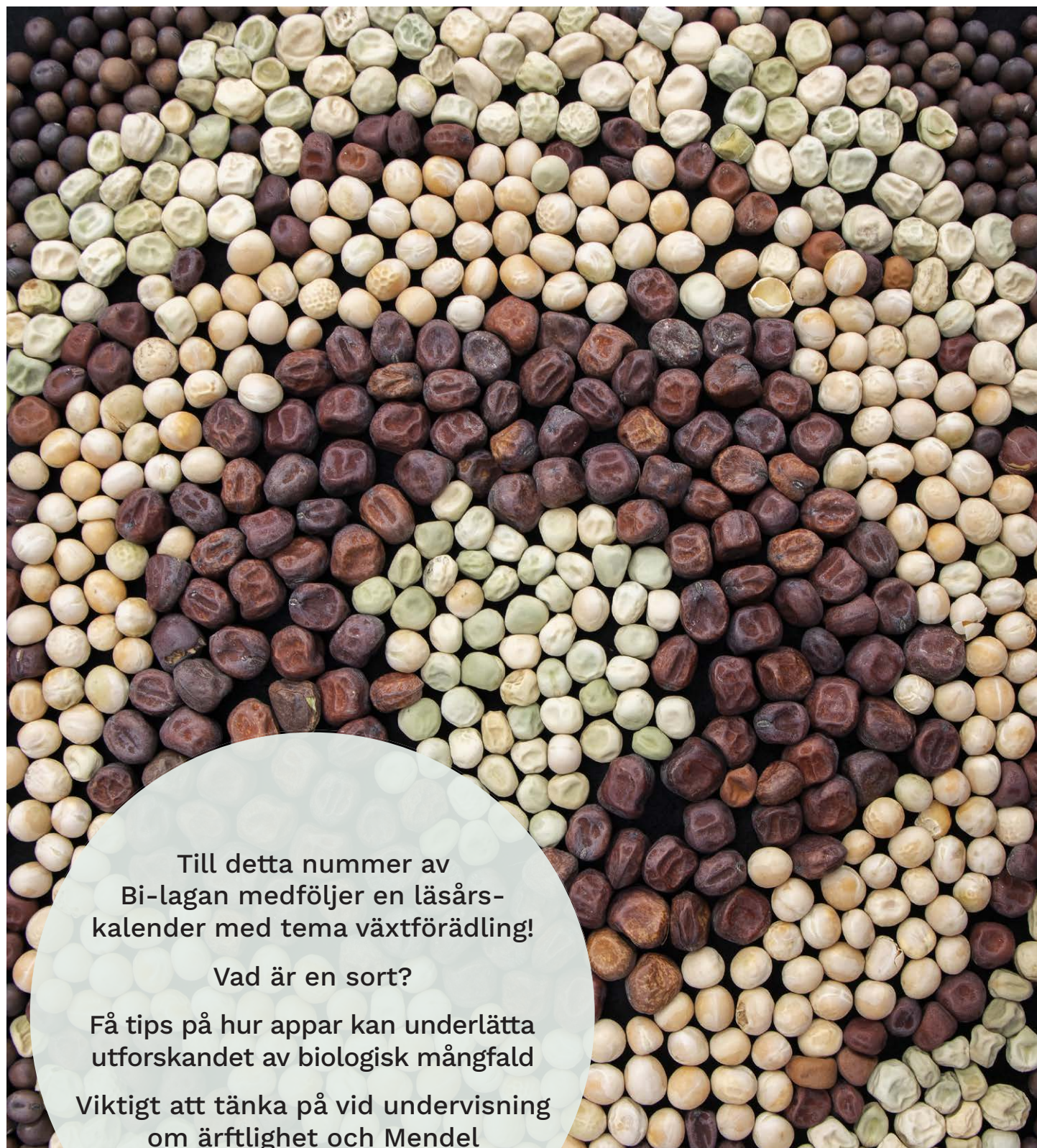


Bi-lagan



Till detta nummer av
Bi-lagan medföljer en läsårs-
kalender med tema växtförädling!

Vad är en sort?

Få tips på hur appar kan underlätta
utforskandet av biologisk mångfald

Viktigt att tänka på vid undervisning
om ärftlighet och Mendel

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

Ärtor

Foto: Bioresurs

Övriga foton

Bioresurs, om inget annat anges.

Prenumeration

Bi-lagan utkommer med två nummer per år och att prenumerera är kostnadsfritt. Anmälningsskyltar 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: 16 500 ex

ISSN: 2000-8139

Tryck: Stibo Complete

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 använda bilder ej tillhörande Bioresurs som fristående objekt kan tillstånd krävas. Vid citat ska upphovspersonens 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
073-469 79 58



Ida Solum

Lärare och utvecklare av undervisningsmaterial
ida.solum@bioresurs.uu.se
073-469 79 58



Lisa Reimegård

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

Nationellt
resurscentrum för
biologiundervisning,
vid Uppsala universitet
i samarbete med
SLU, Biologilärarnas
förening och
Skolverket

Konstant byggande

Rubriken syftar inte på alla nybyggnationer som dyker upp lite varstans i samhället. Nej, vi tänker på vetenskapligt kunskapsbygge, lärares undervisning och skolans styrdokument, som byggs om med tiden.

I det här numret av Bi-lagan återkommer läsårskalendern! Det är Sveriges Utsädesförening som i samarbete med Bioresurs har fyllt uppslaget med information om hur och varför man förädlar växter. Kunskapsbygget om vad som händer när man korsar olika sorter av växter tog ett rejält språng tack vare Gregor Mendel i slutet på 1800-talet. På sidorna 14–18 tar vi upp både vad Mendel bidrog med och vad han inte bidrog med.

Bioresurs har sedan 2002 bidragit med olika typer av inspirationsmaterial för lärare. Ordets början – inspiration – ska inte misstolkas som att det bara handlar om ytliga "tips". För oss står det för en insikt i och respekt för att lärare behöver omforma, bygga in, bygga om, bygga till för att skapa den undervisning som passar en aktuell elevgrupp.

Läroplaner och andra styrdokument kan kanske jämföras med "byggstandarder", och de förändras ju också med tiden. Redan i höst implementeras Gy25, vilket kräver en hel del nybygge av undervisning. För grundskolan finns betänkandet *Kunskap för alla* som stakar ut riktningen för en ny läroplan för grundskolan (Lgr28). Betänkandet *Ett likvärdigt betygssystem* föreslår en tiogradig betygsskala. Förhoppningsvis bidrar dessa "nya byggstandarder" till fokus på undervisning och lärande.

Vi hoppas att detta nummer av Bi-lagan – och läsårskalendern – kan ge inspiration i ditt fortsatta byggande av undervisning!

Innehåll

Med kärlek till kunskap s. 3

Vad är en sort? s. 4–5

Representationer s. 6–8

Utforska den biologiska mångfalden med appar s. 9–11

Appar allt bättre på att identifiera arter s. 12–13

Missförstånd kring Mendel s. 14–18

Bli biolog? s. 19

Med kärlek till kunskap

Text: Lisa Reimegård, Bioresurs

Eva Funck Beskow har spridit kunskap och glädje till många genom sina pedagogiska barnprogram. Sedan början av 2025 är hon hedersdoktor vid fakulteten för utbildningsvetenskaper vid Uppsala universitet.



Har du sett Evas funkarprogram? Evas superkoll? Evas sommar- och vinterplåster? I mitten av februari var Eva Funck Beskow, nybliven hedersdoktor, inbjuden som föreläsare under en pedagogdag för studenter vid Uppsala universitet. Flera i publiken hade sett hennes tv-program som barn och några kom fram efteråt för att berätta vad de kom ihåg och vad hon hade lärt dem. Just en önskan att sprida kunskap är en av Eva Funck Beskows drivkrafter, i kombination med en stor egen vetgirighet.

– En del har frågat mig vilken pedagogik jag använder mig av men framför allt har jag bara brunnit och intensivt känt att "det här måste alla barn få veta", förklarade hon i början av föreläsningen.

Med många års erfarenhet av att göra teater för barn, började Eva Funck Beskow skapa barnprogram för SVT i slutet av 1980-talet. Hennes senaste program kom förra året – en julkalender för yngre barn.

Under föreläsningen tog Eva Funck Beskow upp att för den som arbetar med barn är det viktigt att visa kärlek, att ha humor och att komma ihåg vilken viktig roll de små ögonblicken kan spela. När hon själv kämpade i skolan på grund av dyslexi utgjorde en lärares stöttande ord vid ett speciellt tillfälle ett sådant avgörande ögonblick. Hon berättade även att hon nyligen blivit kontaktad av en nyexaminerad ingenjör, som skrev att det var Eva Funck Beskows program om energikällor som låg bakom hennes yrkesval.

– Det är människorna vi möter som bygger oss till dem vi blir, sammanfattade Eva Funck Beskow.

I filmen *Maskinen Kroppen – Nerver* använder Eva Funck Beskow modellen på bilden, föreställande en ryggrad med nerver inuti. Den är en av många modeller som skapats i stor skala för att förklara hur något litet fungerar. Tillsammans med Erland Beskow, producent för de vetenskapliga programmen, har hon arbetat fram hur modellerna ska se ut. De flesta modellerna har de byggt själva men ibland har de anlitat modellbyggare.

Foto: Fredrik Askebris

” Jag ler ofta och visar med liv och lust hur härligt det är med kunskap.”

Att förmedla kunskap via pyssel och modeller har varit återkommande i Eva Funck Beskows program genom åren och hon ser många fördelar med att pyssla, på flera plan.

– När vi pysslar tillsammans ser vi hur vi kan hjälpas åt och lär känna varandra.

Hon tipsade även om att barns intresse för kunskap kan väckas med hjälp av spännande fakta, genom att baka in känslor i berättelserna – och genom att visa sitt eget engagemang:

– Jag ler ofta och visar med liv och lust hur härligt det är med kunskap.



