

Fagbilag bioteknologi

1. Identitet og formål

1.1 Siden penicillinets opdagelse for ca. 50 år siden, har der været en rivende udvikling indenfor området bioteknologi. Bioteknologi er teknologisk udnyttelse af biologiske systemer til forskning, analyse eller produktion. Bioteknologien har en stor betydning for udviklingen inden for den medicinske, biologiske og kemiske forskning. Bioteknologisk videnskab indrager mange naturvidenskabelige discipliner med biologi og kemi som de to vigtigste. Det er også i disse to fag gymnasiefaget bioteknologi tager sit udgangspunkt.

1.2 Bioteknologi spiller en stor rolle i det enkelte menneskes hverdag. Bioteknologi har stor betydning for udviklingen inden for medicinsk forskning og produktion, fødevareteknologi, planteforædling, biologisk produktion, miljøbeskyttelse og -genopretning. Et af de mest anvendte værktøjer i bioteknologi er brugen af genetisk modificerede organismer. Udviklingen inden for bioteknologi og i særdeleshed inden for genteknologi medfører etiske overvejelser, fx i forbindelse med brug af genmanipulerede organismer og dyrevelfærd. Biologisk og kemisk viden er en væsentlig baggrund for stillingtagen i sådanne spørgsmål.

1.3 Bioteknologis særkende som et anvendt fag skal give sig udtryk i undervisningen, der veksler mellem laboratoriearbejde og teori, og som skal give indsigt i fagets arbejdsformer og begreber. I undervisningen får eleverne en teoretisk viden samt et praktisk og fagligt grundlag, der appellerer til deres kreativitet og selvstændige tankevirksomhed. Samtidig opnås der kendskab til den bioteknologiske industri lokalt, nationalt og globalt. Bioteknologi giver faglig baggrund for, at den enkelte på kvalificeret grundlag kan tage stilling til teknologisk udnyttelse af biologiske systemer i sundhedsmæssige, produktionsmæssige og miljømæssige sammenhænge.

2. Undervisningsmål

Eleverne skal indenfor de emner som undervisningen omfatter,

- Kunne tilrettelægge og gennemføre eksperimenter, herunder foretage risiko- og sikkerhedsvurderinger.
- Kunne omgås kemikalier og biologisk materiale på forsvarlig måde.
- Kunne efterbehandle data og iagttagelser samt vurdere resultater fra eksperimenter.
- Kunne strukturere og formidle naturvidenskabelige problemstillinger i fagsprog, såvel mundtligt som skriftligt, under anvendelse af fagets teori, beregningsmetoder og eksperimentelle metodik.
- Opnå omfattende kendskab til bioteknologiens kemiske og cellulære grundlag.
- Opnå kendskab til levende organismers struktur og funktion.
- Opnå et fagligt grundlag for at kunne forstå og vurdere bioteknologiens betydning for det enkelte menneske, for samfundet og for den teknologiske udvikling.
- Kunne inddrage etiske overvejelser.
- Kunne bidrage til samarbejde om løsning af naturvidenskabelige problemstillinger.
- Kunne opsøge og vurdere informationer om bioteknologi.

3. Undervisningen

Undervisningen tilrettelægges som tematiske/emneorienterede forløb med integrerede kursusforløb i kernestoffet. De tematiske forløb skal dække bioteknologi bredt - og tage udgangspunkt i aktuelle anvendelser af bioteknologi.

3.1. Bioteknologiens kemiske grundlag

Indgående kendskab til intra- og intermolekylære bindinger specielt med sigte på anvendelsesaspekter i bioteknologi.

Viden om:

- Kemisk ligevægt herunder ligevægtsforskydning.
- Termodynamik med henblik på sammenhæng mellem ændring i Gibbs energi og ligevægtskonstanter.
- Syre-base ligevægte og deres betydning for biologisk aktive makromolekyler.
- Organiske molekylers struktur og funktion af betydning for bioteknologiske processer, herunder strukturisomeri og stereoisomeri samt færdighed i at navngive organiske stoffer efter IUPAC's anbefalinger. Herunder skal aminosyrer, proteiner, nukleinsyrer (RNA og DNA), lipider og carbohydrater belyses.
- Organiske reaktionstyper samt færdighed i at forklare enkelte af de tilhørende reaktionsmekanismer.
- Enzymkatalyserede reaktioner og deres kinetik, herunder viden om proteinstrukturers betydning for enzymaktivitet. Navngivning og klassificering af enzymer.
- Kendskab til kemiske metoder anvendt i lægemiddelproduktion.

