

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biotecnológico	Enzimología de los alimentos	4º	1º	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Josune Olza Meneses: Teoría (Primera parte)</li> <li>Ángel Gil Hernández: Teoría ( Segunda y tercera parte)</li> <li>María Dolores Mesa García: Prácticas</li> <li>Carolina Gómez Llorente: Prácticas</li> </ul>			Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular II, 4ª planta, Facultad de Farmacia.		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular II, 4ª planta, Facultad de Farmacia. Ángel Gil Hernández, despacho 398 Correo electrónico: <a href="mailto:agil@ugr.es">agil@ugr.es</a> (Martes y miércoles de 9.30 a 12.30 Primer cuatrimestre. Lunes de 8.30 a 14.30 Segundo cuatrimestre) Josune Olza Meneses, despacho 385. Correo electrónico: <a href="mailto:jolza@ugr.es">jolza@ugr.es</a> (jueves de 9:30 a 12:30) María Dolores Mesa García, despacho 385. Correo electrónico: <a href="mailto:jolza@ugr.es">jolza@ugr.es</a> (Martes 9.00-10.30 y 11.30-16.00) Carolina Gómez Llorente Correo electrónico: <a href="mailto:gomezll@ugr.es">gomezll@ugr.es</a> (Miércoles de 9.30 a 11.30 y Viernes de 9.30 a 12.30 Primer cuatrimestre. Martes de 9.30 a 15.30 Segundo cuatrimestre). Los horarios se pueden consultar en el siguiente enlace: <a href="http://farmacia.ugr.es/BBM2/BMA.html">http://farmacia.ugr.es/BBM2/BMA.html</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos			Grado de Bioquímica Grado de Nutrición Humana y Dietética		



## PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)

Tener cursadas las asignaturas: Biología, Bioquímica, Fisiología, Química y Bioquímica de los Alimentos, Microbiología General, Microbiología Alimentaria y Biotecnología.

Tener conocimientos adecuados sobre:

- Comprensión de textos en inglés científico
- Conocimientos informáticos básicos
- Acceso, búsqueda y manejo de bibliografía científica

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Historia e implicaciones de la enzimología de los alimentos.

Enzimas implicadas en la cadena alimentaria: Tipos y reacciones. Enzimas industriales

Naturaleza de las enzimas. Clasificación.

Especificidad de las enzimas y mecanismos de acción.

Cinética enzimática

Aspectos básicos de catálisis enzimática homogénea y heterogénea.

Efectos físicos y químicos que afectan la estabilidad y actividad de las enzimas y factores experimentales que afectan a la cinética de las enzimas de utilidad en alimentación. Inactivación enzimática

Métodos de aislamiento y purificación de enzimas.

Análisis de la actividad enzimática y de la cantidad de enzimas presentes en alimentos de forma natural o exógena.

Aplicaciones de las enzimas en la producción de ingredientes y aditivos alimenticios

Aplicaciones de las enzimas en la producción y procesado de productos alimenticios (productos lácteos, carne y derivados cárnicos, pescado y productos de la pesca, huevos y ovoproductos, frutas y verduras, cereales, bebidas alcohólicas y analcohólicas).

Estrategias de utilización de enzimas producidas mediante procedimientos biotecnológicos en la industria alimentaria.

Legislación internacional aplicable a la producción, comercialización y uso de enzimas en la producción y procesado de alimentos

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Competencias Generales

Todas las del Grado

### Competencias Específicas

- CE2: Conocer los modelos de producción de alimentos, su composición y propiedades físicas, físico-químicas y químicas para determinar su valor nutritivo y funcionalidad..
- CE3: Conocer las técnicas y realizar análisis de alimentos que garanticen unas condiciones óptimas para el consumo humano.
- CE4: Reconocer y aplicar las principales operaciones básicas de los procesos industriales para garantizar el control de procesos y de productos alimentarios destinados al consumo humano.
- CE5: Conocer los procesos de conservación de alimentos e identificar las modificaciones que estos implican sobre las características de los alimentos.
- CE6: Conocer, comprender y aplicar la metodología clásica y los nuevos procesos tecnológicos destinados a la mejora en la producción y tratamiento de los alimentos.



