

BI-LAGAN



Så kan luktsinnet
förklaras på olika nivåer

Utomhusundervisning för stora och små

Besök en djurpark på distans

Vad är en snäcka?

Kolhydraters viktiga
funktioner i kroppen

BI-LAGAN

Bi-lagan ges ut av Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Bioresurs, och riktar sig till alla som arbetar med biologiundervisning, i alla skolformer.

Vid frågor om innehållet, skriv till skribenten eller info@bioresurs.uu.se.

Omslagsbild

Mindre agatsnäcka
(*Cochlicopa lubricella*)
Foto: Jonas Roth

Övriga foton

Bioresurs, om inget annat anges.

Prenumeration

Bi-lagan utkommer med ett par nummer per år och att prenumerera är kostnadsfritt. Anmälningsformulär finns på vår webbplats.

Utgivna nummer

Samtliga utgivna nummer finns tillgängliga i pdf-format på vår webbplats. Kontakta Bioresurs om extra exemplar av Bi-lagan som papperstidning önskas.

Annonsering

Vill du annonsera i Bi-lagan? Se information under Publikationer på vår webbplats.

Upplaga: 8 500 ex

ISSN: 2000-8139

Tryck: DanagårdLITHO AB

Produktionen av tidningen är Svanen- och FSC®-certifierad.

© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning

Materialet i tidningen skyddas av upphovsrättslagen men får fritt kopieras i icke-kommersiellt syfte om källan anges. För att återge bilder och illustrationer som inte är Bioresurs egna kan tillstånd krävas. Vid citat ska upphovs-personens namn och källan anges.

Postadress

Nationellt resurscentrum
för biologiundervisning
Box 592
751 24 Uppsala



Ammie Berglund

Föreståndare, lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
ammie.berglund@bioresurs.uu.se
070-425 09 73



Kerstin Westberg

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
kerstin.westberg@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Ida Solum

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
ida.solum@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Jenny Lagerqvist

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
jenny.lagerqvist@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Lisa Reimegård

Redaktör för Bi-lagan
lisa.reimegard@bioresurs.uu.se
018-471 64 07

Nationellt
resurscentrum för
biologiundervisning, vid
Uppsala universitet i sam-
arbete med SLU, Biologi-
lärares förening och
Skolverket

Nytt år!

Nytt år, nya möjligheter och ett nytt nummer av Bi-lagan. Flera artiklar berör rädslor och risker – kring utomhusundervisning, genredigering och lukter vi förknippar med fara. Ett annat tema är olika perspektiv på djur i biologiundervisningen. Läs till exempel om mångfalden av snäckor och inspireras av ett enkelt experiment med denna spännande djurgrupp.

Bioresurs firade 20 år under 2022. Under dessa år har antalet aktörer och mängden av olika erbjudanden som riktar till lärare i NO och biologi ökat markant. Vår roll som nationellt resurscentrum har varit och är fortfarande att vara en "guide i galaxen" och en resurs för dig som lärare oavsett skolform. I det ingår både att ta fram eget material men också att sprida kännedom om andra resurser. I detta nummer presenteras till exempel Biologilärares förening, den aktör som lyfte behovet av ett nationellt resurscentrum för skolans biologi för över 20 år sedan. Vi hoppas att ni är många som ser värdet i att bli medlem i denna historiska förening som fyller 90 år 2023!

INNEHÅLL

Upplevelser med luktsinnet

– Förklaringsmodeller på olika nivåer **s. 3–7**

Utomhuspedagogik

– För ökad likvärdighet **s. 8–9**

Utomhuspedagogik för gymnasiet med hållbar utveckling i fokus **s. 10–11**

Djurparker – En lärmiljö **s. 12–13**

Snäckor på land och i sötvatten **s. 14–17**

Vem har ätit upp min sallad? **s. 18**

Elever hjälper forskare

– Ett skolprojekt om invasiva arter **s. 19–20**

Forskning om våra förfäder **s. 21**

Kolhydrater

– Så mycket mer än energi **s. 22–23**

Gensaxar och etik **s. 24–25**

Välkommen till biologilärares förening **s. 26**

ATENA Didaktik – En professionsvetenskaplig tidskrift för lärare i naturvetenskap och teknik **s. 27**

UPPLEVELSER MED LUKTSINNET

– Förklaringsmodeller på olika nivåer

TEXT: Ammie Berglund, Jenny Lagerqvist, Kerstin Westberg, Bioresurs

Doft eller lukt?

I biologi används begreppet lukt medan vi i vardagligt tal ofta pratar om doft.

"Nämen – vad konstigt, hur kan det bli så?" Två lärare har nyss prövat ett luktexperiment med kanel och vanilj under en workshop med oss på Bioresurs. Den ena läraren har luktat på kanel och den andra på vanilj. När de sedan luktar i en burk med en blandning av kanel och vanilj får de helt olika upplevelser. Hur kan man förklara detta?

Det här enkla experimentet med luktsinnet kan göras med både yngre och äldre elever. Oavsett ålder ger det ofta en "wow"-känsla, ett slags förundran, som väcker frågor och associationer till andra upplevelser i livet (nybakta bullar luktar gott när jag kommer in i affären, men sedan tänker jag inte på det). Att upplevelser via luktsinnet påverkas av det vi nyss luktat på beror både på luktsinnescellerna i näsan (adaptation) och på hjärnan, som kan "välja bort" redan uppfattade lukter (habituering). Elevernas upplevelser, frågor och förkunskaper styr hur vi som lärare väljer att förklara det som sker. I den här artikeln kommer vi att ta upp hur förklaringsmodeller kan formuleras på olika nivåer.

Elevnära experiment för alla

I Skolverkets kommentarmaterial för biologi uttrycks progression från att det elevnära och konkreta ska vara i fokus i de lägre årskurserna till att omfatta även abstrakt och mer komplext innehåll när eleverna blir äldre. Det handlar alltså inte om att lämna det elevnära "bakom oss", för även äldre elever behöver kunna koppla undervisningen till sig själva och uppleva konkreta övningar. Experiment med luktsinnet kan göras i alla åldrar, men man kan anpassa förklaringarna på olika sätt.

Vi har sökt efter forskning om progression i förståelsen för hur luktsinnet fungerar som en del av nervsystemet, men hittat väldigt lite. Våra försök att konkretisera progression genom att uttrycka olika förklaringsmodeller (se sidorna 4–6) baseras på egna och andras lärararerfarenheter, bland annat från möten med cirka 200 lärare i årskurs 1–3 som deltagit i biologiworkshops under 2022. Vi har också fått kommentarer från forskare och experter på neurologi och luktsinnet samt ämnesdidaktik.

Förenklingar och förklaringar

På kommande sidor finns texter och bilder som illustrerar förklaringsmodeller på olika nivåer. Modeller är alltid förenklingar. Därför är det bra att fundera över valet av en viss förklaringsmodell, dess syfte och vilka begränsningar den har. Att diskutera med eleverna vad som *inte* visas i en förklaringsmodell är ett sätt att stämna av att de förstår (se sidan 5). Använd gärna illustrationerna i denna artikel för kritisk granskning av förklaringsmodeller.

Inom biologin skiljer man ibland på evolutionära och mekanistiska förklaringar. Varför vi har ett luktsinne kan vi försöka förklara utifrån evolutionärt perspektiv medan svaret till "Hur fungerar luktsinnet?" riktar in sig mot mekanismerna i hur luktämnen påverkar kroppens celler och system. Vi kan även bredda och se luktsinnets betydelse ur fler perspektiv: "Vilken betydelse har dofter för mig och för andra i samhället?" och "Hur fungerar luktsinnet hos andra arter?" De förklaringar och bilder vi valt att presentera för upplevelserna i experimentet med kanel och vanilj motsvarar mekanistiska förklaringsmodeller.

SKOLVERKETS MODULER

Kunskaper om begrepp och förklaringsmodeller har lyfts upp som det första långsiktiga målet i Lgr22 för grundskolan. I Skolverkets moduler *Kunskaper om naturvetenskapens begrepp och förklaringsmodeller* för åk 4–6 och åk 7–9 samt *Modeller och representationer* för gymnasiet kan man läsa om relationen mellan modeller, teorier och förklaringar. Det finns ingen enkel definition av begreppet förklaringsmodell, men vi tänker oss det som ett redskap för att förklara fenomen.

Från enkla till mer komplexa och abstrakta förklaringsmodeller

FÖR EN SOM VILL HA EN ENKEL FÖRKLARING

Vi kan känna lukter från olika saker med näsan. Från näsan skickas signaler till hjärnan. Vi kan minnas och känna igen lukter och använda näsan för att avgöra vad som luktar. Vissa dofter gillar vi medan annat luktar illa. Om vi har luktat på kanel en stund så känns det inte lika starkt längre. Vi har vant oss vid det. Då känner vi lättare nya dofter än de vi luktade på nyss. Därför känner en person som luktat på kanel mest vaniljdof-ten när den luk- tar på bland- ningen.

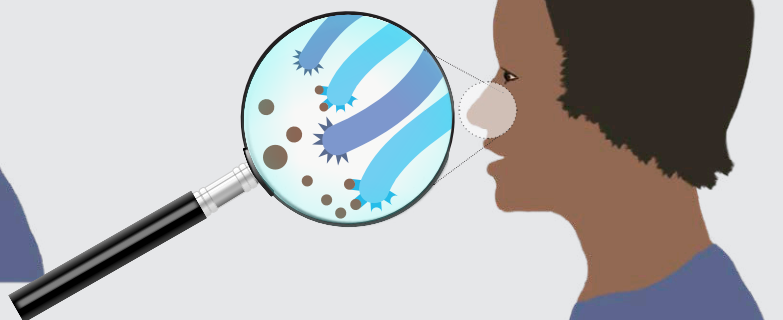


I bilder till den enkla förklaringen är det viktigt att en kropp är synlig och även varifrån lukten kommer. I det här fallet har vi en figur på en persons huvud där både näsa och hjärna är tydliga. Det som inte visas i bilden är till exempel luktämnen och hur de påverkar näsans celler och vårt nervsystem.

I triangelmodellen nedan visas tre organisationsnivåer som vi hoppar mellan när vi förklarar upplevelsorna med doftsinnen. Den enklaste förklaringen (se ovan) rör sig mest på makronivå medan de andra mer avancerade förklaringarna mer eller mindre hoppar mellan alla nivåer, även mikro- och submikronivån.

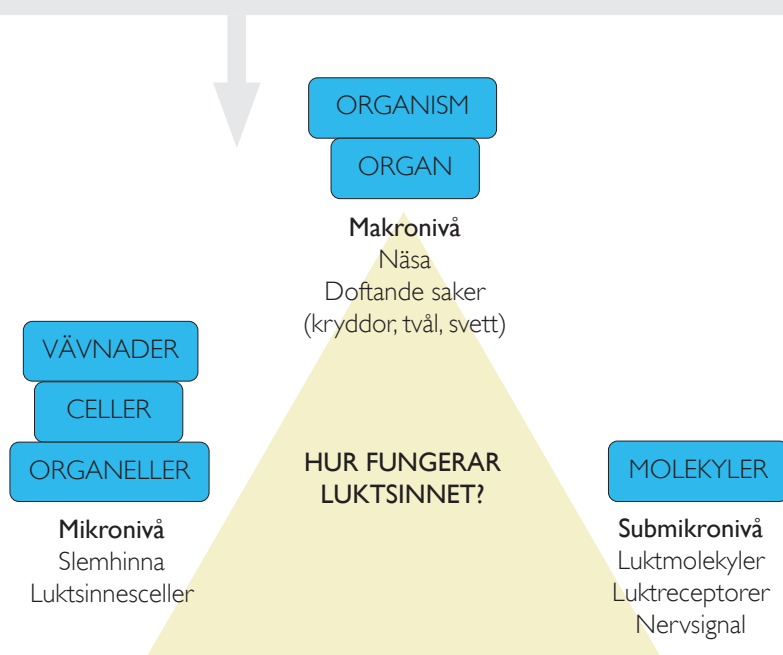
FÖR EN SOM VILL VETA LITE MER

Luktämnen kommer in i näsan och fastnar på våra luktsinnesceller. Då skickas signaler till hjärnan. Om vi har känt en lukt förut känner vi igen den med minnet i hjärnan. Om vi luktar på kanel en stund blir vi av- trubbede. Luktsinnescellerna har fått på sig så mycket av kanelämnena att det inte finns några lediga luktsin- nesceller för just kanel. Hjärnan kan också vara lite avtrubbad efter alla kanel-signaler. Om man då luktar på en blandning med kanel och vanilj så kommer vi inte få så många kanel-signaler. Istället kommer vi känna det andra som luktar i blandningen, vanilj.



Förståelse för att lukter utgörs av partiklar är "kritiskt", en förutsättning för att kunna bygga vidare på förståelsen av hur vi tar emot dofter. Arbete med luktämnen kan bidra till att utveckla förståelse för en enkel partikelmodell.

Förstoringsglaset visar att vi zoomar in och tittar på något vi inte kan se med våra ögon. Det förutsätter att eleverna känner till förstoringsglas och även förstår symboliken (molekyler går inte att se med förstoringsglas). De bruna cirkelarna visar små "kanelpartiklar" (kanelmolekyler). Kanelmolekylerna passar med sin form in i "mottagare" (receptorer) på luktsinnesceller i näsan.



PARFYMDOFT

Skolverkets bedömningsstöd DiNo för åk 1–6 har en uppgift om parfym där eleverna ska beskriva och förklara hur en doft sprider sig i rummet. I lärarmaterialet framgår att uppgiften fokuserar på partiklar och diffusion, men det går utmärkt att koppla uppgiften även till förklaringar om hur luktsinnet fungerar. Uppmana gärna eleverna att rita bilder av hur de uppfattar fenomenet som beskrivs i uppgiften.

Materialet finns på Skolverkets sida *Bedömningsstöd i biologi i grundskolan*, se www.skolverket.se.

FÖR EN MED VISSA BIOLOGIKUNSKAPER

Luktsinnet består av luktsinnesceller i näsans slemhinna och nervceller som skickar vidare nervsignaler till områden i hjärnan där vi hanterar luktsignaler. Vi har många olika luktsinnesceller, var och en kan reagera på en viss sorts luktmolekyl. De flesta lukter består av en blandning av olika molekyler. När vi andas in olika luktmolekyler får vi en unik upplevelse via kombinationen av signaler som kommer in till hjärnan. När vi har luktat på en viss doft en stund, till exempel kanel, kommer de luktsinnesceller som aktiverats behöva en paus innan de kan skicka fler signaler – även om luktämnet finns kvar. Hjärnan kan också "välja bort" att registrera samma doft hela tiden. Den väljer istället att göra oss medvetna om nya lukter, till exempel vanilj om det fanns i blandningen.