'Ingrid Marie'. Sortnamn ska omges av enkla anföringstecken enligt ett internationellt regelverk, *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (ICNCP)*. Foto: Kimmo Rumpunen

Med detta nummer av Bi-lagan följer en läsårskalendar med tema växtförädling.

Vad är en sort?

'Ingrid Marie', 'Filippa' och 'Aroma' är för många välbekanta namn på äppelsorter. Men vad kännetecknar en sort och vilka regler gäller?

Text: Jens Weibull, Sveriges Utsädesförening, info@sverigesutsadesforening.se

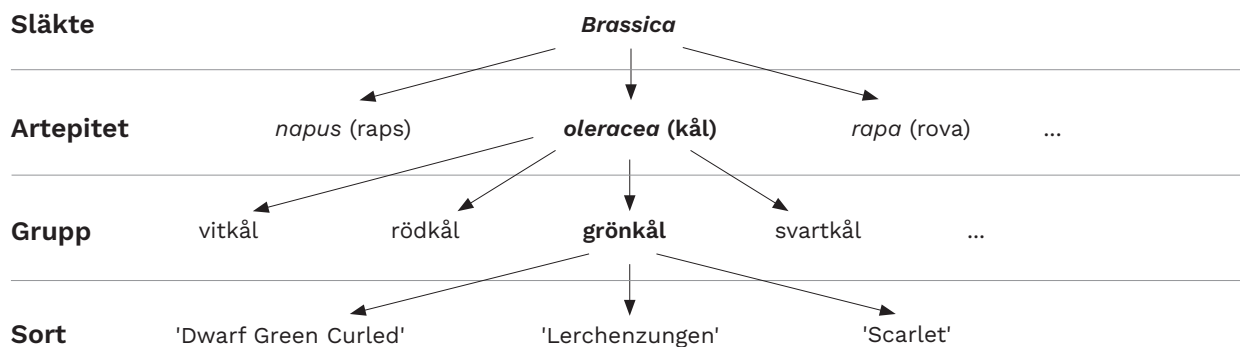
En sort är en lägre stående taxonomisk rang än släkte och art, och uppfyller dessutom särskilda villkor. Enligt internationella regler är en sort "en samling växter som (a) har valts ut för en viss egenskap eller en kombination av egenskaper, (b) är särskiljbar, enhetlig och stabil avseende dessa egenskaper, och (c) när den förökas på lämpligt sätt behåller dessa egenskaper."

Som en parallell till den botaniska nomenklaturen där släkte, art och underart representerar olika nivåer av ett *taxon* har begreppet *culton* införts för odlade växter. Sorten utgör alltså en *culton*-nivå. På nivån ovanför sort samlar man de sorter av ett växtslag som utgör samma *grupp* (se bild på nästa sida), till exempel alla rödbetor, kålrötter eller savoykålar. En grupp

botaniska namn anges med beteckningen Gruppen i slutet, som "Beta vulgaris Rödbeta-Gruppen", "Brassica napus Napobrassica-Gruppen" respektive "Brassica oleracea Sabauda-Gruppen" för de angivna exemplen. Klassificeringen *typ* dyker ibland upp för att beskriva en sort eller en grupp sorter med ett särskilt utseende, till exempel inom sallat (Lollo Rosso) eller tomat (Romantica). Begreppet är dock ingen godkänd term i den internationella nomenklaturen för kulturväxter och används inte av växtförädlare, utan är snarast att betrakta som en rent kommersiell term eller handelsbeteckning. Mer information om kulturväxternas nomenklatur går att finna i Svensk kulturväxtdatabas, SKUD (skud.blomsterlandet.se).

Hur godkänns nya sorter?

För att en kandidat till en sort ska kunna godkännas formellt krävs att den först odlas i en så kallad teknisk provning under minst två år. Då undersöks om sorten (1) går att säkert skilja från redan godkända sorter, (2) är helt enhetlig vilket betyder att alla individer i princip är identiska (tänk på ett fullständigt likartat sädesfält) och (3) inte förändras i något avseende i samband med odlingen. Provningsen utförs av särskilt utsedda institutioner inom EU. För lantbruksväxter gäller att om resultatet från provningen är positivt går sorten vidare till bruks- och värdeprovning för att jämföra de uppgivna



De tre kålsorterna ovan hör alla till *Brassica oleracea* Sabellica-Gruppen, den grupp all grönkål hör till. Det botaniska namnet på gruppen har ersatts av "grönkål" ovan för enkelhetens skull.

Foto: Impecta Fröhandel

egenskaperna mot andra sorter. Denna senare provning utförs av Sveriges lantbruksuniversitet på uppdrag av Jordbruksverket. Om den nya sorten visar sig ha förbättrade egenskaper i några avseenden – till exempel avkastning, sjukdomsresistens eller kvalitet – kan sorten godkännas och föras upp på EU:s gemensamma eller den svenska sortlistan. Köksväxter, som används som de är i

matlagning och för konsumtion, behöver inte genomgå bruks- och värdeprovning, utan blir direkt godkända för saluföring efter godkänd teknisk provning. Skälen till detta är sannolikt uteslutande ekonomiska.

Saluföringsregler

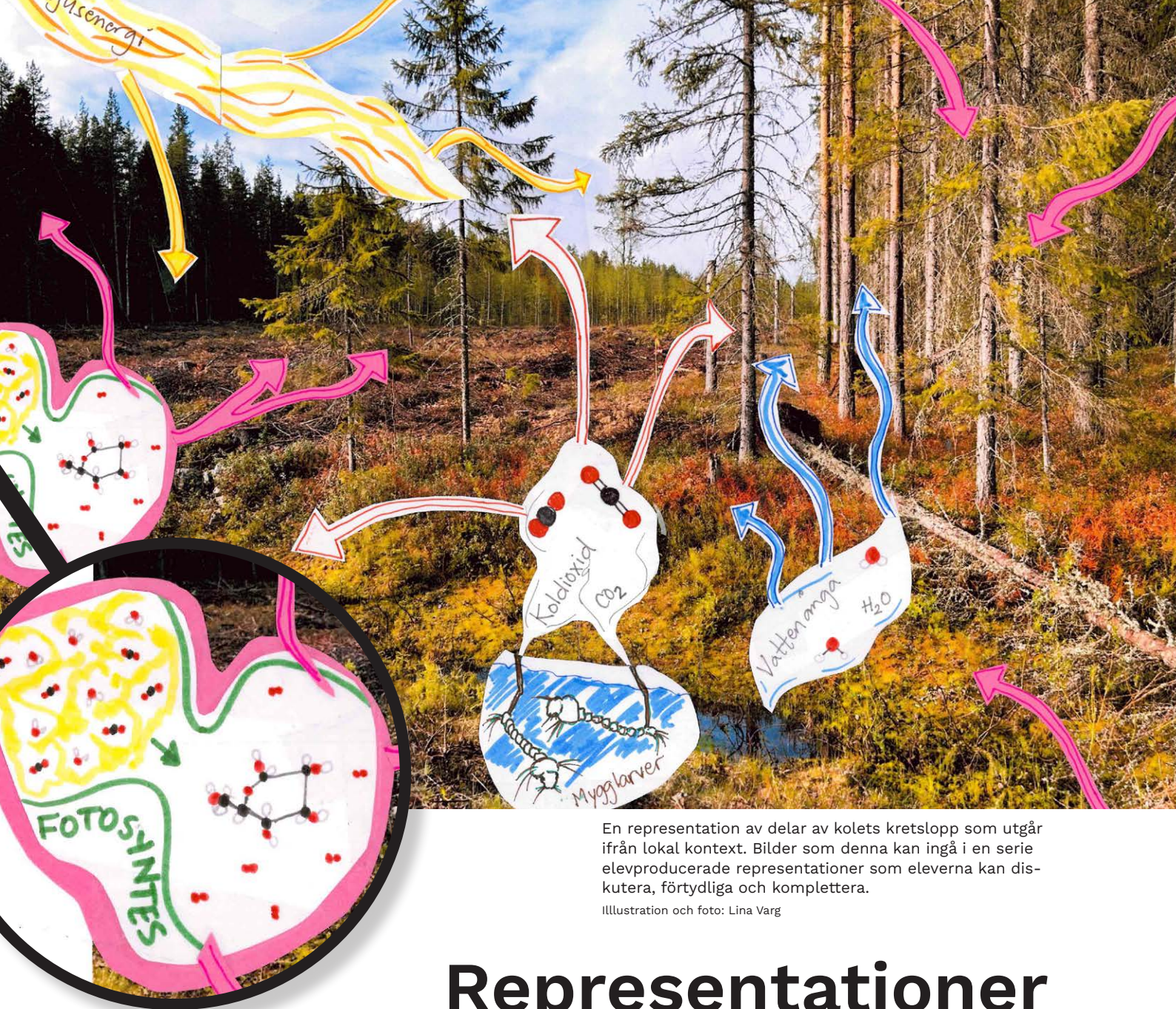
För att kunna sälja utsäde av en sort måste sorten vara registrerad

på en sortlista. Dessutom måste utsädet vara certifierat eller, för köksväxter, kontrollerat vilket betyder att en rad krav avseende sundhet och kvalitet måste vara uppfyllda. Kraven finns helt enkelt för att skydda jordbrukare, trädgårdsproducenter och oss konsumenter. Tidigare – innan reglerna fanns på plats – var det inte ovanligt att orent utsäde av dålig kvalitet (till exempel smittat och med låg grobarhet) kunde förekomma på marknaden. Och sorter kunde till och med säljas under felaktigt sortnamn.

Ett fåtal arter regleras inte av EU:s utsädeslagstiftning och kan därför säljas utan att finnas på någon sortlista. Hit hör bland annat dill, palsternacka och bo-vete.

