

Guia docent de l'assignatura "Bioquímica industrial"

2011/2012

Codi: 100909

Crèdits ECTS: 6

Titulació	Pla	Tipus	Curs	Semestre
2500252 Bioquímica	814 Graduat en Bioquímica	OB	3	2

Contacte

Nom : Mohammed Moussaoui

Email : Mohammed.Moussaoui@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

No hi ha prerequisits oficials. De tota manera, part dels continguts de les assignatures de 1r curs i 2n curs són necessaris per poder seguir correctament l'assignatura. En especial, els de les assignatures següents: Biocatàlisi, Biologia molecular, Microbiologia i Cultius Cel·lulars.

Objectius i contextualització

L'assignatura té com objectius integrar els coneixements de la bioquímica i la biologia molecular amb els de la microbiologia i l'enginyeria bioquímica, fent èmfasi en la seva aplicació en els processos biotecnològics.

Competències i resultats d'aprenentatge

1228:E03 - Descriure estructural, fisiològica i bioquímicament les característiques dels diferents tipus cel·lulars i explicar com s'adeqüen les seves propietats a la seva funció biològica.

1228:E03.06 - Descriure models que permetin explicar i predir el creixement cel·lular i deduir les equacions cinètiques i estequiomètriques bàsiques.

1228:E03.07 - Comprendre les tècniques de manipulació genètica i selecció de microorganismes i de cèl·lules eucariotes per utilitzar-los en processos biotecnològics.

1228:E03.08 - Explicar l'aplicació de microorganismes en fermentacions, producció de biocombustibles, biopolímers, lixiviació, bioremediació i depuració d'aigües residuals.

1228:E07 - Demostrar que es comprenen i s'apliquen els mecanismes de catàlisi biològica basats en l'estructura dels catalitzadors biològics i les reaccions químiques.

1228:E07.05 - Explicar el disseny, la producció industrial i les aplicacions dels enzims en processos biotecnològics.

1228:E07.06 - Descriure les característiques i les aplicacions d'enzims, biocatalitzadors immobilitzats i biosensors basats en enzims.

1228:E07.07 - Determinar les propietats i les aplicacions biotecnològiques dels enzims d'organismes extremòfils.

1228:E12 - Aplicar les tècniques principals d'utilització en sistemes biològics: mètodes de separació i caracterització de biomolècules, cultius cel·lulars, tècniques de DNA i proteïnes recombinants, tècniques immunològiques, tècniques de microscòpia...

1228:E12.18 - Explicar les operacions bàsiques i aparells a escala industrial per al processament i

bioseparació de productes biotecnològics.

1228:E12.19 - Dissenyar un protocol bàsic per al processament i purificació d'un producte biotecnològic a escala industrial.

1228:E19 - Integrar els coneixements de la bioquímica i la biologia molecular amb els de la microbiologia i l'enginyeria bioquímica, especialment en la seva aplicació als processos biotecnològics.

1228:E19.03 - Descriure els elements d'un procés biotecnològic, els productes d'interès biotecnològic i les seves fonts.

1228:E19.04 - Descriure el disseny, control i funcionament d'un bioreactor.

1228:E19.05 - Aplicar els criteris d'escalat i desenvolupament de processos biotecnològics sota paràmetres econòmics.

1228:E19.06 - Descriure les bases per a la investigació, el desenvolupament i l'obtenció de productes biofarmacèutics.

1228:E19.07 - Dissenyar estratègies de producció i millora de fàrmacs i aliments per mètodes biotecnològics.

1228:E21 - Manejar bibliografia i interpretar la informació de les principals bases de dades biològiques, així com saber usar les eines informàtiques bàsiques.

1228:E21.18 - Analitzar bases de dades sobre enzims i microorganismes d'utilitat en processos biotecnològics.

1228:E21.19 - Utilitzar programes informàtics per al disseny i la simulació de bioreactors.

1228:E22 - Percebre clarament els avenços actuals i els possibles desenvolupaments futurs a partir de la revisió de la literatura científica i tècnica de l'àrea de bioquímica i biologia molecular.

1228:E22.03 - Demostrar una bona visió de conjunt dels tipus d'empreses dedicades de manera total o parcialment a la biotecnologia.

1228:E22.04 - Detallar i interpretar les característiques de les polítiques públiques de promoció de la biotecnologia, a Espanya i a Europa.