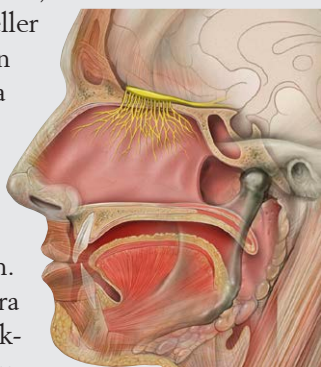
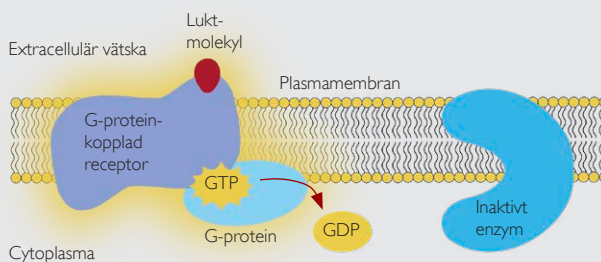


ILLUSTRATION: Patrick J. Lynch, commons.wikimedia.org, CC BY 2.5

En skillnad i den här förklaringen jämfört med den föregående är att lukter är mer komplexa än bara rena ämnen. Här framgår också lite mer om hur hjärnan registrerar signaler och hur den kan påverka upplevelsen genom att sortera intryck. I nästa förklaring, till höger, blir begreppen ännu mer specifika, framförallt på submikronivån (ATP, membranbunden receptor med mera). Genomskärbilder kan vara utmanande att förstå för elever. Ett syfte med att använda en sådan bild kan vara att lyfta fram slemhinna inuti näsan och att luktsinnescellerna (som dock inte visas explicit i denna figur) leder in mot hjärnan.

FÖR EN MED BRED BIOLOGIKOMPETENS

Luktsinnesceller har membranbunda proteiner som kan binda till luktmolekyler. I vår arvs massa har vi hundratals gener som kodar för sådana luktreceptorer, men en luktsinnescell uttrycker bara en sorts receptor. När vi andas in en mix av olika luktmolekyler binder de till olika luktsinnesceller som aktiveras och skickar signaler till hjärnan som tillsammans ger en lukttupplevelse. Luktsinnesceller som aktiverats av till exempel kanelmolekyler depolariseras när de skickar vidare signaler. Medan de återhämtar sig med hjälp av proteiner och ATP (vilopotentialen återställs) kan de inte reagera (adaptation). Kombinerat med att hjärnan dämpar signaler från nervceller som nyligen skickat luktsignaler (habituering, tillvänjning) sorteras "kanel-signaler" bort när vi luktar på blandningen med kanel och vanilj. Däremot kommer vi snabbt få luktsignaler från vanilj som det ännu inte har skett någon adaptation eller habituering till.



I den här bilden syns inte en hel cell, och det är inte tydligt var i näsan vi befinner oss. Illustrationen ska visa en luktreceptor i ett cellmembran. Den övre delen i bilden motsvarar utsidan av cellen, det vill säga neshålan där luktmolekylerna kommer in. Antalet och placering av receptorerna syns inte heller.

Begränsningar i förklaringsmodellerna

Alla modeller har ett visst syfte men också begränsningar i vad de kan användas till. I de förklaringsmodellerna vi ger i artikeln kan man exempelvis notera följande:

- Kaneldoft ser ut att enbart orsakas av en molekyl (bruna cirklar i förstoringsglasen). Även om kanelaldehyd procentuellt utgör en stor del av extrakt från kanelbark så följer det med andra molekyler också (till exempel eugenol).
- Luktsinnescellernas "mottagare" är ritade som att passformen mellan doftmolekyl och receptor avgör. Men interaktioner mellan molekyler och receptorer påverkas även av molekylernas laddning och om de är polära eller opolära.
- I bilderna är näsans luktsinnesceller fokuserade, men i verkligheten är det många andra typer av celler som också ingår i det man kallar luktepitel. Det syns inte heller att luktsinnescellerna är få jämfört med de andra cellerna.
- Luktsinnescellernas receptorer är inte riktigt så specifika som visas i bilderna. En typ av receptor kan binda olika luktmolekyler och en luktmolekyl kan binda till flera receptorer (se figur på sidan 6). Molekyler som kemiskt liknar varandra retar luktsinnet på likartat sätt.



Jordgubbsdoft består av en blandning av många molekyler; till exempel etylbutanoat, butansyra och etylhexanoat, som visas här ovan. Förstoringsglasen symboliserar inzoomning, men fungerar i verkligheten inte alls för att se molekyler. Molekylmodellernas färger för olika grundämnen är även det exempel på att illustrationer kräver förförståelse för att tolkas.

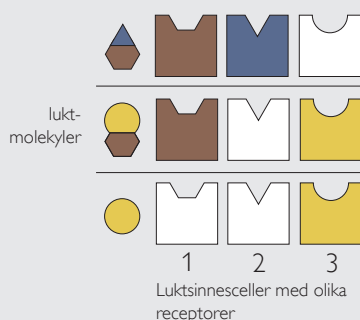
FOTO: pixabay.com (jordgubbe, förstoringsglas samt vanilj) på burken på sidan 4

FÖR EN SOM SÖKER FÖRDJUPADE FÖRKLARINGAR

I övre delen av näshålans slemhinna finns ett litet område med cirka 50 miljoner luktsinnesceller. De har utskott (cilier) riktade ut mot näsans slemhinna, som ger en stor kontaktyta mot utsidan. På cilierna sitter luktreceptorer. En luktsinnescell uttrycker bara en av cirka 400 funktionella luktreptorgener som finns i arvsmassan. De kodar för membranbunda G-proteinkopplade luktreceptorer (proteiner). Receptorernas form och kemiska egenskaper på den extracellulära sidan gör dem selektiva och de binder bara till vissa typer av molekyler. Ibland binder receptorerna bara en sorts molekyl, medan andra är mer flexibla och kan binda till flera olika luktämnen. Ett och samma luktämne kan också binda till olika receptorer. Andra ämnen i den extracellulära miljön i slemhinnan kan göra luktämnen mer eller mindre tillgängliga för luktsinnescellerna. Luktämnenas interaktion med luktsinnescellerna är alltså väldigt komplex.

Luktsinnescellernas axoner är riktade uppåt genom skallbenet till luktbulben som skickar nervsignaler in mot hjärnan. Luktsignalerna kommer i kombinationer och i hjärnan kopplas de till minnen och ger effekt genom olika typer av respons (som att snabbt reagera på en lukt som förknippas med fara).

Det som sker inuti en luktsinnescell (intracellulära processer) efter att den bundit till sig ett doftämne

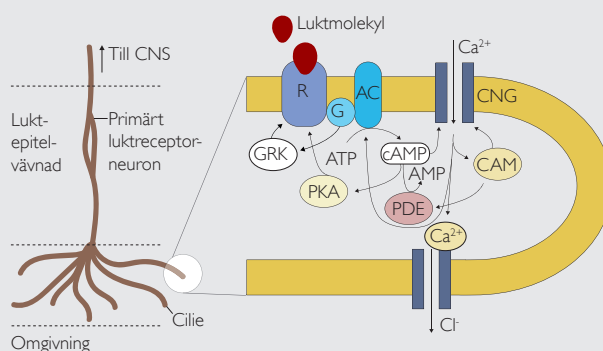


Varje typ av luktsinnescell har en viss luktreceptor (se 1–3 i figuren och form på inbuktning). De kan binda till en eller flera luktmolekyler beroende på deras kemiska egenskaper. En luktsinnescell med fylld färg visar att den kan binda till luktmolekylen till vänster i samma rad. Vit färg står för att luktmolekylen på raden inte kan binda till just den receptorn.

kan delvis hjälpa oss att förklara hur vi blir "avtrubbade" för en lukt. Den G-proteinkopplade receptorn ändrar form när den binder ett doftämne vilket startar en kedjereaktion som aktiverar andra proteiner inuti cellen. Det leder till att jonkanaler öppnas i cellmembranet. Positivt laddade joner flödar in i luktsinnescellen som på så sätt depolariseras. Depolarisationen fortplantar sig via axonet in mot luktbulben som i sin tur för över signalen direkt in mot hjärnan. I de depolariserade luktsinnescellerna börjar olika proteiner att återställa jonbalansen (refraktärperiod), och innan balansen är återställd kan cellen inte reagera på stimuli. Om vi luktar länge på kanel kommer många av de luktsinnesceller som har receptorer för ämnen i kaneldoft att depolariseras, vilket gör att det tar ett tag innan de hunnit återhämta sig. Under tiden har vi sämre förmåga att reagera på samma doft.

En annan tänkbar mekanism är att cellerna genom endocytos kan dra in och minska antalet membranbunda receptorer (internalisering). Det kan göra luktsinnescellerna mindre känsliga för ett doftämne.

Slutligen har vi hjärnans bearbetning av de inkommande signalerna. I luktkortex i hjärnan kan nervsignaler från redan vanliga lukter i miljön vi befinner oss i sorteras bort från medvetandet. Istället prioriteras eventuellt nya eller förändrade luktsignaler. Hjärnans bearbetning är dock rätt komplex här och väger in annan information än från just näsan i signalbearbetning (som rädsla för en doft, se diagrammet på nästa sida).



Modeller på avancerad nivå ställer stora krav på läsarens förkunskaper både bild- och begreppsmässigt. Illustrationen till vänster visar inget sammanhang i relation till en kropp. Till höger visas doftsinnescellen och en inzoomad bild på änden av en cilie. Många böjda pilar och förkortningar gör det svårt att förstå vad som leder till vad. Att påminna oss om "var vi är", att se helheter, är viktigt oavsett var vi är i vår lärandeprocess. Även universitetsstudenter kan ha svårt att hålla koll på var i kroppen alla detaljer på cell- och molekylnivå hör hemma. I läkarutbildningen byggs kunskapen i fysiologi på successivt. När de läser om sjukdomar repeteras och fördjupas grundläggande fysiologi. Med tiden får detaljerna en tydligare koppling till helheten (exempelvis att likartade receptorer finns i olika organ).

Illustrationen ovan till vänster är inspirerad av figur 8 i artikeln Malnic, B. m. fl. (1999) Combinatorial receptor codes for odors. *Cell*, 96 (5), s. 713–723.

Illustrationen till höger är inspirerad av figur 4 i artikeln Ache, B.W., Young, J.M. (2005) Olfaction: Diverse species, conserved principles. *Neuron*, 48 (3), s. 417–430.

Visste du detta?

INTERVJU Johan Lundström, professor i luktperception vid KI, svarar på frågor om luktsinnet.

TEXT: Ammie Berglund, Bioresurs



FOTO: Bildmakarna

Johan Lundström, professor vid Karolinska institutet, bedriver forskning om den neurala och perceptuella grunden för luktsystemet och undersöker hur luktsystemet interagerar med våra andra sinnen.

johan.lundstrom@ki.se

Hur påverkar covid-19 luktsinnet?

Den nuvarande förståelsen pekar på att både kort- och långvarig förlust av luktsinnet beror på en kombination av två faktorer. Dels att miljön runt luktsinnescellerna försämras när SARS-CoV-2-virus angriper de viktiga stödcellerna i luktepitelet som har många ACE2-receptorer, dels att viruspartiklar transporteras upp till luktbluben som skadas av virusangreppet. Vår forskning visar att luktbluben minskar i medeltal med cirka 15 procent hos de som har haft corona.

Luktreceptorer på andra ställen?

Lukt- och smakliknande receptorer finns på många ställen i kroppen. Ett intressant fynd är att spermier har en luktreceptor som gör att de kan lukta sig fram till ägget (lukten av bourgeonal). Om män saknar just den luktreceptorn är de infertila.*

Vad styr upplevelsen av lukter?

Om vi förenklat tänker på lukter som behagliga eller obehagliga kan vi tolka frågan ur lite olika perspektiv. Vi forskar själva på vad som händer på cell- och molekylnivå när försökspersoner exponeras för olika lukter och kopplar det till deras respons. Vi har då till exempel sett att lukter som upplevs som obehagliga har "förtur" i luktbluben och leder till att hela kroppen vänds bort från det håll personen haft när lukten upplevdes.**

Spelar kultur någon roll?

Det finns forskning som tar upp frågan ur ett mycket större perspektiv, exempelvis hur olika lukter uppfattas av människor från olika kulturer. Det som i huvudsak förklarar om ett ämne uppfattas som en behaglig lukt är kopplat till själva luktämnets kemiska egenskaper och personliga preferenser, oberoende av vilken kultur försökspersonerna kommit ifrån.***

Referenser och mer information

* Sinding, C. m. fl. (2013). Decreased perception of bourgeonal may be linked to male idiopathic infertility. *Chemical Senses*, 38(5), s. 439–445.

** Irvani, B. m. fl. (2021). The human olfactory bulb processes odor valence representation and cues motor avoidance behavior. *PNAS*, 118(42), s. 1–12.

*** Arshamian, A. m. fl. (2022). The perception of odor pleasantness is shared across cultures. *Current Biology*, 32(9), s. 2061–2066.

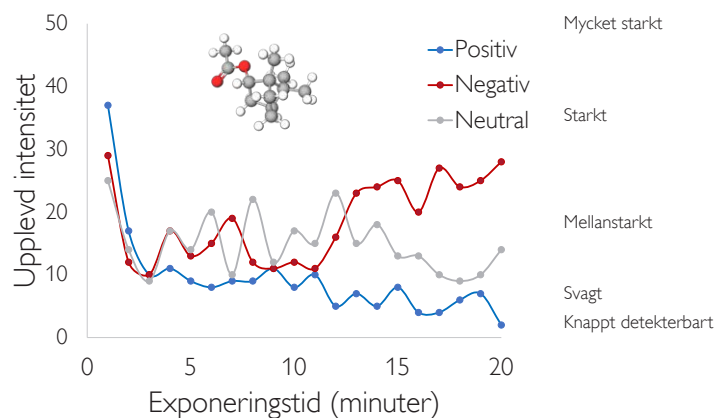
Alex, O (2021) Så fick min näsa sällskap under pandemin. *Forskning och framsteg*, 4 (tryckt och på fof.se).

Påverkar stress luktsinnet?

Det finns anekdotiska bevis för att långvarig stress påverkar luktförmågan men tyvärr ingen bra studie att riktigt lita på. Däremot finns det lite bättre bevis på det motsatta, nämligen att lukter kan motverka och minska stress. Det gäller främst lukter som är associerade med natur och skog.

Är vi bättre på farliga lukter?

Hur farlig man tror att en lukt är spelar en stor roll för adaptation och habituering. Diagrammet nedan visar resultat av en studie där försökspersoner suttit i en testkammare i 20 minuter med en konstant koncentration av isobornylacetat (används som parfym i rengöringsmedel) och varje minut bedömt hur intensivt de upplevt lukten. Innan försöket fick de information om att lukten var antingen positiv (blå kurva, "hälsobefrämjande"), negativ (röd kurva, "ohälsosam") eller neutral (grå kurva, "standardämne för luktforskning").



Diagrammet har skapats efter resultat i artikeln Dalton, P. (1996) Odor perception and beliefs about risk. *Chemical Senses*, 21(4), s. 447–458.

Tack till Markus Sjöblom, universitetslektor i fysiologi vid Uppsala universitet, för givande samtal kring innehållet om luktsinnet i detta nummer av Bi-lagan och till Johan Lundström, professor i luktperception vid Karolinska institutet och Marcus Stensmyr, luktforskare vid Lunds universitet, för faktagranskning och svar på frågor om luktsinnet. Tack också till Malin Lavett-Lagerström, Skolverket, för värdefulla kommentarer i slutfasen av skrivandet.

