

**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

## Idiomes dels grups

Podeu accedir-hi des d'aquest [enllaç](#). Per consultar l'idioma us caldrà introduir el CODI de l'assignatura. Tingueu en compte que la informació és provisional fins a 30 de novembre de 2023.

## Prerequisits

Es recomana haver assolit els coneixements bàsics sobre: Biologia i Bioquímica General, Reactors, Aplicacions informàtiques i 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
- 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
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal

## Resultats d'aprenentatge

1. "Relacionar i aplicar conceptes i mètodes coneguts en diverses matèries (des de la biologia i la bioquímica als principis d'enginyeria química) en l'anàlisi i el disseny de bioprocessos; saber com, quan i on aplicar aquests coneixements adquirits."
2. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
3. Descriure la interacció entre cinètica i mode d'operació del bioreactor.
4. Desenvolupar el pensament científic.
5. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
6. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
7. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics
8. Explicar, aplicar i resoldre problemes sobre els balanços de matèria i energia en els processos bioindustrials.
9. Identificar i aplicar els sistemes d'immobilització i el seu mode d'operació.
10. 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. 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 (OTR)

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

7.3. Velocitat de consum d'oxigen (OUR)

7.4. Determinació experimental del coeficient  $k_L a$

7.4.1. Mètodes indirectes

7.4.2. 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  $k_L a$  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. Introducció a 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

### 11.6. Exemples de diferents bioprocessos

## Metodologia

***La metodologia docent i l'avaluació proposades poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.***

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

Classes expositives i tallers: els estudiants reben un conjunt de, per una banda, conceptes teòrics i, d'altra banda, habilitats pràctiques per resoldre exemples o problemes fàcils. Aquest aprenentatge proporcionarà els conceptes bàsics per comprendre el curs i la resolució de problemes. A les sessions tipus taller de treball els estudiants practican els conceptes i habilitats adquirides durant les classes. Els grups petits facilitaran la participació dels estudiants en el procés de resolució de problemes.

Seminaris específics: En aquestes sessions els estudiants rebran conceptes més pràctics i específics adquirits durant les classes. S'emfatitzarà la presentació de casos, promovent la participació dels estudiants en la discussió de conceptes i alternatives.

Mitjans de suport a 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*. Altres recursos docents: *Software* específic amb finalitat docent opcional.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Pràctiques d'aula (Resolució Problemes)	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Seminaris	5	0,2	1, 3, 4, 5, 6, 7
Tipus: Supervisades			
Tutories de suport	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Tipus: Autònomes			
Estudi	40	1,6	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Resolució de problemes	50	2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Tutories amb el professor	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

## Avaluació

**La metodologia docent i l'avaluació proposades poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.**

Per considerar superada l'assignatura caldrà que s'obtingui una qualificació global mínima de 50/100.

### a) Procés d'avaluació i activitats programades

L'avaluació continuada es realitzarà considerant una sèrie d'activitats:

- Problemes, treballs i exercicis (PTE): 25 % nota
- 1<sup>a</sup> prova parcial (PP1) (temes 1 a 5): 15 % nota.
- 2<sup>a</sup> prova parcial (PP2) (temes 6 a 10): 15 % nota.
- Prova de síntesi (PS) (temes 1 a 11): 45 % nota.

Els problemes, treballs i exercicis (PTE) es faran individualment o en grup i podran ser problemes de la llista de l'assignatura o no, estudi de casos específics i activitats basades en conceptes teòrics clau dels temes corresponents.

Les proves parcials (PP1 i PP2) consistiran en un problema curt i conceptes teòrics dels temes corresponents (1h). La prova de síntesi (PS) inclourà tot el contingut de l'assignatura i consistirà en una part teòrica i una altre amb dos problemes (4h).

A les proves parcials i als problemes de la prova de síntesi es podrà utilitzar material de suport tipus: apunts, llibres, formularis, problemes resolts, ordinador, eines de càlcul, etc... A la part de teoria de la prova de síntesi no es podrà fer servir cap tipus de material addicional a no ser que sigui indicat pel professor.

### b) Programació d'activitats d'avaluació

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.

