

Bi-lagan



INSPIRATION OCH INFORMATION FÖR LÄRARE I SKOLAN • BI-LAGAN NR 3 DECEMBER 2016



Den moderna
biologin 3

Biologi med
Pokémon Go 8

Nobelpriset
om autofagi 10

Genetik i
klassrummet 12

Arkéer i teori
och praktik 16

Undervisa om
SNI 22

Nationellt resurscentrum
för biologi och bioteknik

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

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

Bi-lagan

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

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

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

Ansvarig utgivare:
Britt-Marie Lidesten

Redaktion:
Lisa Reimegård (redaktör och layout)
Britt-Marie Lidesten
Kerstin Westberg
Ida Solum

Omslagsbild:
Ek
Foto: Britt-Marie Lidesten

Övriga foton:
Redaktionen om inget annat anges.

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

Annonsering:
Vill du annonsera i Bi-lagan? Se www.bioresurs.uu.se eller kontakta Lisa Reimegård; 018-471 64 07 eller info@bioresurs.uu.se

Upplaga: 13 500 ex

ISSN 2000-8139

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



Biologi behövs

Skolan borde inte handla om att få bästa betygen, utan om att lära sig förstå världen, från dess minsta beståndsdelar till de stora sammanhangen. Att börja tidigt för att skapa intresse och lust att lära hos små barn är centralt. I detta nummer av Bi-lagan skriver vi om Utmaningen, som vänder sig till lärare och barn/elever i förskola och grundskola F-6, och vi skriver om Pokémon Go, med koppling till organismer av olika slag – allt för att inspirera till att upptäcka och fascineras av det som finns i naturen.

Modern biologi är gränsöverskridande, innovativ och kreativ och integrerar kunskaper från olika ämnesområden som kemi, fysik, medicin, matematik och IT. Grunden för den moderna biologin är molekylärbiologi och cellbiologi. Detta behöver i högre grad avspeglade sig i skolans biologiundervisning. Det är inte längre relevant att göra en indelning i så kallad "vit biologi" och "grön biologi". Den gröna biologin använder sig av metoder från den vita biologin och den vita biologin kan arbeta med frågeställningar som hör hemma i den gröna biologin. Läs mer om aktuella forskningsområden på sidorna 3-5.

Modern biologi är gränsöverskridande, innovativ och kreativ...

Att det inte alltid är så lätt att undervisa om molekylärgenetik och använda begreppen läser vi om på sidorna 12-14. Men bra övningar för elever kan underlätta, se sidorna 14-15.

Var går gränsen för liv – en fråga som vi har funderat över under årets Bioresursdagar för gymnasielärare. Vi ville uppmärksamma den tredje domänen, arkéerna, som man inte brukar ägna så mycket tid åt i skolan i jämförelse med de båda andra domänerna bakterier och eukaryoter. Under kursdagarna arbetade vi bland annat med *Halobacterium*, en saltälskande arkée, som lever i vatten med 30% salthalt. *Halobacterium* har många intressanta egenskaper, som ljusdrivna reaktioner och skyddsmekanismer mot UV-ljus. Cellerna är endast cirka två mikrometer långa och man kan förundras över hur det är möjligt för en så pytteliten organism att genomföra komplicerade processer. Sidorna 16-21 handlar om arkéer och om försök man kan göra med denna lilla trevliga organism.

Att organismer består av celler är ett kännetecken för allt liv, men cellen är inte en statisk enhet. Där pågår hela tiden aktiviteter. Celler kan reagera på signaler från omgivningen och där tillverkas en mängd olika ämnen som transporteras till platser inom cellen eller som kan utsöndras från cellen. Men cellens delar kan skadas och förlora sin funktion. Årets Nobelpris i fysiologi eller medicin, se sidorna 10-11, handlar om hur celler kan återanvända skadade delar genom autofagi – en av de grundläggande processerna i cellen.

Slutligen, på sidan 23, finns förslag på böcker till nytta och nöje och även kanske någon passande julklappsbok?



Staffan Svärd är professor och prefekt vid Institutionen för cell- och molekyärbiologi, ICM, vid Uppsala universitet – en biologisk forskningsinstitution med många skilda forskningsprojekt där såväl biologiska kunskaper som kunskaper från andra discipliner tas tillvara.



Den moderna biologin

Forskningsprojekt som syftar till att studera biologi på olika nivåer involverar idag ofta även andra discipliner, som kemi, fysik, data, medicin, teknik och matematik. Detta uppmärksammas här genom en inblick i den forskning som pågår vid Institutionen för cell- och molekyärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet.

Text: Staffan Svärd, professor i mikrobiologi och prefekt vid Institutionen för cell- och molekyärbiolog, Uppsala universitet
E-post: staffan.svard@icm.uu.se

Linné introducerade begreppet biologi redan 1736 och ordets betydelse har sedan dess förändrats ju mer vi har lärt oss om livet och levande organismer. Allmänheten förknippar ofta dagens biologi med studier av växter och djur och man ser biologi som ett homogent, naturvetenskapligt forskningsområde, mycket liknande det som Linné jobbade med på 1700-talet. Bilden är dock inte helt korrekt.

Biologi är idag uppdelat i många olika delområden där man studerar biologi och livet på olika nivåer. Det är vanligt att man använder metoder och kunskap från andra vetenskapsområden för att förstå biologiska problem (se figuren på sidan 5) och de som ingår i forskargrupperna har ofta sin bakgrund i olika discipliner. Många av de stora upptäckterna i den nya biologin uppkommer i gränsområdena mellan biologi och andra klassiska områden som kemi, fysik, data, medicin, teknik och matematik.

Dagens unga biologer måste därför ha bra kunskaper i dessa ämnen. Detta får de på universitetsnivå i exempelvis civilingenjörsprogrammet i molekyär bioteknik vid Uppsala universitet. Programmet var först i Sverige med att

blanda kurser från olika områden och det har varit framgångsrikt. Inte minst reflekteras det av att liknande program sedan dess har startats vid de flesta av de stora svenska universiteten.

Men redan under högstadie- och gymnasieåren bör de olika ämnesområdena integreras så mycket som möjligt. Här finns stor potential för utveckling av undervisningen. Elever som exempelvis är fysik- eller dataintresserade kan i framtiden jobba med biologiska problem men många gånger är man inte medveten om det. Framtiden är redan här inom biologin och grunden till en bra biologisk forskning i Sverige ligger i att man blir bättre på att integrera olika ämnen inom grund- och gymnasieskolan.

Institutionen för cell- och molekyärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet är ett exempel på en biologisk forskningsinstitution som fokuserar sin forskning och undervisning på många av de expansiva interdisciplinära områdena. Verksamheten är just nu uppdelad i sju olika program där forskare med gemensamma intressen inom forskning och undervisning är samlade. Dessa beskrivs kortfattat i de färgade rutorna på nästa sida. ▶

Inriktningar vid en biologisk forskningsinstitution

Verksamheten vid Institutionen för cell- och molekylärbiologi (ICM) vid Uppsala universitet är uppdelad i sju forskningsprogram, här sammanfattade i sju rutor.

Kemisk biologi

Arbetet i gränssnittet mellan kemi och biologi ökar vår kunskap om processer i cellen på molekylär nivå. Biologer undersöker effekten av biomolekyler för att förstå vad som händer i cellen och hur celler kommunicerar medan kemister designar molekylära uppfinningar för att påskynda eller bromsa specifika biologiska processer. Inom kemisk biologi arbetar kemister och biologer tillsammans för att förstå hur biomolekylerna fungerar. Exempel på forskningsområden är RNA-molekylers roll som enzymer och de molekylära mekanismerna bakom reumatism och allergier.

Molekylär systembiologi

Här studerar man de molekylära mekanismerna för genreglering och utarbetar fysikaliska modeller för hur gener slås av och på för att uttrycka mRNA som sedan översätts till protein. Centrala frågeställningar är hur cellen koordinerar hur mycket den behöver av olika molekyler och hur snabbt dessa molekyler kan hitta varandra i cellen. Man är intresserad av de fysikaliska begränsningarna för hur snabbt regulatoriska molekyler kan finna rätt DNA-sekvens och hur noggrant RNA kan översättas till protein. För att svara på dessa frågor används ett batteri av känsliga mätmetoder, som "single-molecule-tracking" i levande celler, röntgenkristallografi med mera och forskarna utvecklar metoder för exempelvis mikroskopi och beräkningsbiologi.

Struktur- och molekylärbiologi

Forskningen har en grund inom strukturbiologi, molekylärbiologi och biokemi. Man studerar en rad olika grundläggande biologiska processer från proteinsyntes, enzymkatalys och proteinevolution till proteinveckning, uppbyggnad av komplexa strukturer och antibiotikaresistens. Man är också starkt engagerade i syntetisk biologi och i utveckling av nya läkemedel för att behandla tuberkulos.

Molekylär biofysik

Här finns en stark koppling till fysik och man arbetar inom området strukturbiologi. Man studerar interaktioner mellan fotoner och materia under extremt korta tidskalor och vid extremt starka fotonintensiteter och utnyttjar dessa interaktioner för att avbilda celler och biologins minsta byggstenar. Man använder sig av stora anläggningar för frielektronlaserstudier i USA och Tyskland. Dessa anläggningar används framförallt av fysiker för grundläggande forskning inom fysik men ICM har utvecklat metoder för biologiska studier. Forskningen berör fotosyntes och kolfixering i marina mikroorganismer; mestadels från vattnen kring polarområdena samt strukturen av gigantiska virus.

Mikrobiologi

Mikrobiologin har förändrats mycket de senaste tio åren eftersom man nu kan studera organismer som inte kan odlas i laboratoriemiljö, vilket uppskattningsvis gäller för över 99 procent av alla mikroorganismer på jorden. Nya tekniker inom storskalig DNA-sekvensering, RNA- och proteinanalyser, cellseparation och mikroskopi har gjort det möjligt att studera det som är svårt eller omöjligt att odla. Men ofta använder man så kallade modellorganismer, organismer som kan odlas i labbmiljö och genetiskt modifieras, för att förstå hur mikroorganismer fungerar. Forskningsprojekten finns inom både prokaryot (bakterier och arkéer) och eukaryot mikrobiologi och ämnesområden som berörs är bland annat infektionsbiologi och protozoer, genomik och evolution av encelliga eukaryoter, antibiotikaresistens, RNA-biologi, det adaptiva immunsystemet CRISPR-Cas och dess tillämpningar, toxin-antitoxinsystem och mycket annat.

