Universitat Autònoma de Barcelona

2023/2024

Bioquímica industrial

Código: 100909
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500252 Bioquímica	OB	3	1

Contacto

Nombre: Mohammed Moussaoui Keribii

Correo electrónico: mohammed.moussaoui@uab.cat

Idiomas de los grupos

Puede consutarlo a través de este enlace. Para consultar el idioma necesitará introducir el CÓDIGO de la asignatura. Tenga en cuenta que la información es provisional hasta el 30 de noviembre del 2023.

Equipo docente

Jaime Farrés Vicén

Prerrequisitos

No hay prerrequisitos oficiales. De todos modos, parte de los contenidos de las asignaturas de 1er curso y 2º curso son necesarios para poder seguir correctamente la asignatura. En especial, los de las asignaturas siguientes: Biocatálisis, Biología molecular, Microbiología y Cultivos Celulares.

Objetivos y contextualización

La asignatura tiene como objetivos integrar los conocimientos de la bioquímica y la biología molecular con los de la microbiología y la ingeniería bioquímica, haciendo énfasis en su aplicación en los procesos biotecnológicos.

Competencias

- Aplicar las bases legales y éticas implicadas en el desarrollo y aplicación de las ciencias moleculares de la vida
- Aplicar las técnicas principales de utilización en sistemas biológicos: métodos de separación y caracterización de biomoléculas, cultivos celulares, técnicas de DNA y proteínas recombinantes, técnicas inmunológicas, técnicas de microscopia...
- Aplicar los recursos informáticos para la comunicación, la búsqueda de información, el tratamiento de datos y el cálculo
- Colaborar con otros compañeros de trabajo

- Demostrar que comprende y aplica los mecanismos de catálisis biológica basados en la estructura de los catalizadores biológicos y las reacciones químicas
- Describir las características de los distintos tipos celulares estructural, fisiológica y bioquímicamente y explicar la forma en que sus propiedades se adecuan a su función biológica
- Entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
- Gestionar la información, organización y planificación del trabajo
- Integrar los conocimientos de la bioquímica y la biología molecular con los de la microbiología y la ingeniería bioquímica, especialmente en su aplicación a los procesos biotecnológicos
- Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
- Manejar bibliografía e interpretar la información de las principales bases de datos biológicos, así como saber usar las herramientas informáticas básicas
- Pensar de una forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas
- Percibir claramente los avances actuales y los posibles desarrollos futuros a partir de la revisión de la literatura científica y técnica del área de Bioquímica y Biología Molecular
- Saber conjugar la búsqueda y generación de conocimientos con la solución de los problemas de su competencia, a través de un sentido ético y social
- Saber hacer una presentación oral, escrita y visual de su trabajo a una audiencia profesional y no profesional en inglés y entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
- Tener capacidad de aprendizaje autónomo demostrando la capacidad de auto-dirigirse en las actividades de aprendizaje tras recibir instrucciones específicas generales
- Tener capacidad de autoevaluación

