

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión
Académica: 19/07/2024**Tecnología Enzimática en Medios
No Convencionales (M43/56/3/9)****Máster**

Máster Universitario en Ingeniería Química

MÓDULO

Ingeniería de Procesos y Productos

RAMA

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

**Tipo de
enseñanza**

Presencial

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Procesos enzimáticos con enzimas inmovilizadas en medios no acuosos, líquidos iónicos y fluidos supercríticos. Aplicación de las lipasas a la síntesis de ésteres para la obtención de aromas, saborizantes y emulsionantes empleados en la Industria Alimentaria, de Cosméticos y Farmacéutica. Transformación de triglicéridos naturales por procesos de acidólisis, alcoholisis e interesterificación, dirigidos a la producción de lípidos estructurados para alimentación.

COMPETENCIAS**COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la



aplicación de sus conocimientos y juicios.

- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG04 - Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento y difusión de los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Esta asignatura tiene como objetivo que los estudiantes comprendan la posibilidad de utilizar enzimas en medios microacuados, que permite catalizar reacciones de síntesis con hidrolasas extracelulares que estarían termodinámicamente impedidas en medio acuoso.

Los estudiantes aprenderán las muchas aplicaciones actuales y futuras de estos procesos: obtención de ésteres de ácidos grasos y alcoholes, que se utilizan como aromas y saborizantes en la Industria Alimentaria, obtención de ésteres de ácidos grasos y carbohidratos, que se utilizan como emulsionantes y espesantes en la Industria Alimentaria, de Cosméticos y Farmacéutica, modificación de lípidos naturales para fabricar lípidos estructurados con vistas a la alimentación humana e incluso procesos de alcoholisis de lípidos para obtener biodiesel.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

- Tema 1: Introducción
 - Enzimas. Inmovilización. Soportes. Especificidad
 - Tipos de reacciones enzimáticas
 - Aplicaciones de las enzimas en disolventes orgánicos: aplicaciones actuales con



lipasas

- Tema 2: Catálisis enzimática en medios no acuosos
 - Actividad y estabilidad enzimática
 - Mecanismo general de reacción
 - Lipasas comerciales inmovilizadas
 - Influencia de la concentración de agua en el medio
- Tema 3: Esterificación de ácidos y alcoholes
 - Mecanismo y cinética: Modelo Ping-Pong Bi-Bi
 - Control de la actividad del agua
 - Dimerización de los ácidos grasos libres
 - Naturaleza del disolvente orgánico
- Tema 4: Esterificación de ácidos y sacáridos
 - Biocatálisis en líquidos iónicos
 - Fluidos supercríticos
- Tema 5: Acidólisis, alcoholisis y esterificación de triglicéridos. Lípidos estructurados
 - Digestor dinámico in vitro
 - Lípidos estructurados funcionales
 - Obtención de lípidos estructurados mediante acidólisis
 - Obtención de lípidos estructurados mediante alcoholisis+esterificación
 - Biorreactores de lecho fijo (recirculación)
 - Biorreactores de dispersión (slurry)
- Tema 6: Alcoholisis de triglicéridos. Biodiesel
 - Obtención de biodiesel mediante procesos químicos
 - Obtención de biodiesel mediante alcoholisis enzimática de triacilglicéridos

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres: Simulaciones y ajustes de modelos. Análisis de resultados.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Tramper, J., Vermüe, M.H., Beeftink, H.H. y von Stockar (Editores) (1992): "Biocatalysis in non-conventional media", Progress in Biotechnology, Vol. 8, Elsevier.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Camacho Rubio, F; Robles, A; Camacho, B; González PA; Esteban L; Molina E (2007): Modeling of the kinetic for the acidolysis of different triacylglycerols and caprylic acid catalyzed by Lipozyme IM immobilized in packed bed reactor Chem. Eng. Sci., 62 (12): 3127-3141.
- Camacho Rubio, F; Robles, A; González, PA; Camacho B; Esteban L; Molina E (2006): Mechanistic model for the lipase-catalyzed alcoholysis of triacylglycerols Appl. Cat. A-