UTOMHUSPEDAGOGIK

– För ökad likvärdighet



TEXT: Anders Wänge Kjellsson, utomhuspedagog vid Naturskolan i Lund, anders.wange@gmail.com

Diskussionen kring en likvärdig skola är idag mer aktuell än någonsin. Det kan finnas flera orsaker till att skolan inte lyckas ge alla elever samma möjligheter men sällan tas det upp att regelbundna inslag av utomhuspedagogik skulle kunna vara en del av lösningen. Kan det bero på rädsla?

Första gången jag stötte på utomhuspedagogikens magi var när jag som nyutexaminerad lärare besökte Sveriges första Naturskola, i Skärålid, Skåne, med mina åttor. Mitt bestående minne av dagen var att det hände något med eleverna. Framför allt fick jag syn på att elever som inte alltid visade framfötterna i klassrummet, var engagerade och entusiastiska när de utmanades i praktiska aktiviteter som gav dem sammanhang och meningsfullhet. När bussen rullade hem den eftermiddagen tänkte jag: "Yes, det är så här man ska jobba!" Jag tror att jag insåg det redan då, för 40 år sedan, men inte hade orden för det: Att utomhuspedagogik är en likvärdighetsfråga! Varför går då utvecklingen mot en varierad undervisning i skolan med inslag av utomhuspedagogik så långsamt?

Saknas det en tydlig definition?

Nej, det saknas varken nationella eller internationella definitioner av utomhuspedagogik och närliggande termer och uttryck. I en rapport från 2022 från det internationella nätverket PLaTO-net (*Play, Learn and Teach Outdoors Network*) har forskare, tillsammans med en referensgrupp, definierat 31 viktiga termer, till exempel *skolgård*, *naturlek* och *uteklassrum*.

I Sverige har vi haft en vedertagen definition av utomhuspedagogik i nästan 20 år (Centrum för miljö- och utomhuspedagogik, CMU, Linköpings Universitet 2004), som fångar in själen i vad utomhuspedagogik handlar om: *Utomhuspedagogik är ett förhållningssätt som syftar till lärande i växelspel mellan upplevelse och reflektion grundat på konkreta erfarenheter i autentiska situationer. Det innebär:*

- att lärandets rum flyttas ut till samhällsliv, natur- och kulturlandskap,
- att växelspillet mellan sinnlig upplevelse och boklig bildning betonas,
- att platsens betydelse för lärandet lyfts fram.

Saknas det vetenskaplig grund?

Verkligen inte! Betydelsen av gröna miljöer för välbefinnande och hälsa är väl belagd i vetenskapen. Till exempel visar kunskapsöversikten *Klassrum med himlen som tak* (Faskunger m. fl., 2018)*, att evidensen är tillräckligt stark för att konstatera att utomhusundervisning bidrar positivt både indirekt och direkt till skolprestation och skolresultat.

Kan det bero på för lite utbildning?

Nej, jag tror inte att brist på kunskap är det som hindrar utomhuspedagogiken från att slå igenom på bred front. Verksamma vid naturskolor, universitet och högskolor runt om i landet har lagt enorma resurser på utbildning av alla inblandade aktörer.

Naturskolan i Lund samordnar till exempel skol-utvecklingsinsatsen *Gröna skolgårdar* i Lunds kommun, som bygger på delaktighet från såväl barn och elever som skolans personal. Naturskolan arbetar även för att implementera gemensamma policydokument för både förskolans och skolans utomhusmiljö genom olika utbildningsinsatser riktade till exempelvis politiker. Vi erbjuder oss också att medverka vid föräldramöten för att, på vetenskaplig grund och med beprövad erfarenhet, undervisa vårdnadshavare om fördelarna med utomhuspedagogik.

Står något annat i vägen?

Ja, en mycket bidragande orsak är rädsla, vilket jag menar har blivit ett stort hinder för både utomhuspedagogiken och utvecklingen av bra miljöer för barn och unga. När arbetet med Gröna skolgårdar startade på 1990-talet kunde vi gräva dammar och introducera får och höns på skolgårdarna. Och vi fick med oss många orädda pedagoger och rektorer.

* Se referens på sidan 11.

Men något har hänt sedan dess. Varför stänger man allt oftare in barn med staket innanför staket och ibland ytterligare ett staket innanför det – i miljöer som är så långt man kan komma från gröna djungler med dammar, höns och får?

Det finns rädsla för trafik, men att stängsla in barn hjälper inte mycket mot den vanligaste typen av dödsolyckor, så kallade transportolyckor, när barnet sitter i en bil som framförs av en vuxen. Det förekommer också rädsla för okända förövare som rövar bort eller förgriper sig på barn. Barnmisshandel förekommer tyvärr, men enligt statistiken är gärningspersonen oftast någon som barnet känner.

Det finns också en utbredd rädsla för vad andra ska tycka om mig som ansvarig vuxen. Ser de mig som en oansvarig förälder om jag låter mitt barn gå själv hem från skolan? Ser de mig som oansvarig pedagog om jag inte har koll på vartenda barn varje sekund? Ses jag som en oansvarig rektor om jag inte genast åtgärdar besiktningsprotokollen? Betraktas jag som en oansvarig förvaltare om jag tillåter användning av löst material, som bildäck, på gårdarna?

Vår "reptilhjärna" är en ursprunglig del av hjärnan som bland annat styr hur vi hanterar rädsla medan pannloben styr över planering, omdöme och beslutsfattande. Trots att vi har kunskap om vad som är utvecklande för barn så förlorar ofta pannloben striden mot reptilhjärnan. Rädslan vinner över kunskapen, och vi blir överbeskyddande.

Enligt bland annat Ellen Beate Hansen Sandseter, professor vid universitetet i Trondheim, behöver barn få ägna sig åt utvecklande men riskfylld lek som reptilhjärnan hos vuxna gärna vill hindra: undersöka höjder, uppleva hög fart, utforska potentiellt farliga verktyg, närma sig potentiellt farliga landskapselement (som sjöar), fysisk kamp (bråklek) och att vara ute på egen hand utan övervakning. Men detta går helt och hållet tvärt emot det risktänkande med både hängslan och livrem, som är så utbredd idag.

Olika världsbilder

David Ball är professor i riskhantering vid Middlesex University i London. Han kallar de här fullständigt olika synsätten för olika världsbilder. I den ena är säkerhet det viktigaste: Utomhusaktiviteter ska vara garanterat säkra och risker ska minimeras med hjälp av tekniska lösningar. I den andra är barns utveckling det viktigaste: Inga aktiviteter kan vara garanterat säkra och barn och unga behöver uppleva och lära sig hantera risker. Lösningarna är inte tekniska utan det finns istället en tro på, och tillit till, människors (inklusive barns) förmågor.

En potentiell risk är samtidigt en potentiell möjlighet för lärande. I England har David Ball med flera utvecklat en metod som kallas *Risk Benefit Assessment* (RBA), där en balanserad riskbedömning görs som bedömer både värden och risker med olika

” EN POTENTIELL RISK
ÄR SAMTIDIGT EN
POTENTIELL MÖJLIG-
HET FÖR LÄRANDE.”

aspekter i en lekmiljö. Syftet är att skapa miljöer där barn kan testa sina gränser inom rimligt säkra förhållanden, där värdet överväger de negativa riskerna.

Glädjande nog är det några kommuner som börjat arbeta med att göra balanserade riskbedömningar. Det finns även ett internationellt nätverk, *International School Grounds Alliance* (ISGA), som bland annat arbetar med dessa frågor. Jag ledde den arbetsgrupp som tog fram ISGA:s deklaration *Risk in Play and Learning* (se internationalschoolgrounds.org/risk). Den går i korthet ut på att risker är avgörande för barns utveckling, hälsa och välbefinnande, oavsett barnets förmågor – något det även finns stöd för i Barnkonventionen. En skol- eller förskolegård ska inte vara så säker som möjligt, utan *så säker som nödvändigt*. Ansvaret för detta bär samtliga vuxna aktörer: vårdnadshavare, skolpersonal, beslutsfattare och inte minst försäkringsbolag. Som en bilaga till deklarationen finns en lång lista med forskningsreferenser som stödjer detta synsätt.

En fråga som vi diskuterade mycket i arbetsgruppen var: Vad innebär "så säker som nödvändigt"? En distinktion är användningen av orden risk och fara (farligt). Något som kan leda till "loss of life, limb or function", alltså dödsfall eller permanent invaliditet, är farligt. Då måste man ingripa och åtgärda. Ett brutet ben kan vara väldigt besvärligt men läker i de allra flesta fall utan bestående men. Ett blåmärke, en bula eller ett sår är oftast inte farligt.

Positivt risktagande

Vårt jobb som pedagoger är att ge barn möjlighet att lära genom att ta risker på ett sätt som inte allvarligt skadar dem. Vi kan kalla det för positivt, eller kalkylerat risktagande. Och hur gör vi det? Jo, enklast genom att låta dem vistas i naturmiljöer. Och det behöver inte vara exklusiva platser som naturreservat eller nationalparker. Gröna skolgårdar har kraften och potentialen att ge både utmaningar och naturupplevelser i det lilla och nära. Vi får inte låta reptilhjärnan få för stort utrymme. Rädsla ger inga bra beslut. Vi ska istället lita på vad vetenskapen säger om vad som är bäst för barns utveckling, tro på barns förmåga, och våga utmana dem i autentiska och begripliga sammanhang. Jag är övertygad om att det skulle ge fler barn och elever möjlighet att utvecklas utifrån sina förutsättningar, vilket skulle bidra till en mer likvärdig svensk skola.



Fågeltomet i naturreservatet Årike Fyris, vid Övre föret i Uppsala. FOTO: Johan Lindell

Utomhuspedagogik för gymnasiet med hållbar utveckling i fokus

TEXT: Johan Lindell och Stina Lindblad, naturskolepedagoger vid Upplandsstiftelsen, johan.lindell@upplandsstiftelsen.se

Inte bara yngre utan även äldre elever har mycket att vinna på utomhuspedagogiska aktiviteter. Genom att stärka möjligheterna för dessa och integrera dem i gymnasieskolans ordinarie verksamhet skapar vi bättre förutsättningar för ett lärande för hållbar utveckling.

Utomhuspedagogikens positiva effekter på skolbarns prestationer och hälsa lyfts fram i allt fler forskningsstudier (Faskunger m. fl., 2018). Forskning visar också att det framför allt är när utomhuspedagogiska aktiviteter och traditionell klassrumsundervisning kombineras som ett pedagogiskt mervärde skapas: upplevelserna utomhus förstärker inläringen (Kuo m. fl., 2019).

Samtidigt varierar förutsättningarna och möjligheterna till utomhusundervisning beroende på elevernas ålder. Jämfört med yngre årskurser har det visat sig svårt att arbeta med utomhuspedagogik på gymnasiet, bland annat på grund av ett späckat ämnesschema och svårigheter med schemabrytande aktiviteter. Andelen gymnasieelever som får ta del av utomhuspedagogiska aktiviteter är därför begränsad.

Klara Lövgren på Upplandsstiftelsen har undersökt förutsättningarna för utomhuspedagogik på gymnasiet, bland annat genom intervjuer av gymnasielärare och naturskolepedagoger, enkätsvar, samt utvärdering av utomhusaktiviteter med gymnasieklasser. I hennes rapport *Lära in ute på gymnasiet* (Lövgren, 2019) är några av slutsatserna "att det finns önskemål om – och utrymme för – utomhuspedagogik på både teoretiska och praktiska gymnasielinjer.

Svårigheterna är många och möjligheterna att utforma ett för gymnasieskolan givande upplägg likaså. Upplägget bör, förutom undervisning inom läroplanens mål, innehålla fysisk aktivitet, ett fokus på hälsa och psykiskt välmående, naturupplevelser och en inkludering av fokus på hållbar utveckling."

Ett sätt att anpassa utomhuspedagogiska aktiviteter till gymnasieskolans förutsättningar är att hålla dem korta och begränsade till ett specifikt ämne och arbetsområde. Många gymnasielärare utnyttjar exempelvis naturen i skolans närområde för studier av ekologi och biologisk mångfald. Samtidigt ger utomhuspedagogik nya möjligheter att förmedla andra, mer generella aspekter av gymnasieskolans läroplan, exempelvis vikten av att arbeta med grundläggande demokratiska värderingar, hållbarhet och elevernas utveckling till ansvarskännande människor. Dessa frågor är mångfasetterade och gynnas av ett ämnesöverskridande arbetssätt. Ett fokus på hållbar utveckling är därför en utmärkt ingång för att arbeta med utomhuspedagogik på gymnasiet. Men det kräver ett bredare synsätt, omfattande förberedelser och en förståelse för hur praktiska upplevelser utomhus kan förstärka inläringen.

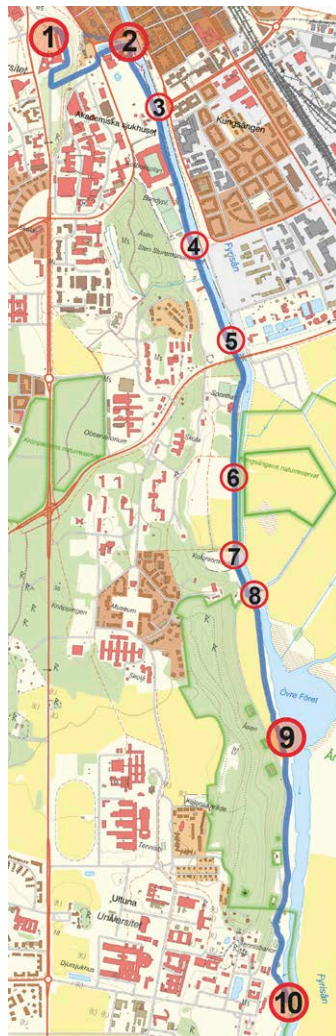
Fyrisåvandringen

I Uppsala driver nu kommunen tillsammans med oss på Upplandsstiftelsen det lokala naturvårdsprojektet *Lära in utomhus på gymnasiet* för att utveckla utomhuspedagogik för kommunens gymnasieskolor. Utifrån slutsatserna från Klara Lövgrens rapport har vi arbetat målinriktat för att skapa en utomhuspedagogisk aktivitet som belyser framtidsfrågorna och gör arbetet för en hållbar utveckling konkret för gymnasieeleverna. Resultatet är *Fyrisåvandringen* – ett samarbete mellan Upplandsstiftelsen, Biotopia, Upplandsmuseet och Uppsala vatten, vars pedagoger bidrar med olika kompetenser för att skapa en pedagogisk helhet. Konceptet med en pedagogisk promenad längs med Fyrisån startades av Anne-Marie Rehn, erfaren gymnasielärare i geografi och medlem i ett ämneslärarnätverk för hållbar utveckling i Uppsala som bidragit starkt till utvecklingen av Fyrisåvandringen. Första tillfället arrangerades som en fortbildningsdag för 60 gymnasielärare, vilket tillförde ovärderlig återkoppling till upplägget.

Fyrisåvandringen är ämnesintegrerad och belyser genom praktiska uppgifter, korta guidningar och studiebesök omgivningen ur ett samhällsvetenskapligt och naturvetenskapligt perspektiv. Till sin hjälp har elever och lärare handledningar med information om de tio stationer som ingår och frågor eller uppgifter som ska besvaras under dagen. Alla aktiviteter är kopplade till gymnasieskolans läroplan. Vandringen, som är 6 km lång, tar 4–5 timmar och gymnasieklasserna genomför den tillsammans med sin lärare.