Bioinformatik och beräkningsbiologi

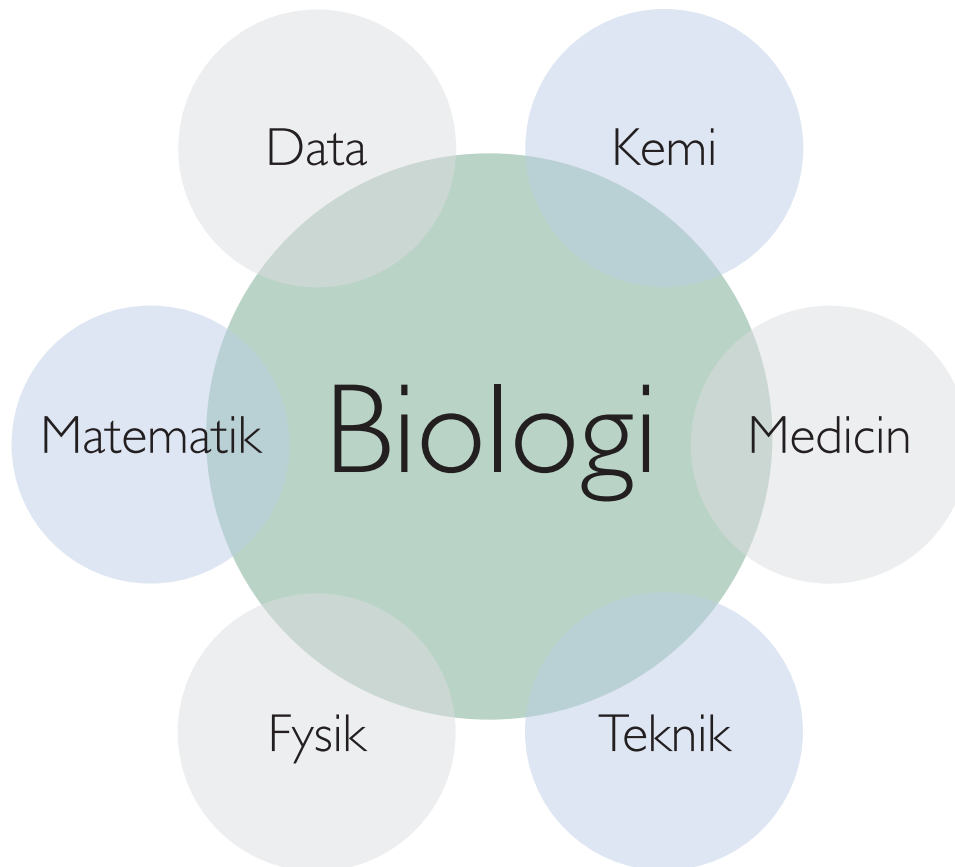
Forskningen omfattar beräkningsbiologi, med inriktning på strukturbiologi och biokemi, samt bioinformatik. Redskapen är kraftfulla datorer och dataprogram som används för att förstå biologiska processer. Bland annat utvecklar man simuleringsprogram för molekylärdynamik, som kan användas för att förstå hur biomolekyler som membranproteiner och RNA-molekyler ser ut och fungerar. Man gör beräkningsanalyser, simuleringar och förutsägelse av makromolekylära funktioner och interaktioner baserade på strukturell information. Man använder strukturberäkningar för att studera effekter av mutationer och utvecklar system för proteinklassificering. Projekten omfattar exempelvis studier av cellulära nyckelenzymer samt struktur-baserad läkemedelsdesign och det finns stark koppling till forskning inom läkemedelsindustrin.

Molekylär evolution

Forskningen kretsar runt de evolutionära processer på molekylär nivå som formar livet för organismer, framförallt mikroorganismerna, på jorden. Forskningen är fokuserad på studier av uppkomsten av sjukdomsframkallande mikroorganismer, av symbiotiska relationer mellan två eller fler organismer, av de unika funktionella egenskaperna hos arkéer och av utvecklingen av den eukaryota cellen. Det är stora frågor man försöker besvara: Hur uppstod och utvecklades liv? Hur anpassar sig organismer och frodas i så vitt skilda miljöer som inuti insekter och i varma källor? Vad gör vissa bakterier skadliga medan andra lever inuti våra kroppar utan att orsaka sjukdomar? Grunden till forskningen är moderna tekniker för DNA-sekvensering och bioinformatiska analyser av genomsekvenser. Metodutveckling för att kunna arbeta med mycket små mängder av biologiskt material ingår.

Läs mer om de olika forskningsprojekten vid ICM i en populärvetenskaplig skrift där forskare berättar om de senaste upptäckterna. Skriften kan laddas ner från Bioresurs hemsida: www.bioresurs.uu.se/pdf/forskarpportratt_ICM.pdf





Den moderna biologin med angränsande områden. Många av de stora upptäckterna görs i gränsområdena mellan de olika vetenskapsfälten.

Den moderna biologins delområden

- *Biofysik*: undersökning av biologiska processer genom fysik. Man tillämpar teorier och metoder som traditionellt används i de fysiska vetenskaperna.
- *Bioinformatik*: användning av informationsteknik för studier, insamling och lagring av genetiska och andra biologiska uppgifter
- *Biokemi*: studier av kemiska reaktioner som krävs för att livet ska existera och fungera
- *Biomatematik (eller beräkningsbiologi)*: kvantitativa eller matematiska studier av biologiska processer med tonvikt på modellering, datorbaserad forskning
- *Bioteknik*: studier av biologi med inriktning mot tillämpningar och industri
- *Cellbiologi*: studier av cellen som en komplett enhet samt de molekylära och kemiska interaktionerna inom en levande cell
- *Evolutionsbiologi*: studier av ursprung och härkomst av organismtyper och arter över tiden
- *Genetik*: studier av gener och ärftlighet
- *Immunologi*: studier av immunsystemet i alla organismer. Immunologi har tillämpningar inom många olika medicinska discipliner
- som organtransplantation, onkologi och infektionssjukdomar.
- *Infektionsbiologi*: biologisk förståelse av infektioner – en blandning av mikrobiologi och immunologi
- *Kemisk biologi*: spänner över områdena kemi, biologi och fysik. Man tillämpar kemiska tekniker, verktyg och analyser samt ofta föreningar som framställs genom syntetisk kemi för studier och manipulering av biologiska system.
- *Mikrobiologi*: studier av mikroorganismer och deras interaktioner med andra levande varelser
- *Molekylärbiologi*: studier av biologi och biologiska funktioner på molekylär nivå, numera integrerad inom flera nya områden
- *Strukturbiologi*: en kombination av molekylärbiologi, biokemi och biofysik som sysslar med molekylära strukturer av biologiska makromolekyler
- *Syntetisk biologi*: konstruktion av biologiska funktioner som inte finns i naturen – en blandning av biologi och ingenjörskonst
- *Systembiologi*: studier av komplexa samspel inom biologiska system





Bilderna visar från vänster till höger:

Mossrik granskog

Harsyra och mossor av olika slag, som stor björnmossa, väggmossa och granvitmossa.

Stor björnmossa

Stor björnmossa

Trädstam med klibbticka

Många nyanser av grönt

lakta och upptäck det som finns runt omkring i naturen! 2016 års utmaning från Bioresurs handlar om att sortera och gruppera.



Text: Britt-Marie Lidesten

För några veckor sedan var jag ute i skogen. Det var en härlig höstdag, solen sken och jag kom allt längre in i skogen. I den mjuka mossmattan hördes inte ens stegen och jag njöt av tystnaden. Många känner nog igen sig i att det är härligt att komma ut i skogen och omges av allt det gröna; att jogga, plocka bär och svamp eller bara vara. Men är det bara en grön kuliss – ser vi något mer än bara nyanser av grönt?

Om vi tittar lite närmare upptäcker vi olika former och färger som motsvaras av många arter av växter. Alla arter har sina karaktäristika som gör att de kan skiljas åt. Visst syns det att det är en husmossa som avbildas till höger? Den växer i våningar, som i ett hus, en våning per år. Vi ser tre årskott hos individen på bilden.

Mosskuddarna på bilden överst i mitten ser inbjudande ut men försöker man sätta sig på en av dem blir man besviken. Man sjunker djupt ner och med största sannolikhet blir man också våt i baken. Det finns flera arter av björnmossa i Sverige, men stor björnmossa växer i kuddar med individer som blir upp till 50 centimeter långa. Uppifrån bildar mossplantorna ett vackert stjärnmönster.

I samma skog, inte så långt därifrån, växer några svampar på en nedfallen trädstam. I allt det gröna skiljer klibbtickornas röda kanter ut

sig från omgivningen. Strax intill har ekorren lämnat en hög med grankottsfjäll och några avgnagda kottar i sin jakt på näringsrika frön.

När vi tittar närmare urskiljer vi detaljer i allt det gröna och ser spåren av djuren som rört sig i området. Det är roligt att känna igen arterna som är vanliga i just den miljö man ofta besöker och det blir lättare att lära sig nya arter ju fler man kan. Samtidigt märker man också förändringar i miljön. Att känna igen olika arter är grunden för att förstå den biologiska mångfalden och vad som kan hota den.

Sortera och gruppera

När man sorterar måste man söka efter likheter och skillnader. Man tränar iakttagelseförmågan och lär sig att skilja ut detaljer liksom att se helhet och sammanhang.

Att iakta det man ser och utifrån detta dra logiska slutsatser är grunden för all naturvetenskap, oavsett om det handlar om att göra iakttagelser i naturen eller genomföra ett experiment i klassrummet. Det gäller från förskolebarnens undersökande av naturen till forskaren som jobbar med att studera och systematisera organismvärlden.

Att sortera och gruppera är centralt i naturvetenskap och uppmärksammas även i styrdokumentet för grundskolans alla årskurser.





Vilka kriterier håller?

Det finns närmast oändligt många olika arter och det är omöjligt att lära sig känna igen mer än en bråkdel. Detta får inte hindra lärare från att ta med sig förskolebarn och elever ut i naturen. Var inte orolig för att inte kunna besvara alla frågor. Använd frågorna som utgångspunkt för att göra iakttagelser tillsammans med barnen och eleverna: Vad är karaktäristiskt hos exempelvis mossan, insekten eller svampen som gör att man kan känna igen den? Vilka delar består den av? Vilka färger har den? Hur fortplantar den sig? Det finns många frågor att ställa.

Det är ibland svårt att bestämma exakt art och det mest korrekta är i så fall att endast ange en grupp (om man kan). Däremot är det viktigt att diskutera med barnen och eleverna om vilka kriterier som är lämpliga att använda när man studerar organismer från biologisk synvinkel. Om syftet är att sortera och katalogisera organismer på ett sådant sätt att även andra personer ska kunna veta att man jobbar med samma organism måste man använda egenskaper som är ärftliga och som inte beror på miljöfaktorer.

Carl von Linné skapade ett sådant generellt system som kunde användas av botanister över hela världen. Han revolutionerade arbetet med att katalogisera växtvärlden genom att dela in växter i grupper efter deras könsorgan, ståndare och pistiller. (Dagens botaniker invänder mot att Linnés sexualsystem inte visar växternas släktskap. Med DNA-undersökningar kan man nu fastställa det verkliga släktskapet.)

Vilka kriterier är generella och kan användas för att sortera blad från olika lövträd? Hur fungerar det att sortera efter färg, storlek eller form?

- På hösten blir en del blad från bland andra lönn, rönn och asp vackert röda och gula, medan andra blad på samma träd fortfarande

de är gröna. Från biologisk synpunkt fungerar inte färgen på höstlöven för att identifiera vilken art det är.

- Bladens storlek kan variera både mellan träd av samma art och inom ett träd. Att storleken skiljer åt kan exempelvis bero på näringstillgång, men ibland kan bladen på unga trädplantor bli mycket större än hos äldre träd.
- Blad kan även få olika skador beroende på att insekter eller andra djur ätit på bladen.

Inget av detta fungerar som kriterier för att känna igen vilken art det är. Titta i stället på många blad från samma träd och försök att tillsammans med barnen och eleverna identifiera karaktärer som är gemensamma. Har bladen flera flikar eller endast en bladskiva? Vilken form har bladskivan och hur ser kanten ut? Finns det hår på bladen eller är de helt släta? Jämför med en fälthandbok över träd och ta reda på vilka kriterier som används för att skilja ut olika trädarter. Vilka kriterier kan man använda för att förstå att alla bladen till höger kommer från asp?

På samma sätt som man kan titta på trädens blad kan man resonera när man sorterar djur, svampar eller andra växter.

Utmaningen 2016

Bioresurs har varje år en Utmaning till lärare och barn och elever i förskola och grundskola F-6. 2016 års Utmaning handlar om att sortera och gruppera. Även om anmälningstiden för Utmaningen har gått ut är det inte något som hindrar att du som är lärare eller förskollärare hämtar idéer från vår hemsida eller från årets kalender (uppslagen för augusti, september och juni) för att arbeta med att sortera och gruppera. Se länken Utmaningen till vänster på startsidan.

Vi funderar nu på vad 2017 års Utmaning ska handla om. Hör av dig med goda idéer till info@bioresurs.uu.se





Pokémon Go

- Så kan figurerna användas för att diskutera biologi



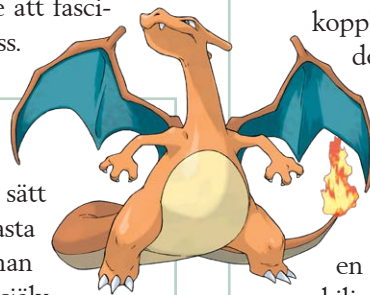
Text: Lisa Reimegård

Känner du igen Pikachu, den gula figuren med röda kinder? Sedan mobilspelet Pokémon Go lanserades i Sverige i somras har människor i alla åldrar lockats utomhus i jakt på Pikachu och andra fiktiva varelser. Här ger vi förslag på hur man kan dra paralleller mellan Pokémon och organismer i naturen.

