationshandledning och datorövning av Markus Englund. Finns på Bioresurs hemsida i anslutning till Bi-lagan nr 1, 2014.*

Artikeln *Lika eller olika?* av Ammie Berglund i Bi-lagan nr 3, 2013.

Artikeln *En svartvit streckkod på labbet – en hjälp för fältbiologen att artbestämma* av Malin Strand i Fauna och Flora nr 4, 2012. Kan laddas ner från: [www.artdata.slu.se/FaunaochFlora/pdf/faunaochflora\\_4\\_2012\\_Streckkod.pdf](http://www.artdata.slu.se/FaunaochFlora/pdf/faunaochflora_4_2012_Streckkod.pdf)

Laborationshandledningen *Undersökning av växternas evolution* av Andy Harrison, John Schollar och Dean Madden. Bioscience Explained, volym 3, nr 2. Kan laddas ner från [bioscience-explained.org](http://bioscience-explained.org)

Datorövningen *Lär känna din släkt* från Biotopia i Uppsala. Elevmaterial och sekvenser kan laddas ner från [www.biotopia.nu/component/content/article/207-laer-kaenna-din-slaekt](http://www.biotopia.nu/component/content/article/207-laer-kaenna-din-slaekt)

The Barcode of Life Data Systems, BOLD ([boldsystems.org](http://boldsystems.org)) är en engelskspråkig internationell webbplats som samlar DNA-streckkoder från olika organismgrupper.

GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank)) är en amerikansk webbplats som tillhandahåller all slags genetisk data, men även olika verktyg.

The European Bioinformatics Institute, EBI ([www.ebi.ac.uk](http://www.ebi.ac.uk)) är europeisk webbplats som tillhandahåller information av samma typ som GenBank.

Svenska biotermgruppen ([biotermgruppen.se](http://biotermgruppen.se)) tillhandahåller termer och definitioner på svenska för många begrepp som förekommer inom molekylärbiologin.

Den Svenska DNA-nyckeln ([dna-nyckeln.se](http://dna-nyckeln.se)) är en svenskspråkig webbplats från Naturhistoriska riksmuseet där du kan söka efter sekvenser.



## Skatter i vått och torrt

Biologiska samlingar i Sverige

Torleif Ingelög

ArtDatabanken, SLU, Uppsala, 2013, 368 s

ISBN: 978-91-88506-91-7

Samlingarna i våra museer är en guldgruva för biologintresserade. I landets biologiska samlingar finns över 33 miljoner registrerade föremål bevarade, varav vissa arter inte längre finns i Sverige. Författaren beskriver både framväxten av denna nationalskatt och hur den sköts och används idag. Många skolor har också intressanta samlingar av biologiskt material. Låt boken inspirera till att använda dessa i modern biologiundervisning utifrån till exempel ett evolutionärt tema.



## Soltrappan

Enkla undersökningar i biologi

Agneta Nilsson, Kerstin Riedel

Hands-On Science, Text AB 2013, 215 s

ISBN: 978-91-86917-21-0

Känner du ibland ett behov av nya biologierperiment och undersökningar som enkelt kan genomföras med elever? Soltrappan är en bok som visar vägen bland växter och djur. Den ger vägledning till att utforska den närmaste omgivningen tillsammans med yngre barn, antingen med utgångspunkt i vad som händer under årstiderna eller utifrån olika teman. Försök och fakta blandas och ger många uppslag till roliga undersökningar som kan göras i eller utanför skolan.



## Att lära in ute

Övningar i bakfickan

K Molander, M Bucht, R Lättman-Masch, M Wejdmar

Outdoor Teaching förlag AB 2013, 73 s

ISBN 978-91-979600-5-2

Att lära in ute är en bok som får plats i en bakficka. Den innehåller 100 övningar och lekar som inte kräver något material och passar att genomföra ute i naturen. Fokus är på elever i åk F-9, men många övningar passar också yngre barn och andra grupper. Boken är skriven av fyra naturskolepedagoger som är verksamma vid tre naturskolor i Sverige. Perfekt att ha med sig ut när idéerna tryter och eleverna börjar bli trötta eller rastlösa.



