

Lærervejledning til undervisning i biologi

Af Karina Lærkedal Sørensen (Biologi), 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.

Alle tre niveauer i biologi kan anvende materialet som udgangspunkt for klassens deltagelse i Etisk Råds livestreaming af debatarrangementet om GMO 30. april 2019; vi har lavet en anbefaling til læsning på de forskellige niveauer på skemaet herunder.

Kapitler	Biologi A: Forår 1g/ Biologi C: Den hurtige introduktion op til livestreamingen	Biologi A: Forår 2g Biologi B	Biologi A: Forår 3g
1. "Genmodifikation og klimaforandringer". Bruges eventuelt i form af en lærerpræsentation på basis af teksten, da teksten er meget lang for eleverne at læse.	x	x	x
2. "Sådan kan klimavenlige planter udvikles ved hjælp af CRISPR-Cas9". 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.	(X) Det anbefales, at det bliver i form af en lærerpræsentation, som særligt lægger vægt på idéen bag re-domesticering i forhold til traditionel gensplejsning. Figur 5 viser gensplejsning og fig. 3 viser CRISPR, og kan gives til eleverne.	x	x
3. "Interview med genetiker, Thomas Dideon". Video og transkript. Denne forsker arbejder med at forbedre klimaegenskaberne i græs (dog UDEN CRISPR-Cas9). God til overordnet introduktion og appetitvækker til planteforædling. Er fra 2010.	x	x	x
4. "Etik-interview om GMO" med Mickey Gjerris og Kasper Lippert-Rasmussen. Lad gerne et filosofihold undervise biologi-holdet i dette. Ellers kan materialet anvendes som oplæg til debat i klassen, men udbyttet vil være størst, hvis man har filosofifaget med.		(x)	(x)
5. "Baggrundstekst: Findes der naturlige fødevarer?" Lad gerne et filosofihold undervise biotek-holdet i dette.			

Forudsætninger og niveauer

Generelt er det nok for svært at læse som forløb i 1g bio A og bio C, 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 på A-niveau, og på B-niveau særligt på hold med flere elever som har filosofi eller samfundsfag.

Der forudsættes en del forhåndsviden hvis man skal have forståelse af teknikkerne bag forædlingen. Det meste er kernestof på biologi B og A.

- Plantecellens og plantens opbygning, herunder især blomst, frø, meristemer: Det kan dog hurtigt introduceres af læreren
- 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 planteforædling med fokus på GMO og på genredigering med CRISPR/Cas9 på A-niveau.

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.

Undervisningsmål

De vigtigste **faglige mål** (2017-ordningen) som kan dækkes i arbejdet med materialet:

Biologi C, B og A:

- 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), der kan læses med materialet:

Biologi C:

- Genetik og molekylærbiologi: Nedarvningsprincipper, det centrale dogme og mutation
- Eksempler på samspil mellem arter og deres omgivende miljø

Biologi B:

- Genetik og molekylærbiologi: Nedarvningsprincipper, replikation, proteinsyntese, mitose, meiose og genteknologi
- Samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø

Biologi A:

- Cellebiologi: Opbygning af pro- og eucaryote celler, eucaryote celletyper og membranprocesser
- Genetik og molekylærbiologi: Nedarvningsprincipper, genregulering, replikation, proteinsyntese, mutation....genteknologi og bioinformatik
- Eksperimentelle metoder...Transformation

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

Biologi C: Bioteknologi, bæredygtighed, miljøbeskyttelse

Biologi B og A: Bioteknologi, bæredygtighed, miljøbeskyttelse, bioetik

Desuden som "aktuelt eksempel med relationer til elevernes hverdag og den aktuelle debat og med lokale og globale perspektiver"

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.

Supplerende materiale

Da CRISPR-teknikken af gode grunde ikke er i mange af de lærebøger vi har liggende på skolebibliotekerne og i bogbeholdningerne, må man finde supplerende materiale andetsteds:

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 bogen Bioteknologi A - bind 2: 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/>

Animation af CRISPR cas 9 med kort forklaring på kompleksets oprindelse i bakterier, engelsksproget

<https://www.youtube.com/watch?v=2pp17E4E-O8>

McGovern Institute for brain research at MIT

Set 12.01.2019

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>