

## Bioteknologi A – htx, august 2017

### 1. Identitet og formål

#### 1.1. Identitet

Bioteknologi er teknologisk udnyttelse af biologiske systemer til bl.a. forskning, analyse, produktion, miljøbeskyttelse og sygdomsbehandling. Bioteknologien har rødder i traditionel produktion og bearbejdning af fødevarer ved hjælp af planter, dyr og mikroorganismer og forbedring af denne produktion gennem forskning. Bioteknologien har også baggrund i de muligheder, mikrobiologiens og den kemiske videnskabs fremkomst åbnede indenfor sundhedsvidenskab og medicin.

Moderne bioteknologi integrerer en række naturvidenskabelige, sundhedsvidenskabelige og tekniske forskningsområder særligt indenfor det molekylærbiologiske område. Bioteknologi kan bidrage med bæredygtige og innovative løsninger på samfundsmæssige og miljømæssige udfordringer, men rejser også etiske spørgsmål og udfordrer vores forståelse af os selv og andre levende organismer.

Faget bioteknologi er et biologisk fag, hvis viden og forståelse bygger på naturvidenskabelige og eksperimentelle arbejdsmetoder såvel i laboratoriet som i naturen, og som inddrager viden og metoder fra andre fag, særligt kemi og matematik. Faget har udgangspunkt i videnskabsfaget biologi, i sundhedsvidenskab og tekniske videnskaber og beskæftiger sig med anvendelse af viden og metoder inden for områder som biologisk produktion, miljø, medicin og sundhed.

#### 1.2. Formål

Eleverne skal opnå viden, kundskaber og kompetencer i forhold til almen teknologisk dannelse og videre uddannelse især inden for naturvidenskabelige, sundhedsvidenskabelige og tekniske uddannelser.

Undervisningen giver gennem indsigt i de væsentligste biologiske videnskabelige områder fagligt grundlag for at forholde sig innovativt, reflekteret og ansvarligt til anvendelse af biologisk viden og bioteknologi, til vores sundhed og til naturgrundlaget. Eleverne får faglig baggrund for at for at deltage kvalificeret i samfundsdebatten om emner med bioteknologisk indhold, træffe valg og handle.

Elevernes studiekompetencer udvikles gennem såvel teoretisk som eksperimentelt arbejde med fagets indhold og gennem erfaringer med relevant studieteknik, faglig argumentation, fordybelse og faglig formidling. Undervisningen skal fremme elevernes nysgerrighed og engagement i fagets discipliner og give indsigt i de videre uddannelses- og karrieremuligheder, som faget peger frem imod.

### 2. Faglige mål og fagligt indhold

#### 2.1. Faglige mål

Eleverne skal kunne:

- anvende fagbegreber, fagsprog, relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse og forklaring af iagttagelser og til analyse af biologiske og bioteknologiske problemstillinger
- tilrettelægge og udføre eksperimenter og undersøgelser i laboratoriet, værksteder og i felten under hensyntagen til sikkerhed, og til risikomomenter ved arbejde med biologisk materiale
- bearbejde data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser og dokumentere eksperimentelt arbejde hensigtsmæssigt
- analysere og diskutere data fra eksperimenter og undersøgelser, med inddragelse af faglig teori, fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation
- gennemføre, vurdere og dokumentere beregninger ved behandling af problemstillinger med biokemisk og biologisk indhold
- anvende relevante matematiske repræsentationer, modeller og metoder og grundlæggende kemisk viden til analyse og vurdering
- anvende relevante digitale værktøjer, herunder fagspecifikke og matematiske, i en konkret sammenhæng
- indsamle, vurdere og anvende kildemateriale om biologiske og bioteknologiske emner
- formulere sig struktureret såvel mundtligt som skriftligt om biologiske og bioteknologiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer
- demonstrere forståelse af sammenhænge mellem fagets forskellige delområder
- analysere, vurdere og perspektivere bioteknologiske metoder inden for udvalgte områder som biologisk produktion, miljø, medicin og sundhed
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder

- anvende fagets viden og metoder til vurdering og perspektivering i forbindelse med samfundsmæssige, teknologiske, miljømæssige og etiske problemstillinger med biologisk indhold og til at udvikle og vurdere løsninger
- behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

## 2.2. Kernestof

Gennem kernestoffet skal eleverne opnå faglig fordybelse, viden og kundskaber.

