

## 2.12 BIOTEKNOLOGI

Studiet ble opprettet av Høgskolestyret 17. mars 1988. Studieplanen ble vedtatt av Fakultetsrådet for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet 1. mars 1988 og sist endret av Fakultetsstyret for Fakultet for kjemi og biologi 16. desember 1998.

Bioteknologi er som begrep av relativt ny dato. Mange av de virksomheter som moderne bioteknologi omfatter har imidlertid lange tradisjoner. Dette gjelder særlig brygging av øl og framstilling av vin og sprit. Av relativt ny dato er bioteknologiske industriprosesser for framstilling av antibiotika, vitaminer, løsningsmidler og søtningstoffer.

Med bioteknologi menes i dag bruk av celler eller deler av celler, særlig enzymer, i kjemiske prosesser. European Federation of Biotechnology (EFB) har laget følgende definisjon: *Bioteknologi er integrasjonen av naturvitenskap og ingeniørvitenskap i den hensikt å oppnå anvendelse av organismer, celler, deler av disse og molekylære analoger til produkter eller tjenesteyting.* Det er celler og enzymeres virkning som katalysatorer i kjemiske reaksjoner som er spesielt attraktive. Dersom hele celler, f.eks. gjærceller benyttes kalles prosessen for forgjæring eller fermentering. Ved fermenteringsprosesser kan viktige, ofte kjemiske kompliserte stoffer framstilles. Rene enzymer kan benyttes som katalysatorer i synteseprosesser. Bruk av slike biokatalysatorer gjør ofte at reaksjoner kan utføres under milde betingelser, dvs. ved nøytral pH, normalt trykk og temperatur.

Bioteknologi er et område der teknologi og grunnforskning møtes. Grunnforskingsdelen omfatter fagområder som biokjemi, molekylær genetik, mikrobiologi, enzymkjemi, cellebiologi, organisk kjemisk syntese og analyse. På den teknologiske siden står prosesseteknikk og kjemiteknikk sentralt. Dersom naturlig forekommende biokatalysatorer ikke er effektive eller stabile nok for et spesielt formål, må biokatalysatoren modifiseres. Dette krever kjennskap til enzymenes struktur. Ved molekylmodellering kan forandringer i strukturen foreslås og framstilling av nye biokatalysatorer kan gjennomføres ved molekylære genetiske metoder, som blir stadig viktigere innen bioteknologi. Bioteknologi er derfor et forskningsområde som er sammensatt av mange selvstendige fagområder og skal man lykkes innen feltet er samarbeide nødvendig.

### **Bioteknologi ved NTNU**

Bioteknologi ved NTNU er representert ved Institutt for kjemi, Botanisk institutt og Institutt for bioteknologi. Biokatalysegruppen ved Institutt for kjemi studerer bruk av enzymer og celler i organisk kjemisk syntese. Ved Botanisk institutt framstilles bl.a. kjemikalier ved hjelp av plantecellekulturer. I tillegg benyttes planteceller i forbindelse med planteforedling. Ved Institutt for bioteknologi foregår særlig forskning omkring polysakkarider.

Det foregår også bioteknologisk forskning ved andre institusjoner i Trondheim, bl.a. SINTEF.

### 2.12.1 INNHOLDET I BIOTEKNOLOGISTUDIET I TRONDHEIM

Studiet består av et grunnstudium som tar 3 1/2 år og gir cand.mag.-grad, og et hovedfagsstudium som tar 1 1/2 år, og gir cand.scient.-grad. Et dr.scient.-studi-

um er under forberedelse.

For å sikre seg at studentene får den nødvendige faglige bredde som et hovedfagsstudium i bioteknologi krever, inneholder grunnstudiet langt flere obligatoriske emner enn det som er vanlig i et cand.mag.-studium. Det skal gi grunnleggende kunnskaper innen kjemi, biokjemi, cellebiologi, mikrobiologi og analytisk kjemi. For alle studenter er emner av et omfang på minst 46 (51) vekttall obligatoriske. I tillegg har de enkelte studieretningene obligatoriske emner, og innføringsemnet/ex.phil. er obligatorisk for alle som vil ha en cand.mag.-grad fra et universitet.