1228:E23 - Aplicar les bases legals i ètiques implicades en el desenvolupament i aplicació de les ciències moleculars de la vida.

1228:E23.09 - Explicar els criteris de garantia i control de la qualitat en l'obtenció de productes biotecnològics.

1228:E23.10 - Descriure els conceptes bàsics sobre propietat intel·lectual i industrial de productes biotecnològics.

1228:E23.11 - Identificar els criteris d'avaluació del risc biotecnològic.

1228:E23.12 - Interpretar les normatives i legislació sobre desenvolupament de nous productes biofarmacèutics.

1228:E23.13 - Reconèixer les qüestions ètiques, socials i ambientals de l'activitat professional dins del camp de la biotecnologia.

1228:T03 - Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.

1228:T03.00 - Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.

1228:T04 - Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.

1228:T04.00 - Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.

1228:T05 - Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.

1228:T05.00 - Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.

1228:T06 - Gestionar la informació, organització i planificació del treball.

1228:T06.00 - Gestionar la informació, organització i planificació del treball.

1228:T08 - Saber fer una presentació oral, escrita i visual del seu treball a una audiència professional i no professional en anglès i entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

1228:T08.00 - Saber fer una presentació oral, escrita i visual del seu treball a una audiència professional i no professional en anglès i entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

1228:T09 - Col·laborar amb altres companys de treball.

1228:T09.00 - Col·laborar amb altres companys de treball.

1228:T10 - Tenir capacitat d'aprenentatge autònom demostrant la capacitat d'autodirigir-se en les

activitats d'aprenentatge després de rebre instruccions específiques generals.

1228:T10.00 - Tenir capacitat d'aprenentatge autònom demostrant la capacitat d'autodirigir-se en les activitats d'aprenentatge després de rebre instruccions específiques generals.

1228:T13 - Tenir capacitat d'autoavaluació.

1228:T13.00 - Tenir capacitat d'autoavaluació.

1228:T14 - Entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

1228:T14.00 - Entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

1228:T15 - Saber combinar la recerca i la generació de coneixements amb la solució dels problemes del seu camp a través d'un sentit ètic i social.

1228:T15.00 - Saber combinar la recerca i la generació de coneixements amb la solució dels problemes del seu camp a través d'un sentit ètic i social.

Continguts

PART I. INTRODUCCIÓ

1. Introducció a la Biotecnologia. Història de la biotecnologia. Definicions de Biotecnologia. Biotecnologia tradicional i Biotecnologia moderna. Fites històriques. Elements del procés

biotecnològic: primeres matèries, agents biològics i productes.

2. Importància econòmica i social de la Biotecnologia. Productes d'interès industrial-Potencialitat de la biotecnologia: exemples: alimentació, energia, sanitat - Sectors Industrials - Creació d'empresa biotecnològica -Sectors empresarials- Protecció de la propietat intel·lectual - Programes públics de I+D a biotecnologia - Biotecnologia: perspectives i preguntes.

PART II. EL PROCÉS BIOTECNOLÒGIC

3. Primeres matèries. Primeres matèries naturals. Subproductes. Derivats del petroli. Selecció i pretractament. Exemples.

4. Biocatàlisi. Els biocatalitzadors - Característiques dels enzims com a biocatalitzadors - Avantatges d'utilització dels enzims com a biocatalitzadors - Criteris d'eficàcia dels enzims - Estratègies pel desenvolupament d'enzims eficients - Enzims industrials - Aplicacions industrials dels enzims: alimentació, tèxtil, paper, detergents, indústria farmacèutica - Inconvenients d'utilització d'enzims com a biocatalitzadors.

5. Biocatalitzadors immobilitzats (I). Concepte, característiques i utilitat industrial -Tipus de suports d'immobilització - mètodes d'immobilització - Tipus de bioreactors per a biocatalitzadors immobilitzats.

6. Biocatalitzadors immobilitzats (II). Propietats dels enzims immobilitzats - Especificitat de substrat - Efectes de la immobilització sobre les activitats dels enzims: conformacionals, estèrics, microambientals - Avantatges i desavantatges de la immobilització dels enzims - Aplicacions industrials dels enzims immobilitzats -Cèl·lules immobilitzades.