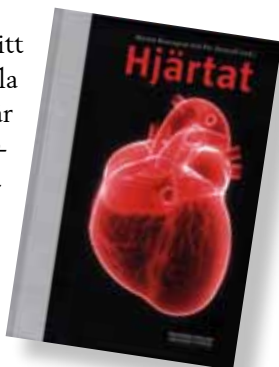
## Hjärtat

Mårten Rosenqvist, Per Tornvall (red.)

Karolinska Institutet University Press 2012, 267 s

ISBN 978-91-85565-51-1

Hjärtat pumpar ditt blod runt i kroppen hela livet. Lever du i 80 år beräknas ditt hjärta förflytta mer än 200 miljoner liter blod. Boken har skrivits av några av Sveriges främsta hjärtspecialister, forskare och läkare, som tillsammans har en bred erfarenhet av hjärtsjukdomar. I skolan passar boken framförallt som fördjupningslitteratur. Den är skriven för hjärtpatienter och deras anhöriga, men innehåller mycket spännande fakta. Till exempel är det i dag en rutinoperation att sätta in en pacemaker och sedan leva ett fullt normalt liv, vilket även innebär att man kan passera säkerhetskontrollen på flygplatser utan problem.



I senaste numret av webbtidskriften Bioscience Explained ([www.bioscience-explained.org](http://www.bioscience-explained.org)), vol. 8 nr 1, finns en intressant artikel om gentekniska metoder: *GMO eller inte GMO? Nya tekniker sätter lagstiftningen på prov* av Marie Nyman, Gentekniknämnden. Här finns också rapporten Genteknikens utveckling 2013 från Gentekniknämnden.



# HÖSTFÖRSÖKET

## Elever satte färg på klimatforskning

Text och bild: Kjell Bolmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Lotta Tomasson, Vetenskap & Allmänhet (VA)

*Över 10 000 elever deltog i Forskar-Fredags massexperiment Höstförsöket! Från Skånes sydspets till nordligaste Lappland rapporterade eleverna in vid vilket datum höstfärgerna utvecklades på mer än 2 000 träd. Nu används dessa data av forskare inom satellitbildsanalys, växtgenetik och växtekologi.*

Många forskningsfrågor kräver att data samlas in på flera ställen samtidigt, men detta är inte så lätt att lösa. Inom meteorologin har vi sedan mitten av 1800-talet löst detta med ett landsomfattande system av väderstationer, som samlar in väderdata samtidigt över hela landet.

Sedan några decennier tillbaka roterar satelliter runt jorden, som samlar in mängder av forskningsdata från stora områden samtidigt. Väder- och satellitsystemen visar på två sätt som forskare löst uppgiften med att vara, eller i alla fall samla in data, på många ställen samtidigt. Dessa data spelar nu en avgörande roll i dagens forskning om klimatförändringar. Ytterligare ett sätt är att låta elever från hela landet delta i forskning och rapportera sina observationer. Det gjorde Höstförsöket.

Den sista fredagen i september är utlyst som Researchers' Night av EU-kommissionen. I hela Europa anordnas aktiviteter som visar hur kul forskning är och att forskare är vanliga människor med ovanligt spännande jobb. I Sverige kallas vetenskapsfesten ForskarFredag och samordnas av Vetenskap & Allmänhet, VA. Höstförsöket var det femte massexperiment som ForskarFredag

3



4



Bild 1. I Höstförsöket dokumenterade elever runt om i landet utvecklingen av höstlöv på vanliga lövträd. Instruktionen innehöll denna typ av bildsekvenser, som visar träd i fas 1–4. Vid varje observationstillfälle bedömdes i vilken fas deras träd befann sig. Fasbedömningen och datum rapporterades sedan in via en rapporteringssajt.

genomförde där skolelever samlar in data. Syftet är att ge en introduktion till vetenskapligt tänkande och insikt om en forskares arbete, samt att elever får vara en del i "riktig" forskning. Det vill även visa hur forskning berör oss i vår vardag.