Mer information

- Registrering av nya sorter och växtförädlarrätter: jordbruksverket.se/vaxter/odling/utsade-och-registrering-av-vaxtsorter/registrering-av-nya-sorter-och-vaxtfordlarratter
- Försäljning, import och export av utsäde: jordbruksverket.se/vaxter/handel-och-resor/utsade-och-froer/forsaljning-import-och-export-av-utsade



En representation av delar av kolets kretslopp som utgår ifrån lokal kontext. Bilder som denna kan ingå i en serie elevproducerade representationer som eleverna kan diskutera, förtydliga och komplettera.

Illustration och foto: Lina Varg

Representationer

– för att öka elevers förståelse och förmåga att använda biologiska kunskaper och idéer

Text: Lina Varg, gymnasielärare i biologi och kemi vid Kanalskolan i Skellefteå, disputerade 2024 vid Umeå universitet med avhandlingen *Fröken är lik sin fröken: om vad som påverkar lärares didaktiska vägval och formar NO-undervisningen på mellanstadiet*, lina.varg@skelleftea.se

Föreställ dig kolets kretslopp. Sannolikt ser du samma bild framför dig som många andra lärare gör. För en införstådd är den kanske tydlig, men för en elev kan den vara svårtolkad. Här beskrivs fördelarna med att låta eleverna skapa egna representationer.

” När elever bjuds in i resonemang omkring och skapande av representationer ... kan det fördjupa deras kunskaper och förståelse inte enbart om naturvetenskap utan också om hur naturvetenskapens kunskap formas.”

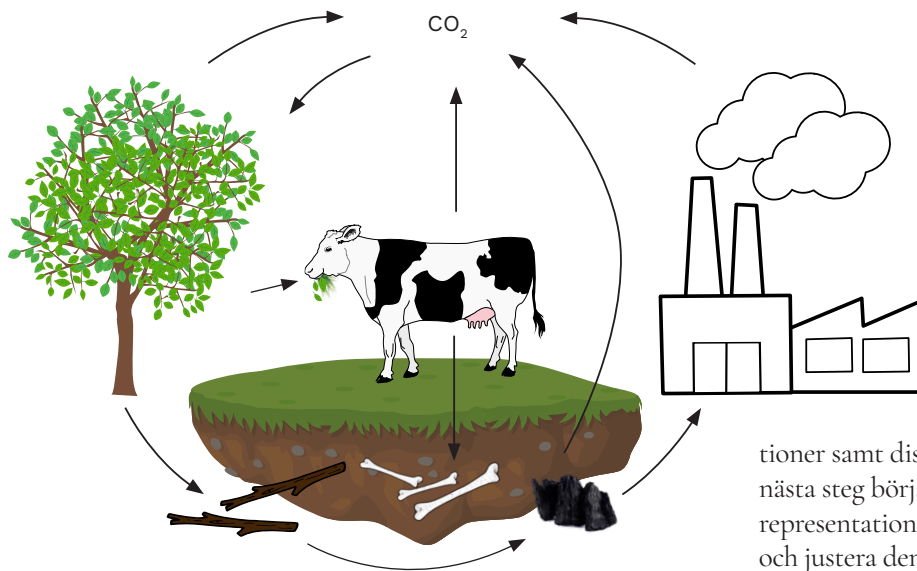
I Bi-lagan nr 1 2025 skriver Annika Thyberg om hur representationer, i form av exempelvis verkliga objekt, fotografier, animationer och grafer, med fördel kan användas i biologiklassrummet ”eftersom de erbjuder unik information var för sig, som tillsammans underlättar elevernas förståelse av begrepp”. Detta påminner om hur Bruno Latour (1987) beskriver att naturvetenskapens kunskapsutveckling till stor del drivs framåt genom cykler av kontinuerligt förfinade representationer (*inscriptions* på engelska). Han påstod till och med att naturvetares arbete går ut på att skapa kaskader av representationer omkring samma fenomen för att fördjupa och bredda kunskapen om det. Han skilde på begreppen representationer och så kallade inskriptioner, där *inskriftioner* innefattar vetenskapen om och respekten för de många mellanliggande steg som tagits i skapandet av de diagram, foton, illustrationer och grafer som slutligen används i *representationer*. De ofta grovt förenklade och abstrakta representationer som används för att förklara biologi (till exempel kolets kretslopp, cellmembranens egenskaper och näringskedjor) är lättillgängliga genom bildgoogling, i läroböcker och populärvetenskapliga publikationer men där saknas i regel den bakomliggande processen av produktion, distribuering, diskussion och förfinande av representationerna. Med detta i åtanke utgår jag i resten av texten från begreppet *representationer* och menar då ungefär ”de senaste representationerna som är resultatet av många lager av inskriptioner”. Den här distinktionen kan ha betydelse för elevers uppfattning om naturvetenskapens karaktär (NOS). När elever bjuds in i resonemang omkring och skapande av representationer, och då inte enbart möter den slutgiltiga versionen, kan det fördjupa deras kunskaper och förståelse inte enbart om naturvetenskap utan också om hur naturvetenskapens kunskap formas.

I biologiundervisningen

Vid undervisning och kommunikation av samtliga naturvetenskapliga discipliner används ofta repre-

sentationer som ett verktyg för att förtydliga och sammanfatta viktiga detaljer i en inte sällan komplex verklighet. Några exempel på områden i biologi där representationer utgör en stor del av undervisningen är kretslopp, näringskedjor, blodomloppet, och cellmembranens form och funktion. Användningen av olika typer av representationer för samma fenomen eller process kan bidra till att öka menings-skapandet för elever, eftersom de visar på olika aspekter som tillsammans utgör en tydligare bild av biologin än de gör enskilt (se till exempel Degerman 2012 och Evagorou m.fl. 2015).

Användningen av representationer bör inte ske oreflekterat, då de erbjuder en förenklad bild och i vissa fall förstärker missförstånd snarare än öppnar upp för elevers egen reflektion och resonemang omkring processers komplexitet. Detta visade sig exempelvis i en delstudie som jag genomförde som en del i mitt avhandlingsarbete. Under en klassrumsobservation blev jag varse hur samma grundmodell av kolets kretslopp visades upp från flera källor men där elevernas deltagande i att ”packa upp” den välkända modellen uteblev (Varg 2024). Jag kände väl igen modellen med ett träd till vänster, ett djur i mitten, ett fordon eller en industri till höger, skelett i marken samt pilar hit och dit för att visa hur kolet vandrade genom ekosystemet, och hade själv ritat en nästan identisk bild otaliga gånger på tavlan i mitt klassrum. Vidare visade en snabb googling av ”the carbon cycle” att denna standardrepresentation är mycket väl etablerad. Representationen i fråga är inte nödvändigtvis dålig, om man redan är välbekant med komplexiteten i de omvandlingsprocesser och former som kolet genomgår i cykeln. Är informationen däremot ny, vilket kan vara fallet för en elev, så behövs en hel del bearbetning för att tyda en så pass kompakt representation. Elever riskerar att fastna i exempelvis pilar som råkar peka mot moln eller i hur djuret får tag på frukten i trädet. Om de olika komponenternas position i representationer av kolets kretslopp alltid är densamma och aldrig diskuteras eller problematiseras kan man



Exempel på hur kolets kretslopp ofta illustreras.
Ingående illustrationer: pixabay.com

tänka sig att elever skulle kunna uppfatta det som att komponenterna måste vara placerade på "rätt plats" för att det verkligen ska vara kolets kretslopp som representeras – till exempel att industrier eller bilar alltid måste vara till höger om trädet.

Involvera elever i skapandet

Elever som aktivt skapar sina egna representationer tvingas att bearbeta, tolka och kommunicera komplexa och dynamiska biologiska processer djupare än lärobokens färdiga bilder, diagram och grafer med mera. Vidare kan skapandet av representationer uppmuntra fantasi, kreativitet och kritiskt tänkande, samt ge elever möjlighet att utforska alternativa sätt att skapa mening av och kommunicera biologi.

Innan du som lärare introducerar väl etablerade representationer, via lärobok, Youtube eller egenritade sådana på tavlan, prata om de ingående aspekterna och låt eleverna diskutera dem. Vad gäller kolets kretslopp kan du som lärare lägga stort fokus på de processer och begrepp i cykeln som kan vara svåra att uppfatta för elever eftersom de antingen är abstrakta eller antas självklara och låta eleverna prata om dem. Tidigare forskning pekar på att bärande idéer som kolets olika former under cykelns faser, tanken på att växters massa kommer från koldioxiden i luften snarare än något de "suger upp" från marken, samt förhållanden mellan submikro-, mikro- och makronivåer är viktiga aspekter för förståelse av kolets kretslopp. Som lärare kan man bjuda in elever till aktivt skapande av representationer, snarare än uppmuntra dem att tolka andras "perfekta" och ofta abstrakta representationer. Enskilt eller genom grupparbeten kan eleverna skapa egna modeller av biologiska processer, exempelvis genom att rita, använda digitala verktyg eller bygga fysiska modeller. I enlighet

med John Deweys (2004) tankar om att utbildning är en social process får eleverna sedan visa sina representationer för varandra och diskutera detaljer och oklarheter samt vad som skiljer och förenar dem. Här är det viktigt att läraren inte tar över men väl uppmuntrar och deltar i elevers reflektion kring sina och varandras representationer samt diskuterar valda och bortvalda detaljer. I nästa steg börjar eleverna om med att konstruera sin representation och får då möjlighet att reflektera över och justera dem efter feedback.

Att utöka elevers arbete med representationer i biologiundervisningen handlar inte om att ersätta etablerade representationer utan snarare om att ge eleverna verktyg att förstå och skapa egna och samtidigt få en ökad förståelse för naturvetenskapens karaktär. Forskning (bland annat Ingulfsen m.fl. 2023) visar att elevers arbete med att konstruera egna representationer ökar deras förståelse för inte enbart naturvetenskapliga processer och fenomen, utan även om NOS, det vill säga att naturvetenskapligt arbete sker på liknande vis som det eleverna precis erfarit genom ett ständigt förfinande av representationer utifrån nya tolkningar och forskningsrön.