- CE12: Conocer y establecer pautas nutricionales y diseñar alimentos para favorecer un consumo y una alimentación saludable.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer la naturaleza de las enzimas y su clasificación internacional.
- Conocer los aspectos históricos de la enzimología de los alimentos y sus implicaciones en la producción de los alimentos.
- Comprender los aspectos básicos de la cinética enzimática y de los mecanismos de catálisis, así como los factores experimentales que influyen en la cinética de las reacciones catalizadas por enzimas en los alimentos y sus consecuencias incluida la inactivación.
- Conocer las principales enzimas de los alimentos, sus influencias sobre el deterioro y estabilidad de los alimentos y cómo se puede controlar su actividad.
- Comprender las reacciones, efectos y mecanismos de las enzimas sobre la textura, el color y, la producción de sustancias volátiles en los vegetales
- Aprender a manejar las enzimas en el procesado de frutas vegetales y derivados.
- Conocer las aplicaciones de las enzimas en la producción de vino, cerveza y otras bebidas.
- Comprender las aplicaciones de las hidrolasas de proteínas, hidratos de carbono y lípidos en la producción de ingredientes para la industria alimentaria (hidrolizados proteicos, dextrinas y azúcares y acilglicéridos).
- Conocer las reacciones, importancia fisiológica, localización, propiedades físicas y químicas, síntesis y aplicaciones de las principales enzimas de utilidad en la producción y en el desarrollo e innovación de alimentos.
- Describir los principales procedimientos para la inmovilización de enzimas y sus aplicaciones en la industria alimentaria.
- Conocer los aspectos legislativos internacionales más importantes relacionados con el uso de enzimas en los alimentos.
- Aprender a manejar bibliografía y artículos científicos relacionados con la Enzimología de los alimentos

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO:

##### PRIMERA PARTE: Aspectos básicos de enzimología de utilidad en alimentación

- Tema 1. Naturaleza de las enzimas. Concepto de Enzimología de los alimentos. Historia de la enzimología de los alimentos y repercusiones en la producción de alimentos. Enzimas industriales
- Tema 2. Clasificación internacional de las enzimas y su nomenclatura. Cinética hiperbólica. Otras cinéticas: cooperatividad positiva y negativa. Reacciones monosustrato y bisustrato. Efectos sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas de los sustratos y de sus concentraciones, de la concentración de enzima, de los cofactores y de los diferentes tipos de inhibidores. Efectos del pH y de la temperatura en las reacciones catalizadas por enzimas. Inactivación de enzimas.



- Tema 3. Mecanismos de acción enzimática. Tipos de catálisis enzimática: catálisis ácido-base y catálisis covalente. Aspectos básicos de la catálisis enzimática homogénea y heterogénea. Mecanismos de acción de algunas enzimas: quimotripsina, tripsina, lisozima, lipoperoxidasa y oxidoreductasas.
- Tema 4. Métodos de medida de la velocidad de las reacciones enzimáticas. Sistemas dependientes de NADH o NADPH. Sistemas colorimétricos. Cuantificación de la cantidad de enzima.
- Tema 5. Aislamiento y purificación de enzimas. Preparación y sistemas de purificación: precipitación, adsorción selectiva sobre materiales inertes, diálisis por gradientes de concentración a través de membranas semipermeables, ultrafiltración a través de membranas, electroforesis y fraccionamiento cromatográfico.
- Tema 6. Inmovilización de enzimas: métodos y aplicaciones. Inmovilización de enzimas por entrecruzamiento y atrapamiento sobre polímeros. Fotoentrecruzamiento. Resinas de uretano. Atrapamiento de enzimas, células y organelas celulares. Inmovilización de enzimas sobre la superficie de levaduras. Inmovilización de enzimas amilolíticas. Inmovilización de enzimas celulolíticas. Co-inmovilización.

