

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](mailto: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 elevens 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](http://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](http://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](http://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?

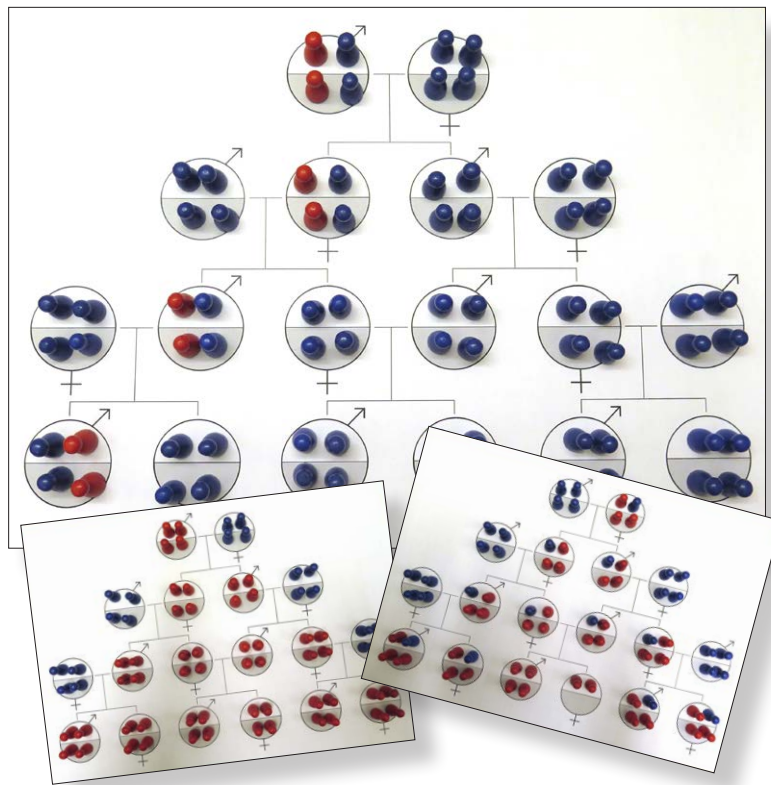
Tänk om vi med genmodifiering kunde utrota agapaddan i Australien eller göra mygghonor sterila, vilket förhindrar dem från att sprida till exempel malaria, denguefeber och zikavirus? Genom att använda CRISPR-Cas9-tekniken för att konstruera så kallade gendrivare tror forskare att detta kan bli verklighet. 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 speljäsaerna 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](http://www.genteknik.se/sv/-genetiskt-modifiera-populationer-av-bananflugor-och-malariamyggor-med-gendrivare)
- [www.who.int/malaria](http://www.who.int/malaria)