

Övergripande lärarhandledning

Gensaxen CRISPR/Cas9

- den gentekniska revolutionen

Lektionsmaterialet med temat *Gensaxen CRISPR/Cas9 – den gentekniska revolutionen* har utvecklats i samarbete mellan Gentekniknämndens kansli och Bioresurs.

Materialet är i huvudsak anpassat för gymnasiet men delar av innehållet kan även användas på högstadiet.

Gentekniknämnden är en myndighet som ska sprida kunskap och främja en etisk användning av genteknik. Under 2022 och 2023 genomförde Bioresurs och Gentekniknämnden en webinarieriserie för lärare med temat Gensaxen CRISPR/Cas9 – den gentekniska revolutionen. Föreläsningarna lade grunden till ett nytt undervisningsmaterial i flera delar, i huvudsak anpassat för gymnasiet, men vissa delar passar även för högstadiet. I denna lärarhandledning ges en översiktlig beskrivning av materialet. Du som lärare kan givetvis välja bland innehållet, plocka ut delar av intresse och anpassa det för dina elevgrupper.

Allt undervisningsmaterial finns på Bioresurs webbplats och består av:

- Fem powerpointpresentationer (PPT 1-5) med tillhörande föreläsning-anteckningar.
- Övningen *Genterapi med CRISPR/Cas9*. En klipp-och-klistra-övning om hur man med hjälp av CRISPR/Cas9 försöker bota patienter med sicklecellanemi.
- Fördjupningsarbetet *Nu är det klippt!* som utgår från Gentekniknämndens årsrapport för genteknikens utveckling under föregående år.
- *Rollspelet Risonia 2.0* som tar upp frågor om biosäkerhetslagstiftning och förädling av rissorter som klarar en klimatomställning.

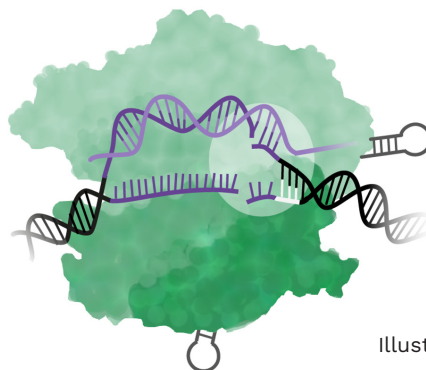


Illustration: Gunilla Elam

Koppling till styrdokument

Ämnesplan i biologi för grundskolan:

- Kunskaper om biologins begrepp och förklaringsmodeller för att beskriva och förklara samband i naturen och människokroppen.
- Förmåga att använda biologi för att granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör miljö och hälsa.

Centralt innehåll i biologi för åk 7-9 :

- Några gentekniska metoder samt möjligheter, risker och etiska frågor kopplade till genteknik.

Ämnesplan i biologi för gymnasiet:

- Kunskaper om biologins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas.
- Kunskaper om biologins betydelse för individ och samhälle.

Centralt innehåll i biologi 1:

- Arvsmassans uppbyggnad samt ärftlighetens lagar och mekanismer. Celldelning, dna-replikation och mutationer. Genernas uttryck. Proteinsyntes, monogena och polygena egenskaper, arv och miljö.
- Genetikens användningsområden. Möjligheter, risker och etiska frågor.

Centralt innehåll i biologi 2:

- Cell- och molekylärbiologins användningsområden. Möjligheter, risker och etiska frågor.

Innehåll i presentationerna

Presentationerna i formatet powerpoint (PPT) har delats upp i fem olika områden. I anteckningsfälten ges förslag på vad som kan tas upp i samband med varje bild. Där finns även svar på diskussionsfrågor som ställs till vissa bilder och tips på var man kan hitta mer information. Texterna i anteckningsfälten finns även samlade i tillhörande dokument, *Föreläsninganteckningar*, till varje PPT.

Presentationerna innehåller ett gediget faktainnehåll på många sidor. Använd och anpassa innehållet så att det passar din undervisning och klass/grupp. På flera av bilderna finns en hel del text i punktform för att underlätta för dig som lärare. Denna text kan med fördel kortas ner i vissa fall. Vi har tänkt att det är läraren själv som är bäst på att göra det urvalet.

För dig som jobbar på högstadiet kan innehållet vara väl tilltaget, men för att repetera genetik och för att prata om gamla och nya gentekniker kan PPT 1 och PPT 2 användas. PPT 3-5 innehåller många exempel att välja bland för att visa på hur CRISPR/Cas9-tekniken används inom växtförädling, djuravel och medicin.