Dagen inleds vid Uppsala slott med en guidning av Upplandsmuseet om stadens historia (se karta bredvid). Nere vid Pumphuset (Uppsala vattens museum) får eleverna lära sig mer om Fyrisån och den närliggande rullstensåsen som resurs för grundvatten. Efter guidningen promenerar eleverna självständigt vidare söderut längs Fyrisån, där de stannar vid flera obemannade stopp som uppmanar till diskussioner om till exempel vattenrening, samhällsplanering och självförsörjning. Vid fågeltornet i naturreservatet Årike Fyris möts eleverna av Biotopia och Upplandsstiftelsen, där en rad praktiska aktiviteter med koppling till biologisk mångfald och våtmarkens betydelse tar vid. Eleverna får bland annat undersöka vattenlevande organismer, studera våtmarken med kikare och jämföra kartor, som belyser landskapets och samhällets förändring över tid. Vandringen avslutas med en gemensam reflektion om hållbar utveckling, som kan följas upp med exempelvis fördjupningsuppgifter i skolan.

Under hösten 2022 genomförde nio klasser från både yrkes- och högskoleförberedande program, från fem olika gymnasieskolor, Fyrisåvandringen. Inför höstterminen 2023 är intresset ännu större. Avsikten är att vandringen ska bli ett bestående, årligen återkommande evenemang för Uppsalas gymnasieskolor.



Fyrisåvandringen omfattar tio stationer varav de två första och de två sista är bemannade.

1. Gunillaklockan (Upplandsmuseet och Upplandsstiftelsen)
2. Pumphuset (Uppsala vatten)
3. Hamnspången
4. Tullgarnsbron
5. Reningsverket
6. Hospitalparken
7. Ulleråkers koloniområde
8. Uppsalaåsen, Uppsala Kungsäng och Vindbron
9. Övre Föret (Biotopia och Upplandsstiftelsen)
10. Ultuna (Upplandsstiftelsen)

KÄLLA: Johan Lindell

NATURSKOLEFÖRENINGEN

I Sverige finns ett 90-tal naturskolor inklusive naturum som jobbar efter devisen "att lära in ute", samlade i Naturskoleföreningen. En naturskola är inte nödvändigtvis en specifik skolbyggnad utan mer ett arbetssätt som utgår från utomhuspedagogik och ett "aktivt lärande där elevernas egna upplevelser, upptäckter och sinnesintryck är i fokus" (Naturskoleföreningen). De elever och pedagoger som besöker en naturskola får uppleva välplanerade aktiviteter med tydlig koppling till skolans styrdokument. Vidare kan du som undervisande lärare få inspiration och fortbildning i utomhuspedagogik.

Naturskoleföreningens webbplats: www.naturskola.se

Förlaget Outdoor Teaching (i samarbete med Naturskoleföreningen): www.outdoorteaching.com

Referenser

- Faskunger, J. m. fl. (2018). *Klassrum med himlen som tak. En kunskapsöversikt om vad utomhusundervisning betyder för lärande i grundskolan*. Skrifter från Forum för ämnesdidaktik Linköpings universitet nr 10, Linköpings universitet.
- Kuo, M. m. fl. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and effect relationship. *Frontiers in Psychology*, 10(305).
- Lövgren, K. (2019). *Lära in ute på gymnasiet*. Upplandsstiftelsen.



FOTO: Michael Lima Sjöström

Skogsren i Slottsskogens djurpark

DJURPARKER – En lärmiljö

”Vad äter de?”, ”Är den glad?”, ”Oj, vad mycket bajs!”, ”Har den ingen pappa?”, ”Är de farliga?”, ”Vad len den är!” Barns tankar och frågor om djur är vanligtvis många. Djur är därför ett tacksamt tema i många olika undervisningssammanhang. Ett sätt att komma närmare olika djur är att besöka en djurpark, i verkligheten eller digitalt.

Se Året runt i naturen i det centrala innehållet i biologi för åk 1–3 och *Natur och miljö* för åk 4–6 och åk 7–9 för fler exempel på vad som kan passa att ta upp i samband med ett djurparksbesök.

TEXT: Svenska djurparksföreningens arbetsgrupp för forskning och utbildning genom dess samordnare Linda Thelin, zoolog vid Slottsskogens djurpark i Göteborg, linda.thelin@ponf.goteborg.se

Många skolor väljer att besöka djurparker och flera deltar också i de skolprogram som parkerna erbjuder, ofta med tydlig koppling till det centrala innehållet i biologi. Djurparker ger bland annat elever möjlighet att lära sig om närings-

kedjor genom att se vad djur äter eller uppleva hur djurs utseende varierar med årstider.

Upplevelsebaserad undervisning, eller utomhuspedagogik, i sig har även en rad positiva effekter på

inläring (se artiklarna på sidorna 8–11). Dessutom kan viktiga förmågor tränas i kontakten med djur.

– När barn möter djur väcks deras engagemang. De tycker, tänker, vill berätta och vill lära mer. Att välja djur som tema kan därför fungera väl för att träna förmågor som att lyssna, framföra egna tankar, göra överväganden och argumentera, säger Erik Johansson, enhetschef utbildning på Borås djurpark.

Engagemang för hållbar utveckling

Den lärmiljö som djurparker erbjuder ger inte bara goda möjligheter till lustfylld kunskapssökning och träning av förmågor, utan även upplevelser som kan lägga grunden för ökat värnande om den biologiska mångfalden och miljön.

– När eleverna har ett djur framför sig och får uppleva det med flera sinnen blir både informationen om djuret och de hot som arten står inför lättare att ta in. Då kan det också passa att tillsammans med eleverna fundera på hur egna val kan främja hållbar utveckling, säger Ida Fischer, utbildnings- och forskningsansvarig på Furuvik.

Forskning inom miljöpsykologi visar tydligt att kunskap inte är tillräckligt för att initiera miljöfrämjande handlingar. Istället är det individens egen upplevelse av, och koppling till, en art eller naturen som är den mest avgörande faktorn för personens val.

SVENSKA DJURPARKS- FÖRENINGEN

Svenska djurparks övergripande syfte är att främja biologisk mångfald. Reglerat utifrån Artskyddsförordningen sker detta genom utbildning, praktiskt bevarandearbete, forskning och informationsdelning. Totalt 22 djurparker, akvarier och tropikhus i Sverige, Norge och Finland är medlemmar i Svenska djurparksföreningen. De som erbjuder digitala lektioner under 2023 i skrivande stund är Parken Zoo, Furuvik, Skansen och Dyreparken i Kristiansand i Norge.

Statistik från Svenska djurparksföreningen visar att över 60 000 elever per år deltar i bokade skolprogram hos någon av medlemsparkerna och över 200 000 elever per år besöker en djurpark tillsammans med sin lärare.

– I praktiken kan det handla om att du väljer bort den icke miljöcertifierade palmoljan i affären för att du minns den mäktiga orangutangen eller att du skippar att slänga skräp på marken när du vet att det kan hamna i magen på en säl och orsaka lidande. Skolan är en av de aktörer i samhället som har en tydligt utpekad roll när det kommer till barns kunskap och medvetenhet om vilka förändringar som behövs för en hållbar framtid. Vill skolan också bidra till individens konkreta agerande så talar mycket för att eleverna behöver uppleva djur och natur i större utsträckning än de gör idag, säger Linda Thelin, zoolog vid Slottsskogens djurpark i Göteborg.

När djurparken kommer till skolan

Alla skolor, klasser och elever har inte möjlighet att ta sig till en djurpark. Men flera av Svenska djurparksförningens medlemmar erbjuder digital undervisning i olika teman för elever från förskoleklass till gymnasiet – ett koncept som utvecklades under pandemin och blivit mycket uppskattat.

– Jag har träffat skolklasser från norr till söder och bara förra året träffade vi nästan 400 grupper. Engagemanget kring djuren är stort trots att mötet

sker via en storbild i klassrummet, säger pedagogen Amanda Farfan Gonzales, som arbetar på Skansen.

Upplägget för en digital lektion skiljer sig åt beroende på tema, längd på lektionen och ålder på eleverna men vanligtvis får eleverna möta några av parkens djur och både svara på och ställa frågor.

– Jag gör kopplingar till de olika årstiderna och berättar till exempel att algarna faktiskt tappar hornen varje år när brunstsäsongen är över. Då passar vi på att kika på olika horn som finns med som rekvisita, fortsätter Amanda Farfan Gonzales.

Beroende på de ekonomiska förutsättningarna för olika parker erbjuds en del digitala lektioner gratis medan andra kostar, ofta omkring 700 kronor. Utöver digitala pedagogledda lektioner har många djurparker webbplatser med fakta, filmer och bilder som lärare kan ha användning av i sin undervisning – kanske speciellt före eller efter ett besök eller en digital lektion. Vissa av Svenska djurparksförningens medlemmar erbjuder också en mer interaktiv webbplats. Till exempel har Universeum skapat en stor interaktiv plattform med bland annat uppdrag, spel och filmer och Baltic Sea Science Center på Skansen har en interaktiv lärportal om Östersjön för gymnasieelever.

Lärare berättar

Elever på Forssjö skola fick digitalt besök av en zoolog från Skansen.

TEXT: Sara Fredriksson och Lena Svensson, Forssjö skola i Katrineholms kommun, sara.fredriksson2@katrineholm.se

Under vårterminen 2022 fick vi i uppdrag att samarbeta över klassgränserna och detta sammanföll med ett erbjudande från Skansen om att få delta på digitala lektioner och därefter göra ett fysiskt besök på Skansen. Det var ju klart att vi nappade! Så under tolv fredagsmornar samlade vi förskoleklassen och årskurs 1 (46 elever och 3–4 pedagoger) framför smartboarden, på golvet och vid bänkar. Där fick vi träffa Martin Hammarsten, zoolog på Skansen, digitalt. För varje tillfälle hade han valt ut ett djur som han visade och berättade om i cirka 30 minuter och efter det fick eleverna möjlighet att ställa frågor. Och det vill vi lova att de gjorde! Den tålmodige Martin svarade på alla möjliga funderingar.

Efter varje digital lektion delades eleverna in i smågrupper (2–3 per grupp) och fick skriva en faktatext om djuret på en lpad. Därefter fick var och en rita en bild på djuret. Varje elev skapade ett eget häfte med de totalt tolv djuren. Hela projektet avslutades med ett besök på Skansen där vi fick träffa Martin live och fick en privat guidad visning som var mycket uppskattad.



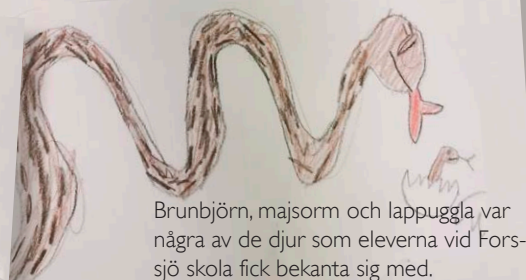
Sara Fredriksson



Lena Svensson

FOTO: privat (båda porträttbilderna)

Läs gärna Elin Westlunds avhandling *Drawing Science* (Uppsala universitet, 2022).



Brunbjörn, majsorm och lappuggla var några av de djur som eleverna vid Forssjö skola fick bekanta sig med.

FOTO: Sara Fredriksson (alla teckningar)





Parksnäckan hittas ofta i stadsnära miljöer och kan uppvisa mycket stor variation i skalets teckning. FOTO: Jonas Roth

Snäckor på land och i sötvatten

TEXT: Ulf Bjelke, organismgruppsansvarig för limniska evertebrater och landmollusker vid Sveriges lantbruksuniversitet vid SLU Artdatabanken, ulf.bjelke@slu.se

Snäckor kanske många förknippar med havet och havsstränder men i svenska land- och sötvattensmiljöer finns närmare 200 arter av snäckor. De finns i alla delar av landet, från sydligaste Skåne till hög-fjäll. Inne i städer, i djupa skogar, på gräsmarker och myrar. I stillastående och snabbt rinnande vatten. Vissa är bara några millimeter stora, andra flera centimeter. Men viss begreppsförvirring råder. Vad är en snäcka egentligen?

Googlar man "snäckskal" får man fram många bilder på vad som i själva verket är musselskal. Prova själv! Ofta är det som i vardagligt tal kallas för snäckor i själva verket musslor. Både snäckor och musslor tillhör stammen blötdjur men de hör till olika klasser. Musslorna har två skal som hålls ihop av en led, medan snäckorna har ett spiralvridet skal. Musslor lever på att filtrera vattnet från partiklar medan snäckor har en rasptunga med vilken de skrapar loss alger och även äter växter.

En annan källa till förvirring är begreppet sniglar. Sniglar är i själva verket snäckor, men under evolutionens gång har deras skal reducerats, vilket gör dem snabbara. Sniglar har ofta en liten skalrest kvar i ett hudveck på ryggen. Googlar man "snigel" eller "lilla snigel akta dig" får man mest upp bilder på snäckor med skal, alltså inte sniglar! Snäckor med skal rör sig långsammare men har fördelen att de kan dra sig tillbaka in i sitt hus som skydd mot fiender och även mot torka. Sniglar är känsliga för torka och under torrsumrar minskar antalet individer av sniglar radikalt. Under kortare torrperioder gräver de sig ner i marken.

Stora och små

Många snäckor är väldigt små. 50 av de totalt nästan 200 arterna på land och i sötvatten är mindre än 5 mm och de minsta är mindre än 2 mm höga. Men flera är stora.



FOTO (alla fyra): Jonas Roth

Ovan: Otandad grynsnäck, upp till drygt 2 mm hög. Lever i så kallade rikkärr; en livsmiljö med mycket höga kalkhalter.

Till höger: Mångtandsspolsnäck, upp till drygt 10 mm hög. Klättrar ofta på träd, där den betar påväxtalger.

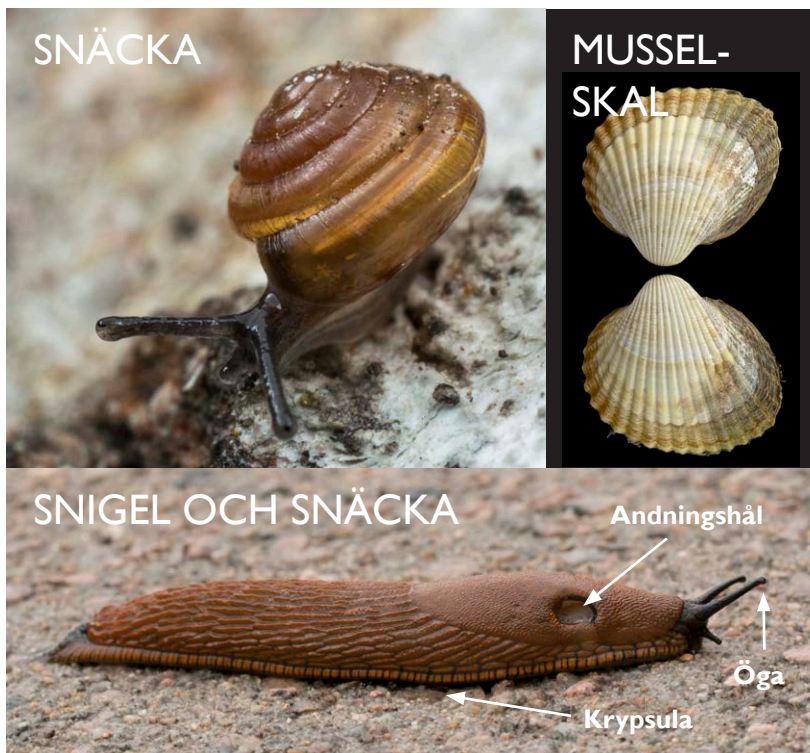


FOTO: Jonas Roth (matt konsnäck och mördarsnigel), Fredrik Pleijel (musselskal)

Snäckor har skal men sniglar, som saknar synligt skal, är också snäckor. De har ofta en skalrest under ett hudveck. Det är mycket vanligt att musslor felaktigt går under benämningen snäckor. Musslor har två skal och tillhör en annan klass än snäckorna. Överst till vänster: matt konsnäck. Överst till höger: skev hjärtnussla. Nederst: mördarsnigel.

