

**Enginyeria Bioquímica**

Codi: 102407  
Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500897 Enginyeria Química	OT	4	1

**Professor/a de contacte**

Nom: José Luis Montesinos Seguí  
Correu electrònic: JoseLuis.Montesinos@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: Sí  
Grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

Es recomana haver assolit els coneixements bàsics sobre: Biologia i Bioquímica General, Reactors, Aplicacions informàtiques i/o Simulació de Processos Químics.

**Objectius**

Relacionar i aplicar conceptes i mètodes coneguts en diferents matèries (des de la biologia i bioquímica fins als principis fonamentals de l'enginyeria química) en l'anàlisi i disseny de bioprocessos: com, quan i on aplicar els coneixements adquirits. Per això, s'han d'assolir uns coneixements bàsics, saber aplicar-los i resoldre problemes sobre diferents aspectes rellevants en processos bioindustrials, tals com balanços de matèria i energia, fenòmens de transport, disseny i ús adient d'un bioreactor segons la seva aplicació, així com la interacció entre cinètica i mode d'operació. Finalment, és necessari saber descriure i dissenyar correctament la diversitat de processos de separació a diferent escala en l'àmbit dels bioprocessos.

**Competències**

- "Comprendre i aplicar els principis bàsics en què es fonamenta l'enginyeria química, i més concretament: balanços de matèria, energia i quantitat de moviment; termodinàmica, equilibri entre fases i equilibri químic; cinètica dels processos físics de transferència de matèria, d'energia i de quantitat de moviment, i cinètica de la reacció química"
- Actitud personal
- Analitzar, avaluar, dissenyar i operar sistemes o processos, equips i instal·lacions propis de l'enginyeria química d'acord amb determinats requeriments, normes i especificacions sota els principis del desenvolupament sostenible.
- Aplicar coneixements rellevants de les ciències bàsiques, com són les matemàtiques, la química, la física i la biologia, i també principis d'economia, bioquímica, estadística i ciència de materials, per comprendre, descriure i resoldre problemes típics de l'enginyeria química.
- Comunicació
- Demostrar que es coneixen les diferents operacions de reacció, separació, processament de materials i transport i circulació de fluids involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química.
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal

## Resultats d'aprenentatge

1. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
2. Descriure correctament la diversitat de processos de separació a diferents escales.
3. Descriure correctament les unitats, les variables i les característiques dels fenòmens de transport.
4. Descriure la interacció entre cinètica i mode d'operació del bioreactor.
5. Descriure les bases del disseny integrat de bioprocessos, particularment com interaccionen les diferents operacions unitàries d'un bioprocés i les diferents etapes en el desenvolupament d'aquest (des del descobriment del coneixement bàsic, el desenvolupament d'aplicacions i la introducció al mercat).
6. Desenvolupar el pensament científic.
7. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
8. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
9. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics
10. Explicar, aplicar i resoldre problemes sobre els balanços de matèria i energia en els processos bioindustrials.
11. Identificar i aplicar els sistemes d'immobilització i el seu mode d'operació.
12. Proposar el disseny adequat d'un bioreactor segons la seva aplicació.
13. Resoldre problemes de diferents aspectes rellevants en processos bioindustrials.
14. Treballar de manera autònoma.

## Continguts

### TEMA 1.- ENGINYERIA BIOQUÍMICA I BIOTECNOLOGIA

- 1.1. Introducció als Processos Biotecnològics. Sectors implicats.
- 1.2. Enginyeria Bioquímica
- 1.3. Aplicacions d'enzims, microorganismes i cèl·lules. Nous productes.
- 1.4. Fermentació

### TEMA 2.- ENZIMS. CINÈTICA I APLICACIONS

- 2.1. Introducció a la catàlisi enzimàtica
- 2.2. Classificació dels enzims
- 2.3. Cinètica enzimàtica
  - 2.3.1. Reaccions enzimàtiques amb un sol substrat
  - 2.3.2. Equació de *Michaelis-Menten*
  - 2.3.3. Determinació dels paràmetres cinètics
  - 2.3.4. Reaccions enzimàtiques amb inhibició
  - 2.3.5. Reaccions enzimàtiques amb més d'un substrat
  - 2.3.6. Factors que influeixen sobre l'activitat i estabilitat enzimàtica
- 2.4. Utilització i aplicacions d'enzims