Satoshi Tajiri, Pokémonns skapare, växte upp i Japan under 1960- och 1970-talet. Ett barns intresse var att samla insekter – något som senare gav honom inspiration till Pokémon, där en grundidé är att fånga Pokémon, eller Pocket Monsters. För även om Pokémon Go är ett nytt fenomen har Pokémon existerat länge, som Nintendo-spel, samlarkortspel, filmer, med mera. På detta uppslag finns exempel på elevövningar som kanske kan få inspirationen att gå åt motsatt håll och få Pokémonintresserade att fascineras av den natur som omger oss.

Prata om ägg

I Pokémon Go finns det två sätt att skaffa varelser: man kan kasta en virtuell boll på dem eller man kan få ägg som kläcks när man själv har gått en viss sträcka. Diskutera med eleverna hur det ser ut i verkligheten: Vilka djur lägger ägg? Hur lång tid tar det innan olika arters ägg kläcks? Var finns däggdjurens ägg?



Kolla upp klassificering

Pokémonfigurer kategoriseras som en eller två typer, exempelvis "flygande" och "eld", som varelsen här nedan. På hemsidan www.pokemon.com/se finns information om och bilder på figurer under fliken Pokédex. Genom att klicka på "Visa avancerad sökning" kan man välja att visa olika typer, exempelvis alla som kallas insekter eller alla med koppling till vatten. (Alla Pokémon är dock inte möjliga att finna i Pokémon Go.) Låt eleverna hitta förslag på verkliga motsvarigheter till några Pokémon av en viss typ och ta reda på hur dessa klassificeras, till exempel genom en sökning på www.dyntaxa.se. Hur skiljer sig klassificeringen? Den getingliknande figuren på nästa sida kategoriseras som "insekt" och "gift" på Pokémonns hemsida medan en verklig geting kan beskrivas som exempelvis "insekt" och "gaddstekel".

Pokémonbilderna på uppslaget © 2016 Pokémon/Nintendo

Diskutera utvecklingssteg

Vissa Pokémonfigurers utvecklingsstadiet påminner om dem vi ser i verkliga organismers livscyklar. Några larvliknande varelser utvecklas till exempel till något som ser ut att föreställa först en puppa och sedan en vuxen insekt. Det finns även grodyngelliknande figurer som kan omvandlas till något som liknar grodor. Men ibland ser Pokémonfigurerna ut att kunna genomgå en slags snabb evolution, från en art till en annan; något som liknar en skallerorm (familj huggormar) blir till exempel något som påminner om en kobra (familj giftsnokar). Titta på Pokémonfigurerna nedan och försök lista ut vilka två eller tre som hör ihop. Diskutera även hur livscyklerna ser ut för exempelvis getingar, grodor, fjärilar och fåglar i naturen.



På www.pokemon.com/se, under fliken Pokédex, kan man se hur figurerna hör ihop. Sök på nummer 10-17, 60 och 61.

Vilken ska bort?

Hur kan man gruppera djur? Studera de fyra Pokémonfigurerna nedan, dra paralleller till existerande organismer de liknar och försök hitta olika förklaringar till att tre passar ihop och en avviker. Några förslag på frågeställningar är: Vilka tycks leva i/nära vatten? Vilka har ben att gå med? Vilka har skelett inuti kroppen?



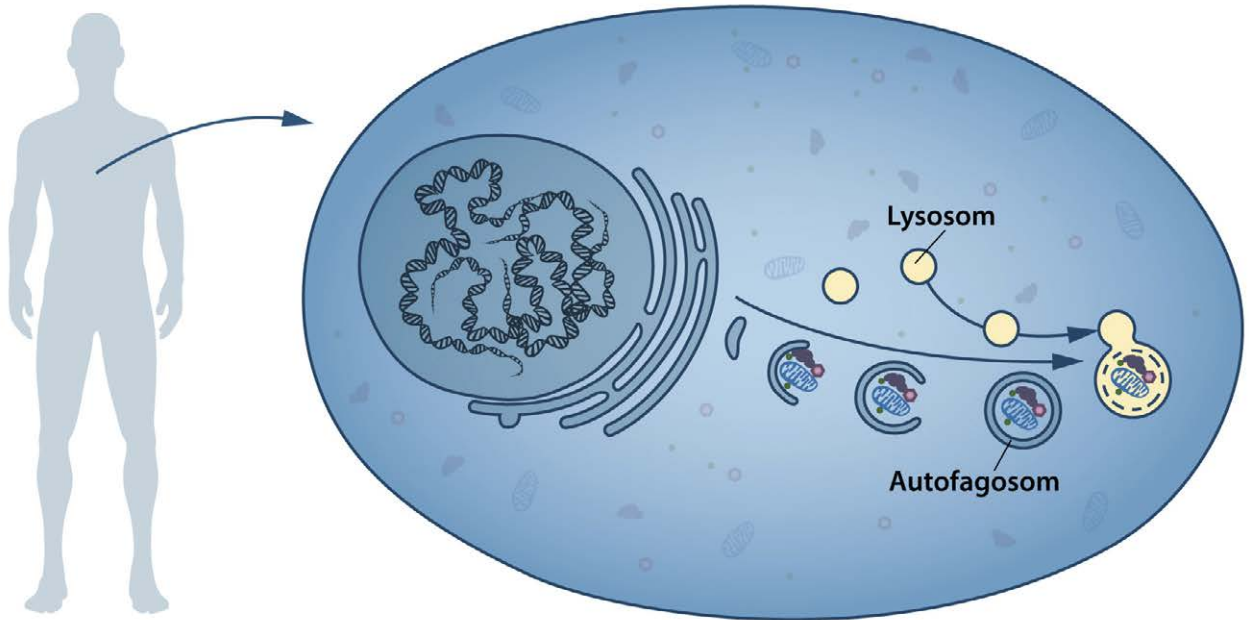
Leta kännetecken

Pokémonfigurerna är påhittade men flera av dem liknar existerande organismer. Vilka drag hos Pokémonfigurerna – och verkliga organismer – avgör hur vi sorterar dem? Vilka av varelserna nedan liknar däggdjur, fåglar och fiskar? Varför? Den översta och nedersta i den vänstra kolumnen är extra intressanta att diskutera.



Vilket är det konstigaste djuret som finns? Science in School har utlyst en tävling för barn och elever i åldern 4–19 år: "The search for the strangest species on Earth". Bidragen ska vara inkomna senast den 31 januari 2017. Läs mer i Science in School nr 36 2016 eller på www.scienceinschool.org.

Tips: Om man spelar Pokémon Go och råkar få syn på en spännande verklig organism kan man lägga upp ett bildbevis med hashtaggen #pokeblitz eller #pokemonirl på Instagram eller Twitter.



Autofagi

Illustration: © Nobelkommittén för fysiologi eller medicin. Illustratör: Mattias Karlén

En livsnödvändig process

Proteiner felveckas, organeller skadas och cellulära byggstenar saknas. Det här är exempel på tillfällen då autofagi kommer till nytta, en fundamental process för nedbrytning och återvinning i cellen som uppmärksammats i och med årets Nobelpris i fysiologi eller medicin.



Text: Lisa Reimegård

Genom autofagi fångas beståndsdelar i cellen upp i vesiklar, så kallade autofagosomer, och transporteras till lysosomen, där de bryts ner. Nedbrytningsprodukterna, till exempel aminosyror, kan sedan användas av cellerna på nytt. Yoshinori Ohsumi, idag professor vid Tokyo Institute of Technology i Japan, kunde på 1990-talet visa att autofagi förekommer i jäst och upptäckte 15 gener kopplade till fenomenet. Därefter kartlade han mekanismerna bakom autofagi och visade att processen även pågår i mänskliga celler. För sina upptäckter tilldelades han Nobelpriset i fysiologi eller medicin 2016.

Thomas Perlmann är professor i molekylär utvecklingsbiologi vid Institutionen för cell- och molekylärbiologi på Karolinska institutet och även sekreterare i Nobelkommittén för fysiologi eller medicin. Det var han som ringde upp Yoshinori Ohsumi på morgonen den tredje oktober och berättade om utmärkelsen.

– Han blev mycket glad och överraskad. Det kändes inte som att han satt vid telefonen och väntade på samtalet, säger Thomas Perlmann, som tror att en nyckel till Yoshinori Ohsumis framgångar ligger i att han inte är så tävlingsinriktad utan aktivt sökte sig till ett forskningsom-

råde där få verkade och konkurrensen var liten.

Sedan Yoshinori Ohsumi gjorde sina fynd har dock intresset för autofagi, som observerades för första gången redan på 1960-talet, vuxit enormt.

– Han öppnade upp dörrarna för förståelsen för både processen och dess betydelse för organismer och hans upptäckter kommer alltid att omnämnas som monumentala för den medicinska forskningens utveckling, säger Thomas Perlmann.

Idag vet man att autofagi spelar en viktig roll i en mängd sammanhang och pågår både på basal nivå under normala förhållanden i cellen och i högre grad vid exempelvis svält.

– En studie har visat att genetiskt modifierade möss, som saknar en av de gener som behövs för att autofagi ska fungera normalt, dör efter födseln. Detta beror på den näringsbrist som uppstår när ungarna inte längre får näring via navelsträngen men ännu inte börjat dia. En av autofagins centrala funktioner är nämligen att snabbt förse cellerna med bränsle och byggstenar vid behov.

Autofagi hjälper även cellerna genom att eliminera oönskade bakterier och virus samt skadade och förbrukade proteiner och organeller.

– Problematiken med defekta proteiner och organeller ökar med åldern och autofagi utgör här

ett viktigt skyddssystem. Djurstudier har visat att livslängden blir längre om näringsintaget är lågt, så länge det inte skadar organismen. Sannolikt ligger autofagi delvis bakom detta samband, eftersom processen både intensifieras vid lågt näringsintag och kan skydda cellerna mot åldersrelaterade problem, säger Thomas Perlmann.

Även om årets Nobelpris uppmärksammar en fysiologisk mekanism och inte en medicinsk upptäckt finns det ett flertal sjukdomar som har koppling till autofagi. Bland annat orsakas vissa ärftliga sjukdomar som påverkar det centrala nervsystemet av mutationer i autofagigener.

Avvikande autofagi har också observerats i de nervceller som är drabbade vid neurodegenerativa sjukdomar som Alzheimers sjukdom, Parkinsons sjukdom, Huntingtons sjukdom och amyotrofisk lateralskleros (ALS).

– Nervceller är väldigt långlivade och därför extra beroende av välfungerande autofagi, för att förhindra att skadliga cellkomponenter anrikas, vilket skulle kunna leda till celldöd. Nervcellernas struktur gör också att autofagosomerna kan behöva färdas relativt långa sträckor innan de når lysosomerna. I flera djurmodeller för neurodegenerativa sjukdomar har man visat att ökad autofagi kan stoppa nedbrytningen av nervcellerna, säger Thomas Perlmann.

Autofagi är även något som cancerforskare intresserar sig för. Man har sett att processen verkar kunna motverka tumörutveckling i ett tidigt stadium men främja tillväxt när cancer är mer etablerad – genom att hjälpa cancercellerna att överleva och växa i en näringsfattig miljö och även skydda dem mot diverse behandlingar.

– Kliniska prövningar pågår just nu där man försöker blockera autofagi i cancerceller, säger Thomas Perlmann, som menar att det är sannolikt att autofagiprocessen kommer att bli en viktig måltavla för många olika typer av läkemedel i framtiden.

Tidigare Nobelpris

Lysosomen, där cellmaterialet i autofagosomerna bryts ner, upptäcktes av den belgiske forskaren Christian de Duve på 1950-talet, vilket ledde till att han blev en av tre Nobelpristagare i fysiologi eller medicin 1974. Det var även Christian de Duve som namngav processen som årets Nobelpris handlar om: autofagi.