Resultados de aprendizaje

1. Analizar bases de datos sobre enzimas y microorganismos de utilidad en procesos biotecnológicos
2. Aplicar los criterios de escalado y desarrollo de procesos biotecnológicos bajo parámetros económicos
3. Aplicar los recursos informáticos para la comunicación, la búsqueda de información, el tratamiento de datos y el cálculo
4. Colaborar con otros compañeros de trabajo
5. Demostrar una buena visión de conjunto de los tipos de empresas dedicadas total o parcialmente a la biotecnología
6. Describir el diseño, control y funcionamiento de un bioreactor
7. Describir las bases para la investigación, el desarrollo y la obtención de productos biofarmacéuticos
8. Describir las características y aplicaciones de enzimas, biocatalizadores inmovilizados y biosensores basados en enzimas
9. Describir los conceptos básicos sobre propiedad intelectual e industrial de productos biotecnológicos
10. Describir los elementos de un proceso biotecnológico, los productos de interés biotecnológico y sus fuentes
11. Describir modelos que permitan explicar y predecir el crecimiento celular y deducir las ecuaciones cinéticas y estequiométricas básicas
12. Detallar e interpretar las características de las políticas públicas de promoción de la biotecnología, en España y en Europa
13. Determinar las propiedades y aplicaciones biotecnológicas de los enzimas de organismos extremófilos
14. Diseñar estrategias de producción y mejora de fármacos y alimentos por métodos biotecnológicos
15. Diseñar un protocolo básico para el procesamiento y purificación de un producto biotecnológico a escala industrial
16. Distinguir las técnicas de manipulación genética y selección de microorganismos y de células eucariotas para su utilización en procesos biotecnológicos
17. Entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
18. Explicar el diseño, la producción industrial y las aplicaciones de los enzimas en procesos biotecnológicos
19. Explicar la aplicación de microorganismos en fermentaciones, producción de biocombustibles, biopolímeros, lixiviación, biorremediación y depuración de aguas residuales
20. Explicar las operaciones básicas y aparatos a escala industrial para el procesamiento y bioseparación de productos biotecnológicos
21. Explicar los criterios de garantía y control de la calidad en la obtención de productos biotecnológicos
22. Gestionar la información, organización y planificación del trabajo
23. Identificar los criterios de evaluación del riesgo biotecnológico

24. Interpretar las normativas y legislación sobre desarrollo de nuevos productos biofarmacéuticos
25. Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
26. Pensar de una forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas
27. Reconocer las cuestiones éticas, sociales y ambientales de la actividad profesional dentro del campo de la biotecnología
28. Saber conjugar la búsqueda y generación de conocimientos con la solución de los problemas de su competencia, a través de un sentido ético y social
29. Saber hacer una presentación oral, escrita y visual de un trabajo a una audiencia profesional y no profesional en inglés
30. Tener capacidad de aprendizaje autónomo demostrando la capacidad de auto-dirigirse en las actividades de aprendizaje tras recibir instrucciones específicas generales
31. Tener capacidad de autoevaluación
32. Utilizar programas informáticos para el diseño y la simulación de bioreactores

Contenido

TEORÍA

PARTE I. INTRODUCCIÓN

1. Introducción a la Biotecnología. Historia de la Biotecnología. Definiciones de Biotecnología. Biotecnología tradicional y Biotecnología moderna. Hitos históricos. Elementos del proceso biotecnológico: materias primas, agentes biológicos y productos.

2. Importancia económica y social de la Biotecnología. Productos de interés industrial - Potencialidad de la Biotecnología. Ejemplos: alimentación, energía, sanidad - Sectores industriales - Sectores empresariales- Protección de la propiedad intelectual - Programas públicos de I + D en biotecnología - Biotecnología: perspectivas y preguntas.

PARTE II. EL PROCESO BIOTECNOLÓGICO

3. Materias primas. Materias primas naturales. Subproductos. Derivados del petróleo. Selección y pretratamiento. Ejemplos.

4. Biocatálisis. Los biocatalizadores - Características de los enzimas como biocatalizadores - Ventajas de utilización de los enzimas como biocatalizadores - Criterios de eficacia de las enzimas - Estrategias para el desarrollo de enzimas eficientes - Enzimas industriales - Aplicaciones industriales de los enzimas: alimentación, textil, papel, detergentes, industria farmacéutica - Inconvenientes de utilización de enzimas como biocatalizadores.

5. Biocatalizadores inmovilizados (I). Concepto, características y utilidad industrial Tipos de soportes de inmovilización - Métodos de inmovilización - Tipos de biorreactores para biocatalizadores inmovilizados.

6. Biocatalizadores inmovilizados (II). Propiedades de las enzimas inmovilizados - Especificidad de sustrato -Efectos de la inmovilización sobre la actividad y las propiedades cinéticas de los enzimas: reparto y velocidad de difusión - Ventajas y desventajas de la inmovilización de los enzimas - Aplicaciones industriales de los enzimas inmovilizados - Células inmovilizadas.

7. Células microbianas (I). Microorganismos de interés industrial - Ventajas de los microorganismos

Composición elemental de los microorganismos y de los medios de cultivo - Obtención, selección y conservación de microorganismos - Colecciones de cepas tipo.