Kernestoffet omfatter biologisk viden på biokemisk niveau, celle-, individ- og økosystemniveau, herunder:

- cellebiologi: dyre-, plante-, svampe- og bakteriecellers overordnede opbygning og membranprocesser
- mikrobiologi: vækst, vækstmodeller, vækstfaktorer
- virus: opbygning og formering
- makromolekyler: opbygning, egenskaber og biologisk funktion af carbohydrater, lipider, proteiner og nucleinsyrer
- enzymer: opbygning, funktion, enzymatiske hovedklasser og enzymkinetik
- biokemiske processer: fotosyntese, respiration, gæring og deres overordnede delprocesser
- genetik og molekylærbiologi: nedarvningsprincipper, replikation, proteinsyntese, mutation, mitose, meiose, genregulering og anvendt bioinformatik
- genteknologi: gensplejsning, transformation og kloning
- evolutionsteori: biologisk variation og selektion
- fysiologi: forplantning, fordøjelse, åndedrætssystem, blodkredsløb, muskler, immunforsvar, nervesystem og hormonel regulering
- økologi: samspil mellem arter og mellem arter og deres omgivende miljø, energistrømme og produktion, C- og N-kredsløb og biodiversitet
- toksikologi
- eksperimentelle metoder: celledyrkning, PCR, elektroforese, DNA-sekventering, ELISA, spektrofotometri, chromatografi, arbejdsfysiologiske målinger, bestemmelse af netto- og bruttoproduktion.

## 2.3. Supplerende stof

Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Kernestoffet og det supplerende stof udgør tilsammen en helhed. Det supplerende stof uddyber og perspektiverer kernestoffet, men kan også omfatte nye emneområder.

Det supplerende stof skal sammen med kernestoffet uddybe problemstillinger og emner, hvor bioteknologi spiller en væsentlig rolle, og vælges, så følgende områder omfattes:

- sundhed, sygdom og medicin
- bæredygtig energi- og fødevareproduktion
- bioteknologisk anvendelse af både virus, mikroorganismer, planter og dyr
- miljøteknologi og miljøbeskyttelse
- ny forskning og nye bioteknologiske metoder
- bioetik.

Der skal indgå områder med relation til elevernes hverdag og samfundsmæssige, teknologiske eller miljømæssige problemstillinger med bioteknologisk indhold. Områderne skal endvidere vælges, således at både lokale og globale perspektiver berøres. Dele af det supplerende stof vælges i samarbejde med eleverne. Der skal indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.

## 2.4. Omfang

Forventet omfang af fagligt stof er normalt svarende til 450-600 sider.

## 3. Tilrettelæggelse

### 3.1. Didaktiske principper

Undervisningen skal tage udgangspunkt i et fagligt niveau svarende til elevernes biologifaglige viden og kompetencer fra grundskolen. Læses faget som valgfag, bygger det videre på elevernes forudsætninger fra fagene biologi C eller biologi B.

Undervisningen er tematisk og tager udgangspunkt i problemstillinger med biologisk eller bioteknologisk indhold og aktuell, samfundsmæssig, teknisk eller videnskabelig relevans. Temaerne vælges, så de tilsammen dækker kernestof og supplerende stof, og så der er en klar progression i arbejdet med faglig mål og selvstændighed. Temaerne suppleres med systematiske opsamlings med henblik på elevens faglige overblik.

Det teoretiske og eksperimentelle arbejde skal støtte hinanden og integreres, således at eleverne opøves i at kombinere iagttagelser og faglige forklaringer og inspireres til selv at kunne foreslå relevante undersøgelsesmetoder og problemløsninger.

Der lægges vægt på elevens aktive rolle gennem dialog, undersøgelse, dokumentation og formidling og på at styrke elevernes mundtlige og skriftlige formidlingsevne.