7. Cèl·lules microbianes (I). Microorganismes de interès industrial - Avantatges dels

microorganismes - Composició elemental dels microorganismes i dels medis de cultiu - Obtenció, selecció i conservació de microorganismes - Col·leccions de soques tipus.

8. Cèl·lules microbianes (II). Manipulació genètica i enginyeria metabòlica de microorganismes - Millora de soques per mutagènesi - recombinació gènica i tècniques de DNA recombinant.

9. Fermentacions. Concepte de fermentació - Microorganismes d'interès industrial - Requisits per una biotransformació en bacterià - Règims de funcionament - Fermentació discontinua, discontinua alimentada, contínua i perfusió - Cinètica del creixement d'un cultiu discontinu - Paràmetres cinètics: velocitat específica de

creixement (μ) i constant de Monod (K_s), Rendiment global ($Y_{X/S}$), Quocient metabòlic (q_s) - Factors que afecten la velocitat de creixement - Cinètica de la formació de producte - Productes del metabolisme primari i secundari - Rendiment de producte ($Y_{P/S}$).

10. Fermentació en continu. Avantatges i inconvenients de la fermentació en continu. Tipus de fermentació en continu: Quimiostat i turbidostat. Balanç material de cèl·lules. Taxa de dilució (D). Extinció del cultiu per dilució: *wash-out*. Balanç material de nutrient limitant. Productivitat. Enriquiment. Contaminació.

PART III. BIOREACTORS

12. Disseny de bioreactors. Concepte de bioreactor. Tipus de bioreactors. Escales de treball. Elements d'un bioreactor. Requeriments dels bioreactors industrials. Instal·lacions auxiliars: generadors, calderes, bombes, compressor.

13. Funcionament d'un bioreactor. Operacions asèptiques. Inoculació asèptica i obtenció de mostres. Juntres i vàlvules. Mesura i control de les condicions de fermentació: temperatura, pH, concentració d'oxigen dissolt (DO), formació d'escuma, consum i formació de gasos i productes. Quocient respiratori (RQ). Control per ordinador del bioreactor. Estudi del perfil típic d'una fermentació.

14. Esterilització del bioreactor i dels medis de cultiu. Consideracions generals.

Esterilització del medi de cultiu. Mètodes d'esterilització. Esterilització per calor. Teoria de l'esterilització per calor. Càlcul de la durada de l'esterilització d'un medi. Esterilització en continu. Esterilització per filtració. Esterilització de l'aire.

15. Aireig del bioreactor. Consideracions generals. Transferència de matèria gas-líquid. Velocitat específica de captació d'oxigen. Concentració crítica d'oxigen ($CCRIT$). Coeficient de transferència d'oxigen. Consideracions que afecten la velocitat de transferència de l'oxigen. Determinació experimental de $k_L a$. Elements emprats en l'aireig: tipus i eficàcia. *Hold-up*: concepte i distribució en bioreactors amb agitació.

16. Agitació del bioreactor. Geometria i tipus d'agitadors. Potència necessària per a l'agitació: número de potència i número de Reynolds. Potència necessària per als bioreactors agitats i airejats: número d'aireig. Potència necessària per a l'agitació i aireig de fluids newtonians i nonewtonians.

PART IV. PRODUCTES BIOTECNOLÒGICS

17. Bioseparacions. Processament de productes de la fermentació. Disseny del procés i canvis d'escala. Avaluació del cost del procés en funció dels requeriments de puresa i del rendiment. Disseny dels aparells de tipus industrial i aplicacions. Homogenització. Centrifugació. Filtració. Cromatografia. Assecatge. Liofilització.

18. Producció d'enzims a escala industrial. Agents inactivadors dels enzims. Estabilització de les preparacions enzimàtiques. Additius. Efecte dels ions. Avaluació de qualitat i seguretat de les preparacions enzimàtiques.

19. Productes biològics d'interès industrial. Productes del metabolisme primari i secundari. Producció d'etanol, acetona-butanol, glicerol, àcid làctic i glutamat.

20. Producció d'antibiòtics. Principals classes d'antibiòtics. Antibiòtics naturals i semisintètics. Mecanismes de resistència als antibiòtics. Producció de penicil·lina.