## Årstidsmönster förändras

Höstförsöket handlade om klimatförändringar. Den tydligaste biologiska effekten av klimatförändringarna är att årstidsmönstren ändras. Detta studeras inom *fenologin*, läran om naturens kalender, där man försöker förstå alltifrån hur vitsippan vet när det är vår till hur utbytet av koldioxid och vattenånga mellan biosfär och atmosfär påverkas av en förändrad växtsäsong. Växtsäsongens längd är en grundläggande ekosystemegenskap. Det är därför viktigt att studera hur både start, slut och längd på växtsäsongen påverkas av klimatförändringar.

Det finns en lång tradition av att göra observationer av naturens kalender. Allt från lantbrukare som skrivit ner vid vilket datum de sät sina frön till ett landsomfattande nätverk aktivt kring

förrföra sekelskiftet och Fältbiologernas registreringar under 1950–70-talet, och nu finns det Svenska fenologinätverket ([www.naturenskalender.se](http://www.naturenskalender.se)). Trots en lång tradition och ett brett intresse saknas forskningsdata kring hösten.

## Hösten i fokus

Höstens utveckling följs nu inom olika discipliner och med olika typer av metoder: via satellitbilder, av genetiker som söker efter gener som styr höstlövsutvecklingen och ekologer som försöker förstå hur arter påverkas av en förändrad höst. I Höstförsöket bidrog elever från förskola till gymnasium till den höstforskning som bedrivs av Lars Eklundh (Lunds universitet), Stefan Jansson (Umeå universitet) och Kjell Bolmgren (Sveriges lantbruksuniversitet).

Eleverna använde bilder och bedömde hur långt deras träd kommit i höstlövsutvecklingen (bild 1). Observationerna gjordes en gång i veckan, ibland oftare. Många fotograferade även sina träd. Allt rapporterades in till en gemensam databas som totalt fick in nästan 12 000 observatio-



Bild 2. Eleverna i ForskarFredags Höstförsök rapporterade in observationer av 2054 träd från 378 platser i landet. Storleken på den blå prickerna visar hur många observationer som gjordes på respektive plats.

ner från cirka 400 platser (bild 2). Det är i ordets sanna bemärkelse en landsomfattande databas som en forskare aldrig kunde åstadkomma utan hjälp från eleverna. Forskningsdatabasen blev så omfattande och intressant att endast en del forskningsdata kunnat analyseras färdigt medan andra projekt fortfarande pågår.

### Skillnader mellan olika trädarter

Med hjälp av elevernas data kan man se att samstämmigheten mellan satellitbilder och observationer av enskilda träd är låg. Däremot stämmer elevernas data och satellitdata väl överens om man jämför höstlövsutvecklingen över hela landet. Tack vare elevernas observationer kan vi också dra slutsatsen att höstlövsperioden skiljer sig tydligt åt mellan trädarter. Sedan tidigare har vi vetat att olika arter startar sin höstutveckling vid olika tidpunkter, men nu ser vi också att de passerar genom höstlövsutvecklingen olika snabbt. Asp och lönn hade i genomsnitt höstlöv under en treveckorsperiod, rönn och ek fyra veckor, medan björkarna höll på 4–5 veckor. Detta tyder på att olika arter använder hösten på olika sätt och att det därför är intressant att få fördjupad kunskap om detta för att förstå klimatförändringars effekter.