### TEMA 3.- CREIXEMENT CEL·LULAR

- 3.1. Fases del cultiu cel·lular

- 3.2. Cinètica de creixement. Models.
- 3.3. Efectes de les condicions ambientals en la cinètica de creixement
- 3.4. Determinació de la concentració cel·lular
- 3.5. Medis de cultiu i composició cel·lular

#### **TEMA 4.- BALANÇOS DE MATÈRIA I ENERGIA**

- 4.1. Creixement cel·lular, consum de substrats i generació de productes
- 4.2. Estequiometria del sistema
- 4.3. Rendiments
- 4.4. Balanços de matèria i energia
  - 4.4.1. Substrat con a font d'energia. Rendiment intrínsec i manteniment.
  - 4.4.2. Balanços elementals
  - 4.4.3. Balanç redox. Grau de reductància

#### **TEMA 5.- BIOCATALITZADORS IMMOBILITZATS**

- 5.1. Conceptes generals
- 5.2. Mètodes d'immobilització
  - 5.2.1. Adsorció
  - 5.2.2. Enllaç covalent
  - 5.2.3. Entrecreuament
  - 5.2.4. Atrapament
  - 5.2.5. Membranes
- 5.3. Selecció del mètode d'immobilització
- 5.4. Cinètica de biocatalitzadors immobilitzats
  - 5.4.1. Transferència de matèria externa
  - 5.4.2. Transferència de matèria interna
- 5.5. Aplicacions dels biocatalitzadors immobilitzats.

#### **TEMA 6.- DISSENY DE BIOREACTORS IDEALS**

- 6.1. Reactors amb cèl·lules
  - 6.1.1. RDTA
  - 6.1.2. Reactor discontinu alimentat
  - 6.1.3. RCTA
  - 6.1.4. RCTA's en sèrie

6.1.5. RCTA amb recirculació

6.1.6. RCFP

6.2. Reactors enzimàtics

6.2.1. RDTA

6.2.2. RCTA

6.2.3. RCFP

## **TEMA 7.- AERACIÓ**

7.1. Velocitat de transferència d'oxigen (OUR) i requeriments d'oxigen (OUR)

7.2. Factors que influeixen en la velocitat de transferència d'oxigen

7.3. Determinació experimental del coeficient  $k_{la}$

7.3.1. Mètodes indirectes

7.3.2. Mètodes directes

## **TEMA 8.- AGITACIÓ**

8.1. Reologia dels brous de cultiu

8.2. Factors i efectes de l'esforç tallant

8.3. Disseny dels sistemes d'agitació

8.3.1. Agitadors

8.3.2. Potència d'agitació

8.4. Estimació del coeficient  $k_{la}$  en sistemes amb aeració

## **TEMA 9.- ESTERILITZACIÓ**

9.1. Introducció i objectius

9.2. Mètodes físics d'esterilització

9.2.1. Tractaments tèrmics

9.2.2. Esterilització de gasos

9.3. Tractaments químics

9.4. Altres mètodes de control de microorganismes

## **TEMA 10.- CONFIGURACIÓ I OPERACIÓ DE BIOREACTORS**

10.1. Configuració i elements dels diferents tipus de bioreactor

10.2. Operació dels bioreactors. Instrumentació i control.

10.2.1. Fermentadors

10.2.2. Cultiu cel·lular

### 10.3. Canvi d'escala

#### 10.3.1. Teoria de la semblança

#### 10.3.2. Mètodes més freqüents

## TEMA 11.- SEPARACIÓ I RECUPERACIÓ DE PRODUCTES

### 11.1. Característiques de les operacions de separació en bioprocessos

### 11.2. Seqüenciació d'etapes de separació

### 11.3. Separació de productes insolubles

### 11.4. Disrupció cel·lular

### 11.5. Separació de productes solubles

## Metodologia

**Estratègies docents:** Classe magistral/Resposta a qüestions. Seminaris/Tutories en grup. Resolució de problemes en classe i proposta de problemes a resoldre.

**Mitjans de suport de la docència:** Entorns de comunicació: Fòrum virtual. Correu-e. Materials d'estudi i documentació. Material estructurat: dossiers, exercicis, etc...Bibliografia i d'altres materials complementaris on-line. Material estructurat on-line. Altres recursos docents: Software específic amb finalitat docent. Material estructurat: dossier, exercicis, etc.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes magistrals	41	1,64	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Seminaris de problemes	19	0,76	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Tutories de suport	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Resolució de problemes	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Tutories amb el professor	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

## Avaluació

### Avaluació continuada

L'avaluació continuada es realitzarà considerant una sèrie de proves i activitats:

- Entrega i presentació de problemes, activitats i exercicis (PAE) : 30 % nota
- 1ª prova parcial (PP1) (temes 1 a 5): 10 % nota.