Det tilbys hovedfag innen 4 studieretninger: Biokatalyse (organisert ved Institutt for kjemi), Plantecellekulturer (organisert ved Botanisk institutt), Molekylær biolog, (organisert ved Kjemisk, Botanisk eller Zoologisk institutt) og Biopolymerkjemi (faglig veiledning ved Institutt for bioteknologi, ansvarlig veileder ved Institutt for kjemi). Studiets oppbygning beskrives nedenfor.

## 2.12.2 STUDIEGRUNNLAG

Undervisningen i de grunnemner som er obligatoriske i grunnstudiet i bioteknologi, bygger på kunnskaper tilsvarende høyeste nivå i matematikk (3MX) og nest høyeste nivå i biologi og kjemi (2BI, 2KJ) fra den videregående skoles allmennfaglige studieretning.

Emnene som inngår i bioteknologistudiet, kan studeres av alle som er tatt opp som student ved NTNU. Vær oppmerksom på at de fleste emner som inngår i studiet er adgangsbegrenset.

### **Innpassing av tidligere utdanning**

De generelle retningslinjene for innpassing av annen utdanning, inklusive utdanning fra sivilingeniørstudiet ved NTNU, er beskrevet i kapittel 1.9 og forutsettes kjent.

## 2.12.3 GRUNNSTUDIET

### **Emner felles for alle studieretningene**

Følgende emner er obligatoriske for alle studieretningene:

MNK KJ 100	Generell kjemi	5 vt.
MNK KJ 120	Organisk kjemi	5 vt.
MNK KJ 140	Fysikalsk kjemi	5 vt.*
MNK KJ 252	Analytiske metoder II (kromatografi)	2 vt.
MNK BI 110	Cellebiologi m/genetikk	4 vt.
MNK BI 210	Cellebiologi m/immunologi	4 vt.
MNK KJ 260/MNK KJ 261	Biokjemi	5 vt.
MNF MA 100	Grunnkurs i analyse	5 vt.
	<i>eller</i>	
MNF MA 001	Brukerkurs i matematikk	5 vt.
MNF IT 100	Informatikk basisfag	4 vt.
54028 (høst 99)/SIK 4009(Vår 2000)	Mikrobiologi	2/2,5 vt.

SIK 4005(vår 2000)Biokjemi VK	2,5 vt
54055 Molekylærgenetikk	2,5 vt.
Totalt antall obligatoriske vekttall i grunnstudiet uten ex.phil:46 (51)	

**NB!** *Emnene fra siv.ing.-studiet som inngår forutsetter bestemte forkunnskaper ved opptak. Dette er beskrevet i siv. ing.-studiets Studiehandbok. Forkunnskapene må være erhvervet før en kan taes opp på emnet. F.o.m. studieåret 2000/2001 vil molekylærgenetikkemnet (nåværende 54055) bli flyttet fra vår- til høstsemester. Det får da en ny emnekode.*

\*Emnet MNK KJ 140 er obligatorisk kun for studenter som planlegger å ta sitt hovedfag med studieretning biokatalyse og biopolymer kjemi.

Emnet MNK BI 110 er obligatorisk i grunnstudiet for alle studenter som er tatt opp til NTNUs frie studier (tidligere AVH) f.o.m. høstsemesteret 1994 og for studenter som tar sitt første kjemi- eller biologiemne høstsemesteret 1994.

I tillegg vil Ex.phil. være obligatorisk for studenter som tar hele studie-løpet sitt ved universitetet og dermed må gå veien om en cand.mag.-grad fra et universitet. Studenter som har ekstern utdanning (gjelder ikke utdanning fra et universitet) og som etter søknad til fakultetet er blitt innvilget fritak for cand.mag.-grad., er derved også fritatt for Ex.phil. (se kap. 1.9.2).