Nobelpriset i kemi 2004 tilldelades Aaron Ciechanover, Avram Hershko och Irwin Rose för upptäckten av en cellulär process där så kallade proteasomer bryter ner proteiner märkta med proteinet ubiquitin.

Förklaringar

Autofagi: På grekiska betyder auto "själv" och phagein "äta". Autofagi betyder således "självätande". På hemsidan www.nobelprize.org finns ytterligare information om autofagi, på sidan för Nobelpriset i fysiologi eller medicin 2016.

Autofagosom: vesikel som bildas i cellen, tar upp cellulära beståndsdelar och därefter sammansmälter med lysosomen

Lysosom: en organell som innehåller enzymer som bryter ner andra organeller, större cellulära beståndsdelar, proteiner, kolhydrater och fettmolekyler

Makroautofagi: Den process som fick namnet autofagi och som Yoshinori Ohsumi studerade kallas nu även makroautofagi, sedan man upptäckt andra autofagiprocesser, bland annat mikroautofagi. Mitofagi och xenofagi (se nedan) är båda varianter av makroautofagi.

Mitofagi: autofagi inriktad på att eliminera mitokondrier

Xenofagi: autofagi inriktad på att eliminera oönskade mikroorganismer

Två bioinformatikövningar

För att få en uppfattning om hur elementär autofagi är för cellen kan man besöka Ensembls hemsida, www.ensembl.org, och studera hur väl bevarade autofagigener är. De 15 autofagirelaterade gener som Yoshinori Ohsumi upptäckte i jäst heter Atg1–Atg15. (I musmodellen som nämns på sidan 10 saknas Atg5.)

Börja med att välja "Human" i rutan efter "Search" och skriv ATG i rutan efter "for". Klicka på "Go". Klicka därefter till exempel på "ATG7 (Human Gene)" eller "ATG12 (Human Gene)", som dyker upp några rader ner i träfflistan. Gå sedan vidare på något av följande sätt:

- Klicka på "Gene tree" under "Comparative Genomics" i vänsterspalten och använd trädet som visas för att diskutera i vilka organismer genen har hittats.
- Klicka på länken till den aktuella kromosomen, som anges efter "Location". Klicka sedan på "Synteny" under "Comparative Genomics" i vänsterspalten. En illustrativ jämförelse mellan var genen finns i människans genom och var motsvarande region finns i musens genom dyker upp. Diskutera denna och jämför även med andra organismer via "Change Species", till höger om kromosombilderna.

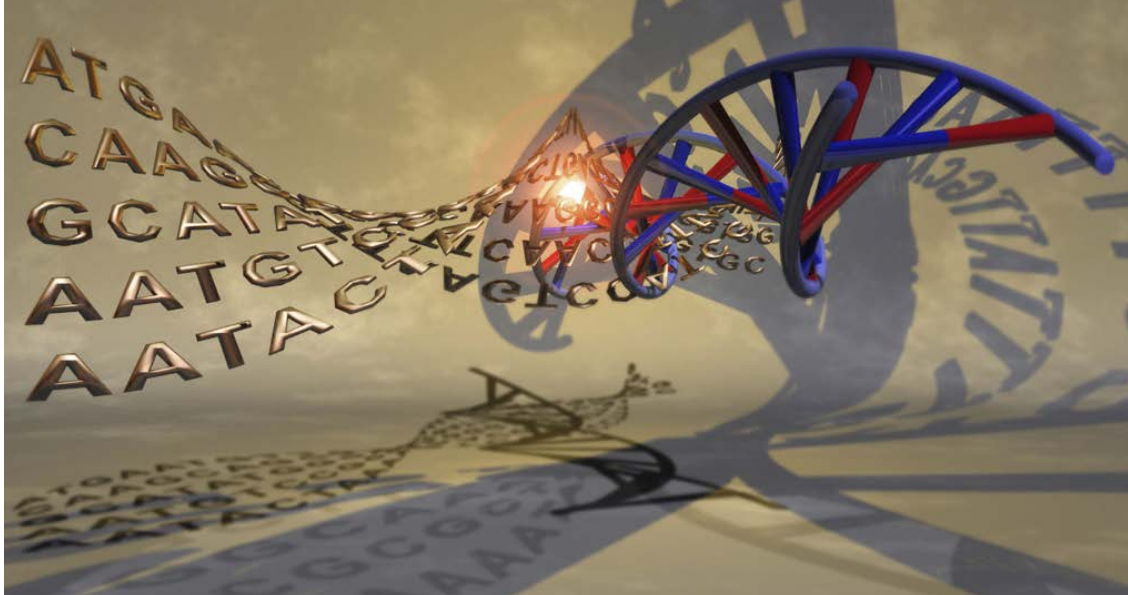


Illustration: Ola Lundström

Genetik

– en utmaning i klassrummet

Elever i alla åldrar har hört ord som DNA och gener redan innan de presenteras i skolan men att undervisa om genetik är komplicerat. Karin Thörne är doktorand vid Karlstads universitet och studerar hur lärare använder genetikbegrepp. Här beskriver hon vilka problem som kan uppstå och hur elevers förståelse kan främjas.

Text: Karin Thörne, doktorand vid Karlstads universitet
E-post: karin.thorne@kau.se

Genetik förekommer i både nyhetsrapportering och populärkultur men i kursplanen för biologi finns det inte med i det centrala innehållet förrän i årskurs sju. När genetik introduceras i skolan har eleverna därför redan olika uppfattningar om genetikrelaterade begrepp men de är inte alltid i linje med vetenskapen. Till exempel har yngre elever visat sig tro att det finns DNA i datorer och bilar.

Skolans uppgift är att ge eleverna en grundläggande förståelse för genetik för att de ska kunna ta del av samhällsdebatten, förstå medie-rapporteringen inom genetik och kunna ta ställning i frågor med koppling till genetik. Under 2015 genomfördes den första genmodifieringen av ett befruktat humant ägg av kinesiska forskare, i USA godkändes lax som det första genmodifierade djuret att användas som livsmedel och för första gången godkändes en genterapi-behandling mot cancer för kommersiell användning. Utvecklingen inom modern genetik går i rasande fart och mycket av det som sker är fascinerande men väcker också etiska frågor.

Elevers svårigheter

Trots att elever och lärare tycker att genetik är både intresset och relevant har många elev-

er problem med att greppa ämnesinnehållet. Även efter undervisning i genetik har de ofta svårt att redogöra för de mest grundläggande genetiska begreppen och processerna, som till exempel gen, DNA och kromosom, deras funktioner och inbördes relationer. Det visar ett stort antal internationella forskningsartiklar inom biologididaktik som producerats sedan 1980-talet, de flesta gällande elever i åldrarna 14–19 år.

Ett problem är att eleverna inte ser något samband mellan begreppen. De kan mena att en organism kan ha kromosomer utan att den har genetisk information eller att DNA är något som rör identifikation av en individ, medan gener är något som har med arv och egenskaper att göra. Även om eleverna ser begreppen som relaterade till varandra är det inte klart på vilket sätt de är sammanlänkade. Förenklat kan man säga att gener är sekvenser av DNA och att DNA kan struktureras i enheter som kallas kromosomer. Detta blandar elever ihop och menar istället till exempel att gener är gjorda av kromosomer, att gener är större än kromosomer, att gener är gjorda av celler, att kromosomer är gjorda av celler eller att en kromosom är en del av en DNA-

molekyl. Det förekommer också att eleverna inte gör någon skillnad på begreppen, utan använder dem som synonymmer.

När det gäller genens funktion och hur den relaterar till egenskaper har många elever en ganska oklar uppfattning. Utan förståelsen för proteinets roll blir det som händer mellan gen och egenskap en "black box". Det blir obegripligt och abstrakt, vilket i sin tur gör många delar i genetiken svårgripbara.

Men även de elever som har förståelse för att gener kodar för proteiner, ser det ofta som en alternativ funktion till vad som uppfattas som den huvudsakliga funktionen, nämligen att avgöra egenskaper såsom hårfärg, ögonfärg med mera. Det vill säga, elever tror att gener både kodar för proteiner och egenskaper, utan att se sambandet. Det kan till och med vara så att eleven kan redogöra för proteinsyntesen ganska detaljerat, men ser det som en alternativ uppgift till geners funktion att avgöra egenskaper. Det är ovanligt att elever när förståelse för genen som en produktiv sekvens av instruktion, en kod för proteiner som bidrar till fenotyp. Vanligare är däremot att elever ser genen som en egenskap i miniatyr som sitter på kromosomen, till exempel att blå ögonfärg finns på en kromosom. Det vill säga att eleverna sammanför gen och egenskap till en enhet.

En klassrumsstudie

Många gånger tycks alltså inte skolans genetikundervisning ge önskad effekt. Eleverna faller snarare tillbaka till de föreställningar de hade innan undervisningen. I en klassrumsstudie följdes fyra olika lärare för att undersöka hur lärarna använde de olika centrala begreppen i den konkreta undervisningssituationen. Allt de sade under totalt 45 genetiklektioner spelades in och analyserades.

Det visade sig att lärarna ofta använde orden gen, DNA och kromosom, men det var sällan som begreppen uttryckligen relaterades till varandra och när de väl kopplades ihop gjordes det på lite olika sätt, ibland med motsägelsefulla betydelser. Ibland pratade lärarna om genen som en del av DNA, men ibland uttryckte de det som att genen är gjord av DNA. Båda sätten att uttrycka det kan anses korrekta, men för en elev som inte har sambanden klart för sig och försöker förstå hur begrepp relaterar till varandra blir det lätt förvirrande.

Begreppen användes också på olika sätt i olika sammanhang. Genbegreppet användes till exempel på ett sätt inom genteknik och på ett annat sätt inom mendelsk genetik. Om lärarna pratade om att korsa arter och hur egenskaper ärvs, så tenderade de att prata om genen som

en abstrakt enhet, där gen blev synonymt med egenskap, vilket skiljer sig från sättet att prata om genen som en del av en DNA-molekyl. Till exempel kunde läraren peka på en illustration av kromosomer och säga "om vi har blå ögonfärg på den här kromosomen och brun ögonfärg på den andra kromosomen...", och i nästa ögonblick prata om området på kromosomen som en gen. På så vis sammanfördes gen och egenskap till en enhet på kromosomen.

Kopplingen mellan gen och egenskap blir på det här sättet oklar. Ibland pratade lärarna om genen som en abstrakt enhet och ibland pratade de om att generna kontrollerade egenskaper. Två av lärarna pratade om proteinernas roll som medierade steg mellan gen och egenskap, men en av dessa lärare pratade om detta som ett alternativ till genens uppgift att avgöra egenskaper.

I den här studien kan man alltså se vissa av elevernas föreställningar som en spegling av lärarnas sätt att uttrycka sig. Att lärarna pratar på detta sätt är i sig inte förvånande, även i läroböcker presenteras innehållet på olika sätt beroende på sammanhang. Det kommer sig av den historiska utvecklingen, där till exempel genbegreppets betydelse har förskjutits över tid. Problemet för eleverna blir dock att själva förstå att det är olika modeller av ett och samma begrepp som används i olika kontexter.

Ett annat problem är att eleverna själva inte tränar tillräckligt på att använda begreppen för att på så sätt tillägna sig ämnesinnehållet och att kunna använda innehållet i argumentation och ställningstaganden. Lärarna använde orden gen, DNA och kromosom flera hundra gånger under dessa genetiklektioner, medan alla elever sammantaget använde dem ett tiotal gånger i dialog med läraren. När de väl använde begreppen var det dessutom i fåordiga meningar, till exempel i korta svar på frågor.

Att tänka på

För att undervisningen starkare ska stödja elevernas förståelse av helhetsbilden är det bra att vara noggrann med de begrepp man väljer att använda, rikta särskild uppmärksamhet på hur de hör samman och vara konsekvent med användningen så långt det går. Begrepp används på olika sätt i olika sammanhang, det är oundvikligt, men det är viktigt att vara tydlig med detta, att klargöra att till exempel gen har olika innebörder i olika kontexter. Att återkomma till definitioner och tydliggöra begreppens relationer, diskutera elevers egna idéer, rita begreppskartor och låta eleverna diskutera och aktivt lära sig använda begreppen är alla bra

sätt att arbeta med genetikinhållet. Eleverna behöver själva träna språket, det är centralt för att de ska få den kompetens som skolan har i uppgift att hjälpa dem att nå.