Ett sätt att ge en verklighetsförankring till representationerna kan vara att låta elever använda autentiska data (till exempel från egna eller andras experiment eller fältstudier) för att skapa representationer som känns realistiska och aktuella för eleverna.

Referenser, ett urval

- Degerman, M. S. (2012). *Att hantera cellmetabolismens komplexitet-meningsskapande genom visualisering och metaforer*. Doktorsavhandling, Linköpings universitet.
- Dewey, J. m.fl. (2004). *Individ, skola och samhälle: utbildningsfilosofiska texter*. Natur och kultur.
- Evagorou, M. m.fl. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2, 11.
- Ingulfsen, L. m. fl. (2023). The role of teacher support in students' engagement with representational construction. *Cultural Studies of Science Education*, 18(4), s. 1311-1341.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard university press.
- Pantidos, P. m. fl. (2022). Inscriptions in science teaching: from realism to abstraction. *Frontiers in Education*, 7:905272
- Varg, L. (2024). *Fröken är lik sin fröken: om vad som påverkar lärares didaktiska vägval och formar NO-undervisningen på mellanstadiet*. Doktorsavhandling, Umeå universitet.
- För fler referenser, kontakta Lina Varg.



Utforska den biologiska mångfalden med appar

Midsommarblomster, även kallad skogsnäva

Den biologiska mångfalden i Sverige är stor och det är viktigt att förmedla nyfikenhet och upptäckarglädje till eleverna, inte minst i en tid av ökande "naturblindhet" med bristande kunskaper om även de vanligaste arterna. Med hjälp av några användarvänliga appar kan man upptäcka arter och stärka undervisningen utan att själv behöva vara expert.

Text: Johan Lindell, evolutionsbiolog och lärare, verksam som utomhuspedagog vid Upplandsstiftelsen och i sociala medier som "Naturpedagogen", johan.lindell@upplandsstiftelsen.se

På vår planet finns uppskattningsvis tio miljoner olika arter, varav endast en bråkdel är kända, undersökta och namngivna av forskare. Bara i Sverige finns exempelvis ungefär 38 000 djurarter (varav cirka 30 000 är insekter), 10 000 växter och 11 000 svampar enligt SLU Artdatabanken (artfakta.se).

Traditionellt sett har kunskap om naturen förmedlats mellan generationer genom att de med erfarenheter och kännedom har fört den vidare till yngre. Människors överlevnad har ofta varit helt beroende av sådan kunskap. I det moderna samhället finns inte samma behov och tyvärr minskar

kunskapen om den natur som vi människor är en del av. Visserligen besitter många lärare redan en god grundläggande artkunskap, men även framstående artexperter står ofta handfallna inför en svårbestämd blomma eller fjäril. Att inte kunna ge ett direkt svar på elevers frågor om naturen kan dessutom kännas jobbigt – som lärare vill man kunna ge ett svar.

Ett traditionellt sätt att identifiera och lära sig mer om småkryp är att använda fälthandböcker med titlar som "Vad jag finner i sjö och å". Många appar fyller dock en liknande funktion och kan dessutom identifiera långt fler arter än

vad som får plats i en fälthandbok. De bästa apparna är även gratis och ger dig goda möjligheter att bidra till medborgarforskning för biologisk mångfald. Själv använder jag dagligen en kombination av olika appar och webbplatser för att ta reda på eller verifiera olika artfynd. Låt mig dela med mig av några av mina bästa tips!

Tänk på detta

Låt oss först konstatera grundpremissen, att apparna endast kan hjälpa dig att identifiera en art om du ger dem så bra information som möjligt att arbeta med. När det gäl-



Tips på appar



Flora Incognita (floraincognita.com). Våldigt bra app som systematiskt hjälper dig att ta flera

bilder av relevanta delar av ett fynd, till exempel blomma, blad och hela växten. Du kan också välja att fokusera på olika specifika växtgrupper.



iNaturalist (www.inaturalist.se).

Fenomenal app som nu låter dig upptäcka naturen

i realtid med hjälp av AI. Bara sätt igång kameran, låt appen stegvis komma fram till en mer avgränsad artgrupp, vilket förhoppningsvis leder fram till identifiering på artnivå.



Seek (www.inaturalist.se/pages/seek_app). Appen är utvecklad av

iNaturalist och är

en enklare men snarlik variant av huvudappen, som inte kräver registrering. Passar således bra i skolsammanhang.



Merlin Bird ID

(merlin.allabout-birds.org). En fantastisk app som är förvånansvärt

bra på att identifiera fåglar i realtid utifrån läten. Mobilens egen mikrofon kan kompletteras med en liten extern om man vill få ännu bättre resultat. Se även sidan 13.



Artsorakel (orakel.artsdatabanken.no). App från norska Artsdatabanken. Mycket

bra och användarvänlig, framförallt som komplement till appar på svenska om man vill göra en parallell sökning. Artnamnen är på norska men sök på artens latinska namn i artfakta.se för mer information.

ler bilder, se därför till att ta foton som är skarpa, visar så mycket av arten som möjligt, samt undviker störande aspekter som kan "lura" appen. Ska man exempelvis identifiera en blommande växt behöver man ta ett skarpt foto på nära håll och samtidigt undvika att andra arter dyker upp i fältet, vilket förstärks inte alltid är så lätt. Att ta bilder med mobilen ger definitivt tillräckligt bra bildkvalitet, men se till att objektet är i fokus. Bilden ska dessutom på bästa sätt visa egenskaper som är representativa för arten i fråga och således kan användas för att urskilja den mot andra möjliga svar. Att korrekt identifiera en blåsippa är en förhållandevis enkel uppgift eftersom kombinationen av blå, enkla blommor och blad med tre lobber (ungefär som organet lever har olika lobber; släktnamnet för blåsippa, *Hepatica*, hänvisar just till lever) ger bildigenkänningsalgoritmerna tillräckligt med information för att bestämma vilken art som efterfrågas. Många växter är dock till utseendet väldigt lika varandra, och mycket riktigt innehåller standardverket bland florer, Krok & Almqvists Svensk flora*, ett stort antal nycklar där olika skillnader, ibland mycket små karaktärer, efterfrågas. När man använder appar är det därför ofta nödvändigt att ta flera foton som visar olika delar av växten – tänk "egenskaper" helt enkelt! Två olika växter kan exempelvis ha förvillande lika blommor, men ha avsevärt olika former på bladen. På samma sätt kan småkryp lättare bestämmas om man tar foton från olika vinklar.

Synintryck och ljud

Flora Incognita är en mycket bra app för att identifiera växter. Den

* Krok, T. m.fl. (2013). *Svensk flora: Fanerogamer och kärlkryptogamer*. Liber.



Blåsippa (*Hepatica nobilis*). Ett foto som tydligt fokuserar blommans detaljer gör artidentifieringen enkel för apparna. Dessutom är blåsippa den enda arten inom släktet *Hepatica* som rimligen upptäckts i Sverige.

Foto: Johan Lindell

efterfrågar också foton av olika delar av växten. För annat än växter rekommenderar jag iNaturalist, med vilken man bara riktar kameran mot det man vill identifiera och låter appen gradvis komma fram till en bestämning. Ta därefter ett foto och låt iNaturalist göra en lite grundligare koll med förslag och information. Det går också att använda foton man redan har tagit; välj ut flera och använd dem i en samordnad sökning som drar nytta av de olika egenskaperna av arten som bilderna visar. Systerappen Seek by iNaturalist ger snarliga funktioner utan att man behöver registrera ett konto, vilket lämpar sig bra för unga elever. iNaturalist ger dock bättre möjlighet att hålla ordning på de fynd man har registrerat. Dessutom kan man få hjälp av andra användare som bekräftar – eller ifrågasätter – din artidentifiering. På så sätt kan fyndet ingå i medborgarforskning och bidra till en ökad kunskap om biologisk mångfald.

Naturen är mer än synintryck, och det är viktigt att låta eleverna uppleva mångfalden med olika sinnen. Fåglar identifierar man oftast bäst utifrån läten; du hör långt fler fåglar än du ser en vårdag i maj. Merlin Bird ID är en fantastisk

app som artbestämmer fåglar med hjälp av mobilens mikrofon. Varför inte använda Merlin till att göra en systematisk undersökning av fågelarterna i skolans närområde genom att, precis som ornitologer gör, gå en förutbestämd sträcka och vid specificerade mellanrum stanna till fem minuter och registrera alla fåglar som hörs? Vilka fåglar hörs i april respektive maj månad och har de olika egenskaper (tidiga allätare eller långtflyttande insektsätare)?

Verifiera efteråt

Oavsett vilken app man använder är det bra att kolla vidare på artfakta.se, en suverän webbplats

med all information om våra svenska arter samlad på ett lättillgängligt sätt. Här kan elever hämta mer information om till exempel en arts ekologi och utbredning. Där kan man också söka med hjälp av bilder, men det är inte lika enkelt som i apparna. Eftersom artfakta.se innehåller så mycket bra information är det dock den bästa källan för att kritiskt granska de fynd man har gjort, till exempel som del av efterarbetet i klassrummet.

Om man vill ta artletandet ett steg vidare finns det några enkla tips som hjälper dig upptäcka fler arter. Skaffa ett litet objektiv som du kan fästa på mobilen för att ge ökad optisk förstoring till dina bil-

der och därmed tydligare detaljer till apparna att jobba med. Ha med en liten burk eller petriskål (gärna med ett vitt papper i botten) i fickan. Fånga in småkryp och fotografera genom behållaren. Använd gärna en kombination av appar och källor (varför inte Nationalnyckeln, se nedan) för att verifiera vad du har hittat. Om man ska rapportera sina fynd i svenska Artportalen (www.artportalen.se) måste man vara helt säker på sin identifiering.