Till exempel vinbergssnäckan som blir upp till 50 mm hög och lika bred (se bild på sidan 16). Den kan även bli riktigt gammal, mer än 30 år. I sötvatten finns flera stora arter, större dammsnäckan kan bli uppemot 70 mm hög (se bild i marginalen till höger).

Ädellövskog och kalk

Ett flertal snäckor är knutna till specifika miljöer. Den kanske rikaste biotopen är steniga och fuktiga raviner med ädellövskog, där en liten yta kan hysa över 30 arter. I en inte alltför välstädad

trädgård går det ofta att hitta 10–20 arter. Det rör sig då främst om allmänna arter som trivs i en näringsrik miljö och inte är känsliga för störning. Snäckorna utgör sällan något problem i trädgården, med undantag av till exempel mördarsnigeln (se bild ovan).

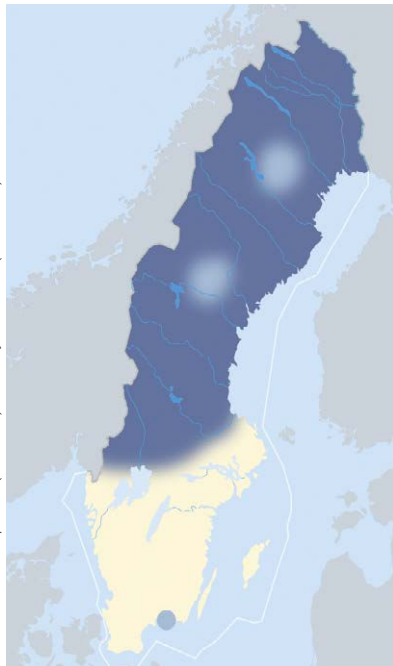
Skogslevande snäckor är ofta känsliga för intensivt skogsbruk. Många landlevande snäckor är därför indikatorer för skoglig kontinuitet, det vill säga skogar som aldrig varit kalavverkade, men även för kalkrika miljöer. De flesta snäckor behöver stora mängder kalk för att bygga upp sina skal, och de högsta artantalen finns i kalkrika regioner. Men det finns arter som trivs i kalkfattiga miljöer också, som har speciella anpassningar för att ta upp de små mängderna av kalk som finns där.

Till höger: Större dammsnäck, en av Sveriges största snäckarter, upp till 70 mm hög.

På tändstickan: Strimgrynsnäck, en av Sveriges minsta snäckarter; ofta endast 1,5 mm hög.



KÄLLA: Nationalnyckeln (kartorna), FOTO: Jonas Roth (snäckorna)



VARIATION I UTBREDNINGSMÖNSTER



De blåmarkerade områdena i Sverige-kartan till vänster visar utbredningen för arktisk skivsnäcka – en sötvattenslevande snäcka med platt skal och en bredd på mindre än 10 mm (se bild till vänster).

Kartan till höger visar utbredningen för vinbergssnäcka (se bild ovan).

Många arter i Sverige, inte bara snäckor, har liknande utbredning, det vill säga Götaland, Södra och östra Svealand samt utmed Norrlandskusten.

I sötvatten finns flest arter i närings-/kalk- och vegetationsrika miljöer. Framför allt där vattnet är stillastående eller lugnflytande, men någon art finns även där vattnet strömmar kraftigt.

Liksom för de flesta artgrupper hyser det varmare södra Sverige fler arter än de norra delarna av landet. Många snäckor lever söder om den så kallade naturliga norrlandsgränsen, *Limes Norrlandicus* – något de har gemensamt med flera tusen arter av växter, djur och svampar, såväl på land som i sötvatten. Det innebär att de finns i ett område som utgörs av Götaland, stora delar av Svealand,

och längs kustområdet en bit upp i Norrland (se kartan till höger ovan). Det är områden som har mildare klimat än Svealands nordvästra delar och Norrlands inland. Flera generalister finns dock i hela landet och en del snäckor är nordliga och finns endast i norr. Ett varmare klimat kommer sannolikt att göra att många snäckor flyttar sin utbredning norrut.

Främmande arter

De svenska landsnäckorna, där alltså sniglar ingår, är den artgrupp som har störst andel främmande arter – arter som tagit sig hit med människans hjälp. Bland sniglarna

är fler än hälften av arterna i Sverige främmande men även många snäckor med skal har förts hit av människan. Varför är det så? Det finns flera förklaringar. Dels följer snäckor, sniglar och deras ägg ofta med när trädgårdsväxter och jord importeras från andra länder. Nya arter kan då få fotfäste här. Dels är de flesta sniglar och snäckor självbefruktande och det räcker med en individ för att det ska uppstå ett nytt bestånd. För arter med sexuell förökning krävs att både hanar och honor anländer till en plats, vilket försvårar etablering.

Bland svenska snäckor är vinbergssnäcka en av få arter med endast sexuell förökning.

Utöver de främmande arter som lyckats etablera sig dyker varje år tropiska snäckor upp i frukt- och grönsaksdiskar. De flesta av dessa har höga krav på temperatur och kan inte överleva ute i naturen i Sverige – det är för kallt. En del kan dock bilda betydande bestånd i växthus och där orsaka problem.

Men det är inte alla främmande arter som är problematiska, de flesta av snäckorna och sniglarna som förts till landet är harmlösa. De som orsakar problem benämns främmande och *invasiva*.

Den mest kända och till och med hatade är mördarsnigeln, som kan orsaka stor påverkan i trädgårdar. Namnet mördarsnigel blev officiellt 2021 och tidigare benämndes den spansk skogssnigel. De namnen används idag parallellt. Orsaken till namnbytet var att genetiska studier visat att arten inte alls är spansk utan ursprunglig i Frankrike. Eftersom de två nämnda namnen använts i många år skulle ett tredje namn, fransk skogssnigel, orsaka förvirring. Detta gjorde att Kommittén för svenska djurnamn (se ruta på nästa sida) bestämde att det lämpligaste namnet är mördarsnigel.

De flesta snäckarterna är dock inte främmande, utan inhemska och är delar av naturliga ekosystem i skogar, våtmarker, sjöar och många andra miljöer.

NY NATIONALNYCKELBOK PÅ GÅNG

Bokserien Nationalnyckeln ges ut av SLU Artdatabanken och just nu pågår arbetet med den andra volymen om snäckor men den första om en organismgrupp vars arter lever såväl på land som i sötvatten och hav: lungsnäckor. På land återfinns cirka 130 arter, till exempel vinbergssnäcka och mördarsnigel, i sötvatten större dammsnäcka, posthornsnäcka och ytterligare knappt 40 arter och i marina miljöer drygt 30 arter, till exempel röd vridtorming. Huvudförfattare för land- och sötvattensarterna är Ted von Proschwitz vid Göteborgs naturhistoriska museum. Fotograf är Jonas Roth. Läs mer på nationalnyckeln.se.

Artbestämning

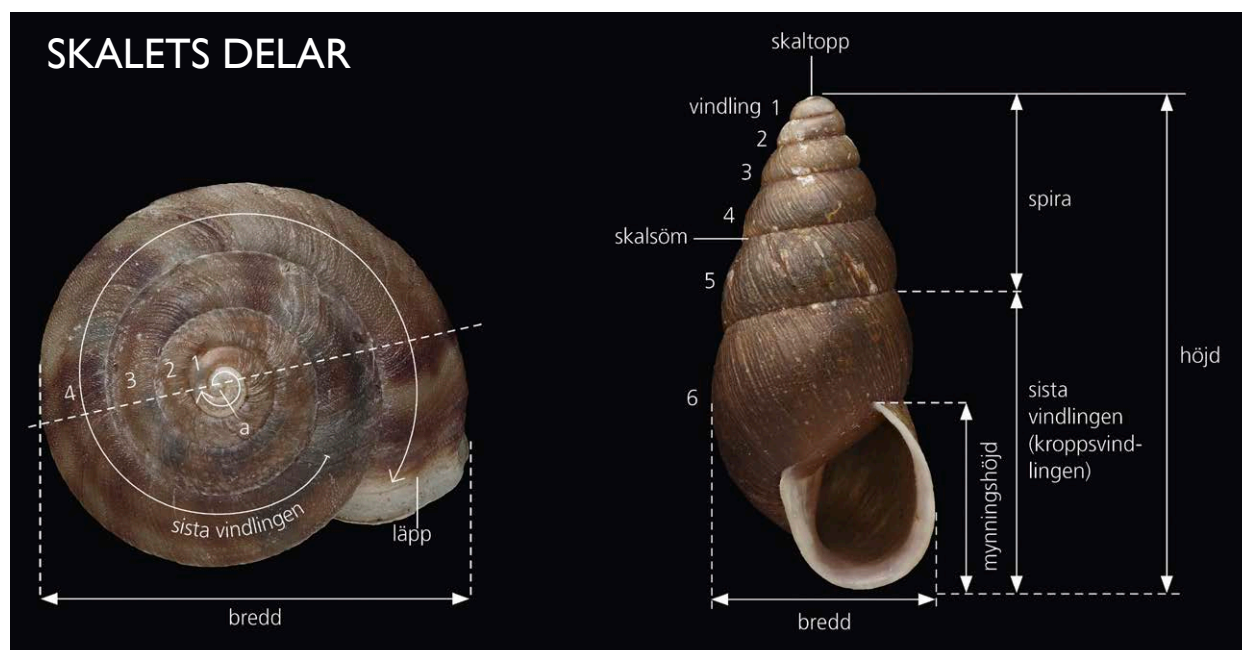
Med hjälp av boken Nationalnyckeln (se ruta på föregående sida) eller SLU Artdatabankens webbplatser artfakta.se samt artnyckeln.se kan man artbestämma snäckor. Där finns texter om alla arter samt digitala och mobilanpassade bestämningsnycklar.

Vid artbestämning av snäckor räcker det nästan alltid att använda skalet. Endast undantagsvis behöver mjukdelar studeras. Vill man inte samla in dem kan man

fotografera, gärna ur flera vinklar. Storlek bör mätas, eller också fotograferas skalet bredvid en storleksreferens (som tändstickan på sidan 15). Karaktärer man vill få fram är antalet vindlingar, hur undersidan ser ut och form på mynningen. Ibland behöver man även använda lupp då det kan handla om att jämföra små detaljer i mynningen eller mikrostrukturer på skalet. Kan man bara ta en enda bild bör den vara framifrån så att mynning och vindlingar är synliga (som på den högra bilden nedan).

Tomma skal från döda snäckor brukar också gå bra att bestämma. Hur länge tomma skal bevaras beror på hur kraftiga de är och hur sur jorden är. I sur jord försvinner de ganska snabbt, medan de i kalkrika marker kan bevaras i flera år. Skal som legat i jorden ett tag bleknar dock, vilket man bör ha i åtanke när man artbestämmer.

Sniglar bestäms oftast genom storlek, färg och mönster, andningshållets placering (se övre bilden på sidan 15), krypsulans mönster och slemmets färg.



KÄLLA: Jonas Roth

Bredden mäts där diametern är som störst. Antal vindlingar räknas inifrån, från en tänkt linje som bildar en halvcirkel tillsammans med toppen eller för platta snäckor innersta delen (a). För varje varv man passerar linjen adderar man ett till antalet. Sista vindlingen (kroppsvindlingen) är varvet till mynningen från dess anslutning på föregående varv.

ELEVUPPGIFTER

Bena ut begreppen snäckor, sniglar, snäckskal och musselskal. Vad är vad? Vad är skillnaderna?

Vad är en främmande art och vad är en invasiv art?

Artbestäm en snäcka eller snigel. Leta efter en individ eller ett tomt snäckskal. Snäckor och sniglar kan hittas i naturen från april till november men flest arter hittas i september. Snäckor och sniglar finns på varje skolgård med vegetation. Tomma skal kan hittas så länge det är snöfritt.

HUR FÅR SVENSKA ARTER SINA NAMN?

Av Sveriges drygt 50 000 inhemska arter av djur, växter och svampar har drygt 18 000 både svenska och vetenskapliga namn idag, resterande endast vetenskapliga. Allt fler arter får dock svenska namn.

Det finns särskilda regler för hur artnamn ska vara utformade. Kommittén för svenska djurnamn är utsedd av SLU Artdatabanken och är den instans som tar fram eller godkänner svenska namn för djurarter (se webbplats nedan). Namnkomittén består av språkvetare och biologer. För växter, lavar och svampar har Sveriges botaniska förening en liknande kommitté som fastställer namn för de grupperna. www.artdatabanken.se/var-verksamhet/artnamn-termer-och-begrepp/kommitten-for-svenska-djurnamn

De flesta snäckor har kanske inte så fantasi-eggande svenska namn, men exempel på sådana finns i andra grupper. Vilka artgrupper hör följande namn till? Klumpigt dödsbud, fartrand, vampyrmask, jättesötnos, totemask, gubbslem, havsängel, fetknopp, fakirskinn, trollskägg, envis trägnagare, malmätare, gulanlupen, björknoppvecklare, korvsnöre, gyllenskägg och hundtunga. Sök på [artfakta.se!](http://artfakta.se)

Väljer snäckor grönsallad före rucola? På bilden till vänster har experimentet just startat och på bilden till höger har snäckorna tillbringat ett dygn i lådan med de två salladssorterna.



Vem har ätit upp min sallad?

Snäckor placerades ut i klassrummet innan lektionen, lite diskret undangömda. Effekten kom ett tiotal minuter in på lektionen...

TEXT: Ammie Berglund, Bioresurs

"Men titta!", utropade en elev. Strax hördes fler: "Här finns en till!" Det var riktigt roligt att levandegöra klassrummet på det sättet, och det gav en ingång till att gå vidare med lektionens fokus: undersökningsbara frågor och naturvetenskapligt arbetssätt.

Jag plockade in mina "husdjur" och berättade om salladen som försvunnit från odlingen hemma: *Är det snäckor som har ätit upp min sallad? Eller är det några andra djur? Rucola finns kvar, men ingen grönsallad!* Klassen delades in i grupper om fyra med uppdrag att spåna idéer till hur de skulle kunna undersöka detta vidare.