Det är en stor utmaning för lärare att undervisa i genetik. Det är språkligt komplext, det förekommer olika modeller som härrör från olika tidsepoker och ämnet rör sig över olika organisationsnivåer, från submikro- till makronivå, från gen till egenskap. Dessutom har elever alternativa föreställningar redan när ämnet introduceras.

Det är vanligt att läsa genetik i årskurs nio, men det är viktigt att man även i tidigare årskurser behandlar frågor som är grundläggande för att förstå genetik, till exempel vad som kännetecknar liv. För både yngre och äldre elever kan detta vara svårt att definiera. Exempelvis uppfattas växter inte alltid som levande, medan eld och vatten kan göra det. Om man som elev inte vet att växter lever blir genetik tämligen obegriplig, där man pratar om allt ifrån att korsa ärtor till att genmodifiera potatis.

Som lärare är det viktigt att veta vilka uppfattningar eleverna har och föra upp dessa till ytan, men det är också viktigt att fundera över genetik i sig, till exempel vad begrepp står för i olika sammanhang. Det är lätt att man som lärare följer traditionen och reproducerar ämnet såsom det presenteras i läromedel och i andra texter. En utgångspunkt för att utveckla undervisningen kan därför vara att tillsammans i ett lärarlag reflektera över hur begrepp och processer presenteras i läromedel. En annan viktig diskussion är hur progressionen sker över årskurserna. Det finns inga enkla svar att ge när det gäller hur genetik bäst ska undervisas, men kunskap om elevers svårigheter och gemensam reflektion över rådande praxis kan vara en bra startpunkt för en tydligare genetikundervisning.

Källor

- Duncan, R. G. and Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938–959.
- Lewis, J., Leach, J. and Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? – young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79.
- Thörne, K. & Gericke, N. (2014). Teaching Genetics in Secondary Classrooms: a Linguistic Analysis of Teachers' Talk About Proteins. *Research in Science Education* 44(1), 81–108.
- Venville, G. J., Gribble, S. J. and Donovan, J. (2005). An Exploration of Young Children's Understandings of Genetics Concepts from Ontological and Epistemological Perspectives. *Science Education*, 89(4), 614–633.
- Aktuell forskning inom genteknik: www.genteknik.se/sv/alla-forskningsnyheter

Övningar i genetik



Text: Ida Solum

Kan du lösa koden?

I DNA-spiralerna finns all den information som behövs för att bygga upp en individ och för att föra denna information vidare från generation till generation. DNA-sekvenserna kodar för proteiner, men hur? Proteinsyntesen är något som biologilärare på högstadiet och gymnasiet ofta undervisar om varje läsår och det finns säkerligen många fantastiska presentationer, genomgångar och övningar som hjälper eleverna att på ett bra sätt förstå hur information i DNA via RNA resulterar i protein.

I tidsskriften *Science in School* (nr 36 2016, www.scienceinschool.org) finns en övning som triggar eleverna att agera problemlösare och själva lösa den genetiska koden. Artikeln som beskriver övningen i sin helhet tillsammans med arbetsblad som eleverna ska jobba med finns på: www.scienceinschool.org/sites/default/files/teaserPdf/issue36_code.pdf

Syftet med uppgiften är att få en förståelse för hur DNA, som består av fyra olika kvävebaser, kan koda för de 20 olika aminosyror. Uppgiften är tänkt att användas som en introduktion till området innan eleverna har hört talas om hur koden fungerar.

Övningen är lämplig att jobba med i mindre grupper, i årskurs 9 eller gymnasiet. Grupperna jobbar med fem olika arbetsblad, ett i taget. Efter varje arbetsblad bör eleverna komma fram till en lösning som bidrar till att få förståelse för den genetiska koden steg för steg. I det första arbetsbladet upptäcker eleverna att DNA-koden bygger på en tripplett och att varje tripplett representerar en aminosyra. Det andra arbetsbladet visar på att det finns flera möjliga trippletter för en och samma aminosyra. I arbetsblad tre och fyra får eleverna ytterligare information om koden, att det finns trippletter som ger en start- eller stoppsignal för bildning av mRNA. I det sista arbetsbladet får de göra förändringar i DNA-sekvensen och lista ut vad resultatet blir.

I lite större grupper eller tillsammans i helklass kan de sedan presentera sina hypoteser för varandra. De lösningar som hela klassen är överens om kan skrivas upp på tavlan och på så vis kan klassen tillsammans lösa den genetiska koden.

Fler övningar

På vår hemsida, i anslutning till detta nummer, finns ytterligare genetikövningar, som berör proteinsyntesen, genetiska sjukdomar och syntetisk biologi.

Gendrivare till hjälp?

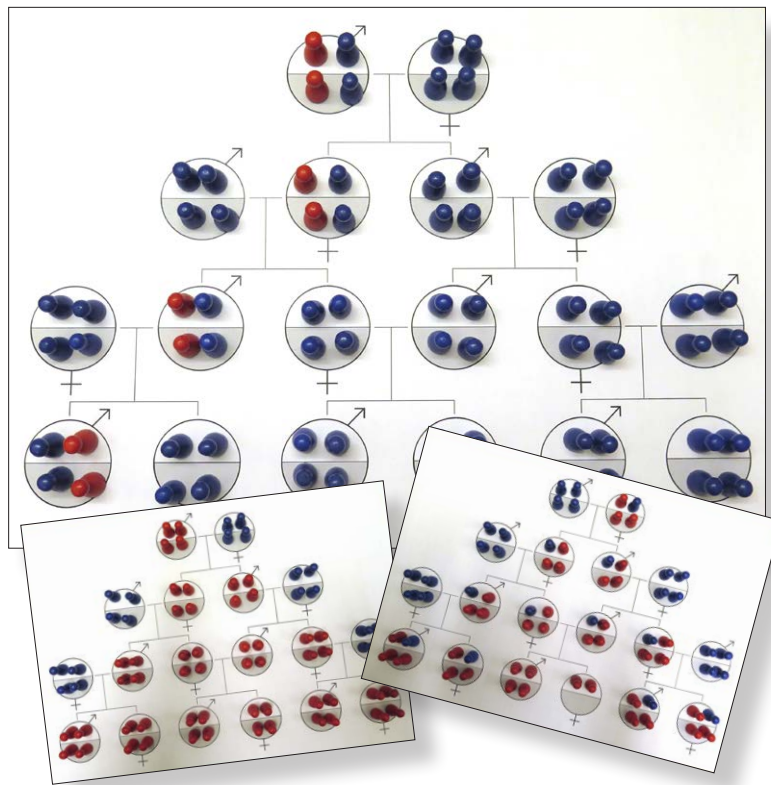
Tänk om vi med genmodifiering kunde utrota agapaddan i Australien eller göra mygghonor sterila, vilket förhindrar dem från att sprida till exempel malaria, denguefeber och zikavirus? Genom att använda CRISPR-Cas9-tekniken för att konstruera så kallade gendrivare tror forskare att detta kan bli verklighet. Men vilka blir de miljömässiga och etiska konsekvenserna?

CRISPR-Cas9-tekniken har på kort tid fått enormt genomslag i forskarvärlden och det har skrivits mycket i media om metoden och dess möjligheter. Att modifiera genomet och ändra egenskaper är nu enklare än någonsin.

Enligt de mendelska ärftlighetslagarna kommer en viss allel att föras vidare till 50 procent av avkomman. Men vissa DNA-sekvenser har utvecklat en förmåga att öka sina chanser till nedärvning. *Gendrivare* är den term som används för alla processer, naturliga eller designade, som resulterar i att en viss allel i en organism ärvs i större utsträckning än förväntat. En gendrivare har förmågan att sätta in en kopia av sig själv på en vald plats i genomet och på det viset sprida sig genom många generationer till alla individer i en population. Med CRISPR-Cas9-tekniken har det blivit möjligt att enkelt konstruera konstgjorda gendrivare, något som testats på bland annat myggor.

Gendrivare kan fungera på olika sätt, beroende på hur de regleras – exempelvis vilken slags promotor de har. En så kallad standardgendrivare är alltid aktiv och alla somatiska celler i organismen blir homozygota för den aktuella sekvensen. En annan form av gendrivare aktiveras endast vid meiosen, så kallad meiosaktiverad gendrivare. Då kan individen vara heterozygot för gendrivaren i de somatiska cellerna men alla könsceller kommer att bära på sekvensen.

Bioresurs har tagit fram en övning som illustrerar hur nedärvningen förändras av en gendrivare och hur den skiljer sig från mendelsk



Varje cirkel representerar en individ. De översta spelplåserna i varje cirkel representerar alleler i somatiska celler och de undre möjliga sekvenser i könsceller. Den stora bilden visar mendelsk nedärvning, den lilla till vänster nedärvning med standardgendrivare och den lilla till höger nedärvning med meiosaktiverad gendrivare. Läs mer om övningen på Bioresurs hemsida.

nedärvning. Övningen kan användas för att ge elever förståelse för nedärvning men den kan också vävas in i ett större sammanhang, där man diskuterar exempelvis invasiva arter som påverkar ekosystem eller allvarliga smittsamma sjukdomar som sprids av sexuellt reproducerande arter. Ta gärna upp etiska frågeställningar som: Är det rätt att utrota en art? Vilka effekter kan det få för andra arter i ekosystemet?

Övningen testades på Bioresursdagarna 2016 och finns på Bioresurs hemsida, tillsammans med lärarkommentarer med tips på artiklar och fördjupningsmaterial.

Vad tycker du?

Ska vi använda gendrivare för utrota agapaddan eller göra mygghonor sterila?

1935 infördes agapaddan (*Rhinella marina*) till Australien med förhoppningen att den skulle utrota skalbaggar som ställde till med stora besvär i sockerrörsodlingar. Eftersom paddan saknade inhemska fiender kunde den föröka sig i snabb takt och utgör nu istället ett hot mot andra arter i Australien, till exempel andra amfibiearter. Paddan är dessutom giftig och kan till och med döda en krokodil som råkar sätta tänderna i en agapadda. Under 2015 dog 438 000 personer till följd av malaria. Antalet dödsfall har minskat för varje år, beroende på effektivare mediciner, ökad användning av insektsnät och besprutning av malariamyggor. Malaria sprids av Anophelesmyggan som bär på en parasit tillhörande släktet *Plasmodium*. Mycket forskning bedrivs i syfte att minska smittspridningen och antalet dödsfall.

Läs mer:

- www.genteknik.se/sv/-genetiskt-modifiera-populationer-av-bananflugor-och-malariamyggor-med-gendrivare
- www.who.int/malaria



Grand Prismatic Spring i Yellowstone National Park, USA, är världens tredje största heta källa. De färgade områdena är grupper av mikroorganismer som lever i olika temperaturzoner.
Foto: Erik Pelve

Arkéer – mikrobiologisk mångfald

Arkéer finns överallt, i vattnet, i jorden och i vårt eget tarmsystem. De är viktiga för livets utveckling, klimatet på jorden, hur de stora näringskretsloppen fungerar, vårt sökande efter liv i universum och vår förståelse för hur våra egna celler blev till och fungerar. Men trots det vet vi fortfarande väldigt lite om dem. Erik Pelve, som forskar på arkéer vid Uppsala universitet, ger här en glimt av den kunskap som finns om mikrobiologins doldisar.

Text: Erik Pelve, forskare vid Institutionen för cell- och molekyllärobiolog, Uppsala universitet
E-post: erik.pelve@icm.uu.se

Vad är en arké? Det enklaste är att berätta vad en arké inte är. En arké är inte en bakterie. På samma sätt som en groda inte är en padda, en fågel inte är en ödla och en människa inte är en svamp så tillhör arkéer och bakterier olika släktled – utseendemässigt lika och besläktade, men skilda åt av mer än tre miljarder års evolutionshistoria.