21. Productes de la indústria alimentària i de begudes. Introducció a la producció d'aliments i begudes fermentades. Microorganismes autoritzats (GRAS). Bioquímica de la producció de begudes alcohòliques. Bioquímica de l'obtenció de productes làctics i càrnics. Bioquímica de la fermentació del pa. Bioquímica dels additius alimentaris. Control de qualitat.

22. Productes de l'agricultura i de la ramaderia. Plantes transgèniques. Fixadors de nitrògen. Anticongelants i congelants. Resistència de plantes a herbicides, pesticides, insectes i condicions ambientals extremes. Bioinsecticides. Millora de la qualitat final del producte. Animals transgènics com a bioreactors. Aplicació a la producció de llet i de fàrmacs.

Metodologia

L'assignatura de Bioquímica industrial consta de classes teòriques, presentació pública de temes relacionats amb la matèria, i tutories. Les activitats formatives de l'assignatura es complementen amb el lliurament de treballs pel Campus Virtual i participació individual mitjançant fòrums virtuals en debat i opinió sobre temes relacionats amb la biotecnologia.

Activitats formatives

Activitat	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria	30	1.2	1228:E03.06 , 1228:E03.07 , 1228:E07.05 , 1228:E03.08 , 1228:E12.18 , 1228:E19.03 , 1228:E19.05 , 1228:E19.07 , 1228:E21.19 , 1228:T05.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:E21.18 , 1228:E19.06 , 1228:E19.04 , 1228:E12.19 , 1228:E07.07 , 1228:E07.06
Presentació pública de temes relacionats amb la matèria	15	0.6	1228:E03.06 , 1228:E03.08 , 1228:E07.06 , 1228:E19.03 , 1228:E19.05 , 1228:E19.07 , 1228:E21.19 , 1228:T06.00 , 1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T09.00 , 1228:T08.00 , 1228:E21.18 , 1228:E19.06 , 1228:E19.04 , 1228:E07.07 , 1228:E07.05 , 1228:E03.07
Tipus: Supervisades			
Fòrum virtual	4.5	0.18	1228:E03.06 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T10.00 , 1228:T08.00 , 1228:T06.00 , 1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:E21.19 , 1228:E21.18 , 1228:E19.07 , 1228:E19.06 , 1228:E19.05 , 1228:E19.04 , 1228:E19.03 , 1228:E12.19 , 1228:E12.18 , 1228:E07.07 , 1228:E07.06 , 1228:E07.05 , 1228:E03.08 , 1228:E03.07
Preparació de les presentacions públiques	22.5	0.9	1228:E03.06 , 1228:T09.00 , 1228:T08.00 , 1228:T06.00 , 1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T10.00 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E21.19 , 1228:E21.18 , 1228:E19.07 , 1228:E19.06 , 1228:E19.05 , 1228:E19.04 , 1228:E03.08 , 1228:E07.05 , 1228:E07.06 , 1228:E19.03 , 1228:E07.07 , 1228:E03.07
Tutoria	7.5	0.3	1228:E03.06 , 1228:E03.07 , 1228:E03.08 , 1228:E07.06 , 1228:E12.18 , 1228:E19.03 , 1228:E19.05 , 1228:E19.07 , 1228:E21.19 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T13.00 , 1228:T10.00 , 1228:T09.00 , 1228:T08.00 , 1228:T06.00 , 1228:T05.00 , 1228:E21.18 , 1228:E19.06 , 1228:E19.04 , 1228:E12.19 , 1228:E07.07 , 1228:E07.05
Tipus: Autònomes			
Estudi-treball autònom	48	1.92	1228:E03.06 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T13.00 , 1228:T10.00 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:E21.19 , 1228:E21.18 , 1228:E19.07 ,

1228:E19.06 , 1228:E19.05 , 1228:E19.04 , 1228:E19.03 , 1228:T06.00 ,
1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 ,
1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E03.08 , 1228:E07.05 ,
1228:E07.06 , 1228:E12.19 , 1228:E07.07 , 1228:E03.07

Avaluació

El sistem d'evaluació consta de: 1) Proves parcials i final escrites que consisteixen en preguntes de desenvolupament mig/curtes 2) Valoració de la presentació publica de temes relacionats amb la materia (Seminaris) 3) Valoració de la participació en el campus virtual segons el número, la freqüència i la qualitat de les aportacions.