3.2. Bioteknologiens cellulære grundlag

Viden om:

- Prokaryote og eukaryote cellers struktur og funktion samt celledelingsmekanismer og celledifferentiering.
- Virus, bakterier og gærsvampe.
- Det centrale dogme (DNA → RNA → protein), herunder proteinsyntese og genteknologi.
- Respirationsprocesser (glycolysen, citronsyrecyklus, respirationskæden) og fermenteringsprocesser.
- Anvendelse af genetiske grundbegreber og viden om forskellige nedarvningstyper.

3.3. Bioteknologiske teknikker og laboratoriesikkerhed

- Erfaring med naturvidenskabelig arbejdsmetode. Kunne bearbejde og vurdere måledata og iagttagelser ved eksperimenter.
- Erfaring med mikrobiologiske arbejdsmetoder.
- Kunne vurdere mulige risikomomenter og sikkerhedsforhold ved omgang med kemikalier, biologisk materiale og apparatur. Viden om miljømæssige aspekter ved anvendelse af kemikalier og biologisk materiale.

- Kendskab til følgende metoder: Spektrofotometri, fermenteringsteknikker, TLC (tyndtlagschromatografi), væskechromatografi, proteinoprensning, elektroforese, gensplejsning, PCR (polymerase chain reaction) og ELISA (enzyme-linked immunosorbent-assay).

3.4. Bioteknologiens fysiologiske grundlag

- Viden om stoftransport over cellemembraner.
- Viden om fysiologiske reguleringsmekanismer, hormoner, immunsystem og nervesystem.
- Kendskab til fysiologiske forhold hos mennesket af betydning for sundhedsfremme og forebyggelse samt behandling og anvendelse af medicinsk teknologi.

3.5. Forplantningsteknologier

- Viden om forplantningsteknikker som kloning og in vitro fertilisation.
- Kendskab til fosterdiagnostikker.

3.6. Bioteknologi og produktion

- Viden om mikroorganismers anvendelse i forskning og produktion, fx af lægemidler og enzymer.
- Kendskab til bioteknologiske metoder anvendt i fødevareproduktion.

3.7. Bioteknologi og miljøforhold

- Viden om mulige økologiske konsekvenser ved anvendelse af genmodificerede organismer.
- Kendskab til mindst en af følgende økologiske problemstillinger: ressourceudnyttelse, forurening eller økotoksikologi.

3.8. Etik ved anvendelse af bioteknologi

- Ethiske problemstillinger indgår integreret i undervisningen fx i forbindelse med in vitro fertilisation og arbejde med genmodificerede organismer.

3.9. Eksperimentelt arbejde

Det eksperimentelle arbejde skal indtage en fremtrædende plads i undervisningen. Der udføres eksperimentelt arbejde svarende til 50 - 60 timer. Det eksperimentelle arbejde skal bestå af illustrative forsøg til indlæring af metoder og teknikker samt længerevarende forsøg eller forsøgsrækker i tilknytning til de enkelte temaer.

Via det eksperimentelle arbejde skal eleverne opnå færdigheder i at anvende enkle bioteknologiske teknikker og få rutine i at planlægge og gennemføre eksperimentelt arbejde.

Eleverne skal gennemføre mindst to forsøg med udgangspunkt i egen fremstillet vejledning.

Eleverne skal opnå færdighed i at kunne vurdere mulige risikomomenter og sikkerhedsforhold ved omgang med kemikalier, biologisk materiale og apparatur.

3.10. Projekter

Eleverne skal gennemføre to større projekter hvoraf mindst det ene bør være knyttet til en bioteknologisk virksomhed eller en videregående uddannelsesinstitution. Projekterne skal indeholde eksperimentelt arbejde. Den samlede varighed af projekterne er ca. 30 timer.

3.11. Skriftligt arbejde

Eleverne skal udarbejde laboratoriejournal over samtlige eksperimenter. På grundlag af journaler udarbejdes 10 rapporter over centrale eksperimenter og forsøgsrækker. Rapporterne rettes og kommenteres af læreren.

Der skrives en projektrapport på max. 15 sider over hvert projektarbejde.

Eleverne trænes i skriftlig besvarelse af opgaver. Der afleveres opgaver svarende til 20 eksamensopgavesæt.

3.12. Pensum

Læsepensum omfatter 450-550 sider inkl. forsøgsvejledninger.

4. Eksamen

Der afholdes en mundtlig og en skriftlig prøve.

4.1. Den mundtlige prøve

Der afholdes en mundtlige prøve med en forberedelsestid (inkl. instruktion og materialeudlevering) på ca. 30 minutter. Der eksamineres (inkl. censur) 2 eksaminander i timen.

Eksamensopgivelserne til den mundtlige prøve udgør ca. 300 sider inkl. det tilhørende eksperimentelle arbejde.