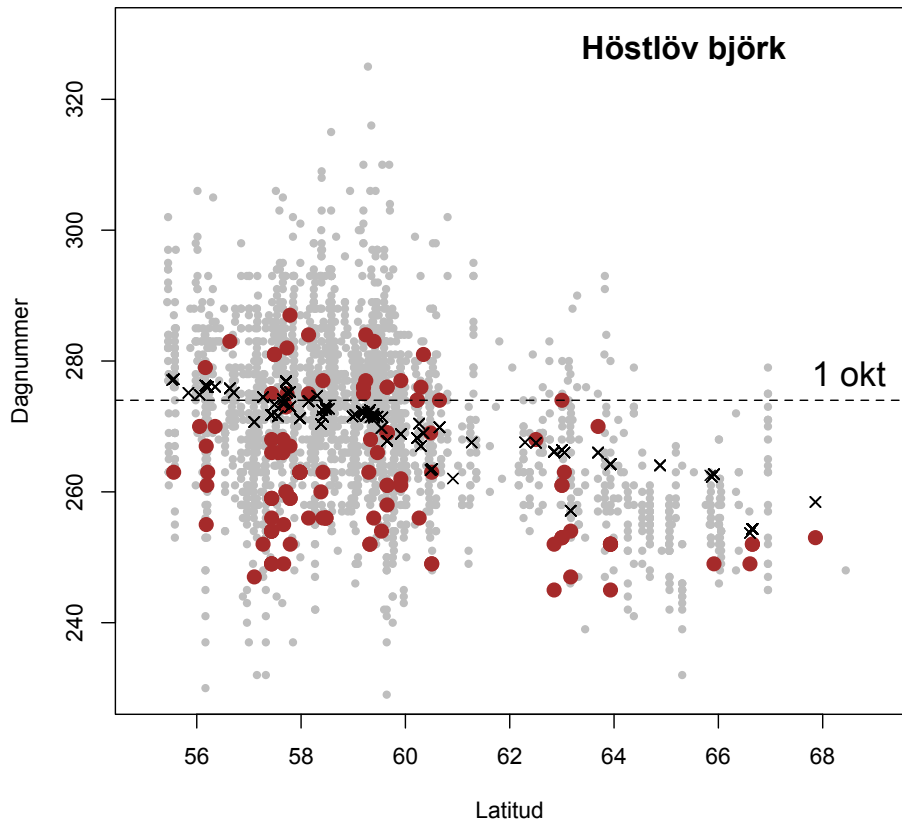


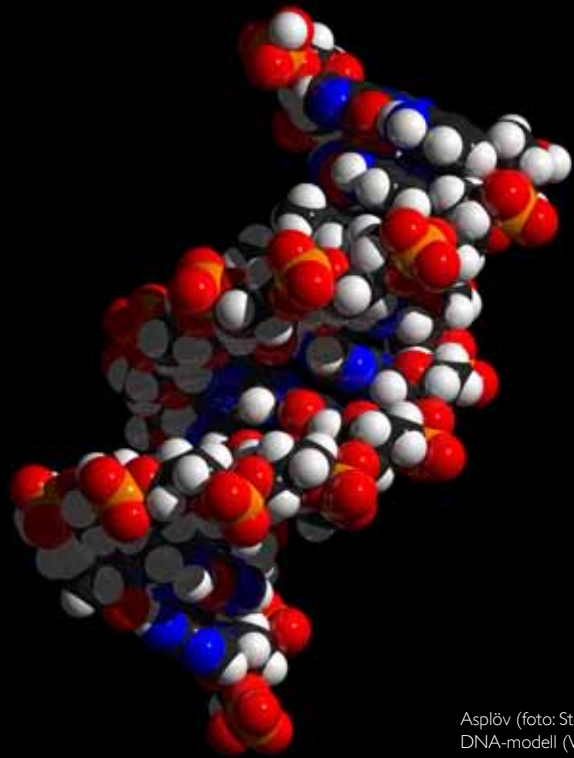
Bild 3. Höstförsökets data jämförs med 100 år gamla data. Grå punkter visar observationer av björkarnas höstlöv från 1873–1919 från nästan 500 platser i landet. De svarta kryssen visar medelvärden från de historiska observationerna för de platser där eleverna gjort observationer. De röda prickarna är elevernas observationer och här kan man nästan med ögat se att de ligger lite lägre, det vill säga tidigare, än de historiska medelvärdena.