- General, 301 (2): 158-168.
- Dordick, J.S. (1992): Designing enzymes for use in organic solvents, *Biotechnol. Progress*, 8, 259-267.
 - Esteban, L., Muñio, M., Robles, A., Hita, E., Jiménez, M.J., González, P.A., Camacho, B., Molina, E. 2009: Synthesis of 2-monoacylglycerols (2-MAG) by enzymatic alcoholysis of fish oils using different reactor types. *Biochemical Engineering Journal*, 44 (2-3), 271-279.
 - Haraldsson, G.G., Kristinsson, B., Sigurdardottir, R., Gudmundsson, G.G. y Breivik, H. (1997): The preparation of concentrates of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid by lipase-catalyzed transesterification of fish oil with ethanol, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74, 1419-1424.
 - Malcata, F.X., Reyes, H.R., Garcia, H.S., Hill, C.G. y Amundson, C.H. (1992): Kinetics and mechanisms of reactions catalysed by immobilized lipases, *Enzyme Microb. Technol.*, 14, 426-446.
 - Moreno, PAG; Medina, AR; Camacho Rubio, F; Paez BC; Grima EM (2004): Production of structured lipids by acidolysis of an EPA-enriched fish oil and caprylic acid in a packed bed reactor: Analysis of three different operation modes *Biotech. Progress*, 20 (4): 1044-1052.
 - Moreno, PG; Medina, AR; Camacho Rubio, F; Camacho B; Esteban L; Molina E (2005): Production of structured triacylglycerols in an immobilised lipase packed-bed reactor: batch mode operation *J. Chem. Tech. Biotech.*, 80 (1): 35-43.
 - Morales-Medina, R., García-Moreno, P.J., Pérez-Gálvez, R., Muñio, M.M., Guadix, A., Guadix, E.M. (2015) Seasonal variations in the regiodistribution of oil extracted from small-spotted catshark and bogue. *Food and Function*. 6, 2646-2652
 - Morales-Medina, R., Munio, M.M., Guadix, A., Guadix, E.M. Development of an up-grading process to produce MLM structured lipids from sardine discards (2017) *Food Chemistry*, 228, 634-642.
 - Morales-Medina, R., Muñio, M., Guadix, A., Guadix, E.M. and Camacho, F. (2018) A lumped model of the lipase catalyzed hydrolysis of sardine oil to maximize polyunsaturated fatty acids content in acylglycerols. *Food Chemistry*, 240, 286-294.
 - Muñio M.M., Robles A., Esteban L., González P.A. y Molina E. 2009: Synthesis of structured lipids by two enzymatic steps: ethanolysis of fish oils and esterification of 2-monoacylglycerols. *Process Biochemistry*, 44 (7): 723-730.
 - Muñio M.M., Esteban L., Robles A., Hita E., Jiménez M.J., González P.A., Camacho B. y Molina E. 2008: Synthesis of 2-monoacylglycerides rich in polyunsaturated fatty acids by ethanolysis of fish oil catalyzed by 1,3 specific lipases. *Process Biochemistry*, 43 (10): 1033-1039
 - Mu, H., Xu, X. y Hoy, C.E. (1998): Production of Specific-Structured Triacylglycerols by Lipase Catalyzed Interesterification in a Laboratory-Scale Continuous Reactor, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 1187-1193.
 - Paez, BC; Medina, AR; Camacho Rubio, F; Moreno PG; Grima EM (2003): Modeling the effect of free water on enzyme activity in immobilized lipase-catalyzed reactions in organic solvents *Enz. Micro. Technol.*, 33 (6): 845-853.
 - Paez, BC; Medina, AR; Camacho Rubio, F; Cerdan LE; Grima EM (2003): Kinetics of lipase-catalysed interesterification of triolein and caprylic acid to produce structured lipids *J. Chem. Technol. Biotech.*, 78 (4): 461-470.
 - Pawongrat, R., Xu, X; H-Kittikun, A. (2008) Physico-enzymatic production of monoacylglycerols enriched with very-long-chain polyunsaturated fatty acids. *J Sci Food Agric* 88:256-262
 - Rubio-Rodríguez, N; Beltran, S; Jaime, I; De, Diego S. M; Sanz, M. T; Carballido, J. R. (2010) Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Sci. Emerging Technol*, 11, 1-12
 - Xu, X. (2000). Production of specific-structured triacylglycerols by lipase-catalyzed reactions: a review. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 287-303



- Zaks, A. y Klibanov, A.M. (1988): Enzymatic catalysis in nonaqueous solvents, The J. of Biol. Chem., 263, 3194-3201 y The effect of water on enzyme action in organic media, The J. of Biol. Chem., 263, 8017-8021.

ENLACES RECOMENDADOS

- Biblioteca de la Universidad de Granada
 - <http://www.ugr.es/~biblio/>
- Libros Electrónicos de Ingeniería
 - http://www.engineeringvillage2.org/controller/servlet/Controller?EISESSION=1__94257f12723b9fc20M2f92ses3&CID=ebookSearch&database=131072

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio o de ordenador
- MD04 Realización de trabajos

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

La calificación global de la evaluación ordinaria responderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos:

- Prueba escrita: 50% (acerca de los contenidos del curso, calificación mínima de 4 para contabilizar el resto)
- Presentación de trabajos y actividades: 50%. Dentro de este apartado se considerarán los siguientes aspectos:
 - Prácticas de simulación: 15% (se valorará la ejecución de los problemas planteados, el aprovechamiento, iniciativa y habilidades del estudiante)
 - Actividades de clase y trabajos encargados: 20% (basadas en el uso de herramientas de búsqueda bibliográfica internacional de la base de datos Scopus o similar. Se valorará la selección de un proceso adecuado al curso y la simulación y optimización del proceso estudiado)
 - Participación en los debates planteados en clase y asistencia: 15%

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación extraordinaria consistirá en una prueba escrita en la que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura que representará el 60% de la calificación. Además de una prueba práctica de simulación y optimización de un proceso, que representará el 40% de la calificación.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL



La prueba de la evaluación única final constará de:

- Una prueba teórica oral y/o escrita, que representa el 60% de la nota final.
- Una prueba práctica que consistirá en la simulación y optimización de un proceso indicado por el profesor que representa el 40% de la nota final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