För att sätta upp ett bra experiment behöver frågeställningen vara tydlig. Att inleda med flera frågor som jag gjorde kan uppfattas som förvirrande, men ger också en öppenhet och en utmaning för eleverna att klargöra vad det är de väljer att undersöka. Dels finns olika arter som eventuellt äter salladen, dels olika sorters sallad.

En faktor i taget eller flera samtidigt?

En klassisk strategi är att undersöka en faktor i taget och mäta vilken effekt den har. Här kan det motsvara att ta en snäckart och en sorts sallad i taget och exempelvis mäta hur mycket sallad som ätits upp efter en viss tid. Varje upplägg kan upprepas (replikat). Resultaten i experimentet kan utgöras av enskilda mätvärden eller medelvärden, om replikat finns.

En brist med "en-faktor-i-taget-design" är att man kan missa effekten av samspel mellan olika faktorer. Kanske påverkas snäckorna av vilka valmöjligheter de har? För att få fatt i sådana interaktionseffekter kan man göra en faktoriell design där man kombinerar faktorer i olika försökstyper. Läs mer om det på Bioresurs webbplats i en lärarhandledning till det beskrivna försöket.

Flera elevgrupper föreslog att olika sorters sallader skulle läggas i en och samma låda för att testa just om snäckor väljer den ena sortens sallad före den andra. Vid det tillfället hade eleverna främst tillgång till vinbergssnäckor. En gemensam frågeställning formulerades: *Väljer vinbergssnäckor grönsallad före rucolasallad?* (Bilderna ovan togs när vi på Bioresurs upprepade experimentet med en annan snäckart.)

Design och genomförande

Nästa utmaning till grupperna var att designa experimentet utifrån varsitt mindre terrarium. De fick veta att snäckorna är känsliga för uttorkning och att botten bör täckas med fuktat hushållspapper. Men sedan återstod en hel del frågor: *Hur stora salladsblad? Hur ska vi mäta hur mycket de ätit? Hur många snäckor?* Svaret blev att eleverna fick bestämma i sina grupper.

Nästa lektion startades experimenten. Grupperna fotograferade terrarierna och nyfikenheten var påtaglig – hur skulle det se ut dagen efter? För de som satt in flera snäckor fanns knappt något grönt kvar, vilket gjorde det omöjligt att avläsa eventuell preferens. Men med färre (mindre hungriga) snäckor fanns tydligt mer rucola kvar. Vi diskuterade brister i metod och förslag till förbättringar, samt betydelsen av att kommunicera sin metod om någon annan ska kunna upprepa experimentet, till exempel som ett gymnasiearbete.



ELEVER HJÄLPER FORSKARE

– Ett skolprojekt om invasiva arter

TEXT: Anna Dimming, samordnare invasiva akvatiska arter, och Pia Ahnlund, kommunikatör, båda vid länsstyrelsen i Västra Götalands län, anna.dimming@lansstyrelsen.se

Blåskrabba, svartmunnad smörbult och luden spökräka. De invasiva främmande arterna längs vår kust blir allt fler. I skolprojektet Invasiva arter får forskare och myndigheter stor hjälp av elever för att ta reda på hur de sprids och hur de påverkar ekosystemet.

PROJEKTET INVASIVA ARTER

Skolprojektet Invasiva arter drivs av projektet 8+fjordar (Stenungsunds kommun) och Göteborgs Marinbiologiska Laboratorium, med medel från länsstyrelsen i Västra Götalands län. Även Sportfiskarna samt forskare från Göteborgs universitet och Chalmers tekniska högskola medverkar i projektet.

Projektet startade under 2017 och i slutet av 2022 var skolor längs hela kusten från Strömstad i norra Bohuslän på västkusten, via Skåne och upp till Oxelösund vid Östersjön delaktiga. Fler än 2000 elever och drygt 80 lärare har deltagit hittills. Projektet avslutas 2023.

På Invasiva arters webbplats finns information om projektet och de arter som eftersöks. Olika insamlings-tekniker beskrivs också, både i text och på film: www.invasiva-arter:gmbi.se

Vid frågor om invasiva arter i Västra Götalands län, skriv till ias.vastragotaland@lansstyrelsen.se. (IAS står för *invasive alien species*, det vill säga invasiva främmande arter.)

Skolprojektet Invasiva arter startade 2017 i syfte att utbilda lärare och elever på grund- och gymnasieskolor om problematiken med invasiva främmande arter i havet samt att ge elever en inblick i hur det är att jobba som forskare.

Intresserade lärare och skolor i kustkommuner, först i Västra Götaland men sedan 2020 även i andra delar av landet, har erbjudits ett upplägg som omfattar lärarfortbildningar och fältdagar med elever, där marina forskare som studerar spridningen av invasiva arter medverkar. De sista fortbildningarna och fältdagarna innan projektet avslutas genomförs under vårterminen 2023.

Fortbildningarna handlar om hur forskning och övervakning av invasiva främmande arter går till och vilka arter som ingår i projektet. Lärarna får även testa den utrustning som ska användas på fältdagarna. De planerar sedan sin undervisning om invasiva arter så att den knyts till läroplanens mål och förbereder eleverna för fältdagarna med hjälp av publicerat online-material.

När det är dags för fältdag samlas lärare, elever och forskare på en lämplig plats vid havet, ofta nära elevernas skola. Under ett antal timmar inventerar de tillsammans vattenbrynet och söker efter utvalda invasiva arter. Till exempel blå- och penselkrabbor, svartmunnad smörbult och stillahavsstron på västkusten och bland annat vitfingrade brackvattenskrabbor på ostkusten. Insamlingsmetoderna eleverna får använda sig av bygger på de som tagits fram nationellt av Havs- och vattenmyndigheten. För till exempel svartmunnad smörbult används burar agnade med räkor eller musslor medan penselkrabbor kan hittas genom att vända på stenar vid strandkanten.

Värdefullt för elever och forskare

Agneta Torell, lärare på Varekils skola i Orust kommun har varit med i projektet sedan starten 2017. Förra året hade hon med sig elever från årskurs 3–6 under en fältdag vid Svanvik.

– Det var en faktaspäckad och lärorik dag, fylld av upplevelser som skapar minnen: Lyckan att få napp vid fisket, att få hålla i krabbor samt att få testa vadarstövlar och håva upp vattenlevande djur och få dem artbestämda. Våra elever blir även budbärare av budskapet om invasiva arter och hur vi kan jobba för att begränsa spridningen, säger hon.

För forskarna är det en fördel att kunna samarbeta med samma skolor i flera år och därmed kunna följa de invasiva arternas utbredning och ökning på en viss plats över tid. Till exempel har projektet fångat upp att blåskrabba (se foto 6 i bilden ovan) och småprickig penselkrabba (se bild på föregående sida), som båda är invasiva arter, har ökat runt Orust och Tjörn. Från enstaka fynd 2017 och 2018 till ett stort antal krabbor på flera platser 2021.

Fynden rapporteras

Alla observationer av invasiva arter i skolprojektet rapporteras in till Rappen, Havs- och vattenmyndighetens nationella inrapporteringssystem för vattenlevande arter (se rutan om medborgarforskning), och verifieras av experter innan de laddas upp till Artportalen, där de är tillgängliga för alla. Varje år rapporteras också fynden i projektet till Sveriges lantbruksuniversitet som tar med dem när de sammanställer Sveriges nationella rapport över främmande arter till ICES, ett internationellt havsforskningsråd vars data utgör underlag för politiska beslut inom EU.

Även om projektet Invasiva arter snart når sitt slut hoppas länsstyrelsen i Västra Götaland kunna fortsätta satsa på marin pedagogik även framöver, då det har gett så bra resultat när det gäller inrapportering av invasiva arter i kustvatten. Förhoppningen är också att fler länsstyrelser ska inspireras av projektet.



FOTO: Anna Dimming

Under en fältdag får eleverna lära sig om och söka efter invasiva främmande arter i kustvatten.

VATTENPEDAGOGIK

För att underlätta för olika aktörer som arbetar med vattenpedagogik att samverka och utvecklas har två nätverk bildats, på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten:

- *Marina* nätverket för vattenpedagogik, som samordnas av Havsmiljöinstitutet havsmiljoinstitutet.se/havsmedvetenhet/marina-natverket-for-vattenpedagogik
- Det *limniska* nätverket för vattenpedagogik, som samordnas av SLU Centrum för naturvägledning www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-naturvagledning/naturvagledning/teman/vattenpedagogik

På respektive webbplats finns tips på övningar och undervisningsmaterial.

MEDBORGARFORSKNING

För att ansvariga myndigheter (Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten) ska veta var främmande invasiva arter dyker upp och kunna prioritera insatser för att begränsa deras utbredning är allmänhetens rapporteringar om nya fynd till stor nytta.

Invasiva vattenlevande arter rapporteras in till Rappen: www.rappen.nu

Forskning om våra förfäder

Nobelpriset i fysiologi eller medicin 2022 tilldelades Svante Pääbo, som kartlade neandertalarnas genom och även upptäckte denisovamänniskan. Hur påverkar genvarianter från dessa utdöda släktingar oss idag och vilka utmaningar och möjligheter möter forskare inom paleogenomikfältet?

Läs om Mattias Jakobssons forskning i Fascinerande forskning, som finns på Bioresurs webbplats.



VIKTIGT FÖR IMMUNFÖRSVARET ETT VÄXANDE FÄLT



FOTO: Erik Flyg

Gunilla Karlsson Hedestam
professor i vaccinimmunologi vid Karolinska institutet,
gunilla.karlsson.hedestam@ki.se

Kunskapen om våra utdöda släktingars arvs massa har gett oss en ny förståelse för människans utveckling. Föregångarna till våra tidiga släktingar,

neandertalare och denisova, vars gener Svante Pääbo kartlade, lämnade Afrika för att bosätta sig i Europa och Asien för över en halv miljon år sedan. De anpassade sig till sina nya miljöer och med tiden erhöLL de egenskaper som gav dem en överlevnadsfördel. När vi, *Homo sapiens*, sedan lämnade Afrika för cirka 70 000 år sedan, träffade vi neandertalare och denisova och fick barn tillsammans. Därför finns vissa av deras genvarianter kvar i oss nutida människor, vilket bidragit till den genetiska variationen vi har i dag.

Flera sådana gener kodar för funktioner som påverkar vårt immunförsvar; till exempel proteiner som bidrar till vårt försvar mot virus, som Stat2 och OAS, eller proteiner som bidrar till vårt försvar mot bakterier, som TLR1, TLR6 eller TLR10. Kännedom om dessa gener gör att forskare nu kan ställa helt nya frågor om hur vårt immunförsvar utvecklats under historiens gång, till exempel varför vissa genvarianter endast finns i vissa populationsgrupper. Vi vet redan att genvarianter som ärvt från neandertalare påverkar vårt försvar mot infektioner som SARS-CoV-2, vilket det antivirala proteinet OAS är ett exempel på.

Stora studier av människor som har eller saknar specifika genvarianter från nu utdöda människoformer utförs idag. Förhoppningen är att ta reda på vilka genvarianter som påverkar vårt skydd mot olika infektioner, och hur det fungerar på molekylär nivå. Forskningen är mycket aktiv inom detta område och den kommer sannolikt inom kort leda till en rad nya upptäckter av praktisk betydelse.

Mattias Jakobsson
professor i genetik vid Uppsala universitet,
mattias.jakobsson@ebc.uu.se



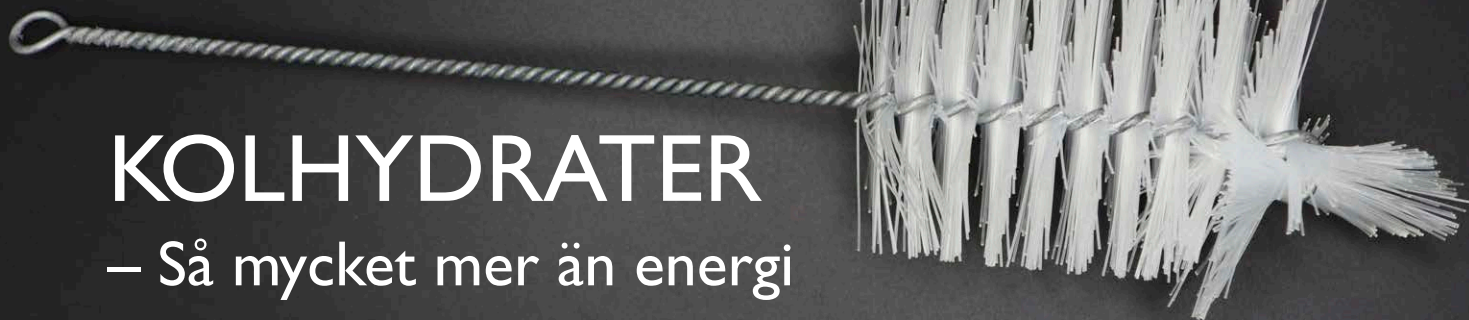
FOTO: David Naylor

Inte förrän på sent 1990-tal började vi förstå att det kan finnas DNA kvar i arkeologiska fynd. Men det handlar inte om de långa DNA-molekyler vi förknippar med vår arvs massa utan väldigt korta fragment, omkring 50 baspar långa. Dessutom är de ofta blandade med DNA från till exempel jordbakterier, svampar och andra organismer. Den stora tekniska utvecklingen har dock gjort det möjligt att sekvensera och med bioinformatiska metoder analysera gammalt DNA – även om de kortaste fragmenten fortfarande är en utmaning. Är de för korta är basparssekvensen nämligen inte tillräckligt unik för att vi ska kunna veta vilken organism de kommer ifrån.

Men förhistoriskt DNA skiljer sig inte bara från nyare DNA med avseende på längd. När DNA-fragment åldras omvandlas de cytosin-kvävebaser som sitter i ändarna till uracil. Tillsammans med sekvenslängden är detta därför en slags stämpel på att det verkligen rör sig om gammalt DNA – inte DNA från exempelvis de människor som hanterat proverna. Om det är DNA från neandertalare eller denisova som studeras kan man även jämföra det med den genetiska variation som finns bland nu levande människor. Avvikelse är ytterligare en försäkran om att det är "rätt" DNA som analyseras. Hittills har tre genom från neandertalare sekvenserats. För denisova har man endast hittat ett genom av riktigt hög kvalitet.

Under de senaste åren har paleogenomikfältet verkligen etablerats i forskarvärlden och varje framstående universitet vill idag ha sin egen paleogenomikgrupp. Det är ett mycket spännande område, som både expanderar och breddas. Inte bara förhistoriska människor studeras utan även andra djur och växter.

Proteoglykanerna i brosk har hundratals polysackaridkedjor bundna till sig och påminner till utseendet om flaskborstar. På illustrationen till höger visas en proteoglykan med endast två kolhydratkedjor.



KOLHYDRATER

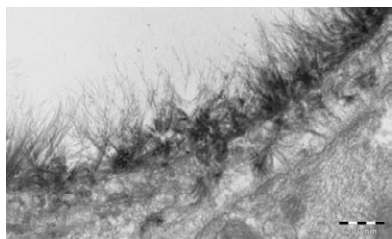
– Så mycket mer än energi

Lena Kjellén, professor i medicinsk glykobiologi vid Uppsala universitet, lena.kjellen@imbim.uu.se

Kolhydrater förknippar vi gärna med mat och energi. Men de har många andra livsviktiga funktioner – de skyddar magsäckens slemhinna, ger brosket stötdämpande egenskaper och påverkar såväl embryonalutveckling som blodets förmåga att koagulera.