8. Células microbianas (II). Manipulación genética e ingeniería metabólica de microorganismos - Mejora de cepas por mutagénesis, recombinación génica y técnicas de DNA recombinante.

9. Fermentaciones. Concepto de fermentación - Regímenes de funcionamiento - Fermentación discontinua, discontinua alimentada, continua y perfusión - Fermentación en estado sólido- Cinética del crecimiento de un cultivo discontinuo - Parámetros cinéticos: velocidad específica de crecimiento (μ_m) y constante de Monod (K_S), Rendimiento global ($Y_{X/S}$), cociente metabólico (q_S) - Factores que afectan a la velocidad de crecimiento - Cinética de la formación de producto - Productos del metabolismo primario y secundario - Rendimiento de producto ($Y_{P/S}$).

10. Fermentación en continuo. Ventajas e inconvenientes de la fermentación en continuo. Tipo de fermentación en continuo: quimiostato y turbidostato. Balance material de células. Tasa de dilución (D). Extinción del cultivo por dilución: wash-out. Balance material de nutriente limitante. Productividad. Enriquecimiento. Contaminación.

PARTE III. BIORREACTORES

11. Diseño de biorreactores. Concepto de biorreactor. Tipo de biorreactores. Escalas de trabajo. Elementos de un biorreactor. Requerimientos de los biorreactores industriales. Instalaciones auxiliares.

12. Funcionamiento de un biorreactor. Operaciones asépticas. Inoculación aséptica y obtención de muestras. Juntas y válvulas. Medida y control de las condiciones de fermentación: temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto (DO), formación de espuma, consumo y formación de gases y productos. Coeficiente respiratorio (RQ). Control por ordenador del biorreactor. Estudio del perfil típico de una fermentación.

13. Esterilización del biorreactor y de los medios de cultivo. Consideraciones generales. Esterilización del medio de cultivo. Métodos de esterilización. Esterilización por calor. Teoría de la esterilización por calor. Cálculo de la duración de la esterilización de un medio. Esterilización en continuo. Esterilización por filtración. Esterilización del aire.

14. Aireación del biorreactor. Consideraciones generales. Transferencia de materia gas-líquido. Velocidad específica de captación de oxígeno. Concentración crítica de oxígeno (C_{CRIT}). Coeficiente de transferencia de oxígeno. Consideraciones que afectan a la velocidad de transferencia del oxígeno. Determinación experimental de k_{La}. Elementos empleados en la aireación: tipos y eficacia. Hold-up: concepto y distribución en biorreactores con agitación.

15. Agitación del biorreactor. Geometríaytipos de agitadores. Potencia necesaria para la agitación: número de potencia y número de Reynolds. Potencia necesaria para los biorreactores agitados y aireados: número de aireación. Potencia necesaria para la agitación y aireación de fluidos newtonianos y no newtonianos.

PARTE IV. PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS

16. Bioseparaciones. Procesamiento de productos de la fermentación. Diseño del proceso y cambios de escala. Evaluación del coste del proceso en función de los requerimientos de pureza y del rendimiento. Diseño

de los aparatos de tipo industrial y aplicaciones. Homogenización. Centrifugación. Filtración. Cromatografía. Secado. Liofilización.

17. Producción de enzimas a escala industrial. Agentes inactivadores de los enzimas. Estabilización de las preparaciones enzimáticas. Aditivos. Efecto de los iones. Evaluación de calidad y seguridad de las preparaciones enzimáticas.

18. Productos biológicos de interés industrial. Productos del metabolismo primario y secundario. Producción de etanol, acetona-butanol, glicerol, ácido láctico y glutamato.

19. Producción de antibióticos. Principales clases de antibióticos. Antibióticos naturales y semisintéticos. Mecanismos de resistencia a los antibióticos. Producción de penicilina.

20. Productos de la industria alimentaria y de bebidas. Introducción a la producción de alimentos y bebidas fermentadas. Microorganismos autorizados (GRAS). Bioquímica de la producción de bebidas alcohólicas. Bioquímica de la obtención de productos lácticos y cárnicos. Bioquímica dela fermentación del pan. Bioquímica de los aditivos alimentarios. Control de calidad.