## **SEGUNDA PARTE: Enzimas de utilidad en el procesado de productos alimenticios**

- Tema 7. Principales enzimas de los sistemas alimentarios. Leche y derivados lácteos. Huevos y ovoproductos. Carne y derivados cárnicos. Pescado y derivados. Frutas y verduras. Cereales y derivados. Influencia de las enzimas endógenas en la estabilidad y deterioro de los sistemas alimentarios. Uso de enzimas exógenas para la mejora de la producción de alimentos. Enzimas exógenas derivadas de bacterias, levaduras y hongos.
- Tema 8. Enzimas en la producción de productos lácteos. Enzimas coagulantes: naturaleza, características y producción. Lactoperoxidasa. Enzimas para la maduración del queso. Utilización de enzimas en la producción de mantequilla y de aromas para la industria láctea. Lisozima. Transglutaminasa. Lipasa. Lactasa: leche de bajo contenido en lactosa
- Tema 9. Enzimas en la producción de pan y productos panarios. Constituyentes de la harina de trigo y de otros cereales. Enzimas de utilidad en la industria del pan: Amilasas. Enzimas para la prevención del apelmazado. Xilanasas. Lipasas. Oxidoreductasas. Proteasas: otras enzimas: Transglutaminasa, endoglicosidasas, celulasas y mananasas.
- Tema 10. Enzimas en la producción de pastas, galletas, bizcochos y otros derivados de cereales. Funcionalidad de las enzimas en la producción de alimentos basados en cereales no panarios. Aplicaciones de amilasas, xilanasas y otras enzimas en la producción de pastas, galletas y "tortillas". Uso de la asparraginasa para la reducción del contenido de acrilamida en productos a base de cereales horneados.
- Tema 11 Enzimas en cervecería. Proceso de malteado. Aplicaciones de las enzimas en la filtración de papillas. Ingredientes adyuvantes de la fermentación. Aplicaciones de las enzimas coadyuvantes de la fermentación. Estabilización de la cerveza.. Futuro de las enzimas en cervecería
- Tema 12. Enzimas en la producción de vino y de alcohol. Enzimas hidrolíticas de almidones. Celulasas. Composición y producción de enzimas para la vinificación, Aplicaciones de enzimas en la



obtención de aromas varietales.

- Tema 13. Enzimas en el procesado de frutas y verduras. Estructura y composición de las frutas y de las verduras. Pectinasas y otras enzimas de degradación de pectinas. Enzimas utilizadas en la producción de zumos. Procesado enzimático de vegetales. Efectos de las reacciones enzimáticas sobre la textura, el color y otras características organolépticas de los frutos. Pardeamiento enzimático. Biosensores enzimáticos para el procesado de frutas y verduras
- Tema 14. Enzimas en el procesado de la carne. Estructura y bioquímica de la conversión de músculo en carne. Proteasas y peptidasas. Lipasas. Transglutaminasa. Enzimas oxidativas. Glutaminasa. Ablandamiento de la carne mediante enzimas. Proteólisis y lipólisis en la producción de aromas. Enzimas de entrecruzamiento y aplicación en la producción de derivados cárnicos.
- Tema 15. Enzimas en el procesado del pescado. Proteasas y peptidasas. Transglutaminasas endógenas y microbianas. Enzimas de entrecruzamiento y aplicación en la producción de surimi y otros derivados de pescado