Slutligen, låt inte skärmar och appar ta för stor plats i undervisningen, utan låt eleverna uppleva naturen med sina egna sinnen. Vi behöver bli fler som uppskattar den biologiska mångfalden!

Flyttfåglar – app för lärande och forskning

Text: Anni Aroluoma och Anniina Koliseva vid Jyväskyläs universitet, Finland

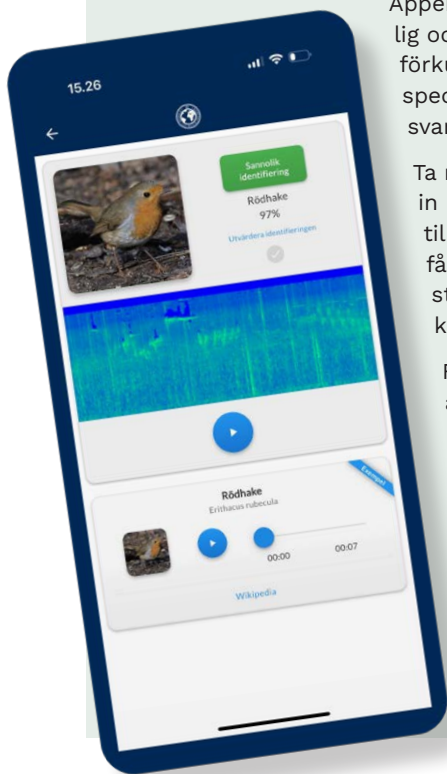
Flyttfåglar är en prisbelönt finsk app för medborgarforskning, som spelar in och identifierar fågelljud med hjälp av AI. Nu har den nyligen släppts i Sverige, på svenska. Appen är utvecklad av det finska centret för digital medborgarforskning, med stöd av både biologer och pedagoger, och är kopplad till färdiga undervisningsresurser.

Appen Flyttfåglar är gratis, användarvänlig och kräver ingen registrering och inga förkunskaper för att användas. Den är specialtränad på nordiska arter och ger svar i form av fågelnamn på svenska.

Ta med eleverna ut i naturen för att spela in ljudlandskapet och granska resultaten tillsammans! Genom att jämföra egna fågelobservationer med appens bestämningar tränas både hörseln och det kritiska tänkandet.

Färdiga idéer för lektioner där appen används finns på Jyväskyläs universitets webbplats, se QR-kod till pdf nedan. Appen innehåller också ett fågelspel som lär användaren bestämma fågelsång på ett roligt sätt.

Datan som samlas in via appen hjälper forskare att förstå till exempel fåglarnas beteende och kommunikation med varandra.



Ny volym av Nationalnyckeln

Kräftdjur: Krill–tiofotade kräftdjur är titeln på den senaste volymen av *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna*, som ges ut av SLU Artdatabanken. Totalt beskrivs 96 arter, i systematisk ordning från familjen lysräkor till familjen bredbenskrabbor, alla med vackra och informativa illustrationer, detaljerade texter och tydliga bestämningsnycklar. Boken kommer ut i slutet av augusti.





Appar allt bättre på att identifiera arter

Text: Minh-Xuan A. Truong och René van der Wal, båda forskare vid Institutionen för ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet, minh.xuan.truong@slu.se

Automatiserade artidentifieringsappar underlättar artbestämningen av djur, växter och svampar i vår omgivning och kan komma till stor nytta i undervisningen.

I dag är teknik som utnyttjar AI (artificiell intelligens) integrerad i många mobilappar, vilket gör det möjligt för elever och lärare att engagera sig i biologisk mångfald som aldrig förr. Allt eftersom dessa verktyg blir mer populära är det viktigt att fråga sig vad de kan och inte kan göra och hur man bäst ut-

nyttjar dem i undervisningen. Den här artikeln bygger på en studie där vi undersökte hur automatiserade artidentifieringsappar utvecklas, används och upplevs.

Automatiserade artidentifieringsappar är verktyg som användaren kan ladda ned till sin telefon eller använda via webbsidor. De utnyttjar AI och datorprogram för att känna igen arter utifrån bilder eller ljudinspelningar. Användaren laddar upp ett fotografi eller ett ljudklipp, och appen föreslår sedan en artbestämning tillsammans med ytterligare information om arten (se ruta till vänster). Fältet för automatiserad artidentifiering har utvecklats kraftigt, med appar som skiljer sig åt avseende affärsmodeller, användarupplevelse och dataanvändning. Gratisappar, som ofta stöds av akademiska institutioner, fokuserar på medborgarforskning och forskning om biologisk mångfald. Betalappar, som utvecklas av privata företag, lägger mer vikt vid användarupplevelse och kommersiell hållbarhet, ofta genom prenumerationer eller köp i appen.

Så här fungerar apparna

Processen för automatiserad artidentifiering följer vanligtvis dessa steg:

1. Användaren tar ett foto av en växt, ett djur eller en svamp, eller spelar in ett fågelläte, med sin mobil.
2. Appen analyserar viktiga visuella eller akustiska egenskaper, till exempel bladform, blomstruktur, fjäderdräktsmönster eller ljudfrekvenser.
3. Appen jämför egenskaperna med en stor referensdatabas av märkta artbilder och inspelningar.
4. Med hjälp av djupinlärningsmodeller tar appen fram de mest sannolika arterna, ofta tillsammans med en sannolikhetspoäng.
5. Användaren kan bekräfta eller finjustera den föreslagna artbestämningen, vilket bidrar till appens fortsatta lärande och förbättrad noggrannhet över tid.

Användning i undervisningen

Undervisning är ett självklart användningsområde för artidentifieringsappar, eftersom de erbjuder en interaktiv och undersökande lärmiljö. De kan också vara särskilt lockande då de presenterar ett roligt och engagerande sätt att utforska naturen, genom en digital plattform som eleverna är vana vid att använda.

För utbildningsändamål rekommenderar vi appar som är kostnadsfria och stöds av akademiska institutioner. Dessa har stora fördelar, till exempel att de knyter användare till globala nätverk för biologisk mångfald, gör det möjligt att bidra till verklig forskning eller övervakningsprogram samt tillhandahåller vetenskapligt validerad information.

PlantNet och Merlin Bird ID är två exempel på användarvänliga appar som kan anpassas till olika åldersgrupper, men som var och en lämpar sig särskilt väl för vissa undervisningsnivåer och aktiviteter.

Tänk på detta!

Även om apparna erbjuder värdefulla upplevelser i undervisningen finns några viktiga punkter att tänka på:

- Noggrannhet och begränsningar – AI-baserad artidentifiering är inte felfri. Uppmuntra eleverna att kontrollera resultaten med flera källor, som fältguider eller experter, och diskutera hur stor tillit man kan ha till AI-genererade svar.
- Balans mellan teknik och direkta naturupplevelser – Uppmuntra eleverna att först uppleva naturen med sina egna sinnen innan de använder appar. Att bara få ett artnamn är inte ett slutmål utan snarare början på en kunskapsresa.

Så samlade vi kunskap

Vi genomförde en systematisk kartläggning av appar i Google Play och Apples App Store för att hitta appar som hjälper användare att identifiera växter, fåglar, svampar och insekter med hjälp av AI. Totalt dokumenterade vi 250 appar och samlade information om deras affärsmodeller, kopplingar till forskning, antalet nedladdningar och vilka artgrupper de fokuserar på.

För att få en bild av hur användarna upplevde apparna, fokuserade vi på de mest nedladdade apparna, både kostnadsfria och betalappar. Vi analyserade nästan 118 000 användarrecensioner från Google Play och letade efter de teman och frågor som användarna oftast tog upp i sina kommentarer.

Några huvudteman framträdde: Nöjdhet respektive frustration över artbestämningarna, oro kring kostnader och prenumerationsmodeller, praktiska förslag och önskemål om förbättringar samt positiva respektive negativa erfarenheter av apparnas funktioner. Användarna uppskattade funktioner som snabb igenkänning, pedagogiska inslag och möjligheten att bidra till forskning. Kritiken handlade främst om tekniska problem, begränsad artdatabas eller svårigheter vid an-



PlantNet

Appen använder bildigenkänning och en stor öppet tillgänglig databas för att identifiera växter, baserat på användargenererade foton, och passar att användas av elever på mellanstadiet, högstadiet och gymnasiet. Den är idealisk för att introducera växtbiologi och fältobservationer. Yngre elever (cirka 10–13 år) kan använda appen med stöd av en lärare för att träna på att känna igen grundläggande växtstrukturer och den lokala floran. Äldre elever (14+) kan fördjupa sig i mer avancerade frågeställningar, som att jämföra olika livsmiljöer, lära sig botaniska termer eller analysera biologisk mångfald i närmiljön. Appen är utvecklad av ett franskt forskningskonsortium.



Merlin Bird ID

Appen identifierar fåglar via foton eller ljudinspelningar med hjälp av AI-modeller som tränats på data från medborgarforskning. Den passar bra för användning av högstadie- och gymnasieelever (12+), särskilt de som är intresserade av fåglar och ljudbaserad observation. Yngre användare kan ha roligt med att identifiera fåglar genom foton eller ljud under utflykter, medan äldre elever kan ägna sig åt akustisk ekologi, studier av artbeteende eller kartläggning av fågelläten i olika miljöer och under olika årstider. Appen är skapad av Cornell Lab of Ornithology i USA.