PPT 1: Introduktion – grundläggande genetik

Grundläggande genetik kan behöva repeteras inför en genomgång av CRISPR/Cas9-tekniken. Det kan också finnas behov av att lägga till lite begrepp som kanske inte har tagits upp tidigare. Denna presentation innehåller:

- Celler, kromosomer, DNA, gener, proteiner
- Genuttryck och transkriptionsfaktorer
- Betydelsen av genetisk variation och mutationer

PPT 2: En historisk tillbakablick

Vi befinner oss idag på en plats i historien där vi kan ändra "livets kod". Vi kan ta oss in i levande cellkärnor med ett verktyg, söka upp en specifik gen och påverka den så att en egenskap ändras. Här beskrivs många viktiga metoder som banat väg för dagens teknik. Denna presentation innehåller:

- En beskrivning av den "gentekniska revolutionen"
- Exempel på viktiga upptäckter och metoder som har lett fram till dagens tekniker för genomredigering

PPT 3: Så fungerar CRISPR/Cas9

CRISPR/Cas9 är ett försvarssystem hos bakterien *Streptococcus pyogenes*. Det är också en teknik för att redigera (ändra) i DNA. Denna presentation innehåller:

- CRISPR/Cas – bakteriers försvar
- CRISPR/Cas – en metod för att klippa och klistra i DNA

PPT 4: Växtförädling och djuravel

Förädling av växter och djuravel har en lång historia. Användning av gensax för att få fram önskvärda egenskaper sätts här i ett historiskt sammanhang, och det ges exempel på tillämpningar och utmaningar. Denna presentation innehåller:

- Jordbrukets roll och exempel på önskvärda förädlingsegenskaper
- En historisk tillbakablick på växtförädling och djuravel
- Traditionella växtförädlingsmetoder (korsnings- och mutationsförädling)
- Transgenes och genomredigering med CRISPR/Cas
- Lagstiftning om GMO och genomredigerade organismer

PPT 5: Medicinska tillämpningar

Genterapier används för att behandla genetiska sjukdomar. Många genterapier som baseras på CRISPR/Cas9 är under utveckling och prövas i kliniska studier. Denna presentation innehåller:

- Genetiska sjukdomar orsakas av mutationer
- Vad är genterapi?
- Behandling av ärftliga sjukdomar med genterapi baserad på CRISPR/Cas9-teknik
- Exempel på sjukdomar där patienterna behandlas med CRISPR/Cas9-baserad genterapi (bl a den första och hittills enda godkända behandlingen)

Övningar och uppgifter

Nedan beskrivs övningar och uppgifter lite kort. Till dessa finns separata lärarhandledningar, elevinstruktioner samt utskriftsmaterial.

Genterapi med CRISPR/Cas9

I den här övningen får eleverna följa hur man med hjälp av CRISPR/Cas9 försöker bota patienter med sicklecellanemi, en ärftlig blodsjukdom som orsakas av en punktmutation. Elevinstruktionen innehåller information och frågor om genterapi samt en klipp- och klistraövning för att bättre förstå metoden och hur guide-RNA och Cas9 fungerar. Till övningen behövs tillhörande pappersutskrifter.

Fördjupningsarbete – Nu är det klippt

Varje år presenterar Gentekniknämnden rapporten *Genteknikens utveckling*. I denna lärarhandledning ges förslag på ett fördjupningsarbete utifrån rapporten som inspiration och med exempel på hur arbetet kan redovisas. Den innehåller även läs- och länktips för vidare läsning.

Rollspel – Risonia 2.0

Risodlingar påverkas av klimatförändringar som leder till både torra och översvämningar med inströmmande havsvatten. Det påverkar odlingsmarkerna och produktionen av ris sjunker. Rollspelet Risonia 2.0 handlar om biosäkerhetslagstiftning, växtförädling och genomredigering för att få fram tåligare rissorter och säkra den framtida livsmedelsproduktionen av den viktiga basfödan ris.

Rollspelet är designat för att få eleverna att själva ställa frågor om växtförädling och biosäkerhetslagstiftning för att kunna fatta viktiga beslut. I partigrupper och sedan i arbetsutskott får eleverna träna på att ta ställning och hitta belägg för att förutse och bemöta motargument.

Genteknik.se

På Gentekniknämndens webbplats genteknik.se finns faktasidor om grundläggande genetik, exempel på både historiska och aktuella tillämpningar av genteknik samt beskrivningar av flera olika gentekniska metoder.

Här hittar du även aktuell information om lagstiftning samt den årliga rapporten *Genteknikens utveckling* som sammanfattar den senaste utvecklingen inom genteknikområdet. Webbplatsen lämpar sig mycket väl för elever att läsa in sig på valda områden.