Arkéer är små (<10 µm) encelliga mikroorganismer utan cellkärna, precis som bakterier, men deras celler fungerar annorlunda. Deras cellhölje har unika komponenter, deras centrala cellmaskineri fungerar på ett annat sätt och de är inblandade i viktiga biokemiska processer, ibland tillsammans med bakterier. De mest välstuderade arkéerna lever i heta källor (*Sulfolobus*), saltbassänger (*Halobacterium*) och syrefria bottenar (*Methanococcus*). De är också vanliga i jord och i vatten (*Nitrosopumilus*).

Tre stammar på livets träd

Biologer behöver kunna namnge och kategorisera organismer men mikroorganismer har en vist vägrat placeras i fack. Till synes identiska stammar kan vara viktiga för kroppens funktion eller orsaka sjukdomar. Vad som verkar vara helt olika arter kan ha identiska uppgifter i miljön. På samma sätt som Carl von Linné använde ståndare och pistiller för att skilja växter åt behövdes en "streckkod" som kunde användas för att sor-

tera mikroorganismer. Det var när man fann en lämplig genetisk markör (streckkod) som man också hittade arkéerna.

Som så mycket annat i vetenskapshistorien skedde upptäckten av arkéerna av en slump. Det var år 1977, samma år som den första Star Wars-filmen kom ut, när den amerikanska forskaren Carl Woese letade efter ett nytt sätt att klassificera bakterier. Han använde en genetisk markör kopplad till ribosomen och till sin förvåning upptäckte han inte en, utan två grupper. Den ena gruppen bestod av välkända bakterier, som *Escherichia coli* och *Salmonella enterica*. Den andra bestod av en obskyr samling mikrober från syrefria bottenar och heta källor. Carl Woese kallade den sistnämnda gruppen arkebakterier efter det grekiska ordet för "uråldrig". Deras livsstil påminde honom om förhållanden som tros ha rått på jorden i den geologiska tidsåldern arkeikum, för mer än tre miljarder år sedan, då det första livet bildades. Man har senare hittat många arkéer som lever i andra miljöer. Men forskare använder fortfarande arkéer som en modell för hur det första livet kan ha sett ut – trots att moderna arkéer givetvis har formats av miljarders år evolutionshistoria, precis som allt annat liv.

När man på 1990-talet slutligen bröt ut gruppen arkéer från bakterier var man tvungen att införa en ny taxonomisk grupp – domän – för att

beskriva skillnaden mellan dem. Domän är den mest grundläggande indelningen av levande organismer. Det finns tre domäner: arkéer, bakterier och den grupp vi själva tillhör – eukaryoter.

Carl Woesses fynd har haft enorm betydelse för vår förståelse av hur livet fungerar, framför allt i tre avseenden: Han upptäckte den mikrobiologiska streckkoden, han upptäckte att arkéer och bakterier är skilda grupper och han upptäckte också att arkéer är närmare släkt med eukaryoter än med bakterier. Arkéerna är alltså nyckeln till att förstå vårt eget ursprung.

Eukaryoternas anfader

När man tittar på arkéer i mikroskop ser de ut som bakterier – små, runda eller stavformade påsar, ibland med en svans som de simmar med. De flesta eukaryoter är encelliga, precis som bakterier och arkéer, men de är större och har en mer avancerad cellstruktur med olika delar och rum som olika reaktioner sker i. Men om man jämför de delar av cellmaskineriet som styr hur genetisk information används är arkéerna direkt jämförbara med eukaryoterna – men med mycket enklare komponenter som är lättare för forskare att förstå. Detta utnyttjas bland annat inom cancerforskning, eftersom det låter oss studera hur cellen hanterar informationen i sitt DNA.

Eukaryoterna har funnits i ungefär två miljarder år och tros härstamma från en arké och en bakterie som utvecklade ett symbiotiskt samarbete. I endosymbiontteorin, formulerad av Lynn Margulis, bidrog arkén med centrala cellfunktioner och bakterien, som tillhörde klassen alfa-proteobakterier, kom att bli den energiproducerande mitokondrien. Fram tills nyligen visste man inte vilken grupp bland arkéerna som eukaryoter är närmast släkt med, men ny forskning från Uppsala universitet pekar på en grupp hittills nästan okända arkéer som hittades på havsbotten utanför Island: Lokiarkéerna. Upptäckten att eukaryoter inte bara är nära släkt med arkéer utan härstammar från en av deras undergrupper har fått vissa forskare att ifrågasätta uppdelningen i tre domäner. På precis samma sätt som fåglar är en undergrupp till dinosaurier är eukaryoter en undergrupp till arkéer. Enligt det tankesättet finns bara två domäner – och vi är arkéer.

Världsbyggare och klimatbovar

De mest välkända arkéerna lever i extrema miljöer: heta källor, undervattensvulkaner, syrapölar, saltbassänger och syrefria bottenar. Astrobiologer från NASA och ESA är mycket intresserade av arkéer eftersom de vidgat vår förståelse för i vilka förhållanden liv kan finnas. Temperaturrekordet för levande organismer innehas av en arké

som delat sig vid 121 °C – samma temperatur vid vilken sjukhus steriliserar sin utrustning. Det finns dock inga arkéer som orsakar sjukdomar, så vitt man vet. Det är extra tursamt då de flesta typer av antibiotika inte verkar på arkéer, eftersom deras celler är så olika bakteriers.

På senare år har man också hittat arkéer i mindre extrema miljöer. I både jord och vatten är de viktiga för både kolets och kvävet kretslopp. I många miljöer, framförallt med lågt pH-värde och lite syre, står de för en större del av omsättningen av ammoniak än bakterier. De är också den enda levande organism man känner till som producerar växthusgasen metan. När kor och får rapar metan är det för att metanogena arkéer i deras tarmar producerat metan som en del i deras matsmältning. Det finns arkéer i vår tarmflora också. Den mest välstuderade är *Methanobrevibacter smithii* som tillsammans med bakterier hjälper till vid nedbrytning av sockerarter.

Den tredje domänen

Här har jag bara skrapat på ytan om vad arkéer är och varför de är intressanta. Det är trots allt en egen grupp levande varelser med en egen evolutionshistoria, unika egenskaper och en fundamental påverkan på vår värld och vårt eget ursprung. Om och om igen utmanar arkéer vår förståelse för hur livet fungerar. Jag skulle kunnat skriva om de fyrkantiga och trekantiga arkéer som lever i saltsjöar. Eller om arkéers virus som inte liknar någonting man sett i vare sig bakterier eller eukaryoter och som rymmer en mångdubbelt större variation. Eller om hur svansarna de simmar med är fundamentalt olika bakteriers flageller och är ett perfekt exempel på hur samma egenskap kan uppstå oberoende flera gånger genom konvergent evolution. Jag hoppas dock att exemplen jag tagit upp ger en känsla för hur lite vi fortfarande vet om livet omkring oss och hur mycket som ännu återstår att upptäcka om "minsta kräk i kärr och syra".

Diskutera arkéer i klassen

- Livets ursprung och astrobiologi: Vilket liv fanns på den tidiga jorden och vilka möjligheter för liv kan det finnas på andra planeter?
- Grunden till komplext liv: Hur bildades den eukaryota cellen?
- Cellmodeller: Vilka likheter och skillnader finns mellan eukaryoter, bakterier och arkéer?
- Livets träd: Hur används DNA-studier för att förstå släktskap?
- Livets gränser: Vad lär oss extremofiler om var det kan finnas liv?
- Virus, mångfald och funktion: Varför finns det så många olika sorters virus som infekterar arkéer?
- Metan och lustgas: Hur kan mikroorganismer ändra klimatet?

Saltdammar
vid Francisco
Bay med rosa,
fototrofa
Haloarchaea.

Foto: Wikimedia
Commons



Jobba praktiskt med arkéer!



Text: Britt-Marie Lidesten

Hur bevarade man maten innan det fanns fryskyl i hemmen? Konserveringsmetoder av olika slag används för att göra miljön så ogästvänlig som möjligt för bakterier och svampar.

En viktig princip för konservering är att ta bort vatten och torkade matvaror är en bas i hushållet även i dag, exempelvis ris, mjöl och torkad pasta. Men livsmedel kan också torkas genom att saltas in eftersom hög salthalt drar ur vätska från livsmedlet som därmed bevaras från nedbrytande bakterier och svampar. Exempelvis var insaltad sill länge en stapelföda i Sverige beroende på att återkommande sillperioder, där stora fiskstim gick in till Västkusten, gav ett överflöd av lättåtkomlig och billig mat.

Den här artikeln handlar om levande organismer som trivs i mättad saltlösning och som bland annat kan leva på insaltad fisk.

Våra släktingar arkéerna

Organismvärlden delas in i tre grupper: bakterier, arkéer och eukaryoter. Arkéerna är närmast släkt med eukaryoterna, dit bland andra djuren, växterna och svamparna hör. Bland arkéerna finns organismer som klarar att leva i extrema miljöer som exempelvis en mättad saltlösning.

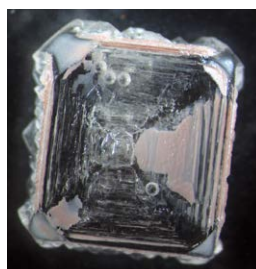
Att jobba i skolan med en av dessa saltälskande arkéer, *Halobacterium sp. NRC-1*, har många fördelar. Den är lättodlad, har en läckert rosa färg och har många intressanta egenskaper som inbjuder till experimenterande i kombination med teoretiska studier. Den växer på medium med 25% salthalt, vilket gör att patogena mikroorganismer inte trivs och man behöver därför inte vara lika noga med sterilteknik. Dessutom kan *Halobacterium* finnas i saltkristaller och fortfarande vara vid liv (se bild)!

I artikeln beskrivs hur man med iakttagelser och enkla försök kan karaktärisera denna organism och samtidigt förstå mer av hur den är anpassad till att leva i naturliga miljöer med extrem salthalt. Undersökningarna kan göras mer eller mindre öppna och ger utrymme för att eleverna själva funderar och planerar. Det finns också intressanta teoretiska och biotekniska spår att fördjupa sig i.

Vi vill på detta sätt introducera en arkée, som vi tror kan bli användbar vid praktiskt arbete med mikroorganismer i skolan. Labbeskrivningar finns på vår webbsida i anslutning till detta nummer av Bi-lagan. Se även faktaruta på sidan 21.

Miljöfaktorer

Försök 1–3 handlar om miljöfaktorer som har betydelse för överlevnaden av *Halobacterium*. Dessutom visar försök 3 en enkel metod för att ta fram DNA från cellerna.



Saltkristall med
Halobacterium

1. Undersök miljöfaktorer

Frågeställning

Vilken är den optimala halten natriumklorid som *Halobacterium* är anpassad till?

Även andra miljöfaktorer kan undersökas på liknande sätt, exempelvis temperatur- och pH-optimum, samt andra komponenter i mediet.

Uppgift

- Bestäm först vilka koncentrationer av natriumklorid som ska testas. Välj koncentrationer från 5 g till medium mättat med natriumklorid.
- Fördela 50 ml medium (se faktaruta s 21) utan natriumklorid i så många 100 ml E-kolvar som antalet olika koncentrationer med natriumklorid. Gör helst dubbelprov. Tillsätt natriumklorid i de valda mängderna. Autoklavera. (För exakt salthalt, tillsätt först natriumklorid och fyll på medium tills volymen uppgår till 50 ml.)
- Ympa E-kolvarna med 1 ml flytande kultur. Använd en kultur som har tydligt rosa färg.
- Mät absorbansen vid 600 nm. Använd medium som blank.
- Låt kolvarna stå i skakvattenbad (40–42°C) och mät absorbansen efter cirka en vecka.

Kommentar

Medium med lägre salthalt än 5% infekteras lätt. Om endast optimum för salthalt ska bestämmas kan man mäta absorbansen efter cirka en vecka, en tendens brukar synas redan efter ett par dagar. Om man dessutom vill visa den successiva tillväxten i en flytande kultur mäter man absorbansen regelbundet under cirka en och en halv vecka. Gör täta mätningar när tillväxten ökar snabbt på kort tid.