21. Productos de la agricultura y de la ganadería. Plantas transgénicas. Resistencia de plantas a herbicidas, pesticidas, insectos y condiciones ambientales extremas. Bioinsecticidas. Mejora de la calidad final del producto. Animales transgénicos como biorreactores. Aplicación a la producción de leche y de fármacos.

SEMINARIOS

Temas propuestos:

1. Biosensores. Concepto. Estructura y funcionamiento. Tipo: electroquímicos, redox, FET, termométricos, ópticos, inmunosensores. Biochips. Aplicaciones en clínica, sector agroalimentario y control medioambiental.

2. Depuración biológica de aguas residuales. Procesos aeróbicos y anaeróbicos. Demanda biológica de oxígeno (DBO). Tratamiento de aguas residuales: esquema de planta depuradora. Fases del tratamiento. Lagunaje y lodos activados. Compostaje.

3. Bioenergía. Biomasa como fuente de recursos renovables. Producción de etanol. Materias primas. Producción de metano (biogás). Digestión anaeróbica. Producción de hidrógeno.

4. Biomineria y bioremediación. Lixiviación de metales. Degradación del petróleo y recuperación de metales pesados.

5. Proteínas y enzimas de organismos extremófilos de interés industrial. Psicrófilos. Termófilos e hipertermófilos. Halófilos. Acidófilos y alcalófilos. Aplicaciones industriales.

6. Biopolímeros. Clasificación. Polisacáridos microbianos. Dextranos. Polihidroxialcanoatos. Polihidroxibutirato (PHB). Plásticos biodegradables. Aplicaciones industriales.

7. Garantía y control de calidad en los productos biotecnológicos. Buenas prácticas de laboratorio (GLP) y

buenas prácticas de producción (GMP). Procedimientos normalizados de trabajo. Normativa ISO 9000. Unidad de garantía de calidad y auditorías. Desarrollo de nuevos fármacos. Fases de I + D y pre-clínica. Ensayos clínicos en humanos.

8. Liberación al medio ambiente de organismos manipulados genéticamente. Liberación controlada: pruebas de campo. Impacto medioambiental. Organismos "suicidas". Métodos de etiquetado genético o molecular. Bioseguridad. Evaluación de riesgos. Legislación. Etiquetado.

9. Patentes en Biotecnología. Condiciones de patentabilidad. Procedimiento de obtención de una patente. Patentabilidad de genes y de organismos. Ejemplos de patentes importantes y "guerras" de patentes. Impacto económico. Empresas líderes en beneficios por patentes.

10. Bioética y legislación en Biotecnología. Impacto médico, social y económico de la Biotecnología. Prácticas biotecnológicas que pueden plantear problemas ético-sociales. Información derivada del proyecto Genoma Humano. Terapia génica y celular. Células madre. Utilización de embriones para investigación biomédica. Trasplante de células embrionarias. Xenotrasplantes Generación de tejidos a partir de células madre. Comités de Bioética. Normativa, recomendaciones y legislación.

Metodología

La asignatura de Bioquímica industrial consta de clases teóricas, presentación publica de temas relacionados con la materia, y tutorías. Las actividades formativas de la asignatura se complementan con la entrega de trabajos por el Campus Virtual y participación individual mediante foros virtuales en debate y opinión sobre temas relacionados con la biotecnología.
Para la presentación pública de temas o seminarios, el grupo clase se dividirá en dos subgrupos (máximo 30 estudiantes por subgrupo), las listas de los que se harán públicas a comienzos de curso. Se realizarán 10-15 sesiones de seminarios durante el curso donde los alumnos expondrán los trabajos de autoaprendizaje propuestos (ver contenidos del seminarios). Las presentaciones, en formato PowerPoint y un resumen de una página como máximo que incluya la bibliografía consultada, se deberán enviar al profesor una semana antes a través del Campus Virtual. El profesor podrá sugerir cambios o modificaciones durante esa semana que deberán incorporarse a la presentación.