Resolució de qüestions de teoria (7.5/10)

L'avaluació d'aquesta activitat es realitzarà mitjançant tres proves parcials i una final escrites en les que l'alumne/a ha de demostrar el seu grau d'assoliment dels conceptes teòrics de l'assignatura.

- Les proves parcials, programades a mitjans del semestre, tindran cadascuna un pes global del 25%. Aquestes proves podran eliminar matèria sempre i quan s'hagi obtingut una nota superior a 4,0.

- La prova final es fera a finals de semestre en període de temps corresponent a l'avaluació final. Aquesta prova la podran realitzar aquells alumnes que no hagin superat la/es prova/es parcial/s o vulguin millorar la/es qualificació/ns corresponent/s. La realització d'aquesta nova prova suposa la renúncia a la primera qualificació.

Avaluació dels seminaris (2,0/10)

En aquesta activitat s'avalua el grau d'assoliment que te l'alumne/a dels temes proposats pel professor i relacionats amb la matèria. Es valorara la presentació i discussió del tema presentat per l'alumne/a.

Avaluació pel campus virtual (0,5/10)

Es proposaran periòdicament preguntes sobre temes relacionats amb la matèria. L'estudiant enviarà les seves aportacions per l'eina de lliurament d'arxius del Campus virtual.

S'aprovarà l'assignatura quan la nota final sigui igual o superior a 5,0.

Activitats d'avaluació

Activitat	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Fòrum virtual	5	4	0.16	1228:E03.06 , 1228:E03.07 , 1228:E03.08 , 1228:E07.06 , 1228:E12.18 , 1228:E19.03 , 1228:E19.05 , 1228:E19.07 , 1228:E21.19 , 1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T10.00 , 1228:T08.00 , 1228:T06.00 , 1228:E21.18 , 1228:E19.06 , 1228:E19.04 , 1228:E12.19 , 1228:E07.07 , 1228:E07.05
Presentacions publiques de temes	15	14.5	0.58	1228:E03.06 , 1228:E03.08 , 1228:E07.06 , 1228:E19.03 , 1228:T09.00 , 1228:T08.00 , 1228:T06.00 , 1228:T05.00 , 1228:T04.00 , 1228:T03.00 , 1228:E23.13 , 1228:E23.12 , 1228:E23.11 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 , 1228:T13.00 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E21.19 , 1228:E21.18 , 1228:E19.07 , 1228:E19.06 , 1228:E19.05 , 1228:E19.04 , 1228:E07.07 , 1228:E07.05 , 1228:E03.07
Proves parcials i final de teoria	70	4	0.16	1228:E03.06 , 1228:E07.07 , 1228:E12.19 , 1228:E19.04 , 1228:E23.11 , 1228:E23.10 , 1228:E23.09 , 1228:E22.04 , 1228:E22.03 , 1228:E21.19 , 1228:E19.07 , 1228:E19.06 , 1228:E19.05 , 1228:T15.00 , 1228:T14.00 ,

Bibliografia

Material de referència

Bibliografia bàsica

Bu'lock, J., Kristiansen, B. *Biotechnología básica*. Acribia. Zaragoza (1991).

Demain, A.L., Davies, J.E. *Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 2ª ed. American Society for Microbiology (1999).

Gòdia, F., López-Santín, J. *Ingeniería bioquímica*. Síntesis. Madrid (1998).

Ratledge, C., Kristiansen, B. *Basic Biotechnology*. 3ª ed. Cambridge University Press. Cambridge (2006).

Scragg, A. *Biotechnología para ingenieros: sistemas biológicos en procesos tecnológicos*. Limusa-Noriega. Mèxic (1996).

Trevan, M.D., Boffey, S., Goulding, K.H., Stanbury, P. *Biotechnología: principios biológicos*. 2ª ed. Acribia. Zaragoza (1996).

Walker, J.M., Gingold, E.B. *Biología molecular y biotecnología*. 2ª ed. Acribia. Zaragoza (1997).

Walker, J.M., Rapley, R. *Molecular biology and biotechnology*. 4ª ed. Royal Society of Chemistry. Cambridge (2000).

Bibliografia complementària

Atkinson, B., Mavituna, F. *Biochemical engineering and biotechnology handbook*. 2ª ed. Stockton Press. New York (1991).

Bailey, J.E., Ollis, D.F. *Biochemical Engineering Fundamentals*. 2ª ed. McGraw-Hill (1996).