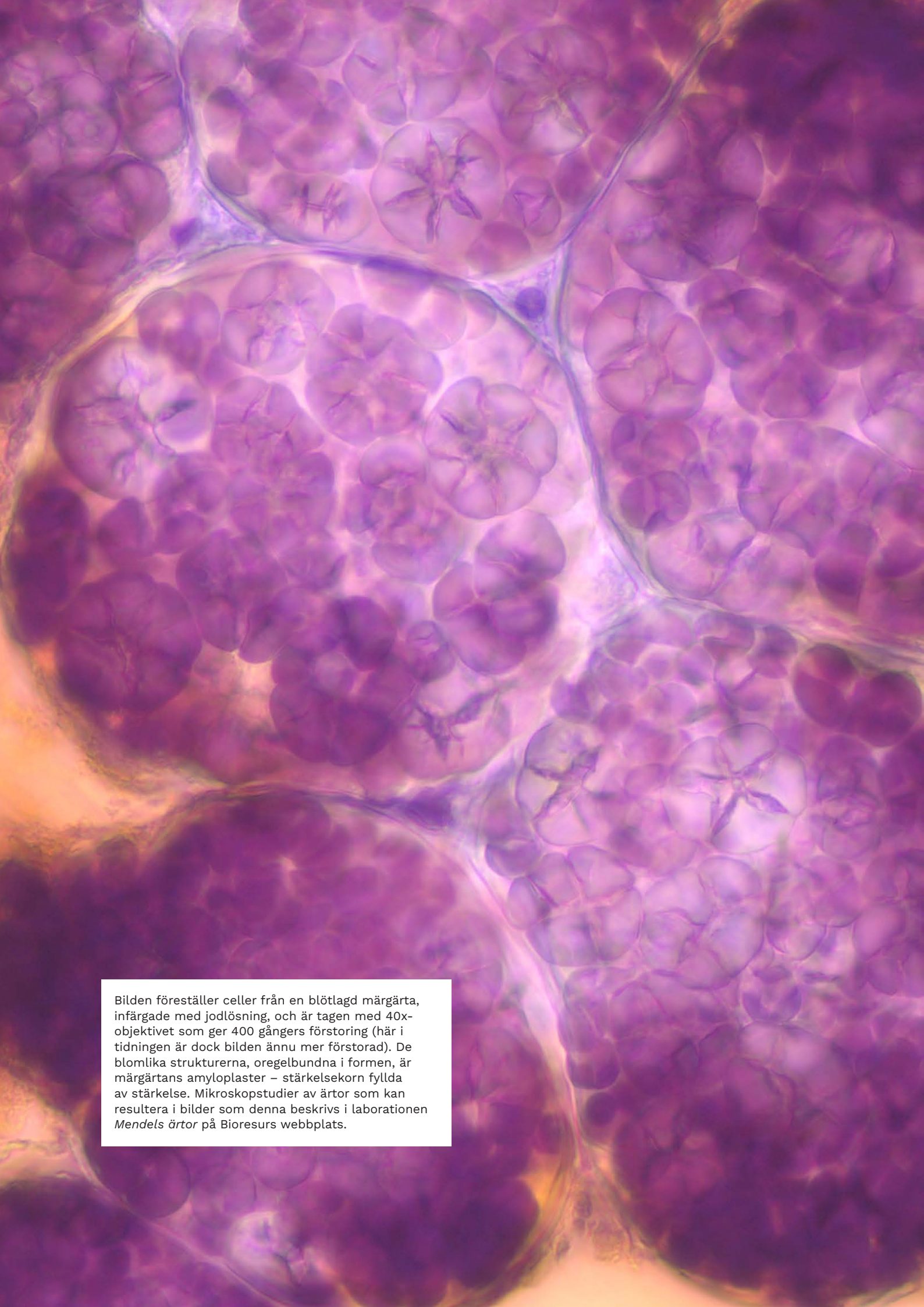
Besvara gärna vår forskningsenkät om hur artidentifieringsappar används i din undervisning.



vändning i fält. Vi jämförde också hur apparna hanterar personuppgifter och biologisk mångfaldsdata – var informationen som samlas in tar vägen och hur den används. Vi fann tydliga skillnader mellan kostnadsfria appar som är kopplade till forskning och kommersiella betalappar: de förstnämnda främjar ofta delaktighet i medborgarforskning och stärker användarens egen kunskap och engagemang, medan de sistnämnda – även om de kan erbjuda en trevlig användarupplevelse – oftare använder personuppgifter i kommersiella syften.

Forskningsartikeln

Truong, M-X A., Van der Wal, R. (2024). Exploring the landscape of automated species identification apps: Development, promise, and user appraisal, *BioScience*, 74:9, s. 601–613.



Bilden föreställer celler från en blötlagd mägeräta, infärgade med jodlösning, och är tagen med 40x-objektivet som ger 400 gångers förstoring (här i tidningen är dock bilden ännu mer förstörd). De blomlika strukturerna, oregelbundna i formen, är mägerätans amyloplaster – stärkelsekorn fyllda av stärkelse. Mikroskopstudier av ärtor som kan resultera i bilder som denna beskrivs i laborationen *Mendels ärtor* på Bioresurs webbplats.

Missförstånd kring Mendel

Uttrycket ”enkel Mendelsk nedärvning” ger ära för ärftlighetslagar till någon som inte själv formulerade dem och ger en så förenklad bild av ärftlighet att man riskerar att övertolka betydelsen av gener. Historien har visat att det kan ge katastrofala följder.

Text: Ammie Berglund, Bioresurs

I boken *How we get Mendel wrong, and why it matters* skriver Kostas Kampourakis om hur fel det kan bli när naturvetare skriver vetenskapshistoria. Att Mendel stereotypt beskrivs som ”genetikens fader”, den ensamt arbetande munken som var den som upptäckte ärftlighetens lagar ”före sin tid” är helt enkelt en felaktig efterkonstruktion. Det är lätt att läsa in mer i det som tidigare forskare sagt och skrivit i ljuset av senare upptäckter. ”Återupptäckten” av Mendels arbete innebar varken mer eller mindre än att forskare som var verksamma under en senare tid där nya metoder och resultat öppnat för nya tolkningar av ärftlighet fick inspiration till sitt fortsatta arbete. Och som så ofta med oss människor är historien om Mendel och hur hans arbeten kom att tolkas kantad av både beundran och konflikter mellan oliktankande.

Den klassiska genetikens ”ärftlighetslagar” beskrivs ofta som att:

1. ärftliga egenskaper hos en individ bestäms av att vardera föräldern bidrar med en faktor som kan vara dominant eller recessiv (egenskapen döljs i kombination med den dominerande faktorn), och
2. olika ärftliga egenskaper nedärvs oberoende av varandra.

Men detta går inte att utläsa ur Mendels klassiska publikation publicerad 1866. Varför har de då kommit att kallas ”Mendelska lagar”? Det ska vi titta närmare på med stöd av Kampourakis bok. Först ska vi se vad Mendel faktiskt bidrog med.

Vad gjorde Mendel – egentligen?

Mendel beskrev själv att han arbetade med egenskaper. På ett mycket imponerande och systematiskt sätt korsade han ärtsorter (*Pisum sativum*) med olika karaktärer. Han fick fram hybrider som följdes i flera generationer genom självbefruktningsfruktningar. Mängder av empiriska data för olika egenskaper samlades in och analyserades med matematiska beräkningar. Att studera hybridisering var högst aktuellt i staden Brno (i nuvarande Tjeckien) vid den tid Mendel levde, både inom djuravel och växtförädling. Han var alltså inte ”före sin tid” utan snarare en av många som försökte lösa sin tids frågor.

I vissa fall fann Mendel att en hybrid av två sorter fick ett mellanting av föräldraplantornas egenskaper. I andra fall fick alla hybridplantor exempelvis samma blomfärg som den ena föräldra-

plantan, men den ”dolda” blomfärgen återkom i nästa generation när hybridplantorna självbefruktnades. Vid den här tiden debatterades om det var pollenkornet som innehöll ”det viktiga” medan fröämnet enbart gav näring, eller om pollenet bara stimulerade ett befintligt embryo i fröämnet. Utifrån sina resultat kunde Mendel argumentera för att både pollenkorn och fröämne bidrog med varsin version av en egenskap. Under utvecklingen av avkomman kunde denna egenskap vara dominant och därmed dölja den andra versionen av egenskapen (den recessiva). Begreppen dominant och recessiv användes alltså av Mendel för att beskriva egenskaper. I dagens biologundervisning används begreppen lika ofta för att beskriva genvarianter, recessiva och dominanta alleler. Den användningen var det dock andra personer som införde, vilket vi snart kommer till.

Att följa nedärvningen av en egenskap kallas ofta för ”enkel Mendelsk nedärvning” (eller monohybrid klyvning). Ett vanligt exempel är gula och gröna ärtar där man med korsnings-schema visar att när två heterozygoter korsas ($Aa \times Aa$) ger det en förväntad utklyvning i pro-



portionerna 3:1 för gula respektive gröna ärtor. Förklaringen ges antingen med fokus på egenskap, som Mendel resonerade: "gult är dominant" och "grönt är recessivt". Men i regel förklarar man resultatet med fokus på de ärftliga partiklarna (vilket Mendel inte gjorde): "Stora A" är en dominant allel, "lilla a" är en recessiv allel. Att det blir fler gula än gröna ärtor beror på att det finns flera möjliga kombinationer av allelerna som ger en gul fenotyp (AA, Aa, aA) medan endast en kombination (aa) ger grön. När vi använder begrepp som allel, homozygot och heterozygot borde vi kalla det för Batesons genetik. Det var nämligen William Bateson som började använda dessa begrepp kring 1900 (fig 1). Han blev en stor förespråkare för "Mendelsk genetik" och en av hans samarbetspartners, Reginald Crundall Punnett, utvecklade det idag så bekanta korsningsschemat ("Punnett square").

Genetikens fader?