El profesorado destinará aproximadamente unos 15 minutos de alguna clase para permitir que su alumnado pueda responder las encuestas de evaluación de la actuación docente y de evaluación de la asignatura o módulo.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría	30	1,2	1, 2, 3, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 32

Presentación pública de temas relacionados con la materia	15	0,6	1, 2, 3, 4, 16, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 13, 14, 18, 21, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32
Tipo: Supervisadas			
Forum virtual	4,5	0,18	1, 2, 3, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32
Preparación de las presentaciones públicas	22,5	0,9	1, 2, 3, 4, 16, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 13, 14, 18, 21, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32
Tutoría	7,5	0,3	1, 2, 3, 4, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Tipo: Autónomas			
Estudios y trabajos autónomos	48	1,92	1, 2, 3, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32

Evaluación

El sistema de evaluación consta de: 1) Pruebas escritas parciales, que consisten en preguntas de desarrollo corto / medio 2) Valoración de la presentación publica de temas relacionados con la materia (Seminarios) 3) Valoración de la participación en el Campus Virtual según el número, la frecuencia y la calidad de las aportaciones.

Resolución de cuestiones teóricas (7,5 / 10)

La evaluación de esta actividad se realiza mediante dos pruebas parciales escritas, en que el estudiante debe demostrar el grado de consecución de los conceptos teórico-prácticos de la asignatura.

- Las pruebas parciales, programadas a lo largo del semestre, evalúan contenidos de cada una de las dos partes en que se divide la asignatura y cada una tiene un peso del 37,5% en la nota global. Estas pruebas pueden eliminar materia de la prueba final siempre y cuando se haya obtenido una nota igual o superior a 3,5. Igualmente, en la prueba final será necesario obtener una calificación igual o superior a 3,5 de cada una de las dos partes para poder hacer promedio con el resto de las calificaciones.

- La prueba o examen de recuperación se realiza a finales de semestre. Esta prueba la pueden realizar aquellos alumnos que no hayan superado una o más pruebas parciales o quieran mejorar las calificaciones correspondientes. La realización de esta nueva prueba supone la renuncia a la primera calificación.
- Las actividades Seminarios y Campus virtual NO son recuperables.
- La fecha, la hora y el lugar de las pruebas se podrán consultar con la suficiente antelación en el Campus Virtual de la asignatura o en la página web de la Facultad.

Evaluación de los seminarios (2,0 / 10)
En esta actividad, se evalúa el grado de consecución que tiene el estudiante de los temas propuestospor el profesor y relacionados con la materia. Se valorará la presentación oral y discusión del tema presentado por el estudiante. La nota obtingudaserà la misma para todos los miembros del grupo, siempre y cuando todos ellos hayan preparado y expuesto de forma equivalente. Se valorará también la participación (preguntas, intervenciones, debate, etc.) de los estudiantes asistentes a la presentación de los seminarios. Habrá una pregunta sobre el contenido presentado en los seminarios a la prueba final de recuperación.
- Los alumnos pueden presentar su seminario en inglés. Este concepto se valorará con 0,5 puntos en la nota final de los seminarios.
- La participación en los seminarios es obligatoria, tanto el día de la presentación como la asistencia al resto de seminarios de los compañeros. Cada falta de asistencia no justificada documentalmente será penalizada sobre la nota final de seminarios.
La fecha, la hora el lugar de las pruebas se podrán consultar con la suficiente antelación en el Campus Virtual

de la asignatura o en la página web de la Facultad.

Evaluación por el Campus Virtual (0,5 / 10)
Se propondrán periódicamente preguntas sobre temas relacionados con la materia. El estudiante enviará sus aportaciones mediante la herramienta de entrega de archivos del Campus Virtual.

- Para participar en la recuperación, el alumnado debe haber sido previamente evaluado en un conjunto de actividades el peso de las que equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura. Por lo tanto, el alumnado obtendrá la calificación de "No Evaluable" cuando las actividades de avaluaciórealitzades tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final
Los alumnos repetidores a partir de la segunda matrícula de la asignatura no deberán llevar a cabo las actividades docentes ni las evaluaciones de aquellas competencias superadas con una nota superior a 5, consistentes en los seminarios y las aportaciones a través del Campus Virtual

B/ Evaluación única

La evaluación única consistirá en una única prueba en la que se evaluarán los contenidos de todo el programa de la asignatura. La prueba constará de preguntas de desarrollo corto/medio y una pregunta opcional sobre los temas de seminarios presentados por los alumnos.

