

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 06/07/2022

## Tecnología Enzimática de Lípidos para Alimentación Funcional (M79/56/1/28)

**Máster**

Máster Universitario en Avances en Calidad y Tecnología Alimentaria

**MÓDULO**

Módulo I: Tecnología de los Alimentos

**RAMA**

Ciencias de la Salud

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Anual

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

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

- Cinética enzimática en medios no acuosos.
- Actividad y estabilidad enzimática.
- Síntesis de esteres: mecanismo y cinética
- Transformación de triacil-glicerol por acidólisis, alcoholisis e interesterificación
- Biorreactores con enzimas inmovilizadas en medios no acuosos.
- Soportes utilizados, Lipasas comerciales inmovilizadas
- Biorreactores de lecho fijo. Recirculación
- Biorreactores de dispersión (slurry)
- Simulación y optimización del funcionamiento del biorreactor
- Aplicaciones de los lípidos estructurados.
- Lípidos estructurados por acidólisis con ácidos grasos de cadena corta.
- Lípidos estructurados funciones, MLM, con ácidos grasos poli-insaturados en posición 2.

### 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

- CG01 - Adquirir destrezas teóricas y experimentales avanzadas en el área de Calidad y Tecnología Alimentaria, y saber aplicar los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos en el Máster en el campo académico, de la investigación y de la innovación tecnológica.
- CG02 - Capacidad de integrar los conocimientos avanzados adquiridos para gestionar y diseñar actividades en el campo de la Calidad y Tecnología de los Alimentos.
- CG03 - Capacidad para actualizar el conocimiento, realizando un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en los diversos aspectos de la Calidad y Tecnología Alimentaria, abarcando niveles más integradores y multidisciplinares.
- CG04 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad proyectos de trabajo o artículos científicos relacionados con la Calidad y Tecnología Alimentaria.
- CG05 - Capacidad para recibir y transmitir información especializada en lengua inglesa en el área de Calidad y Tecnología Alimentaria con un nivel de competencia similar al B1 del Consejo de Europa.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Aplicar los conocimientos científicos y técnicos más avanzados adquiridos en el máster a la producción y elaboración de nuevos alimentos
- CE02 - Ser capaz de diseñar un alimento nuevo integrando aspectos tecnológicos y económicos, de seguridad alimentaria, nutricionales y sensoriales, teniendo en cuenta los criterios establecidos por la legislación
- CE03 - Identificar y valorar las mejoras nutricionales y/o organolépticas que supone la incorporación de nuevas tecnologías a la transformación de materias primas y diseño de nuevos alimentos
- CE05 - Capacidad para asesorar científica y técnicamente a los organismos oficiales, las industrias alimentarias y a las organizaciones de consumidores sobre los avances nutricionales y tecnológicos.
- CE16 - Formarse en fundamentos y técnicas de investigación relacionadas con la alimentación, tecnología de los alimentos, nuevos procesos y calidad y seguridad alimentaria
- CE18 - Aplicación de la tecnología de las enzimas a la industria alimentaria
- CE19 - Plantear e interpretar experimentos con vistas a la obtención de la ecuación cinética de un proceso enzimático en sistemas multifásicos y a diseñar y poner en operación el biorreactor necesario



## COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer el desarrollo de modelos cinéticos para procesos enzimáticos.
- Conocer la aplicación de los modelos de biorreactores con enzimas inmovilizadas.
- Conocer las aplicaciones de los lípidos estructurados en Nutrición y Alimentación.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### BLOQUE I: Cinética enzimática en medios no acuosos

- Síntesis de esteres: mecanismo y cinética
- Biocatálisis en líquidos iónicos
- Transformación de triacil-glicerolos por acidólisis, alcoholisis e interesterificación

#### BLOQUE II: Biorreactores con enzimas inmovilizadas en medios no acuosos

- Soportes utilizados. Lipasas comerciales inmovilizadas
- Biorreactores de lecho fijo. Recirculación
- Biorreactores de dispersión (slurry)
- Simulación y optimización del funcionamiento del biorreactor

#### BLOQUE III: Aplicaciones de los lípidos estructurados

- Lípidos estructurados por acidólisis con ácidos grasos de cadena corta.
- Lípidos estructurados funciones, MLM, con ácidos grasos poliinsaturados en posición 2.

### PRÁCTICO

#### Seminario I: Métodos analíticos para seleccionar el sustrato

- Caracterización y selección de sustratos: total contenido de aceite, porcentaje de especies (MAG, DAG, TAG, ácidos grasos) y su composición, regiodistribución de los ácidos grasos.
- Ejercicios prácticos para seleccionar al sustrato más adecuado para reacciones de acidólisis, alcoholisis o interesterificación teniendo en cuenta su caracterización.

#### Seminario II: Producción de concentrados de Omega-3 métodos enzimáticos

- Descripción de los procesos llevados a cabo para concentrar Omega-3 e identificación de los casos en que esta etapa es necesaria en función del sustrato y la enzima elegidos.
- Estudios de casos para aplicar los conceptos adquiridos de cinética química en medios no



acuosos, regioselectividad de enzimas y composición del sustrato.

### Seminario III: Caso práctico de producción de lípido estructurado MLM a partir de aceite de pescado

- Diseño grupal del proceso teniendo en cuenta rendimientos por etapa, estado oxidativo.
- Análisis de los distintos procesos enzimáticos y selección del más adecuado.

## 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.
- Muñío 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.
  - Muñío 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](http://www.engineeringvillage2.org/controller/servlet/Controller?EISESSION=1_94257f12723b9fc20M2f92ses3&CID=ebookSearch&database=131072)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral
- MD02 Aprendizaje colaborativo (enseñanza en grupo)
- MD03 Aprendizaje autónomo (búsquedas, etc...)
- MD05 Aprendizaje basado en problemas

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA



La evaluación ordinaria se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Prueba final integradora de los contenidos teórico-prácticos del curso (50%)
- Participación en debates en clase y asistencia (30%)
- Realización, debate y defensa de trabajos autónomos (20%)

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación extraordinaria se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Prueba final integradora de los contenidos teórico-prácticos del curso (100%)

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La evaluación única final se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Prueba final integradora de los contenidos teórico-prácticos del curso (100%)