Under 1800-talet fanns flera parallella idéer om att "något" överfördes mellan generationer. Olika namn förekom (Charles Darwin kallade dem gemmuler), men vad detta "något" kunde vara klarnade först i slutet av 1800-talet när mikroskopen utvecklades. Att göra kromosompreparat på vitlöksrötter som vi gör i skolan idag (se laborationen *Kromosomjakt* på Bioresurs webbplats) var hetaste forskningsfronten i slutet på 1800-talet. Då myntades begrepp som kromatin för de trådar som färgades och mitos för processen när dessa delades upp i två dotterceller. Kopplingen mellan ärftliga faktorer och kromosomer debatterades under de första åren på 1900-talet. Bateson var skeptisk eftersom det inte tycktes finnas något mönster mellan antal och form på kromosomerna och variationen i egenskaper hos en organism. Ärftlighet och variation måste höra ihop enligt Bate-

son. I ett brev från 1905 skriver han till en vän att:

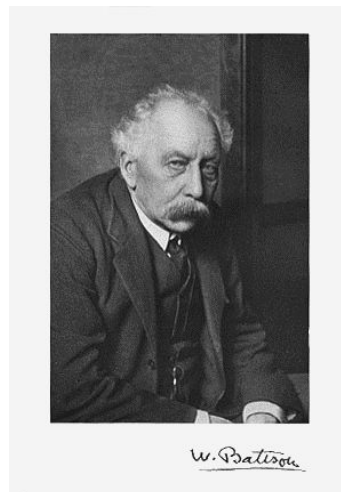
"a professorship relating to heredity and variation... no single word in common use quite give this meaning. Such a word is badly wanted and if it were desirable to coin one, "Genetics" might do"

Detta är den första dokumenterade användningen av "genetik". Kanske borde vi kalla Bateson för "genetikens fader" istället för Mendel?

Bateson blev en förespråkare för "Mendelsk nedärvning" som förklaringsmodell för inte bara ärftliga egenskaper hos växter och djur, utan även för åtgärder för att "förbättra samhället" (fig 2). Han var absolut inte ensam om att driva dessa idéer. Tidigare nämnde Punnett (korsningsschemamannen), är bara ett exempel på alla "gubbar" som argumenterade för att genetikens lagar borde styra politiska beslut. Dessa eugenetiker menade att människor med "önskvärda egenskaper" skulle få

But if the case obeys the Mendelian principles—as does that here quoted—then it can be declared *first* that the gametes of *Aa* will not be bearers of the character proper to *Aa*; but, generally speaking, each gamete will either bear the pure *A* character or the pure *a* character. There will in fact be a redistribution of the characters brought in by the gametes which united to form the zygote *Aa*, such that each gamete of *Aa* is pure, as the parental gametes were. *Secondly* this redistribution will occur in such a way that, of the gametes produced by such *Aa*'s, on an average there will be equal numbers of *A* gametes and of *a* gametes.

Consequently if *Aa*'s breed together, the new *A* gametes may meet each other in fertilisation, forming a zygote *AA*, namely, the pure *A* variety again; similarly two *a* gametes may meet and form *aa*, or the pure *a* variety again. But if an *A* gamete meets an *a* it will once more form *Aa*, with its special character. This *Aa* is the hybrid, or "mule" form, or as I have elsewhere called it, the *heterozygote*, as distinguished from *AA* or *aa* the *homozygotes*.



William Bateson

Foto: commons.wikimedia.org, Public domain

Figur 1. Utdrag ur William Batesons klassiska artikel *The problems of heredity and their solution* från år 1900. Till höger ett porträttfoto på honom. William Bateson (föddes 1861, dog 1926) var en engelsman som intresserade sig för variation inom och mellan arter inom både djur- och växtriket. Han hade ett stort intresse för frågor om ärftlighet och var den som införde termen *genetik* för studier av ärftlighetens lagar.

Källa (texten): www.esp.org/books/bateson/mendel/facsimile/contents/bateson-mendel-2-problems.pdf

fortplanta sig medan de med "icke önskvärda egenskaper" skulle förhindras att göra det. En förenklad bild av ärftlighet kommunicerades effektivt i samhället, både i Europa och USA. Även i skolan.

Förenkling – en risk?

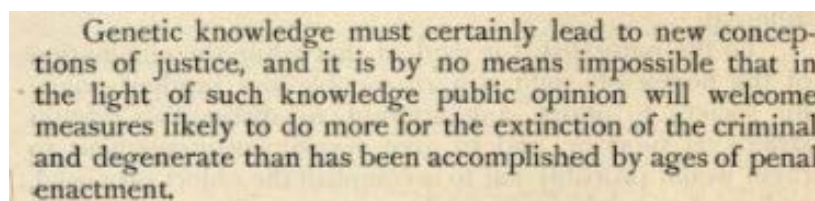
En viktig del av "marknadsföringen" av eugenetiken var användningen av de enkla Mendelska lagarna för att visa på hur den mänskliga "rasen" skulle kunna kontrolleras. Man undervisade med enkla exempel som pälsfärg hos marsvin och drog paralleller till att "på samma sätt" fungerar människans egenskaper som personlighet och intelligens (fig 3). Mendelsk (eller Batesons) genetik användes populärvetenskapligt för att övertyga om att det var rätt och enkelt att kontrollera reproduktionen för "allas bästa".

Flera genetiker ifrågasatte starkt eugenetiken, bland annat Thomas Hunt Morgan. Han utförde de klassiska experimenten med bananflugor som visade att gener gick att koppla till specifika platser på kromosomerna. I en text från 1909 varnade han för att förenklade förklaringar av ärftlighet ökade risken för att forskningsresultat, som ofta varierade, bara skulle förklaras utifrån de "Mendelska lagarna", istället för att användas för att öka förståelsen för ärftlighet. "Enkel mendelsk nedärvning" är snarare ett undantag än regeln för hur ärftlighet fungerar. Det vet vi idag, men trots det undervisas många elever i världen fortfarande som om det är det viktigaste att lära sig om genetik. Man måste ju börja någonstans, men det är viktigt att reflektera över vilka risker en förenklad bild av ärftlighet kan medföra.

Kampourakis menar att på samma sätt som de förenklade mo-

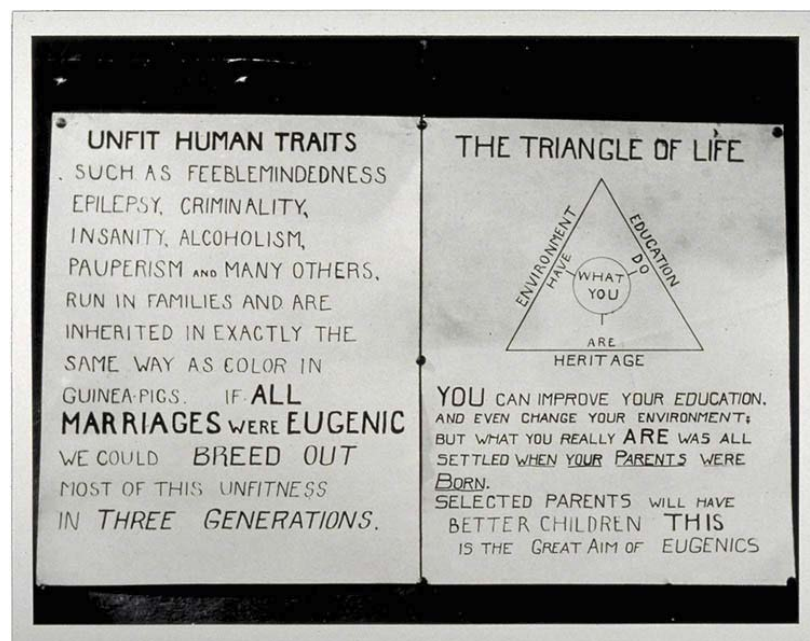
dellerna för hundra år sedan bidrog till att samhällen accepterade rasbiologiska resonemang och tvångsteriliserade människor så kan en alltför förenklad genetikundervisning idag bidra till att elever övertolkar betydelsen av gener. Studier har visat att elever som undervisats om ärftlighet med exemplet sicklecellanemi påverkas av om man gör kopplingar till hur vanlig sjukdomen är hos olika människogrupper, eller om man inte gör det. I det första fallet fick eleverna i högre grad uppfattningen att människogrupper är homogena och en större övertro på genernas betydelse för

mänskliga egenskaper (så kallad genetisk essentialism). När ärftligheten för samma sjukdom togs upp utan koppling till olika människogrupper ökade inte elevernas genetiska essentialism. Tvärtom kunde forskarna visa att om man undervisade utifrån att det är stor variation inom grupper och mindre variation mellan människogrupper, så minskade förekomsten av genetisk essentialism hos eleverna. Exemplet sicklecellanemi tas ofta upp i kontexten ökad fitness för dem som är heterozygota för den muterade allelen i områden med hög frekvens av malariaparasiter



Figur 2. Ur Batesons bok *Mendel's principles of heredity* (1909), sidan 306.

Källa: archive.org/details/mendelsprinciple00bate/page/10/mode/2up



Figur 3. Exempel på hur man kommunicerade att mänskliga egenskaper var lika enkla att förutsäga som pälsfärgen på marsvin. Idag vet vi med stor säkerhet att de egenskaper som omnämns (till exempel epilepsi och alkoholism) är mycket komplexa och påverkas av såväl flera ärftliga faktorer, miljöfaktorer samt samspelen mellan dessa.

"Unfit Human Traits" och "Triangle of Life", cirka 1929. Fitter Families Collection, 2000.1285. Bilden publiceras med tillstånd från American Philosophical Society,

och det finns många andra intressanta mönster av genetisk variation, både inom och mellan populationer av människor runt om i världen. Förhoppningsvis kan lärares kännedom om fenomenet genetisk essentialism i sammanhanget leda till kloka didaktiska val.

Hur ska vi undervisa?

Kampourakis menar att undervisning om ärftlighet ska fokusera på proteiner och hur celler fungerar, inte på "Mendelsk genetik". Att prata om att "en gen ger en egenskap" ger en felaktig bild av hur ärftlighet fungerar. I exemplet med släta och skrynkliga ärtor kan man istället för att säga att det finns alleler "för" släta eller skrynkliga resonera om varför de blir släta eller skrynkliga. Enzymet starch-branching enzyme (SBE1) bygger stärkelse med glukos som byggmaterial (mer specifikt stärkelse av typen amylopektin). Om genen för SBE1 förändras, muteras, så att enzymet slutar fungera,

bildas mindre stärkelse (av typen amylopektin). Kvar i ärtan finns då mer glukos jämfört med när SBE1-enzymerna fungerar. När man torkar dessa ärtor blir de mer skrynkliga än när ärtorna är fyllda med stärkelse (se figur 4 och bilden på sidan 14).