### **Emnegruppe**

Godkjent emnegruppe i bioteknologi består av følgende emner:

MNK KJ 100Generell kjemi	5 vt.
MNK KJ 120Organisk kjemi	5 vt.
MNK KJ 260/261Biokjemi grunnkurs m/lab.	5 vt.
MNK BI 210Cellebiologi med immunologi	4 vt.
54028 Mikrobiologi	2 vt.
eller	
SIK 4009 Mikrobiologi	2,5 vt

Gamle varianter av emnegruppen er også gyldige.

### **Breddekravet**

Breddekravet (jfr. Gradsforskriftens § 8, pkt.2c) tilfredstilles ved at det i cand. mag.-graden må inngå minst 20 vekttall fra andre fag enn det dominerende. F.eks. må en cand. mag.-grad som inneholder flest kjemivekttall samtidig inneholde minst 20 vekttall som ikke er kjemi. Ex.phil kan ikke inngå blant de emner som skal tilfredstille breddekravet.

Breddekravet må tilfredstilles på tilsvarende måte i den utdanningen som ligger til grunn for en evt søknad for fritak for cand. mag.graden

### **Obligatoriske studieretningsemner**

*Studieretning Biokatalyse:*

MNK KJ 130Uorganisk kjemi	5 vt.
MNK KJ 221Spektroskopiske metoder i organisk kjemi	2 vt.
MNK KJ 353Videregående kromatografi	2 vt.
Totalt antall obligatoriske vekttall for studieretningen:	56 vt.

*Studieretning Plantecellekulturer:*

MNK BI 120 Fysiologi	5 vt.
MNK BO 220 Plantefysiologi II	4 vt.
Totalt antall obligatoriske vektall for studieretningen:	51 vt.

*Studieretning Molekylærbiologi:*

Totalt antall obligatoriske vektall for studieretningen:	42 (47) vt.
--	-------------

*Studieretning Biopolymerkjemi:*

54010 Biopolymerkjemi	2 vt.
Totalt antall obligatoriske vektall i studieretningen:	49 vt.

**Valgfrie emner**

Følgende emner anbefales som valgfrie emner, men det er også anledning til å velge andre emner:

*Emner fra de allmennvitenskapelige realfagsstudieplaner:*

MNK BI 120 Fysiologi	5 vt.
MNK BI 120A Fysiologi	3 vt.
MNK BI 211 Genetikk	3 vt.
MNK BO 220 Plantefysiologi II	4 vt.
MNK ZO 220 Zoofysiologi	4 vt.
MNK KJ 130 Uorganisk kjemi	5 vt.
MNK KJ 140 Fysikalsk kjemi	5 vt.
MNK KJ 221 Spektroskopiske metoder i organisk kjemi	2 vt.
MNK KJ 223 Organisk kjemi II	3 vt.
MNK KJ 224 Eksperimentell org. kjemi	2 vt.
MNK KJ 325 Synt. org. kj. prosjektoppg.	1 vt.
MNK KJ 326 Biokatalyse i Org. kjemi	3 vt.
MNK KJ 353 Videregående kromatografi	2 vt.
MNK KJ 250 Kvantitativ analyse	3 vt.
MNK KJ 251 Analytiske metoder I	2 vt.
MNK KJ 356 Kjemiske og biologiske sensorer	2 vt.
MNK KJ 365 Enzymkjemi	*3 vt.
MNK KJ 321 Høyoppløsnings NMR	3 vt.
MNF ST 101 Sannsynlighetsregning og statistikk	5 vt.
MNF ST 001 Biostatistikk	5 vt.

*Emner fra siv.ing.-studiets studieplaner:*

51026 Organisk kjemi, VK	2 vt.
51035 Naturstoffkjemi, GK	2 vt.
51052 Fysikalsk organisk kjemi	2 vt.
51076 Organisk syntese, VK	3 vt.
54010 Biopolymerkjemi	2 vt.