Der skal opgives mindst et tema, som ligger inden for et af følgende emner:

- Fysiologiske forhold hos mennesket af betydning for sundhedsfremme og forebyggelse samt behandling og anvendelse af medicinsk teknologi.
- Forplantningsteknikker som kloning og in vitro fertilisation samt fosterdiagnostik.
- Bioteknologiske metoder anvendt i fødevareproduktion.
- Lægemiddelfremstilling.
- Ressourceudnyttelse, forurening, herunder mulige økologiske konsekvenser af genmodificerede organismer og økotoksikologi.

Til den mundtlige prøve gives et eksamensspørgsmål. Spørgsmålet skal indeholde præciserende underspørgsmål samt kendte og ukendte bilag. Normalt indgår eksperimentelt stof i spørgsmålene.

Bedømmelseskriterier ved den mundtlige prøve

Ved bedømmelsen indgår, om eksaminanden

- Kan strukturere og formidle sin viden
- Kan anvende fagets terminologi korrekt
- Kan inddrage metoder og resultater fra eksperimentelt arbejde
- Forstår og anvender fagets teorier og arbejdsmetoder
- Kan sætte ukendt materiale i relation til kendte problemstillinger
- Kan perspektivere sin faglige viden og forholde sig til bioteknologiske problemstillinger.

4.2. Den skriftlige prøve

4.2.1. Til den skriftlige prøve gives 5 timer. Eksaminanderne får forelagt 1 større opgave og 2-4 mindre opgaver, som alle afleveres til bedømmelse.

4.2.2. Eksamensopgivelserne ved den skriftlige prøve omfatter:

Bioteknologiens kemiske grundlag

- Intra- og intermolekylære bindinger specielt med sigte på anvendelsesaspekter i bioteknologi.
- Kemisk ligevægt herunder ligevægtsforskydning. Termodynamik med henblik på sammenhæng mellem ændring i Gibbs energi og ligevægtskonstanter. Syre-base ligevægte og deres betydning for biologisk aktive makromolekyler. Organiske molekylers struktur og funktion af betydning for bioteknologiske processer, herunder viden om strukturisomeri og stereoisomeri samt færdighed i at navngive organiske stoffer efter IUPAC's anbefalinger.
- Organiske reaktionstyper af betydning for glycolysen og citronsyreacyklus. Enzymkatalyserede reaktioner og deres kinetik, herunder proteinstrukturers betydning for enzymaktivitet. Navngivning og klassificering af enzymer.

Bioteknologiens cellulære grundlag

- Virus, bakterier og gærsvampe samt proteinsyntese og genteknologi.
- Genetiske grundbegreber og forskellige nedarvningstyper.

Bioteknologiske teknikker og laboratoriesikkerhed

- Naturvidenskabelig arbejdsmetode, herunder analyse, forklaring og vurdering af måledata og iagttagelser fra det eksperimentelle arbejde. Mikrobiologiske arbejdsmetoder.
- Mulige risikomomenter og sikkerhedsforhold ved omgang med kemikalier, biologisk materiale og apparatur, samt miljømæssige aspekter ved anvendelse af kemikalier og biologisk materiale.
- Spektrofotometri, fermenteringsteknikker, TLC, væskechromatografi, proteinoprensning, elektroforese, gensplejsning, PCR og ELISA.

Bioteknologiens fysiologiske grundlag

- Stoftransport over cellemembraner (diffusion, osmose og aktiv transport).
- Viden om fysiologiske reguleringsmekanismer, hormoner, immunsystem og nervesystem.

Bioteknologi og produktion

- Viden om mikroorganismers anvendelse i forskning og produktion, fx af lægemidler og enzymer.

Bedømmelseskriterier ved den skriftlige prøve

Ved bedømmelsen indgår, om eksaminanden

- Kan strukturere og formidle sin viden
- Kan anvende fagets terminologi korrekt
- Kan inddrage metoder og resultater fra eksperimentelt arbejde
- Forstår og anvender fagets teorier og arbejdsmetoder
- Kan sætte ukendt materiale i relation til kendte problemstillinger
- Kan perspektivere sin faglige viden og forholde sig til bioteknologiske problemstillinger
- Kan udføre kvantitative beregninger ledsaget af forklarende tekst og faglige termer i et sådant omfang, at tankegangen klart fremgår.

9. Den større skriftlige opgave

9.1 Opgaven formuleres af vejlederen på en sådan måde, at der stilles krav på forskellige niveauer (fx beskrivelse, analyse, vurdering og perspektivering). Opgaven omfatter normalt spørgsmål, der refererer til bilag og/eller spørgsmål vedrørende eksaminandens eksperimentelle arbejde. Eksperimentelt arbejde, der indgår i forbindelse med besvarelsen af den større skriftlige opgave, skal normalt være afsluttet inden opgaveugen.

9.2 Ved bedømmelsen af den større skriftlige opgave lægges der vægt på selvstændigheden i redegørelsen samt analyse og vurdering af konkrete resultater i de gennemførte undersøgelser.