Blanch, H.W., Clark, D.S. *Biochemical Engineering*. Marcel Dekker (1996).

Belter, P.A., Cussler, E.L., Hu, W.S. *Bioseparations: Downstream Processing for Biotechnology*. John Wiley & Sons (1988).

Buchholz, K., Kasche, V., Bornscheuer, U.T. *Biocatalysts and enzyme technology*. John Wiley & Sons (2005).

Chaplin, M.F., Bucke, C. *Enzyme technology*. Cambridge University Press (1990).

Cheftel, J.-C., Cheftel, H., Besançon, P. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Vols. I y II. Acribia. Zaragoza (1983).

Crueger, W., Crueger, A. *Biotechnología: manual de microbiología industrial*. Acribia. Zaragoza (1993).

Doble, M., Gummadi, S.N. *Biochemical engineering*. Prentice-Hall. New Delhi (2007).

Doran, P.M. *Principios de ingeniería de los bioprocesos*. Acribia. Zaragoza (1998).

Faber, K. *Biotransformations in organic chemistry*. Springer (1997)

Gacesa, P., Hubble, J. *Tecnología de las enzimas*. Acribia. Zaragoza (1990).

- Hirsch, A.F. *Good laboratory practice regulations*. Marcel Deker. New York (1989).
- Jagnow, G., David, W. *Biotecnología: introducción con experimentos modelo*. Acribia. Zaragoza (1991).
- Kato, S., Fumitake, Y. *Biochemical engineering: A textbook for engineers, chemists and biologists*. Wiley-VCH, Weinheim (2009).
- Ladisch, M.R. *Bioseparations engineering: Principles, practice and economics*. John Wiley and Sons. New York (2001).
- Mcneil, B., Harvey, L.M. *Fermentation: A practical approach*. IRL Press. Oxford (1990).
- Micklos, D.A., Freyer, G.A. *DNA science: A first course in recombinant DNA technology*. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor (1990).
- Muñoz, E. *Biotecnología y sociedad: encuentros y desencuentros*. Cambridge University Press. Madrid (2001).
- Najafpour, G.D. *Biochemical engineering and biotechnology*. Elsevier. Amsterdam (2007).
- Oxender, D., Fox, C. *Protein engineering*. Alan R. Liss. New York (1987).
- Parés, R., Jofre, J. *Estudi d'un model per al desenvolupament de la Biotecnologia a Catalunya a partir de la situació actual a l'ensenyament, la recerca i la indústria*. Col·lecció Informes. CIRIT. Generalitat de Catalunya (1986).
- Prentis, S. *Biotecnología: una nueva revolución industrial*. Salvat. Barcelona (1993).
- Rao, D.G. *Introduction to biochemical engineering*. 2ª edició. Tata McGraw-Hill. New Delhi (2010).
- Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribéreau-Gayon, P., Sudraud, P. *Traité d'oenologie: sciences et techniques du vin*. Dunod. París (1975).
- Scriban, R. *Biotechnologie*. 2ª edició. Technique et Documentation-Lavoisier. París (1984).
- Shuler, M.L., Kargi, F. *Bioprocess engineering: Basic concepts*. 2ª edició. Prentice Hall. Englewood Cliffs (2001).
- Smith, J.E. *Biotechnology*. 4ª ed. Cambridge University Press (2004).
- Toledo de la Torre, C., Illescas, M. *Biotecnología y patentes*. Registro de la Propiedad Industrial (1988).
- Watson, J.D., Gilman, M., Witkowski, J., Zoller, M. *Recombinant DNA*. 2ª edició. W.H. Freeman and Co. San Francisco (1992).
- Ward, O.P. *Biotecnología de la fermentación*. Acribia. Zaragoza (1991).
- Willig, S.H., Stoker, J.R. *Good manufacturing practices for pharmaceuticals*. Marcel Deker. New York (1992).
- Wiseman, A. *Principles of biotechnology*. Surrey University Press. London (1983).

Revistes y revisions

Nature. *Industrial biocatalysis today and tomorrow*. Número 409, p. 258 i següents. Gener 2001.

Nature Biotechnology.

Investigación y Ciencia. *Microbiología Industrial*. Número 62. Novembre 1981.

Trends in Biotechnology.