*Emner fra dr.ing.-studiets studieplaner:*

51095 Massespektrometri m.m.	2,5 vt.
54091 Cellulær toksikologi	2,5 vt.
54092 NMR i fys. biokj. og biologi	2,5 vt.
54093 Prokaryot molekylæriologi	2,5 vt.

54095	Komp. karbohydr. f. mikro org.	3,5 vt.
54096	Karbohydrater	3 vt.
54097	Marin biokjemi	2,5 vt.
54098	Proteinstrukturer	2,5 vt.
54099	Fys./kj. met. i biokjemi	2,5 vt.

*Vekttallsangivelsene på emner fra siv.ing.- og dr.ing.-studiet er beregnet på nytt i samsvar med Kollegiets vedtak 12.desember 1997 (K-sak 243/97).*

## 2.12.4 CAND.SCIENT.-STUDIET

### **Innholdet i hovedfagsstudiet**

Cand.scient.-studiet består av to deler:

1. En forskningsoppgave (hovedoppgaven) som i arbeidsmengde svarer til 20 vekttall, inkludert en skriftlig sammenfatning av arbeidet.
2. Eksamen i ett eller flere emner og/eller spesialpensa som svarer til minst 10 vekttall.

Siste emneeksamen (evt. eksamen i spesialpensum) skal avlegges etter at hovedoppgaven er innlevert.

For studieretning Biokatalyse er MNK KJ 365 Enzymkjemi (3 vt.) og MNK KJ 326 Biokatalyse (3 vt.) obligatorisk innenfor disse 10 vekttall. For de andre studieretningene fastsettes pensum individuelt.

Emner fra fakultetets studieplan på 300-nivå og emnene fra dr.ing.-studiet og enkelte av de andre emnene som måtte ha et høyt nok faglig nivå, kan benyttes i cand.scient.-gradens teoretiske pensum under forutsetning av at de blir godkjent av instituttets organer. Dette avgjøres når studenten inngår hovedfagskontrakt med instituttet.

### **Opptak til hovedfagsstudiet**

De generelle reglene for opptak til cand.scient.-studiet er beskrevet i kapittel 1.5.3 og forutsettes kjent. Godkjent emnegruppe og S-blokk i bioteknologi, samt minst 10 av de øvrige obligatoriske vektallene i grunnstudiet må være avlagt før man kan tas opp til hovedfagsstudiet.

*NB! Studenter som har ekstern utdanning må søke fakultetet om å få innpasset denne i god tid før søknadsfristen (se kapittel 1.9).*

### **Hovedfagsoppgaven**

Kjemisk institutt er ansvarlig for hovedoppgaver i Biokatalyse og Biopolymerkjemi, og Botanisk institutt er ansvarlig for hovedoppgaver i Plantebioteknologi. For studieretning Molekylær biologi kan det formelle ansvaret ligge enten på Kjemisk, Botanisk eller Zoologisk institutt.

### **Hovedfagseksamen**

De generelle vilkårene for oppmelding til avsluttende hovedfagseksamen er beskrevet i kapittel 1.8 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.9 kjent.

De faglige kravene i studieplanen for bioteknologi må være tilfredsstillende. Avsluttende eksamen skal finne sted etter at hovedoppgaven er innlevert. Foruten bedømmelse av oppgaven skal kandidaten framstille seg til en muntlig-

prøve som består av:

- a) eksaminasjon i spesialpensum og i de avanserte emner som ikke har vært gjenstand for evaluering tidligere i studiet (minst 2 vekttall).
- b) en diskusjon av hovedoppgaven.

Det gis separate karakterer for hvert av emnene og eventuelt spesialpensum som inngår i eksaminasjonen. For hovedoppgaven gis det en karakter hvor det også tas hensyn til diskusjonen under pkt. b).