- 2ª prova parcial (PP2) (temes 6 a 10): 10 % nota.

- Prova de síntesi (PS) (temes 1 a 11): 50 % nota.

La prova de síntesi presencial contindrà una part teòrica (50%) i una part de problemes (50%). Es requereix una nota mínima de 40/100 en aquesta prova per tal de poder superar l'assignatura mitjançant avaluació continuada. La presentació a la prova de síntesi (PS) és obligatòria per tal de poder fer la prova final de recuperació en cas de no superar l'avaluació continuada.

L'estudiant podrà fer la recuperació de l'assignatura sempre que s'hagi presentat a un conjunt d'activitats que representin un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura. Es considerarà no avaluable (NA) si no s'ha presentat a un mínim de 2/3 parts. A més, per poder-se presentar a la recuperació hauran de tenir com a mitjana de totes les activitats de l'assignatura una qualificació superior a 30/100.

### ***Prova final***

Podran fer aquesta prova final de recuperació (PR 100%) els/les alumnes que hagin estat avaluats/des en un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura i hagin suspès l'avaluació continuada. Per tant, la presentació a la prova de síntesi (PS) de l'avaluació continuada és obligatòria per tal de poder fer aquesta prova final de recuperació. La qualificació mínima de l'avaluació continuada per poder-se presentar ha de ser de 30/100.

La prova final inclourà tot el contingut de l'assignatura i consistirà en una part teòrica (50%) i una part de problemes (50%). La qualificació de l'assignatura correspondrà a la qualificació de la prova.

En cas de no presentar-se a la prova final sense haver superat l'avaluació continuada la qualificació final de l'assignatura serà de No Avaluable (NA).

### ***Repetidors***

A partir de la segona matrícula, l'avaluació de l'assignatura consistirà en una prova final que serà la mateixa prova (data i horari) que la de recuperació (PR 100%) per als alumnes de primera matrícula. La qualificació de l'assignatura correspondrà a la qualificació de la prova.

Per a la revisió dels resultats de les avaluacions, es fixarà el moment i la manera dins dels 10 dies hàbils següents a la comunicació dels mateixos mitjançant la plataforma virtual.

Atorgar una qualificació de matrícula d'honor (MH), a banda de la nota mínima que pot donar-hi accés ( $\geq 9.00$ ), és decisió del professorat responsable de l'assignatura que tindrà en compte la proactivitat envers l'assignatura, la comprensió dels fonaments i la seva relació amb d'altres assignatures i la fluïdesa, fiabilitat i expressió dels raonaments. Es tindrà especial atenció amb la part teòrica de les proves de síntesi i final.

**Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, copiar o deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero, i si és necessari superar-la per aprovar, tota l'assignatura quedarà suspesa. No seran recuperables les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment, i per tant l'assignatura serà suspesa directament sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs acadèmic.**

La programació de les activitats d'avaluació i lliurament de treballs es publicaran a la Plataforma virtual corresponent (Moodle) i poden estar subjectes a possibles canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. Sempre s'informarà a la Plataforma virtual corresponent sobre aquests canvis, ja que s'entén que aquesta és la plataforma habitual d'intercanvi d'informació entre professors i estudiants.

En cap cas es realitzaran exàmens en dates i horaris diferents als publicats oficialment per la Coordinació de Grau/Escola d'Enginyeria.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega de qüestions i problemes	30 %	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Prova de síntesi	50 %	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Proves parcials	20 %	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

## Bibliografia

Blanch, H.W., Clark, D.S. Biochemical Engineering. Marcel Dekker. (1997).

Doran, P.M. Bioprocess Engineering Principles, 2nd ed. Academic Press. (2012).

El-Mansi, EMT, Bryce, C.F.A., Demain, A.L., Allman, A.R. Fermentation Microbiology and Biotechnology, 3<sup>rd</sup> ed. CRC Press. (2011).

Gòdia, F., López, J. Ingeniería Bioquímica. Síntesis. (1998).

Ratledge C., Kristiansen B. Basic Biotechnology, 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge University Press. (2006).

Waites, M.J. et al. Industrial Microbiology: an introduction. Blackwell. (2001).