Kolhydrater hos däggdjur kan bestå av en enda monosackarid, som glukos. De kan också utgöras av tusentals monosackarider på rad, som polysackariden hyaluronan, som finns bland annat i huden och i brosk. Alla kolhydrater utom de allra minsta, som mono- och disackarider, kallas också *glykaner*.

Alla celler i en eukaryot organism har kolhydrater på cellytan. Dessutom är de allra flesta proteinerna hos däggdjur *glykoproteiner*, med kovalent bundna kolhydrater. Det finns även *glykolipider* – lipider i cellernas membran som har kolhydrater fästa till sig. Glykoproteiner är



Ytan som vetter mot blodet på ett litet blodkärl i ett råtthjärta. "Håren" på cellytan består av polysackariden hyaluronan och proteoglykaner.

REFERENS: Van den Berg, B.M. m. fl. (2003) The endothelial glycocalyx protects against myocardial edema. *Circulation Research*, 92, s. 592–594.

framför allt förankrade på cellytan eller finns i den extracellulära matrixen mellan cellerna.

Vissa glykoproteiner på cellytan, så kallade *muciner*, är mycket effektiva på att binda vatten och bilda slem (*mucus*). I magsäcken är de särskilt viktiga där de skyddar epitelcellerna mot den sura magsaften. En liknande skyddande funktion har de i lungorna. Muciner kan också skydda cellerna mot virus och bakterier eftersom de utgör en barriär som gör det svårt för angriparna att binda till receptorer på cellytan.

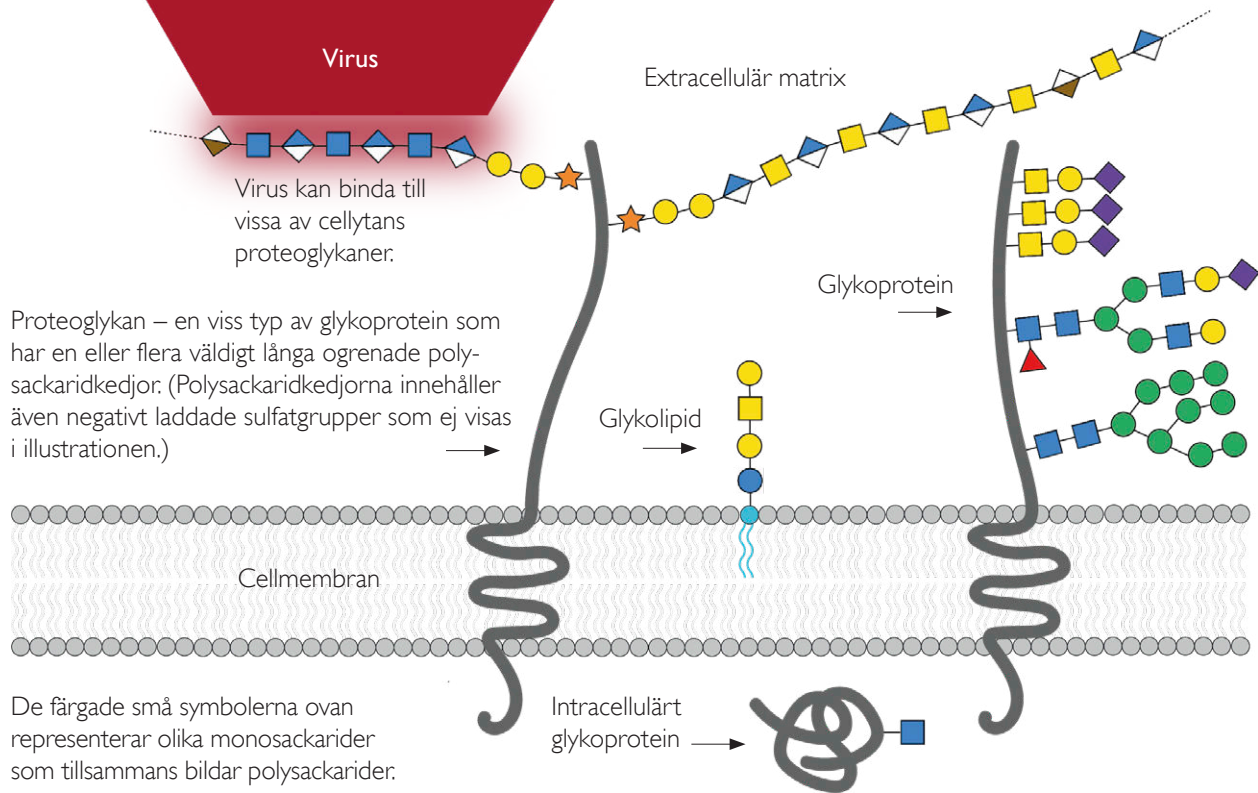
Så bildas glykoproteiner

Proteiner som ska exporteras ut från cellen eller fästas på cellytan tillverkas på ribosomer och transporteras sedan vidare genom det endoplasmatiska nätverket (ER) och golgiapparaten, där kolhydratkedjor sätts fast på proteinerna. Steg för steg kommer sedan enzymer att plocka bort monosackarider från dessa, samtidigt som veckningen kontrolleras. Denna kvalitetskontroll har till uppgift att tillse att bara funktionella proteiner bildas. Är det något fel på proteinets tredimensionella utseende kommer det att skrotas.

Länge trodde man att det bara är de extracellulära proteinerna (de på cellytan eller mellan cellerna) som bär kolhydrater. Nu vet man att också intracellulära proteiner kan vara glykoproteiner. På dessa proteiner är det bara enskilda monosackarider som blir fastsatta, men det kan få proteinernas egenskaper att förändras. Till exempel kan ett protein som normalt slår på vissa gener istället stänga av dem, när en eller flera monosackarider satts fast på proteinet.

En viktig undergrupp

Ett 40-tal av glykoproteiner tillhör en grupp som kallas *proteoglykaner*. Dessa finns spridda i hela kroppen och en del finns i väldigt många exemplar. Proteoglykaner bär en eller flera väldigt långa ogrenade polysackaridkedjor. De flesta har ett fåtal men det finns också en typ med hundratals polysackaridkedjor. Dessa stora proteoglykaner finns i den extracellulära matrixen i brosk, där de också bildar stora aggregat tillsammans med polysackariden hyaluronan. Polysackariderna bär på negativa laddningar som repellerar varandra och därför ser de stora proteoglykanerna i brosk ut som



flaskborstar. De negativa laddningarna gör att polysackaridkedjorna kan binda både vatten och positivt laddade joner, vilket gör att brosket fungerar som en stötdämpare och motverkar kompression i leder och mellan ryggradens kotor.

Proteoglykaner på cellytor har helt andra funktioner. De innehåller bara några få polysackaridkedjor och sitter förankrade i cellmembranet.

Heparansulfats många funktioner

Cellytans proteoglykaner kan till exempel fungera som ett första bindningsställe för bakterier och virus, innan de tas in i cellen (se illustration ovan). Mycket forskning har under pandemin ägnats åt att studera bindningen av coronavirus till heparansulfat, den vanligaste polysackariden på cellytans proteoglykaner. Flera andra virus typer använder också proteoglykaner som inkörspport.

Men cellyteproteoglykaner har också många positiva egenskaper. En viktig funktion är att hjälpa receptorer på cellytan att ta emot signaler från omvärlden. Heparansulfatkedjorna innehåller sulfatgrupper som bildar mönster som känns igen av signalmolekyler, till exempel tillväxtfaktorer som

får celler att dela sig eller differentiera till nya celltyper. Mönstren kan varieras av cellen och passar olika signalmolekyler olika bra. Det gör att proteoglykanerna kan modulera signalstyrkan. Ibland krävs också att heparansulfatkedjan själv binder till receptorn för att signalen ska kunna tas emot. Hjälpfunktionen brukar beskrivas som att proteoglykanen agerar som co-receptorer.

Att heparansulfatets funktioner är livsviktiga visas med tydlighet av att embryonalutvecklingen hos möss avstannar i frånvaro av heparansulfat. Det har man kunnat visa genom att slå ut funktionen hos ett av enzymerna som bygger upp polysackariden. Vid många sjukdomar, till exempel cancer, förändras också heparansulfatets sulfatmönster.

Heparin, som har stor klinisk betydelse, liknar heparansulfat men innehåller ännu fler sulfatgrupper. Varje år används tonvis av heparin i sjukvården världen över för att hämma blodets koagulation. Polysackariden renas fram från slaktavfall från grisar och klyvs i mindre bitar för att få bättre farmakologiska egenskaper. Heparinet binder sig till ett protein, antitrombin, som fungerar som en hämmare av enzymer som får blodet att koagulera. Utan heparin

är antitrombin inte en särskilt bra hämmare, men med heparin bundet till sig ändrar antitrombinet sin tredimensionella struktur och blir ungefär tusen gånger mer effektivt. För att heparinet ska fungera optimalt krävs att sulfatmönstret är helt perfekt och passar precis där det ska binda till antitrombin.

Att kolhydrater är viktiga för många grundläggande fysiologiska processer råder ingen tvekan om, det som tagits upp här är bara några exempel. Det finns många fler – och mycket återstår att lära och upptäcka!

NOBELPRISET I KEMI 2022

Jämfört med DNA, RNA och proteiner har kolhydrater varit svåra att analysera. En av förra årets Nobelpristagare i kemi, Carolyn Bertozzi, har utvecklat en metod som gör att man lättare kan följa glykaner i levande organismer och karakterisera de biologiska processer de deltar i. Tillsammans med nya sätt att analysera kolhydrater strukturellt kommer hennes metod att göra stor nytta för att förstå kolhydraters biologi.

Läs om Nobelpriset i kemi på webbplatsen www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022

GENSAXAR OCH ETIK

Användningen av gensaxar väcker etiska frågeställningar. Har vi rätt att förändra det mänskliga genomet och i vilket syfte? Vad är det vi vinner eller förlorar på att göra en förändring – och på att låta bli?

Läs om genterapier med CRISPR i Bi-lagan nr 1 2022!



TEXT: Michael Lövrup, utredningssekreterare, och Nils-Eric Sahlin, professor i medicinsk etik och sakkunnig, båda vid Statens medicinsk-etiska råd, michael.lovtrup@regeringskansliet.se

Tekniker för att redigera arvs massa har funnits i ett antal decennier. Innan den Nobelprisbelönade CRISPR-tekniken utvecklades behövde dock en ny "gensax" tillverkas för varje specifik förändring, vilket gjorde genredigering till en dyr och tidskrävande process. Tack vare CRISPR – där man bara byter ut den RNA-sträng som styr saxen mot sitt mål – har genredigering blivit något som vem som helst med grundläggande kunskaper i biologi kan utföra.

Många möjligheter

DNA finns hos alla levande organismer, och CRISPR-tekniken kan användas på allt från virus till människor. Den potentiella nyttan med genredigering är stor. Djur och grödor kan göras mer motståndskraftiga mot till exempel sjukdomar eller få ett bättre näringsinnehåll, bekämpning av skadedjur och smittämnen kan bli effektivare, produktionsmetoder inom industrin mer miljövänliga – för att bara nämna några få exempel.

När det gäller människor finns det stora förhoppningar om att så kallad somatisk genredigering (redigering i kroppsceller, där förändringarna inte går i arv) kommer att kunna användas för att förebygga och behandla såväl cancer och andra folksjukdomar som svåra sällsynta sjukdomar. Lovande resultat har redan rapporterats från kliniska studier.

För vissa som önskar få barn finns det en stor risk att ett genetiskt besläktat barn får en allvarlig ärftlig sjukdom. Andra kan inte få genetiskt besläktade barn på grund av mutationer som gör att de inte kan producera fungerande könsceller. Ärftlig genredigering skulle kunna ge blivande föräldrar som inte kan få hjälp med dagens fertilitetsmetoder ökade möjligheter till föräldraskap i enlighet med deras önskemål.

I princip skulle både somatisk och ärftlig genredigering också kunna användas för att åstadkomma förändringar utan medicinskt syfte (så kallad *enhancement*). Förändringar som påverkar sinnelag, sociala förmågor eller förutsättningarna för att uppnå olika livsmål skulle kunna bidra till ökad livskvalitet och större möjlighet för individen att leva sitt liv i enlighet med sina önskemål och värderingar.

Potentiella risker

Redigering av det mänskliga genomet har alltså potential att främja värden som hälsa och livskvalitet. Men tillämpningen av tekniken på mänskliga celler innebär också risker. Till exempel kan vi oavsiktligt råka förändra arvs massan på ett sätt som vi inte önskar. Det kan handla om "fel" förändringar på "rätt" plats i arvs massan (*on target*) eller förändringar på andra ställen i arvs massan än den plats som man vill förändra (*off target*). Metoderna för att åstadkomma förändringar i arvs massan blir dock alltmer precisa, så dessa risker kanske kan bli möjliga att undvika inom en relativt snar framtid. En typ av risk som kan vara svårare att komma ifrån har att göra med att vi fortfarande saknar mycket kunskap kring olika genes funktion och hur de samverkar med andra gener och icke-genetiska faktorer. Det vi vet är att enskilda gener ofta påverkar organismen på många olika sätt, vilket gör att det finns en påtaglig risk att en genförändring ger fler effekter än de avsedda.

Andra risker kan sägas handla mer om det genförändrade samhället än om den genförändrade individen. Vad händer med toleransen mot personer

UNGDOMSDIALOG OM GENREDIGERING

I oktober 2022 anordnade Statens medicinsk-etiska råd i samarbete med Svenskt nätverk för information kring fosterdiagnostik (Snif) samtal där ett hundratal gymnasieelever diskuterade fosterdiagnostik och preimplantatorisk genetisk testning (PGT). Läs om elevernas tankar och ta del av diskussionsunderlaget på Smers webbplats: smer.se/2022/10/24/ungdoms-dialog-om-fosterdiagnostik-och-pgt

som avviker från en viss norm som för tillfället gäller i ett samhälle om det blir möjligt att förändra mänskliga egenskaper? Kommer de som inte lever upp till idealen att känna press att genomgå "förbättrande" behandlingar? Hur påverkas solidariteten i samhället om sjukdom och funktionsnedsättning inte längre uppfattas som beroende av faktorer bortom vår kontroll? En risk som det pekats på är att människor som bär på genvarianter som orsakar sjukdom börjar uppfattas som "genetiskt defekta", i behov av "korrigering" – att mindre kraft läggs på att anpassa samhället till människor med olika förutsättningar, och mer på att anpassa människor till samhället.

Man kan också ställa sig frågan vad som händer om tekniken bara blir tillgänglig för de som kan betala ur egen ficka. Kan gentekniken komma att förstärka redan existerande socioekonomiska klyftor?

Förändringar som ärvs

Såväl risker som nyttor kan i många fall vara desamma oavsett om vi talar om somatisk eller ärftlig genredigering. Det finns dock skillnader som gör att ärftlig genredigering väcker särskilda frågor. Ärftlig genredigering innebär att vi i någon mån omformar vår arts biologiska framtid. De finns de som menar att detta utgör den yttersta formen av mänskligt övermod, ett överskridande av gränser som är oss satta antingen av Gud eller naturen. Andra varnar för konsekvenserna av att ändra i något som finjusterats av evolutionen under årmiljoner.