### **3.2. Arbejdsformer**

Undervisningen tilrettelægges med:

- individuelle og kollaborative arbejdsformer
- faglig læsning, artikellæsning og kritisk informationssøgning
- mundtlig formidling med vægt på struktur, faglige forklaringer, argumentation og fagsprog
- problemorienterede og løsningsorienterede forløb
- udadrettede aktiviteter eller samarbejde med eksterne partnere, som eksemplificerer biologiens anvendelser og karrieremuligheder
- forløb, hvor eleverne har indflydelse på valg af indhold.

#### *Eksperimentelt arbejde*

Elevernes eget eksperimentelle arbejde skal udgøre ca. 20 pct. af fagets undervisningstid. Eksperimentelt arbejde:

- skal stå centralt i undervisningen
- skal vælges bredt og varieret, omfatter både laboratoriarbejde og feltundersøgelser og både kvalitativt og kvantitativt eksperimentelt arbejde
- omfatter både eksperimenter med fokus på fagets problemstillinger og anvendelse af fagets metoder til undersøgelse af problemstillinger med afsæt udenfor faget
- skal tilrettelægges med både lærerstyret og mere selvstændigt tilrettelagt eksperimentelt arbejde.

Det eksperimentelle arbejde kan suppleres med andet empiribaseret arbejde, hvor eleverne f.eks. indhenter data fra databaser, og andre aktiviteter af eksperimentel karakter, f.eks. virtuelle eksperimenter. Dette indgår dog ikke i de 20 pct. afsat til eksperimentelt arbejde.

#### *Skriftligt arbejde*

Skriftlighed i bioteknologi A omfatter arbejde med fagets forskellige skriftlige genrer med sigte på læreproces og faglig formidling. Det skriftlige arbejde omfatter blandt andet følgende:

- journaler og rapporter over eksperimentelt arbejde
- forskellige opgavetyper, blandt andet med henblik på træning af faglige elementer og samspil med andre fag
- besvarelse af opgaver, der tydeliggør kravene ved den skriftlig prøve
- andre produkter f.eks. præsentationer og posters.

Det skriftlige arbejde i bioteknologi A skal give eleverne mulighed for at fordybe sig i biologiske problemstillinger og styrke tilegnelsen af fagets viden, tankegang, arbejdsmetoder og kommunikationsformer. Det skriftlige arbejde tilrettelægges, så der er progression i fagets skriftlighed og sammenhæng til skriftligt arbejde i andre fag og studieområdet, som bidrag til udviklingen af den enkelte elevs skriftlige kompetencer.

### **3.3. It**

Digitale værktøjer integreres i undervisningen i forbindelse med dataopsamling, databehandling, modellering, bioinformatik, visualisering, informationssøgning, skriftlig og mundtlig formidling, træning til de skriftlige prøver og kollaborative arbejdsprocesser.

### **3.4. Samspil med andre fag**

Dele af kernestof og det supplerende stof vælges og behandles, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil i studieretningen. I tilrettelæggelsen af undervisningen inddrages desuden elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindelige sider og teknologiske perspektiver. Bioteknologi A kan desuden indgå i studieområdet.

Når bioteknologi A er et studieretningsfag, tilrettelægges der forløb sammen med andre fag, som uddyber, anvender eller perspektiverer bioteknologi. Der skal indgå et forløb, som tilrettelægges sammen med det andet studieretningsfag.

## **4. Evaluering**

### **4.1. Den løbende evaluering**

Elevernes udbytte af undervisningen skal evalueres jævnligt, bl.a. på baggrund af det skriftlige arbejde, så der er grundlag for en fremadrettet vejledning af den enkelte elev i arbejdet med at nå de faglige mål, opnå viden og kundskaber og for justering af undervisningen.

Den løbende evaluering omfatter elevens udbytte af de faglige samspilsforløb.

## 4.2. Prøveformer

Der afholdes en centralt stillet skriftlig prøve og en mundtlig prøve.

### *Den skriftlige prøve*

Skriftlig prøve på grundlag af et centralt stillet opgavesæt, som består af opgaver stillet indenfor kernestoffet i pkt. 2.2. og problemstillinger i tilknytning hertil. Prøvens varighed er fem timer.