### **TERCERA PARTE: Producción de ingredientes alimentarios.**

- Tema 16. Procesado de sacáridos. Producción de dextrinas jarabes de glucosa y fructosa mediante enzimas amilolíticas y glucosa isomerasa. Inversión enzimática de la sacarosa. Producción de glucosa y otros azúcares a partir de celulosa y derivados lignocelulósicos. Síntesis de dextrinas resistentes de tipo IV y de ciclodextrinas. Producción de fructo- y oligosacáridos
- Tema 17. Procesado de proteínas y aislados proteicos. Modificación de proteínas para optimizar su funcionalidad. Producción de hidrolizados proteicos. Proteínas y proteasas. Reducción de la alergenicidad y aumento del valor nutritivo. Producción de aminoácidos.
- Tema 18. Procesado de lípidos. Lipasas: tipos y funciones. Interesterificación enzimática. Fosfolipasas. Desgomado de aceites y grasas. Producción de monoacil-, diacil y triacilgliceroles estructurados y de ácidos grasos. Síntesis de ésteres de ácidos grasos y azúcares y ácidos orgánicos
- Tema 19. Producción de enzimas industriales. Organismos modificados genéticamente. Fermentación microbiana. Purificación y sostenibilidad. Aplicaciones de las enzimas inmovilizadas en la industria alimentaria. Oportunidades futuras.

### **CUARTA PARTE: Legislación aplicable a la producción, comercialización y uso de enzimas y técnicas de detección y análisis**

- Tema 20. Legislación europea y legislación comparada aplicable a la producción, comercialización y uso de enzimas en alimentos

#### **TEMARIO PRÁCTICO:**

##### **Seminarios y Exposición de trabajos**

Los alumnos prepararán de manera autónoma un trabajo de revisión sobre un tema seleccionado de interés actual relacionado con el uso de enzimas en alimentación



### Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Introducción. Fundamentos de las prácticas. Determinación de la actividad de la invertasa de un extracto de levadura.
- Práctica 2. Hidrólisis de caseína y de proteínas del suero lácteo mediante proteasas extremófilas. Seguimiento de los parámetros de la reacción.
- Práctica 3. Reducción de la antigenicidad de los hidrolizados de caseína y proteínas séricas mediante ultrafiltración y ensayo de la misma
- Práctica 4. Presentación y discusión de resultados

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Aehle, W. Enzymes in Industry – Production and Applications, 3rd ed., Wiley-VCH Verlag, 2007.
- Gil A. Tratado de Nutrición. Tomo III. Ed. Médica Panamericana, Madrid 2017
- Nelson DL, Cox MM. "Lehninger. Principios de Bioquímica". 6ª Edición. Ediciones Omega, Barcelona, 2015.
- Whitaker JR, Voragen AGJ, Wong DWS. Handbook of Food Enzymology, Publisher: Marcel Dekker, Inc. 2003
- Whitehurst RJ, van Oort, M. (eds.) Enzymes in Food Technology, 2nd ed., Blackwell Publishing Ltd., 2010.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

##### *Libros*

- Buchholz K, Kasche V, Bornscheuer UT. Biocatalysts and Enzyme Technology. Wiley, 2005.
- Godfrey T, West S. Industrial Enzymology: the applications of enzymes in industry. (eds) 2ª ed. Macmillan Press, London, 2001. Bommarius AS, y Riebel BR. Biocatalysis. Wiley-VCH, 2004. Straathof AJJ, Adlercreutz P (eds) Applied Biocatalysis (2nd ed). Harwood Academic, 2000. Liese A, Seelbach K, Wandrey C (eds) Industrial Biotransformations. Wiley-VCH, 2000. Bornscheuer UT. Enzymes in Lipid Modification. Wiley-VCH, 2000

##### *Revistas especializadas*

- Anal. Biochem.
- J. Food Biochem.
- Arch. Biochem. Biophys.
- J. Food Sci. Biochem. J. Nature Biotechnology Biochemistry Plant Physiol. Biochim. Biophys. Acta Proc. Natl. Acad. Sci. USA Enzyme Microbial Technol. Trends Biotech. Eur. J. Biochem. Trends Food Sci. Tech. J. Biol. Chem.