La nota obtenida en esta prueba de síntesis supondrá el 75% de la nota final de la asignatura.

La prueba de evaluación única se hará el mismo día, hora y lugar que la última prueba de evaluación continuada de la asignatura. La evaluación única se podrá recuperar el día fijado para la recuperación de la asignatura.

Al 75% de la nota de teoría se le sumará el 20% correspondiente a la nota de presentación del seminario que el/la alumno/a habrá presentado anteriormente en clase durante el semestre y el 5% correspondiente a las entregas por el C.V.

Es necesario obtener una calificación final igual o superior a 5 para superar la asignatura.

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Campus Virtual	5%	4	0,16	2, 3, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 20, 23, 24, 25, 28, 32
Pruebas parciales y final de teoría	75%	4	0,16	1, 2, 3, 16, 5, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32
Seminarios	20%	14,5	0,58	1, 2, 3, 4, 16, 6, 9, 10, 7, 8, 11, 13, 14, 17, 18, 21, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

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

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

- Katoh, S., Fumitake, Y. *Biochemical engineering: A textbook for engineers, chemists and biologists.* Wiley-VCH, Weinheim (2009).

- Ladish, M.R. *Bioseparations engineering: Principles, practice and economics.* John Wiley and Sons. New York (2001).

- Muñoz, E. *Biotecnología y sociedad: encuentros y desencuentros.* Cambridge University Press.Madrid (2001).

- Casado, M. & López Baroni, M.J. (2018) *Manual de bioética laica (I). Cuestiones clave*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

- Espluga, J. (2005) *Els debats socials de la biotecnologia*. Barcelona: Fundació R. Campalans. https://fcampalans.cat/uploads/publicacions/pdf/paper_biotecnologia.pdf

Rao, DG. *Introduction to biochemical engineering.* 2ª edició. Tata McGraw-Hill. New Delhi (2010).

- Glazer, AN, H Nikaido. 2007. Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology. 2ond edition. Cambridge University Press. ISBN: 9780521842105

- Wood, B.J.B. (1998). Microbiology of Fermented Foods, Vol 1 i 2. Blackie Academic, London

- Enzymes in Food Technology. (2002).R.J. Whitehurst and B.A. Law. Sheffield Academic Press Ltd, UK. ISBN 1-84127-223-X

- Food Biotechnology. Second Edition (2006). Kalidas Shetty, Gopinadhan Paliyath, Anthony Pometto, Robert E. Levin. CRC Press.Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL 33487-2742.

- Modern Industrial Microbiology and biotechnology. (2007). Nduka Okafor. Science Publishers. USA. ISBN 978-1-57808-434-0 (HC)

- Biotransformations in Organic Chemistry. 6th ed. K. Faber (2011). Ed. Springer.

- Immobilized enzymes and cells (1997). Gordon F. Bickerstaff; Methods in biotechnology ; 135, 136, 137. Totowa : Humana Press. ISBN: 0896033864

- Nair NU, Denard CA, Zhao H. Engineering of Enzymes for Selective Catalysis. Current Organic Chemistry 2010;14:1870-1882.

- Chica RA, Doucet N, Pelletier JN. Semi-Ratio-nal Approaches to Engineering Enzyme Activity: Combining the Benefits of Directed Evolution and Rational Design. Current Opinion in Bio-technology 2005;16:378-384

- Van't Riet, Tramper, J. "Basic Bioreactor Design", 1991, Marcel Dekker, New York.

- Doran, P.M. "Principios de ingeniería de los bioprocesos", 1998, Editorial Acribia, Zaragoza.

- Doran, P.M. "Bioprocess engineering principles", 1995, Academic Press, London.

- Gòdia, F., López, J. "Ingeniería Bioquímica", 1998, Editorial Síntesis, Madrid.

Software

No se utilizará ningun programa informático específico en esta asignatura