No es realitzaran exàmens en dates, horaris i llocs diferents als que es programin i difonguin per la coordinació de la titulació/Escola d'Enginyeria. No es podrà introduir cap canvi sense el vistiplau de la coordinació de la titulació. Transcorreguts 30 min de l'hora programada de l'activitat d'avaluació, si no s'ha iniciat es cancel·la. Les activitats cancel·lades es reprogramaran.

### c) Procés de recuperació

L'estudiant que hagi suspès l'avaluació continuada o vulgui pujar la nota podrà fer la prova final de recuperació (PR 75%) de totes les proves parcials i de síntesi, no només d'alguna de les proves. Haurà d'haver estat

avaluat d'un conjunt d'activitats que representin un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura. En presentar-se a aquesta prova final de recuperació renuncia a la nota de totes les proves parcials i de síntesi.

La prova final inclourà tot el contingut de l'assignatura i consistirà en una part teòrica i una altra amb dos problemes (4h). Als problemes de la prova final es podrà utilitzar material de suport tipus: apunts, llibres, formularis, problemes resolts, ordinador, eines de càlcul, etc... A la part de teoria de la prova de final no es podrà fer servir cap tipus de material addicional a no ser que sigui indicat pel professor. En cas de no presentar-se a la prova final la qualificació de l'assignatura serà la de l'avaluació continuada.

#### **d) Procediment de revisió de les qualificacions**

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà a la Plataforma virtual corresponent (Moodle) un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor.

#### **e) Qualificacions especials**

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. Es podran concedir les MH resultants de calcular el 5% o fracció de persones matriculades.

Es considerarà No Avaluable (NA) si l'estudiant no ha estat avaluat d'un conjunt d'activitats que suposin un mínim de 2/3 parts de la qualificació total de l'assignatura.

#### **f) Irregularitats per part de l'estudiant, còpia i plagi**

En cas que l'estudiant realitzi qualsevol irregularitat que pugui conduir a una variació significativa de la qualificació d'un acte d'avaluació, es qualificarà amb un 0 aquest acte d'avaluació, amb independència del procés disciplinari que s'hi pugui instruir. Aquesta activitat d'avaluació no serà recuperable. El professorat responsable de l'assignatura haurà d'informar d'aquests casos a la coordinació de la titulació que registrarà el fet.

#### **g) Avaluació de l'alumnat repetidor**

A partir de la segona matrícula l'estudiant podrà optar per fer de nou l'avaluació continuada o una prova de síntesi que serà la mateixa prova (igual data i horari) que la de síntesi (PS) per a l'estudiant de primera matrícula. Ho haurà de comunicar per e-mail al professor dins els primers 15 dies de curs. D'aquesta manera, la qualificació de l'assignatura correspondrà o bé a l'avaluació continuada o només a la qualificació d'aquesta prova de síntesi (PS 100 %), en substitució de l'avaluació continuada a tots els efectes. També podrà fer una prova final de recuperació (PR 75% o 100%), d'acord amb les restriccions i condicions de la modalitat que hagi escollit, i serà la mateixa prova (igual data i horari) que la de recuperació (PR 75%) per a l'estudiant de primera matrícula.

### **Activitats d'avaluació continuada**

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega i presentació de problemes, activitats i exercicis	25 %	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Prova de síntesi	45 %	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Proves parcials	30 %	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

## Bibliografia

- Berenjian, A. Essentials in Fermentation Technology. Springer. (2019). Versió digital.
- Blanch, H.W., Clark, D.S. Biochemical Engineering. Marcel Dekker. (1997).
- Doran, P.M. Bioprocess Engineering Principles, 2nd ed. Academic Press. 2n ed. (2013). Versió digital.
- 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).
- Liu, Sh. Bioprocess Engineering. Kinetics, Sustainability, and Reactor Design. Elsevier B.V. 2n ed. (2017). Versió digital.
- Shuler, M.L., Kargi, F., De Lisa, M. Bioprocess engineering: basic concepts. Prentice Hall PTR. 3rd ed. (2017).

## Programari

- Pal, Nirupam & Siletti, Charles & Petrides, Demetri. (2008). Superpro Designer: An Interactive Software Tool for Designing and Evaluating Integrated Chemical, Biochemical, and Environmental Processes.