

Lærervejledning

Moderne genteknologi

Beskrivelse af undervisningsmateriale

Materialet indeholder teori-afsnit, der omhandler molekylærbiologiens centrale dogme, og hvordan viden derom kan bruges til fremstilling af mikroorganismer, designet til production af lægemidler / finkemikalier (cellefabrikker). Teoriindholdet rummer afsnit om de laborieteknikker man benytter sig af i bioteknologiske laboratorier, eksempelvis PCR, ELISA, elektroforese mm. Et afsnit om etiske overvejelser for GMO indgår i teori-afsnittet. Materialet indeholder tre cases, der eksemplificerer brugen af rekombinant genteknologi til blandt andet at forbedre udbyttet i landbrug, forbedre næringsindholdet i ris, og til at producere lægemidler. Til hver case findes en række arbejdsspørgsmål.

Læringskomponenter	
Teori – grundteori og konkrete cases	x
Opgaver – teoretiske spørgsmål	x
Det Virtuelle Laboratorium	x

Cellefabrikker kan inspirere og fascinere eleverne på grund af deres store nytteværdi for medicin og grøn produktion – et anvendelsesfelt hvor danske virksomheder er særlig godt med. Tre øvelser i det Viruelle laboratorie (Vlab) hører også til undervisningsmaterialet, hvori de studerende har mulighed for at beskæftige sig med design af cellefabrikker, til blandt andet production af insulin. [Vlab kan tilgås her](#). Til dette undervisningsmateriale hører Vlab øvelserne "Produktion af insulin", "Enzymer til vaskemiddel", og "Produktion af antistoffer".

Anvendelse

Arbejdet i undervisningen kan stykkes sammen på mange måder, men grundlæggende er de tre første teori-artikler, omhandlende det centrale dogme, og brugen deraf i design af cellefabrikker. Artikel 1, omhandlende strukturen af gener, kan dog springes over, hvis stoffet er kendt på forhånd. Relevante genteknologiske værktøjer er beskrevet i afsnittet "Genteknologiske værktøjer", hvortil der henvises direkte, når metoden bruges i det øvrige materiale.

Til materialet er desuden udviklet fem case stories om konkret anvendelse af teori og metoder introduceret i materialet, og de indeholder også arbejdsspørgsmål. Materialet har således stor mulighed for at blive brugt på kryds og tværs efter klassens niveau og mål. De to cases om genteknologi til udvikling af hhv. enzymer og hurtigtvirkende insulin er oplagte til afsæt i det virtuelle laboratorium, hvor teorien om cellefabrikker kan afprøves i praksis af eleverne. Artiklerne om Syntetisk biologi og Etik og lovgivning kan bruges til perspektiv.

Niveau

Undervisningsmaterialet henvender sig til elever med Bioteknologi A. Kendskab til cellens struktur og fysiologi er en fordel, men derudover har projektet få forudsætninger.

Dækket kernestof - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

- Makromolekyler: opbygning og funktion af nucleinsyrer og proteiner
- Genetik og molekylærbiologi: proteinsyntese, genregulering, genteknologi
- Eksperimentelle metoder: celledyrkning, kloning, transformation, PCR, elektroforese, DNA-sekventering

Dækket supplerende stof - jf. [Læreplan "Bioteknologi A – stx 2017"](#)

- Bioteknologisk anvendelse af mikroorganismer
- Bioetik

Overordnet indholdsbeskrivelse af de enkelte dele:

- **Teori**

Hvad er DNA og gener?

I dette afsnit gennemgås det centrale dogme i detaljer. Funktionen og strukturen af DNA, gener og proteiner gennemgås. Dernæst gennemgås transkriptionen, translationen og replikation af DNA.

Cellefabrikker

Ud fra det centrale dogme beskrives der hvordan mikroorganismer kan gensplej ses, for at producere en produktionsorganisme (en cellefabrik) af et interesse molekyle. Teoriafsnittet tager udgangspunkt i design af en protein-producerende cellefabrik, og gennemgår hele designprocessen, fra valg af produkt, kloning af DNA, transformation, til fermentering af cellefabrikken.

Genetisk tuning

Afsnittet beskriver hvordan optimering af cellefabrikker kan udføres. Til dette formål gennemgås genregulering, for således at kunne optimere (tune) udtrykket af sine interessegener. Der gennemgås regulering af transkription (promoter, RBS og terminatorsekvenser) og regulering af translation (start/stop codons). For yderligere optimering beskrives codon-optimering, overudtryk af gener og His-tags kort.

Genteknologiske værktøjer

Afsnittet har til formål at beskrive en række hyppigt brugte laboratoriete knikker i bioteknologi. Dette omhandler PCR, gelelektroforese, restriktionskloning, transformation, screening/selektion, southern blotting, DNA sekventering, western blotting og ELISA.

Syntetisk biologi

Konceptet syntetisk biologi introduceres, og brugen af standardiserede DNA-dele (biobricks) beskrives.

Etik og lovgivning i genteknologi

En kort beskrivelse af GMO-lovgivning gives, og etiske dilemmaer, relevante for brugen af GMO, stilles.

- **Cases: Genteknologi**

Genteknologi i planter og dyr

Tre mindre cases bliver gennemgået, hvori genteknologi bruges til at forbedre dyrkning af bomuld, næringsværdien af ris, og produktionen af lægemidler. Til hver af de tre cases hører der arbejdsspørgsmål.

Udvikling af fedtnedbrydende vaskeenzym

Brugen af enzymer i vaskemidler gennemgås kort, og der gives en beskrivelse af Novozymes' forsøg på at producere og optimere produktionen af enzymet Lipolase. Arbejdsspørgsmål findes til casen.

Udvikling af hurtigtvirkende insulin

Effekten af insulin på mennesket gennemgås, og brugen af cellefabrikker, til produktion af insulin, gennemgås. Der beskrives hvorledes effekten af insulin kan optimeres, ved at modificere strukturen af proteinet. Arbejdsspørgsmål findes til casen.

- **Øvelser i det virtuelle laboratorium**

Tre øvelser i det virtuelle laboratorium er lavet til dette undervisningsmateriale. Yderligere information kan findes på vlab undersiden. [Vlab kan tilgås her](#).