En annan skillnad är att det vid somatisk genredigering finns en existerande individ som vi utför ingreppet på, medan det vid ärftlig genredigering skapas en helt ny individ som inte skulle ha existerat om föräldrarna valt en annan reproduktiv metod – eller avstått från att skaffa barn. Det betyder att det vid ärftlig genredigering är omöjligt att få ett samtycke från den genredigerade individen och att någon – vanligtvis föräldrarna, men potentiellt även samhället – bestämmer över en annan människas genetiska egenskaper. För somliga strider det mot den rätt vi alla har att bli respekterade för den vi är och riskerar att leda till instrumentalisering av barnet – att det blir ett medel för att förverkliga föräldrarnas mål. Andra menar att förändringar som gagnar barnet oavsett vilken livsbana det väljer, exempelvis förändringar som ger bättre hälsa, är etiskt acceptabla. Det anses däremot inte okej enligt de flesta att "designa" barn för specifika uppgifter.

Det är inte svårt att föreställa sig hur redigering av det mänskliga genomet kan komma att omforma våra livsvillkor och vårt samhälle, på gott och ont. Hur sannolika de olika scenarierna är, är däremot svårare att bedöma. Detta väcker ytterligare en viktig etisk fråga: Hur ska vi hantera den osäkerhet som finns? Vilka framtida risker är vi beredda att ta för att uppnå en potentiell nytta för individ och samhälle?

STATENS MEDICINSK-ETISKA RÅD

Statens medicinsk-etiska råd (Smer) bildades 1985 och är regeringens och riksdagens rådgivande organ i medicinsk-etiska frågor. Rådet består av politiker och sakkunniga och har till uppgift att analysera medicinsk-etiska frågor ur ett övergripande samhällsperspektiv. Rådet ska särskilt bedöma konsekvenserna för människovärdet och den mänskliga integriteten i samband med medicinsk forskning, diagnostik och behandling. Rådet publicerade våren 2022 en rapport om genredigering av det mänskliga genomet, såväl somatisk som ärftlig ([smer.se/2022/03/31/redigering-av-det-manskliga-genomet](https://www.smer.se/2022/03/31/redigering-av-det-manskliga-genomet)). Artikeln är baserad på den etiska analys som görs i rapporten.

NYTT REGELVERK OM GENMODIFIERADE GRÖDOR

I juli 2018 fastställde EU-domstolen att genomredigerade grödor ska omfattas av EU:s GMO-lagstiftning, vilken förhindrar kommersiell odling av genomredigerade grödor i EU. EU-kommissionen har sedan dess, på uppdrag av EU:s ministerråd, studerat konsekvenserna av domen och tagit initiativ till att revidera GMO-lagstiftningen. Ett nytt lagstiftningsförslag förväntas komma under juni 2023, då Sverige är ordförande i ministerrådet. I en så kallad *policy brief* från SLU Future Food, lägger Jens Sundström, universitetslektor vid institutionen för växtbiologi vid SLU, fram rekommendationer, för att gensaxar ska kunna komma till nytta på olika sätt:

1. Tillåt genomredigerade grödor i EU

Genomredigerade grödor framtagna med gensaxar bör undantas från reglering, på samma sätt som man tidigare undantagit slumpmässiga mutations-tekniker från lagstiftningen.

2. Fokusera på grödors egenskaper

När beslutsfattare ska avgöra vilka grödor lantbrukare i EU får odla på sina åkrar, är det grödornas egenskaper som bör vara relevanta för bedömning, inte vilken teknik växtförädlaren använt för att ta fram egenskaperna.

3. Väg risker mot nytta i bedömningen av grödor

När grödor ska genomgå prövning för att bli godkända på den europeiska marknaden bör bedömningen göras utifrån både riskerna och nyttan med växtsorterna.

Policy-briefen finns på SLU:s webbplats: www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/future-food/publikationer/policy-briefs/gensaxen

Kungl. Vetenskapsakademien (KVA) har gett ut en ny skrift i serien *Vetenskapen säger*, om genmodifierade växter. Denna och fler populärvetenskapliga resurser finns på webbplatsen kva.se/vetenskap-i-samhallat/popularvetenskap.



VÄLKOMMEN TILL BIOLOGILÄRARNAS FÖRENING

TEXT: Ulrika Wedding, ordförande för Biologilärarnas förening,
ulrika.wedding@orebro.se

Biologilärarnas förening ger ut tidskriften *Biologen*, anordnar biologitävlingar och arrangerar Linnédagarna. I år fyller föreningen 90 år!

Biologilärarnas förening startade i Stockholm den 5 juni 1933 och är kanske den äldsta ämneslärarföreningen i landet. Under 1970-talet var så gott som alla Sveriges biologilärare med i föreningen och det fanns flera regionala kretsar. Idag har föreningen färre medlemmar och vi ser gärna att vi blir fler igen – vi har mycket att erbjuda lärare inom biologi, naturkunskap och NO med biologianknytning!

För oss är det viktigt att möta dagens barn och ungdomar med en inkluderande biologiundervisning, om till exempel sex och relationer, miljöfrågor och hållbar utveckling. Detta är viktiga områden, där vi biologilärare särskilt kan bidra till elevernas samhällsengagemang – något vi i föreningen bland annat har i åtanke när vi ger respons till Skolverket på ämnesplaner och reformer.

Biologen

Sedan 1935 ger vi ut tidskriften *Biologen* med fyra nummer per år. Den innehåller artiklar om biologi, undervisning och biologididaktik, skrivna av personer vi möter i vår arbetsvardag eller i föreningens verksamhet. Monica Svensson är redaktör och gör tillsammans med Minna Panas, som är föreningens vice ordförande, ett gediget arbete inför varje nytt nummer.

Biologitävlingar

Biologilärarnas förening står bakom den kommitté som arbetar med genomförandet av den svenska uttagningen till IBO (*International Biology Olympiad*), arrangerar träningsläger för eleverna och deltar med ledare vid den internationella tävlingen. *Anmäl din skola senast den 1 februari om ni vill delta i årets uttagningsprov!*

Föreningen är också med och arrangerar EOES (*European Olympiad of Experimental Science*) för elever i nian och ettan på gymnasiet.

Linnédagarna

Föreningens största arrangemang är Linnédagarna, som är ett fyrdagars event för 50 gymnasieelever med ett särskilt intresse för biologi. Gymnasieskolor från hela landet kan ansöka om att skicka en stipendiat.

Linnédagarna startade 1964 och har återkommit varje år sedan dess. Vart tredje år arrangeras de på en ny plats i Sverige. Syftet är att skapa kontakter mellan biologintresserade gymnasieelever och forskare. Östra Reals gymnasium i Stockholm och Danderyds gymnasium är värdar för årets Linnédagar, som bland annat innehåller exkursioner till Ingarö och besök vid Baltic Sea Science Center.



BLI MEDLEM!

Våra medlemmar är viktiga för oss. Framförallt eftersom det är roligt att diskutera biologi men också för att antalet medlemmar styr vilka resurser Skolverket lägger på vår verksamhet – vilket i förlängningen också styr vad vi har möjlighet att genomföra. Tyvärr räknas inte alla våra medlemmar på Facebook.

Medlem blir du genom att gå in på vår webbplats, biologilararna.se, och betala 130 kronor. Som medlem stödjer du föreningens ideella verksamhet och får tidskriften *Biologen*. Till våren planerar vi även två läraraktiviteter, ett webinarium om Havets hus i Lysekil, samt en helg med kompetensutveckling i Skåne om fåglar och deras ekologiska betydelse.

Facebook

Föreningen har även en Facebook-grupp, *Biologilärarna*, där biologilärare delar undervisningsidéer, tankar om biologiundervisning, ställer frågor och tipsar om lärarfortbildning.

ATENA Didaktik

– En professionsvetenskaplig tidskrift för lärare i naturvetenskap och teknik

TEXT: Gunnar Höst och Torodd Lunde, NATDID, gunnar.host@liu.se

ATENA Didaktik är en digital tidskrift som presenterar aktuell naturvetenskaps- och teknikdidaktisk forskning anpassat för lärarprofessionen. I tidskriften kan även lärare bidra med egna erfarenheter.

För att ge forskollärare och lärare enklare tillgång till relevant didaktisk forskning på svenska har NATDID (Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik) lanserat den digitala och fritt tillgängliga tidskriften ATENA didaktik (Avisa för teknikens och naturvetenskapernas didaktik). Texterna i tidskriften eftersträvar att visa hur forskning kan bli ett stöd för att hantera frågor som uppstår i undervisningen.

En arena för beprövad erfarenhet

ATENA Didaktik har fyra olika typer av så kallade *professionsvetenskapliga* texter. Genrebegreppet har myntats av oss och innebär att texterna bygger på granskade forskningsartiklar och riktar sig till lärare.

En särskilt viktig texttyp är *Reflektioner från praktiken*, där undervisande lärare visar hur de kritiskt prövar erfarenheter från den egna undervisningen. Ett exempel är en artikel av Simon Holmström och hans lärarkollegor som frågar sig hur de kan bli bättre på att lyfta in elevernas laborativa förmågor i bedömning av laborativt arbete, som annars ofta bedöms på labbrapporter. Med stöd i forskning om direkt bedömning har de arbetat med att bedöma elevers arbete på plats i labbsalen. De prövar sedan dessa erfarenheter mot forskning och lyfter framgångsfaktorer och utmaningar baserade

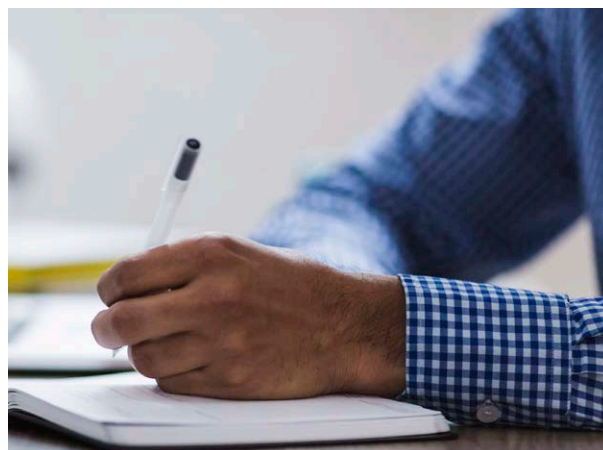


FOTO: pixabay.com

VÄLKOMMEN ATT BIDRA!

Vi välkomnar Bi-lagans läsare att både skriva *Reflektioner från praktiken* och att komma med idéer till *Forskningsgenomgångar*. Läs mer på Atena Didaktiks webbplats: atenadidaktik.se

på detta. Exemplet handlar om gymnasiefysik, men frågor om bedömning av elevers praktiska kunnande är överförbart till exempelvis laborationer eller fältstudier i biologiämnet.

Det saknas fortfarande *Reflektioner från praktiken* som är direkt kopplade till biologiämnet. Vi uppmanar därför lärare från olika stadier och ämnesområden att dela med sig av sina systematiskt prövade erfarenheter för att bidra till en bred dialog i professionen kring utveckling av biologiundervisning. Redaktionen för ATENA Didaktik kan ge stöd genom hela skrivprocessen fram till färdig text, så hör gärna av er till oss så kan vi hjälpa er att komma igång med skrivandet!

Forskning ger stöd

De tre andra typerna av artiklar skrivs av forskare – dels externa forskare, dels vi själva på NATDID. Artiklarna baseras på allt från enskilda studier till bredare genomgångar av forskningsområden.

I *Forskningsrapporter* presenterar forskare hur den egna forskningen kan vara relevant för att hantera olika undervisningsfrågor. I *Forskningsgenomgångar* blir istället en specifik undervisningsfråga belyst med hjälp av relevant forskning inom ett väl avgränsat område. Vi uppmanar aktiva lärare att höra av sig med förslag på relevanta frågeställningar som skulle kunna vara aktuella för en forskningsgenomgång.

Slutligen presenterar *Notiser från forskningsfronten* i korthet resultat från enskilda forskningsstudier gjorda i en svensk skolkontext. Dessa artiklar skrivs av medarbetare inom NATDID och lyfter fram undervisningsfrågorna som aktualiseras i forskningsstudien och resultat som kan bidra till fördjupad reflektion kring dessa frågor. I urvalet av artiklar eftersträvar vi att ha en bredd baserad på bland annat skolämnen, åldrar, forskningsområden och lärosäten.

Avsändare och retur:

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Box 592, 751 24 Uppsala

AKTIVITETER I VÅR

Här visas ett urval av Bioresurs aktiviteter. Mer information finns på vår webbplats, under Fortbildning.

1 februari: Det första av tre digitala tillfällen att diskutera ämnesplanerna i biologi och bioteknik som är på remiss 23/1–23/3. Se mer information nedan.

23 mars: Zooma med Bioresurs med forskaren Anja Carlsson och "prova på" *Sälforskaren*, ett digitalt material för åk 6–9 och gymnasiet, från Naturhistoriska riksmuseet.

18 april: NO-kursdag för grundskolans lärare (åk 1–3, 4–6 och 7–9) med workshops i biologi, fysik och kemi under Vetenskapsfestivalen i Göteborg.

Prenumerera på Bi-lagan

Är du inte prenumerant ännu? Teckna en gratis prenumeration via formuläret på Bioresurs webbplats: www.bioresurs.uu.se/publikationer/prenumerationsanmalan

Bioresurs nyhetsbrev

Vill du få aktuell information om biologi och biologiundervisning via e-post ungefär en gång i månaden? Anmäl dig till Bioresurs nyhetsbrev: www.bioresurs.uu.se/nyhetsbrevsanmalan

Bioresurs på Facebook

www.facebook.com/bioresurs.uu.se

Tävla i jordpedagogik

Vi söker pedagogiska, roliga och kreativa exempel på hur man kan lära barn och unga om jord! Det kan vara praktiskt, teoretiskt eller konstnärligt. Skicka in en kort beskrivning och några bilder (max en A4), senast 25 januari 2023, så är du med i vår tävling! Vinnare koras i mars bland deltagare från sex EU-länder.

Mer information finns på webbplatsen www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/radnu/forskning/jordhalsa2/prep-soil/jordhalsopedagogik

PREPSOIL är ett projekt med finansiering från Horizon Europe och en del i projektet handlar om att hitta och sprida bra exempel på jordpedagogik i Italien, Norge, Nederländerna, Polen, Spanien och Sverige.



Från kursbetyg till ämnesbetyg i gymnasieskolan, gymnasiesärskolan och vuxenutbildningen – nu kan du framföra dina synpunkter!

Bland de cirka 600 ämnesplaner som går ut på remiss 23/1–23/3 hittar vi bland annat en i biologi och en separat ämnesplan för bioteknik som föreslås bli ett eget ämne. Ta chansen att framföra dina synpunkter! Bioresurs bjuder in till tre digitala träffar för att lyssna in vad Sveriges biologilärare tycker. Välkommen att delta i ett eller flera tillfällen tillsammans med oss och kollegor från andra delar av landet: 1/2, 13/2 och 9/3. Anmäl dig via Bioresurs webbplats under Fortbildning.