2. Giftverkan

Frågeställning

Vilka ämnen påverkar överlevnaden av *Halobacterium*?

Uppgift

En flytande kultur med *Halobacterium* sprids ut

med hjälp av tops på en platta med saltmedium (se faktaruta s 21). På plattan kan små filterpapperslappar läggas, som doppats i de lösningar man vill undersöka.

Kommentar

Eleverna kan själva föreslå ämnen att testa. Några förslag är: avjonat vatten, lösningar med metalljoner och rengöringsmedel. En klar zon utan växt bildas runt de prover som är giftiga för cellerna, ju större diameter på avdödningszonen desto giftigare.

3. Extrahera DNA

Frågeställningar

Vad händer när *Halobacterium* utsätts för rent vatten? Hur kan man ta fram DNA från *Halobacterium*?

Uppgift

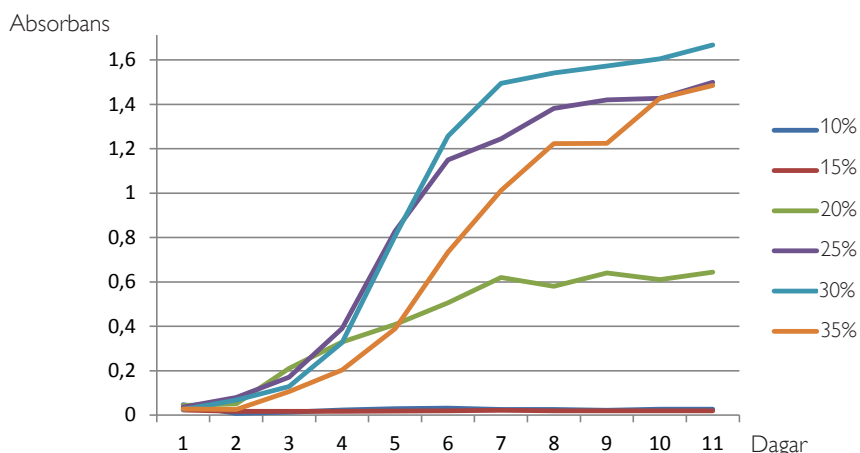
- Håll cirka 1 ml flytande kultur med hög celltäthet och tydligt rosa färg i ett glasprovör som rymmer 3 ml.
- Tillsätt cirka 1 ml avjonat vatten
- Blanda om och låt stå ett par minuter.
- Använd pipett och skicka långsamt och försiktigt 0,5-1 ml iskall 95% etanol över vätskan.
- Håll provröret mot ljuset och studera etanolfasen under några minuter utan att skaka.

Kommentar

Det är lätt att extrahera DNA ur *Halobacterium* eftersom cellerna kräver hög salthalt för att överleva och därför lyserar omedelbart när de kommer i kontakt med vatten. Det syns en tydlig ring av utfällt DNA i etanolfasen strax ovanför gränssytan till cellsuspensionen och efter ett tag bildas trådar av DNA i etanolfasen. DNA som faller ut är blandat med proteiner.

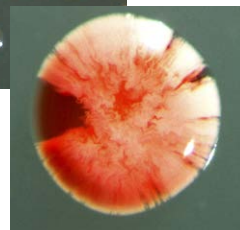
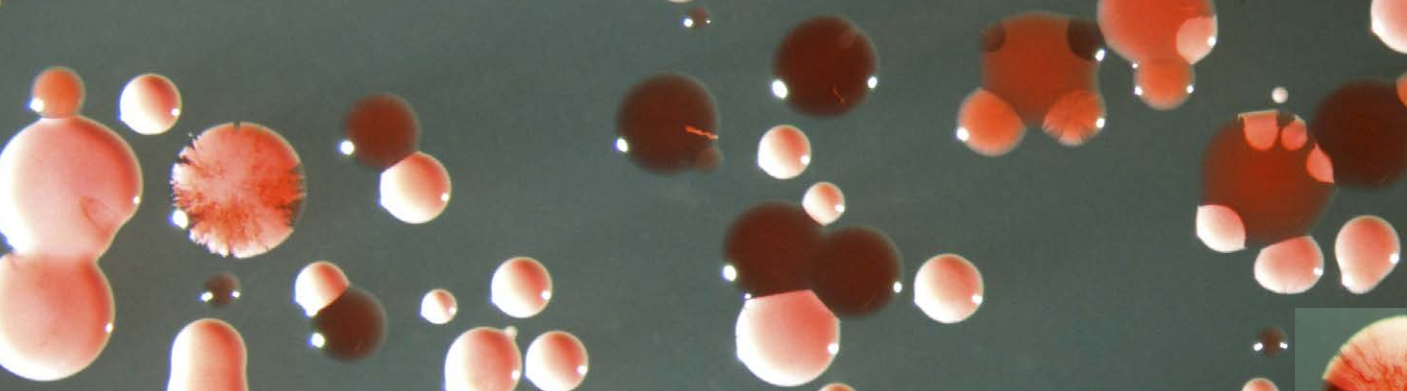


Extraktion av DNA



Absorbans vid 600 nm i sex kulturer med varierande halt av natriumklorid angett i procent och avsatt mot antal dagar för tillväxt.

Grafen visar att salthalten har avgörande betydelse för tillväxten av *Halobacterium*, med optimum för 30% natriumklorid.



Bilderna visar kolonier av *Halobacterium*.

Rosa kolonier har celler med gasfyllda vesiklar och de röda kolonierna har celler utan vesiklar. De vita prickarna i bilden är ljusblänk!

Den lilla bilden visar en koloni av *Halobacterium* där färgen varierar på olika sektorer (se kommentar till höger).

Genomet påverkas

Försök 1–4 kan göras var för sig eller i serie där elever ställer frågor/hypoteser som de försöker besvara genom successiva iakttagelser och försök.

1. Koloniernas utseende

Frågeställning

Hur ser kolonier av *Halobacterium* ut?

Uppgift

Studera en agarplatta med renutstryk av *Halobacterium*. Kolonierna är små och det krävs en stereolupp för att kunna se kolonierna var för sig. Titta på många kolonier och jämför utseendet. Hur ser de ut? Hur kan skillnaderna ha uppstått?

Kommentar

De flesta kolonier är rosa och ogenomskinliga, men några är röda och genomskinliga. Det kan också finnas någon enstaka vit, ogenomskinlig koloni.

Det kan även vara olika färger på sektorer av kolonier (se bild ovan). Det beror på en ärftlig förändring i någon av dottercellerna till den ursprungliga cellen i kolonin och visar hur cellerna fortplantar sig, det vill säga genom delning.

Eleverna ska försöka ge förklaringar till koloniernas varierande utseende. En hypotes kan vara att det har skett en ärftlig förändring i gener som styr utvecklingen av rosa färg, så att det antingen bildas röd eller vit färg. Detta ska vi undersöka vidare i följande försök.

2. Flytande kultur

Frågeställning

Vi har sett att kolonier med *Halobacterium* har olika färg på en agarplatta. Hur ser flytande kulturer ut, ympade med celler av olika utseende?



Flytande kulturer med *Halobacterium*, från vänster rosa, vita och röda celler.

Uppgift

Titta på kolvarna där rosa, vita respektive röda *Halobacterium* växer. Vilka iakttagelser kan du göra?

Kommentar

I kolvarna (se bild nedan) med rosa eller vita *Halobacterium* ser man överst ett rosa eller vitt skikt. Suspensionen i kolven med röda celler ser genomskinlig ut och ett rött lager finns på botten. Slutsatsen blir att de rosa och vita cellerna finns vid ytan, men inte de röda.

3. Undersök färgerna

Frågeställning

Vi har sett att kolonier av *Halobacterium* på agarplattor kan ha olika färg och att rosa och vita celler, men inte röda celler finns vid ytan av flytande kulturer. Varierar färgen i cellerna eller finns det någon annan förklaring till skillnaderna?

Uppgift:

Extrahera färgen från flytande kulturer ympade med rosa, vita respektive röda *Halobacterium*-kolonier.

- Centrifugera ner cellerna. Använd cirka 10–50 ml av respektive kultur och centrifugera i 2 x 8 minuter, 4000 varv per minut. Flera rör kan användas vid centrifugeringen.
- Häll av supernatanten och tillsätt 0,5 ml avjonat vatten. Lös upp pelleten och låt stå några minuter.
- Blanda lysatet med 1–2 ml aceton.
- Centrifugera i 8 minuter, 4000 varv per minut. Ta vara på det övre skiktet som ska vara klart och mer eller mindre rödfärgat.
- Använd 1,5 ml kvartskyvett och scanna absorbansen mellan 300 och 600 nm.

Kommentar

Absorbansspektrat visar att färgsammansättningen i lysatet från röda och rosa arkéer är lika. Vita arkéer ger ett avvikande spektrum utan toppar i det aktuella våglängdsområdet.

Hypotesen att det har skett en genetisk förändring som påverkat bildningen av den rosa färgen så att en annorlunda röd färg uppstått stämmer inte. Däremot saknar vita celler förmåga att bilda rött pigment.

4. Titta på cellerna i mikroskop

Frågeställning

Eftersom vi har funnit att det är samma färgsammansättning i rosa respektive röda celler måste det vara en annan orsak till färgskillnaden. Går det att se skillnad på cellerna i mikroskop?

Uppgift

Titta i stereolupp på en agarplatta med utstryk av *Halobacterium* och välj ut separata kolonier med röd, rosa respektive vit färg. Använd tandpetare för att hämta kolonierna från agarplattorna. Rör ut cellerna i små droppar med 25% natriumkoloridlösning placerade på olika objektglas. Lägg på täckglas. Studera i faskontrastmikroskop i 1 000 x förstoring med immersionsolja.

Kommentar

Denna undersökning är inte nödvändig för att förstå orsaken till försöksresultaten. För att kunna se cellerna, som är av varierande längd, cirka två mikrometer långa, krävs mikroskop av god kvalitet, faskontrastinställning och 1 000 x förstoring med immersionsolja.

Rosa och vita celler är starkt ljusbrytande i faskontrastinställning. Om man tittar noga kan man i en del celler se ljusa kroppar. Detta är samlingar av vesiklar. Röda celler ser överlag mörka ut och saknar vesiklar.

Slutsatser

Vi har konstaterat att det är samma röda färgsammansättning i rosa så väl som röda celler. I de vita cellerna har gener som påverkar bildningen av röd färg skadats. Ytterligare en viktig skillnad i koloniernas utseende, som kan ge en ledtråd, är att rosa och vita kolonier är ogenomskinliga, medan de röda är genomskinliga. Vi ser även en skillnad i de flytande kulturerna. I kulturer ympade med rosa eller vita kolonier bildar cellerna ett tydligt skikt i vätskeytan medan det i ett medium ympat med röda kolonier bildas ett rött skikt på botten.

Om vi studerar celltyperna i faskontrastmikroskop ser vi att rosa och vita celler bryter ljuset kraftigt och i vissa celler syns genomskinliga rundade kroppar. Röda celler ser mörkt blåsvarta ut. I ljusfält är det svårt att se skillnad på cellerna.

Det som gör att rosa och vita celler flyter upp till ytan och kolonierna blir ogenomskinliga är gasfyllda vesiklar. En bra jämförelse är ett glas som man snabbt fyller med vatten från kranen. Små gasbubblor gör vattnet ogenomskinligt, men när de stiger mot ytan klarnar vattnet. Bildningen av vesiklarna styrs av flera gener. I röda celler har inga vesiklar bildats.

Att det sker ärftliga förändringar i genomet hos *Halobacterium* relativt frekvent kan ha

olika orsaker. Genomet hos *Halobacterium* innehåller en mängd transposoner, även kallade hopande gener, som flyttar sig inom genomet och slumpvis kan skada gener.