### Spännande början på övervakning

Elevernas data för hösten 2013 jämfördes med hur det var för 100 år sedan (perioden 1873–1919), en typ av jämförelse som Svenska fenologinätverket gör i sin miljöövervakning. Förutom att bidra till forskning har eleverna bidragit till svensk miljöövervakning (bild 3). Jämförelsen visar att aspens, björkens och lönnens höstlöv visade sig cirka 0,5–1 vecka tidigare än för 100 år sedan. Rönnen var 1,5 vecka och eken 2,5 vecka tidigare än för 100 år sedan. Det var alltså en tidig höst 2013 något som forskarna tror kan vara en möjlig effekt av en torr sommar.

Det är inte möjligt att dra några slutsatser kring klimatförändringars effekter på växtsäsongens slut baserat på bara ett års studier. Men om allmänheten, skolor och elever fortsätter att göra höstlövsobservationer framöver kommer forskarna så småningom att kunna dra slutsatser om hur olika trädarter påverkas av ett förändrat klimat. Dialog och samverkan mellan forskare och allmänheten är viktig, speciellt med barn och ungdomar. Massexperiment är ett sätt att öka denna dialog och Höstförsöket har varit ett lyckat exempel.

Läs mer och ladda ner slutrapporten på: [forskarfredag.se/massexperiment/hostforsoket-2013](http://forskarfredag.se/massexperiment/hostforsoket-2013)



Asplöv (foto: Stefan Jansson)  
DNA-modell (Wikimedia commons)

# Hur vet trädet att det är höst?



Text: Ammie Berglund

*Hur vet en asp att den ska bli en asp och inte en tall eller björk? Hur vet aspen när det är dags att bli gul om hösten? Stefan Jansson, professor i växtbiologi, Umeå universitet, berättar om hur forskarna nu undersöker blad av asp som elever i hela landet skickat in under Höstförsöket.*

Föreläsningen "Hur vet trädet att det är höst?" hålls av Stefan Jansson och riktar sig till elever i årskurs 6. Den kommer att sändas av Utbildningsradion (UR) i april. Ett videoklipp med föreläsningen (22 min) finns på hemsidan från Umeå Plant Science Centre ([www.upsc.se](http://www.upsc.se), skriv in Höstförsöket i hemsidans sökruta) och kommer att läggas upp på Vetenskap & Allmänhets youtubekanal (<https://www.youtube.com/user/vetenskapollmanhet>).

Stefan ger en introduktion till genetik och förklarar att våra egenskaper beror på både arv och miljö. Till exempel bestäms färgen vi har på ögonen av vilka gener vi fått från våra föräldrar. Men hur bra blir vi på att spela ishockey? Det avgörs nog mest av hur mycket vi tränar.

Så här är det också för träden: vissa egenskaper styrs mest av arv medan andra egenskaper till stor del påverkas av miljön. En av de aspar som växer utanför universitetet i Umeå börjar få höstlöv på nästan exakt samma dag varje år! När dagen är 14–15 timmar lång är det något som händer i trädet. Aspar kan på något sätt mäta hur lång dagen är och känna av att den ljusa delen av dygnet blir kortare. Det finns andra trädarter där höstfärgerna påverkas mer av temperaturen. Den stora frågan är nu – vilka av aspens gener är det som hjälper trädet att hålla koll på dagslängden och tala om för trädet att det är höst och att det är dags att få gula löv?

Med hjälp av bilder och videoklipp berättar Stefan om vad som just nu händer med alla blad som elever runt om i landet skickat in. Först tar man fram DNA ur bladen och undersöker generna som har koppling till höstfärger. Sedan återstår ett stort arbete med att jämföra DNA-testerna för aspar som blivit gula vid olika tidpunkter under hösten.

