

# Lærervejledning til undervisning i bioteknologi

Af Ida Thingstrup (Biologi og Bioteknologi), Roskilde Gymnasium

Det Etske Råd har lavet et materiale om brug af CRISPR/Cas9 og andre teknikker til forædling af planter, især til forebyggelse af klimaændringer og tilpasninger til klimaændringer. Dette er interessant, fordi emnet giver lejlighed til at kombinere de økologiske sider af faget med etiske og bioteknologiske aspekter. Hvis du ikke har tid til at læse alt materialet igennem lige nu, kan vi anbefale materialets dele til forskellige niveauer ifølge nedenstående skema

Kapitler	Forår 1g: den hurtige introduktion op til livestreamingen	Forår 2g	Forår 3g
1. "Genmodifikation og klimaforandringer". <i>Bruges eventuelt i form af en lærerpræsentation på basis af teksten, da teksten er meget lang for eleverne at læse.</i>	x	x	x
2. "Sådan kan klimavenlige planter udvikles ved hjælp af CRISPR-Cas9". <i>Kapitlet gennemgår både GMO, CRISPR/Cas9 og mere traditionelle forædlingsmetoder. Der er nogle ret nye indgangsvinkler: "re-domesticering" og domesticering af vilde arter. Desuden omtales kort brug af Next Generation Sequencing og brug af databaser.</i>		x	x
3. "Interview med genetiker, Thomas Dideon". <i>Video og transkript. Denne forsker arbejder med at forbedre klimaegenskaberne i græs (dog UDEN CRISPR-Cas9). God til overordnet introduktion og appetitvækker til plante-forædling. Er fra 2010.</i>	x	x	x
4. "Etik-interview om GMO" med Mickey Gjerris og Kasper Lippert-Rasmussen. <i>Lad gerne et filosofihold undervise biotek-holdet i dette. Ellers kan materialet anvendes som oplæg til debat i klassen, men udbyttet vil være størst, hvis man har filosofifaget med.</i>		(x)	(x)
5. "Baggrundstekst: Findes der naturlige fødevarer?" <i>Lad gerne et filosofihold undervise biotek-holdet i dette.</i>			

## Forudsætninger og niveauer

Generelt er det nok for svært at læse som forløb i 1g, men man kan introducere eleverne til emnet på et overordnet plan som vist i skemaet, så de kan få udbytte af at se livestreamingen.

Materialet vil især være fint at bruge i 2g og 3g.

GMO, klima og etik: [www.etiskraad.dk/gmo](http://www.etiskraad.dk/gmo)

Der forudsættes en del forhåndsviden, som kunne tænkes at være introduceret i mange klasser senest foråret i 2g:

- Plantecellens og plantens opbygning, herunder især blomst, frø, meristemer
- DNA's struktur og replikation
- Mendels genetik
- Proteinsyntese, inkl. promotor, terminator
- Eukaryot genregulering

- Enzymer
- Plasmider

Med dette på plads, vil det være muligt at bruge materialet til en tematisk læsning af plante-forædling med fokus på GMO og på genredigering med CRISPR/Cas9.

Der henvises i materialet til Next Generation Sequencing, og der henvises også til bioinformatiske emner, idet man

kort nævner, hvordan bioinformatiske databaser inddrages. Det vil nok blive for langt et forløb, hvis disse emner også skal læses i dybden i denne sammenhæng.

#Der er udarbejdet et forslag til en forløbsplan med forsøg og gruppearbejde. Det kan findes #her (link til forløbsplan, separat dokument med titlen BIOTEKNOLOGI dokument 2 Etisk Råd Forskningens Døgn 2019)

## Undervisningsmål

De vigtigste faglige mål (2017-ordningen, Bioteknologi A, stx) som kan dækkes i arbejdet med materialet:

- anvende fagets viden og metoder til vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske, miljømæssige og etiske problemstillinger med bioteknologisk indhold.

Det vigtigste kernestof (2017-ordningen, Bioteknologi A, stx), der kan læses med materialet:

- genteknologi
- eksempler på samspil mellem arter og deres omgivende miljø

Anvender viden fra forløb om:

- biologisk funktion af nucleinsyrer og proteiner, herunder enzymer
- opbygning af eucaryote celler, eucaryote celletyper, proteinsyntese, genregulering, mutation.

Det vigtigste supplerende stof (2017-ordningen, Bioteknologi A, stx), der kan læses med materialet:

- bæredygtig produktion af fødevarer
- bioteknologisk anvendelse af planter
- ny forskning og nye bioteknologiske metoder
- bioetik

GMO, klima og etik: [www.etiskraad.dk/gmo](http://www.etiskraad.dk/gmo)

- samfundsmæssige, teknologiske eller miljømæssige problemstillinger med bioteknologisk indhold.

## Tværfagligt

Materialet giver på STX en teoretisk mulighed for samarbejde med andre fag: filosofi, samt samfundsfag og naturgeografi. Det er dog sjældent de samme elever, der har flere af disse fag på de passende niveauer. Men man kunne jo sætte biotek-elever til at undervise filosofi-elever om teknikkerne, og så kunne filosofi-elever undervise biotek-elever om de etiske aspekter.

## Supplerende materiale

CRISPR/Cas9 (generelt og til mennesker, ikke specielt til planter)

Egebo LA, Johansen JS, Jørgensen FG, Mantoni TS, Wolff H (2018) Bioteknologi A - bind 2, Nucleus Forlag, s. 141-145

“Bedre afgrøder med bioteknologi”

Egebo LA, Johansen JS, Jørgensen FG, Mantoni TS, Wolff H (2018) Bioteknologi A - bind 2, Nucleus Forlag, s. 310-337

Figurer fra hjemmesiden til den ovennævnte bog: Kapitel 5 (CRISPR/Cas9) og Kapitel 10 (Bedre afgrøder med bioteknologi)

Biotech Academy, materiale om CRISPR/Cas9 til gymnasieniveau:

<https://www.biotechacademy.dk/undervisning/gymnasiale-projekter/crispr-cas9/>

Fremtidens planteforædling - hvordan CRISPR bringer os tættere på nye afgrøder, Aktuel Naturvidenskab nr. 2/2017, s. 24-27, link til tidsskriftets hjemmeside hvorfra artiklen kan downloades gratis:

<https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/>

Ingeniøren: Innovationsfonden giver 30 mio. til dansk Crisprcas9-projekt. Udgivet af ing.dk. Internetadresse:

<https://ing.dk/artikel/innovationsfonden-giver-30-mio-dansk-crisprcas9-projekt-214594-Besøgt-d.14.12.2018>