Varför har Mendelsk genetik och korsningsscheman hållit sig fast i undervisningstraditionen? Kampourakis pekar på två skäl:

1. Att man gärna berättar en historia om en verklig person, även om historien är falsk.
2. Att enkla nedärvningsmönster och korsningsscheman ger möjlighet till problemlösningssuppgifter som elever verkar uppskatta och som är relativt enkla att konstruera och rätta.

Det behöver inte vara fel att nämna Mendel eller att visa hur ett korsningsschema fungerar. Men om det bara blir det som eleverna lär sig om ärftlighet är det inte bra. Så om du har brist på tid – prioritera att koppla ihop ärftlighet och egenskaper med proteiner och gener, inte med Mendel!

För att förstå komplexiteten i de egenskaper en individ får kan det vara bra att knyta ihop

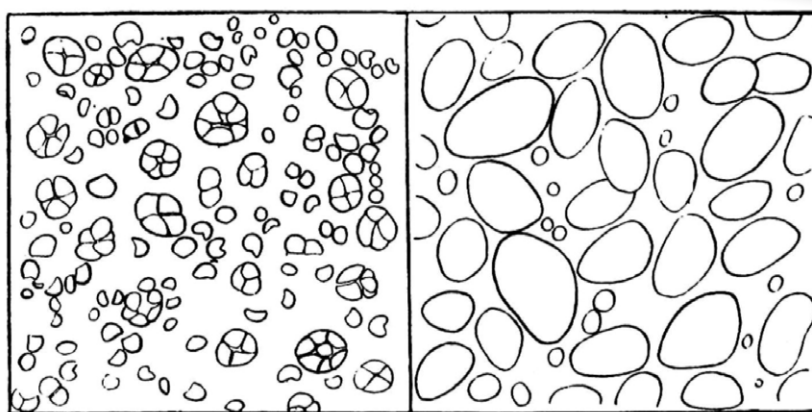
ärftlighet med utvecklingen från befruktning till vuxen organism. Man behöver förstå att två viktiga saker händer längs vägen: tillväxt (celldelningar) och specialisering (differentiering). Kampourakis ger förslag på analogier för att ge en bild av komplexiteten. Exempelvis kan man prata om att egenskaper utvecklas stegvis med en "origami-metafor": För att vika en pappersfågel behövs en stegvis instruktion, en färdig bild av fågeln hjälper inte. Gener är som delarna i en instruktion, de ger en plan för utveckling, inte en färdig egenskap.

Kampourakis avslutar sin bok med att lyfta fram betydelsen av att Mendel bidrog med ett experimentellt system för att studera överföringen av egenskapspar genom flera generationer och att det är för detta vi borde hylla hans namn, inte av de skäl som brukar anges.



Vem lyfter Mendel och varför?

På Bioresurs webbplats finns en text som beskriver lite mer i detalj några händelser under åren 1899–1900 som enligt vetenskapshistoriker kan bidra till förklaringar till varför Bateson blev en så stark förespråkare för att Mendels namn skulle skrivas fram som genetikens fader. Till texten finns frågor som tar upp några aspekter av naturvetenskapens karaktär (*nature of science*). Allt från hur viktiga systematiska metoder för att samla empiriska data är, till hur avundsjuka och konkurrens kan leda till att vetenskaplig kunskap beskrivs på ett visst sätt.



Figur 4. Handritade skisser av mikroskopstudier av stärkelsekorn (amyloplaster) från skrynkliga (till vänster) och släta (till höger) ärtor med samma förstoring (25x), från början av 1900-talet. Jämför gärna med fotografiet på sidan 14. Bilden är publicerad med licens (John Wiley and Sons and Copyright Clearance Center, License number 6040770208758). Referens till originalpublikation: GREGORY, R.P. (1903), The seed characters of *Pisum Sativum*. *New Phytologist*, 2: 226–228. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1903.tb07339>.

Bli biolog?

Text: Lisa Reimegård, Bioresurs



Vanliga groda, en av Sveriges 13 arter av groddjur.

Är dina elever intresserade av organismer och biodiversitet och vill få en både bred och djup förståelse för hur allt hänger ihop? Då är de kanske framtida biologer! Många jobb har biologiskt innehåll och arbetsmarknaden för biologer ser bra ut, enligt Elisabeth Långström, studierektor vid Institutionen för biologisk grundutbildning, IBG, vid Uppsala universitet.

Så blir man biolog

Biologiutbildningar finns vid alla de stora universiteten i Sverige, som till exempel kandidatprogrammet i biologi/molekylärbiologi vid Uppsala universitet, berättar Elisabeth Långström.

– De flesta lärosäten med biologiutbildningar har skilda kandidatprogram för cell- och molekylärbiologi (så kallad vit biologi) och naturvårdsbiologi, ekologi och evolutionsbiologi (så kallad grön biologi). Vid Uppsala universitet har vi valt att ha ett brett program som innehåller både och. Efter en kandidatexamen kan man sedan välja ett masterprogram med inriktning mot grön biologi, exempelvis ekosystem och akvatisk ekologi, eller vit biologi, exempelvis immunologi och mikrobiologi, säger Elisabeth Långström och fortsätter:

– Utöver de obligatoriska kurser som hör till en biologiutbildning kan det vara bra att komplettera med kurser i miljö- och förvaltningsrätt samt geografiska informationssystem (GIS) – det är kunskaper som efterfrågas på många arbetsplatser.

Hon tipsar även om att biologistudenter kan välja att gå en praktikkurs och testa på hur det är att arbeta på ett företag, en myndighet eller en organisation.

– Endera gör man det i början av utbildningen för att få en uppfattning om vad man vill inrikta sig mot, eller i slutet för att få in en fot någonstans, som kan leda till en anställning efter examen. Det finns också stora möjligheter för utbytesstudier utomlands för biologistudenter.

Vad kan man jobba med?

– Som grön biolog kan man till exempel arbeta som ekolog för kommunen, Länsstyrelsen eller i ett konsultföretag. Det finns både små konsultföretag, startade av biologer, och stora, som Afry och Ramboll, som anställer biologer. Speciellt i norr verkar det finnas mycket jobb för gröna biologer, eftersom biologisk hänsyn behöver tas i samband med gruvdrift och stora tågprojekt. Man kan också arbeta på myndigheter som Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten eller på Världsnaturfonden WWF eller Naturskyddsföreningen, eller med forskning. Om man vill arbeta med miljövärd behöver man inrikta sig specifikt mot det och exempelvis behärska miljökonsekvensbeskrivning.

Och hur ser det ut för en vit biolog?

– En vit biolog kan bland annat ägna sig åt forskning, ofta inriktat mot människans sjukdomar, läkemedel och cellers funktion, och arbeta på läkemedelsföretag eller på myndigheter som Läkemedelsverket eller en smittskyddsenhet, säger Elisabeth Långström och fortsätter:

– Andra titlar man kan få som biolog är växtförädlare, limnolog, bioinformatiker och toxikolog. Just ekotoxikologer är mycket efterfrågade på arbetsmarknaden. En kandidatexamen i biologi kan också utgöra grunden för fortsatta studier till bland annat lärare, kommunikatör eller polis. En biologiutbildning ger både djup och bredd och ett vetenskapligt, kritiskt tankesätt, en medvetenhet som man har nytta av i alla möjliga sammanhang.

Avsändare och retur:

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning, Box 592, 751 24 Uppsala

Aktiviteter i höst

Ett urval – se mer på Bioresurs webbplats

19 augusti: Zooma med Bioresurs: Psykisk hälsa (åk 7–9 och Gy), se mer information i grå ruta.

18 november: Zooma med Bioresurs: *Evolution i serieformat* (åk 4–9), se mer information bredvid seriealbumet *Katter på rymmen*.

19–20 november: Kursdagar om dissektioner i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet (Gy).



Läsårskalender

Med detta nummer, Bi-lagan nr 2 2025, följer en läsårskalender med tema växtförädling, framtagen i samarbete med Sveriges Utsädesförening, www.sverigesutsadesforening.se.

Välkommen till FobasNT25

Besök *Forum för forskningsbaserad NT-undervisning*, den **15–16 oktober** i Norrköping. Se www.fobasnt.se.

Prenumerera på Bi-lagan

Är du inte prenumerant? Teckna en gratis prenumeration 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

Lekfull evolutionsundervisning

För dig som undervisar i åk 4–9 och är nyfiken på hur du kan undervisa om evolution på nya sätt finns två tillfällen under hösten att ta del av forskningsprojektet *Evolution i serieformat*. Webbinarierna ger konkreta exempel på hur seriematerialet *Katter på rymmen* – en svindlande evolutionsresa kan användas. Det finns även möjlighet att beställa en klassuppsättning av serietidningen (först till kvarn!), se Bioresurs webbplats.

18 september: Naturhistoriska riksmuseet (www.nrm.se/digital-fortbildning)

18 november: Zooma med Bioresurs (www.bioresurs.uu.se/fortbildning)



Psykisk hälsa

Den **19 augusti** inleds Zooma med Bioresurs av Siri Helle, psykolog och författare samt initiativtagare till kampanjen *Psykisk hälsa på schemat* (psykiskhalsapaschemat.nu). Därefter visar Sara Göransson och Clara Göransson från Lead4health delar av ett nytt undervisningsmaterial för dig som undervisar i åk 7–9 och på gymnasiet, som tagits fram i samarbete med Bioresurs.

Anmäl dig på Bioresurs webbplats.

Foto: pixabay.com