Innan det är höst igen, förhoppningsvis redan till sommaren, kommer vi få veta mer om hur träden vet när de ska få sina höstfärger. Håll utkik efter slutrapporten för projektet på Vetenskap & Allmänhets hemsida ([v-a.se](http://v-a.se)) eller [forskarfredag.se](http://forskarfredag.se).

B



Avsändare:

Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, Box 592, 751 24 Uppsala

# Kalendariet

Det är vi som jobbar på

**Nationellt resurscentrum  
för biologi och bioteknik:**

## Kursdagar för lärare inom vuxenutbildningen och utveckling av ny webbmodul

Kursdagarna innehåller praktiska övningar med koppling till styrdokumentet för de naturvetenskapliga ämnena och tar upp frågor kring bedömning och ger tillfälle att utbyta erfarenheter med kollegor från andra skolor.

Målgrupp är lärare inom kommunal vuxenutbildning och lärare inom särskild utbildning för vuxna, både grundläggande och gymnasial nivå

Kursdagarna, som är kostnadsfria, genomförs med stöd av Skolverket och av de nationella resurscentrumen i biologi, fysik och kemi. Kursdagar erbjuds på följande orter: Uppsala 24 april, Göteborg 6 maj och Lund 15 maj. Se info på Bioresurs och Skolverkets hemsida.

Vårens kursdagar bygger vidare på en serie kursdagar som genomfördes under hösten med lärare inom vuxenutbildningen som målgrupp. Som en del i uppdraget från Skolverket kommer vi att utgå från innehållet i höstens och vårens kursdagar och presentera detta i form av en webbmodul som knyts till Bioresurs hemsida.

## Utmaningen 2014

Årets utmaning handlar om fortplantning – ett grundläggande tema i biologiundervisningen som brukar intressera och engagera elever. Det är valfritt att arbeta med växter och/eller djur, enstaka arter eller flera tillsammans. Du som är lärare i gr F-6 eller förskola, anmäl din klass eller barngrupp att delta i utmaningen senast 1 maj. Läs mer på sidorna 6-7 om Utmaningen 2014. Välkommen att vara med!

## DNA-jakten – vill du och din klass vara med?

DNA-jakten – forska på riktigt i åk 7-8! Forskare i Uppsala behöver hjälp att utvinna och spåra DNA från sill/strömming. Medverka i forskningsprojektet finansierat av Stiftelsen för Strategisk Forskning. Projektstart 28 april på Nobelmuseet. Anmälan senast 7/4. Mer information: [www.forskarhjalpen.se](http://www.forskarhjalpen.se)

## Bioresurs kalendarium

Se kalendariet på [www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se) för övriga aktiviteter under våren.



*Efter den milda vintern kan vi säkert förvänta oss att många mördarsniglar, som ju egentligen heter spansk skogssnigel, har överlevt.*

*På bilden är ett par i full färd med att göra snigelbäbisar. De är hermafroditer, dvs. är både hane och hona i samma individ. Vid parningen byter de spermier med varandra och den genetiska variationen bibehålls på så sätt, men de kan också befrukta sig själva.*



**Britt-Marie Lidesten**

Föreståndare  
[britt-marie.lidesten@bioresurs.uu.se](mailto:britt-marie.lidesten@bioresurs.uu.se)  
018-471 50 66



**Ammie Berglund**

Kursutveckling, redaktör för Bi-lagan, annonsansvarig.  
[ammie.berglund@bioresurs.uu.se](mailto:ammie.berglund@bioresurs.uu.se)  
018-471 64 07



**Kerstin Westberg**

Inriktning gymnasium och grundskola 7-9.  
[kerstin.westberg@bioresurs.uu.se](mailto:kerstin.westberg@bioresurs.uu.se)  
018-471 50 65

Vill du ha fler exemplar av Bi-lagan, kontakta oss på [info@bioresurs.uu.se](mailto:info@bioresurs.uu.se)