### *Den mundtlige prøve*

Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en opgave udarbejdet af eksaminator. Opgaven tager udgangspunkt i en problemstilling, som har sammenhæng med et eller flere af undervisningens temaer og inddrager eksperimentelt arbejde eller andet empiribaseret arbejde fra undervisningen. Opgaven indeholder en overskrift og en kort præciserende tekst samt bilag i form af en artikel eller en case, som ikke er behandlet i undervisningen, og supplerende materiale i form af figurer, forsøgsdata og lignende. Bilagsmaterialet skal kunne danne basis for faglig uddybning og perspektivering ved inddragelse af faglige metoder, kernestof og supplerende stof. Bilagsmaterialet skal have et omfang, så hele materialet kan forventes inddraget under eksaminationen.

Opgaverne, der indgår som grundlag for prøven, skal tilsammen i al væsentlighed dække de faglige mål, kernestof og supplerende stof. Hver opgave må bruges højst to gange på samme hold. Bilag må genbruges i forskellige opgaver efter eksaminators valg. Opgaverne uden bilagsmateriale skal være kendt af eksaminanderne inden prøven.

Eksaminationstiden er ca. 30 minutter. Der gives ca. 24 timers forberedelsestid, dog ikke mindre end 24 timer. Bilagsmaterialet knyttet til den udtrukne opgave udleveres ved forberedelsens start. Eksaminationen indledes med eksaminandens fremlæggelse med udgangspunkt i bilagsmaterialet, som varer op til ti minutter. Eksaminationen former sig herefter som en samtale mellem eksaminand og eksaminator, som inddrager øvrige relevante dele af kernestof og supplerende stof.

## 4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilken grad eksaminandens præstation opfylder de faglige mål, som de er angivet i pkt. 2.1.

### *Ved skriftlige prøve*

Ved den skriftlige prøve lægges vægt på eksaminandens evne til at:

- anvende fagbegreber og fagsprog og relevante repræsentationer og modeller til beskrivelse, forklaring og analyse
- formulere sig struktureret om biologiske og bioteknologiske emner og give sammenhængende faglige forklaringer og diskussioner
- vurdere eksperimentelt arbejde og dets tilrettelæggelse
- bearbejde, præsentere og vurdere data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser med anvendelse af relevante modeller, beregninger, metoder og repræsentationer
- analysere og diskutere data og eksperimentelle resultater under inddragelse af relevant faglig viden
- benytte relevante fagspecifikke digitale værktøjer hensigtsmæssigt.

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering af eksaminandens præstation.

### *Ved mundtlig prøve*

Ved den mundtlige prøve lægges der vægt på eksaminandens evne til at:

- anvende relevant faglig viden, fagbegreber og fagsprog til beskrivelse, forklaring og analyse af bilagsmaterialets problemstilling
- uddybe og vurdere eksperimentelt arbejde og dets tilrettelæggelse
- analysere og diskutere data og eksperimentelle resultater under inddragelse af relevant faglig viden
- give sammenhængende faglige forklaringer og argumentationer og indgå i en faglig dialog
- demonstrere forståelse af sammenhænge mellem fagets forskellige delområder
- perspektivere til samfundsmæssige, teknologiske, miljømæssige eller etiske problemstillinger.

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering af eksaminandens mundtlige præstation.

### *Ved prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil*

Ved prøve, hvor faget indgår i fagligt samspil med andre fag, lægges der vægt på eksaminandens evne til at:

- behandle problemstillinger i samspil med andre fag
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder.

#### **4.4. Selvstuderende**

En selvstuderende skal have gennemført laboratoriekursus i bioteknologi A (htx) (Bek. om de gymnasiale uddannelser § 49) med attestation fra den institution, der afholdt kurset, for at kunne indstilles til prøve. Hvis den selvstuderende kan dokumentere gennemførelse af eksperimentelt arbejde i et omfang svarende til niveauets eksperimentelle arbejde fra tidligere undervisning i bioteknologi A, f.eks. i form af rapporter eller journaler, kan den selvstuderende indstilles til prøve uden at gennemføre laboratoriekursus. Det tidligere gennemførte eksperimentelle arbejde indgår på samme måde som grundlag for prøven, som eksperimentelt arbejde i en almindelig undervisningssammenhæng. Lederen af den skole, hvor prøven finder sted, beslutter, om tidligere eksperimentelt arbejde kan udgøre et tilstrækkeligt grundlag for den selvstuderendes prøve.