### ENLACES RECOMENDADOS

<http://farmacia.ugr.es/BBM2/Enzalim.html>

<https://swad.ugr.es/?CrsCod=789>



<http://www.danisco.com/product-range/food-enzymes/>

<http://www.novozymes.com/en/>

[http://www.dsm.com/markets/foodandbeverages/en\\_US/products/enzymes.html](http://www.dsm.com/markets/foodandbeverages/en_US/products/enzymes.html)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- Las clases teóricas se impartirán en un aula, de manera que tras una exposición inicial de 40 minutos en la que se abordarán los fundamentos de la asignatura relacionados con los contenidos teóricos, el resto del tiempo se dedique a realizar comentar la información contenida en la bibliografía y páginas web con información relacionada sobre la clase. Afortunadamente, la información disponible sobre este campo de conocimiento es amplia y permite que el alumno se familiarice con las técnicas reales que actualmente utiliza la industria alimentaria.
- Las clases prácticas se presentan de forma que tras un primer día en el que mediante una lección magistral se exponen los fundamentos de las mismas, el alumno de una manera autónoma esté en condiciones de seguir protocolos de técnicas sencillas y realice las prácticas lo más independientemente posible. El último día de prácticas se interpretan los resultados obtenidos y se discuten con el profesor, al mismo tiempo que se intentan aplicar en el aula de informática una serie de herramientas sencillas a las prácticas que el alumno ya ha realizado. Finalmente el alumno debe presentar un resumen de los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos. Para ello dispone de artículos científicos, así como el acceso a las bases de datos que se han introducido en las prácticas.
- A final de curso, el alumno debe presentar oralmente un trabajo de revisión bibliográfica tutorizado sobre algún aspecto relacionado con la enzimología de los alimentos

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Esta guía docente se ha elaborado atendiendo al calendario académico en vigor en el presente curso y a los conocimientos previos que se supone tienen los alumnos. El profesorado intentará adaptarse a las diferentes incidencias a través de las reuniones previas para homogenizar la docencia, por lo que el cronograma podrá experimentar ligeros cambios, siempre en aras de garantizar la calidad de la docencia

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales					Actividades no presenciales				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
	T1-T20	38	15	3	4		6/semana	3	4		

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La evaluación de la asignatura se realizará a partir de los exámenes, las presentaciones y/o exposiciones de los



trabajos prácticos en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas. Así mismo se valorará la asistencia y participación de los alumnos en prácticas y seminarios.

La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia.

Los sistemas de evaluación a emplear y su peso en porcentaje sobre la calificación final son:

- Exámenes orales y/o escritos (hasta un 50% de la calificación)
- Asistencia, participación y realización de prácticas (hasta un 30% de la calificación)
- Asistencia y participación en seminarios y/o exposición de trabajos (hasta un 20% de la calificación)

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”**

Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013), se contempla la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida seguir el régimen de evaluación continua. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas tras la formalización de su matrícula, lo solicitará al Director del Departamento, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. Transcurridos diez días sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa y por escrito del Director del Departamento, se entenderá que ésta ha sido desestimada. En caso de denegación, el estudiante podrá interponer, en el plazo de un mes, recurso de alzada ante el Rector, quién podrá delegar en el Decano o Director del Centro, agotando la vía administrativa.

Los alumnos que hubieran optado por este sistema y hubieran sido admitidos al mismo, tendrán que realizar y superar un examen tipo test (90% de la calificación) y un examen teórico-práctico (10% de la calificación). El alumno podrá ser requerido por el profesorado al objeto de aquilatar su calificación.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

Esta asignatura se imparte en las principales universidades del mundo de prestigio en el campo de las Ciencias de la Alimentación, como la Universidad de Wageningen (Holanda), la Universidad de Reading (UK), la Universidad de Harvard (USA) y la Universidad de Davis (USA).

Información sobre la asignatura puede ser consultada en la página web del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular 2: <http://farmacia.ugr.es/BBM2/>