Man tror att det är fördelaktigt för cellerna att ha gasfyllda vesiklar för att de ska kunna söka sig mot vattenytan, en miljö med hög syrehalt och god ljusställning, eftersom vatten med hög salthalt endast kan hålla en låg syrehalt. *Halobacterium* har liksom växterna möjlighet att omvandla solljus till kemisk energi. De använder sig av bakterierodopsin, som pumpar protoner ut ur cellen och bygger upp en protongradient över membranet för att möjliggöra produktion av ATP. Cellernas röda färg bildas av ett komplex med rodopsin i kombination med en karotenoid, retinal. Cellerna har även en ljusdriven pump (halorodopsin) för att kunna transportera kloridjoner in i cellen som tillsammans med kaliumjoner gör det möjligt att hålla samma osmotiska potential i cellens inre som i omgivningen. En komplikation är den starka UV-strålningen vid vattenytan, men cellerna har effektiva reparationsystem för DNA-skador, bland annat enzymet fotolyas.

Det är inte hela sanningen att cellerna flyter upp till ytan beroende på att de har gasfyllda vakuoler. De har även rörliga utskott som gör att de kan simma och söka sig till optimala miljöförhållanden beträffande näringsämnen, ljus och syrehalt (taxier).

Referenser

Inquiry-driven Teaching & Learning the Archaeal Microorganism *Halobacterium* NRC-1. Priya Dassarma et al. The American Biology Teacher. 78(1): 7-13. 2016.

www.bioone.org/doi/full/10.1525/abt.2016.78.1.7

Brock Biology of Microorganisms. M. Madigan. 2014. Pearson förlag

Odling av *Halobacterium*

Medium

Natriumklorid	250 g
Magnesiumsulfat, heptahydrat	20 g
Trinatriumcitrat, dihydrat	3 g
Kaliumklorid	2 g
Hydrolyserat kasein	5 g
Jästextrakt	5 g
Avjoniserat vatten	1 liter

Justera pH till 7,2 med antingen NaOH eller saltsyra. Till fast medium sätts 20 g agar per liter.

Optimumtemperatur: 40–42°C. Tid för tillväxt på fast eller flytande medium: 1–2 veckor. Skakvattenbad eller annan form av omrörning krävs för uppodling av flytande kulturer.

Bioresurs kommer att under en begränsad tid erbjuda skolor att inköpa plattor med *Halobacterium*. Kontakta info@bioresurs.uu.se

Undervisning om SNI

Text: Christina Ottander, universitetslektor vid
Institutionen för naturvetenskaperna
och matematikens didaktik, Umeå universitet
E-post: christina.ottander@umu.se



Ett didaktiskt stödmaterial för undervisning på gymnasiet kring samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll, SNI, har tagits fram på uppdrag av Skolverket.

Vi möter dagligen naturvetenskap i olika typer av media. Det kan handla om framtidsfrågor, miljöfrågor, kostråd för bästa effekt av träning eller snabbast viktnedgång. Att i skolan ta utgångspunkt i dessa samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) kan öka elevernas intresse och engagemang för undervisningen i naturvetenskap. Det kan också ge en nyanserad förståelse av den samhällsdebatt som pågår, möjlighet att delta i densamma, samt kunskaper som leder till handlingsberedskap.

Umeå universitet har på uppdrag av Skolverket tagit fram ett didaktiskt stödmaterial, en modul, kring undervisning utifrån SNI som riktar sig till gymnasielärare i biologi, fysik, kemi, naturkunskap och teknik. Modulen heter "Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) för gymnasieskolan" och finns tillgänglig på lärportalen i naturvetenskap och teknik, se naturvetenskapochteknik.skolverket.se.

Syftet med stödmaterialen är att ge lärare möjlighet att lära sig mer om och pröva undervisning i naturvetenskap som har en utgångspunkt i SNI. Modulen ska stimulera: 1) diskussion kring kunskapssyn och innehållsfrågor i SNI-undervisning, 2) erfarenhetsutbyte kring den pedagogiska praktiken, samt 3) lärares reflektion över erfarenheterna av hur de kan stödja elevers utveckling av förmågor kopplade till SNI.

Stödmaterialen ger en kompetensutveckling som är verksamhetsnära och bygger på kollegialt lärande. Detta för att stimulera till kollegiala samtal som kan vidareutveckla lärarnas professionella ämnesdidaktiska kunskaper.

Modulen består av åtta delar:

1. Undervisning utifrån SNI
2. Kommunikation, argumentation och handling
3. Kritisk granskning
4. Naturvetenskapens roll i samhällsfrågor
5. Intressekonflikter och handlingsberedskap
6. Kulturellt och historiskt perspektiv

7. Redovisning och bedömning

8. Reflektion och analys

Varje del innehåller fyra olika moment (A–D) som vart och ett tar cirka en timme att arbeta med för en lärare/lärargrupp.

Moment A består av forskningsbaserade texter som problematiserar SNI i undervisningen samt videofilmer för att väcka nyfikenhet och exemplifiera hur det kan se ut i gymnasieskolan. De forskningsbaserade texterna ger exempel på studier som visar vilka förmågor eleverna får möjlighet att utveckla samt stöd för planering av aktiviteter som kan stödja elevernas lärande i relation till kursplansmålen. I filmerna diskuterar både ett lärarlag och elever sina erfarenheter av SNI-undervisning. I ett fördjupningsmaterial finns exempel på konkreta undervisningsaktiviteter som är utvecklade och utprovade av gymnasielärare.

I moment A reflekterar lärarna enskilt över innehållets betydelse för deras verksamhet. I moment B diskuteras de personliga reflektionerna och lärarna genomför en gemensam planering av SNI-undervisning. I moment C genomförs denna undervisning och lärarna reflekterar över genomförande och elevers lärande. Slutligen, i moment D, samlas lärarna för ett gemensamt erfarenhetsutbyte.

Förhoppningen är att de kollegiala diskussionerna, där reflektioner och erfarenheter relateras till tidigare forskning, kan motivera och stödja lärare till att vilja vidareutveckla sin undervisning i och om naturvetenskap. Och på detta sätt bidra till naturvetenskaplig medborgarutbildning samt att ungdomar i högre grad väljer att vidareutbilda sig inom naturvetenskap och teknikområdet.

Innehållet i modulen har genomgått en extern kvalitetsgranskning i syfte att få konstruktiv återkoppling på hur innehållet i modulen kan utvecklas och förbättras. De två externa granskarna har varit Claes Malmberg, Högskolan i Halmstad, och Britt-Marie Lidesten, Bioresurs.

Filurer, dinosaurier och människor

En barnsaga om evolutionen

Pia Linghede
Idus Förlag 2016, 40 s

”För länge sedan...” Så börjar bilderboken om utvecklingen av livet på jorden. Läsaren får möta den första filuren (eller cellen) och se hur större filurer (eller flercelliga organismer) bildas. Några egenskaper gör att vissa filurer klarar sig bättre och får fler ungar än andra och så fortsätter det. Så småningom blir en grupp apor mer och mer lika människor...



Binas historia

Maja Lunde
Natur & Kultur 2016, 458 s

De senaste åren har bidöden spridit sig över världen. En som tagit fasta på detta är den norska författaren Maja Lunde som i sin skönlitterära bok beskriver hur en värld utan bin kan se ut. Läsaren får följa tre parallella historier från olika tidsperioder som alla knyts ihop av binas viktiga ekologiska betydelse: uppfinnandet av den första moderna bikupan i mitten av 1800-talet, en nutida biodlare i USA som försöker hanka sig fram samtidigt som bidöden CCD (Colony Collapse Disorder) breder ut sig samt en dystert framtid där all pollinering sker i ett tidskrävande arbete med hand och pensel.



IPBES, en plattform för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, har nyligen presenterat en global rapport om pollinatörers betydelse för matproduktionen: The assessment report on pollinators, pollination and food production. Rapporten kan laddas ner från www.ipbes.net.

Trädens hemliga liv

Peter Wohlleben
Norstedts 2016, 234 s

Den tyske författaren Peter Wohlleben hade arbetat många år som skogsvaktare och betraktat träden utifrån deras marknadsvärde och användbarhet i sågverket när han började arrangera kurser och vandringar för skogens besökare. Genom samtal med dessa uppstod en fascination för naturen som ledde fram till att han nu ser på skogen med helt andra ögon. I den här boken beskriver han på ett lättillgängligt sätt ”trädens hemliga liv”, hur de samspelar med varandra och andra organismer och hur de påverkas av bland annat miljöfaktorer, årstiderna och människans handlingar.



Fem böcker om naturvetenskap i förskola eller skola

Från vänster till höger, uppifrån och ned:
nr 1-3: Mats Areskoug m fl, nr 4: Susanne Thulin (red) och nr 5: Bodil Sundberg m fl
Gleerups 2013-2016, 160-320 s

Gleerups har gett ut flera utmärkta böcker under de senaste åren som berör naturvetenskap i förskola och skola ur ett didaktiskt perspektiv. De två böckerna som är placerade överst riktar sig till lärare i F-6 och de tre undre till förskollärare.



Att läsa

B



Avsändare:

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

Kalendariet

Biologiolympiaden

2017 genomförs den 28 internationella biologiolympiaden (IBO) i Storbritannien. Sverige har varit med från starten och många svenska elever har under åren deltagit och nått goda resultat.

IBO genomfördes i år i Hanoi, Vietnam. Från Sverige deltog Alice Carlsson, Rudbeckianska gymnasiet i Västerås, Patrik Hybelius och Hannes Nilsson, Gymnasieskolan Spyken i Lund och Johan Sand, Hvitfeldtska gymnasiet, i Göteborg. Alice Carlsson hade bästa resultatet av de svenska eleverna och fick en bronsmedalj för en mycket hedrande 95:e plats bland totalt 253 deltagare från 68 länder.

Biologilärarnas förening står bakom den nationella Biologiolympiaden och ansvarar för den kommitté som arbetar med genomförandet av den svenska uttagningen, arrangerar träningsläger för eleverna och deltar med ledare vid den internationella tävlingen.

Jag har varit engagerad i både den internationella och nationella tävlingen sedan år 2000, men lämnar nu över ansvaret till Biologilärarnas förening för att samordna den svenska uttagningstävlingen och genomföra det träningsläger vi hittills har haft i Uppsala. Vi på Bioresurs kommer därför inte att delta i det praktiska arbetet med Biologiolympiaden i fortsättningen.

Den modell som vi prövade föregående år med två uttagningsprov utföll positivt och det blir en fortsättning på samma sätt även i år. Första uttagningsprovet blir den 8 februari och det andra den 4 april. Inför årets nationella Biologiolympiad kommer vi på Bioresurs att som tidigare ta in anmälningar. Du som är lärare eller skollärdare mailar till info@bioresurs.uu.se om att dina elever vill delta i den nationella Biologiolympiaden och får då en länk till ett formulär med kontaktuppgifter att fylla i. Välkomna att vara med!

Britt-Marie Lidesten

NO-biennaler 2017

2017 är det dags för en ny serie NO-biennaler för lärare i gr F–9. Det blir två dagar med intressanta föreläsningar och användbara workshops och inte minst tillfälle att träffa andra lärare och utbyta erfarenheter och goda idéer. Biennialerna genomförs i samarbete mellan Kemilärarnas resurscentrum, Nationellt resurscentrum för fysik och Bioresurs.

Datum: Umeå 5–6 april, Kristianstad 26–27 april och preliminärt Göteborg 9–10 oktober. Mer info kommer efterhand på Bioresurs hemsida och på nobiennaler.se.

Repris på Bioresursdagarna

Årets Bioresursdagar 14–15 november blev mycket uppskattade men många av de som anmälde sig kunde tyvärr inte beredas plats. Vi planerar därför en repris på kursdagarna under vårterminen med förtur för dem som står på reservplats. Info om nytt kurserbjudande läggs ut på vår hemsida den 15 december.



God jul och gott nytt år önskar vi
på Bioresurs alla läsare!

Det är vi som jobbar på

Nationellt resurscentrum
för biologi och bioteknik:



Britt-Marie Lidesten

Föreståndare
britt-marie.lidesten@bioresurs.uu.se
018-471 50 66



Kerstin Westberg

Inriktning gymnasium och
grundskola 7–9.
kerstin.westberg@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Lisa Reimegård

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



Ida Solum

Utvecklar Bioresurs hemsida
ida.solum@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Lars Erik Lindell

Webbansvarig
lars-erik.lindell@slu.se
018-67 22 91