

Bioenergética

Código: 100866
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500252 Bioquímica	OB	3	1

Contacto

Nombre: Joan-Ramon Daban

Correo electrónico: JoanRamon.Daban@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

Prerequisitos

Parte de los contenidos de las asignaturas de los cursos 1º y 2º se necesitan para poder seguir el curso. Son particularmente necesarios algunos contenidos de las siguientes asignaturas: Biología Celular, Termodinámica y Cinética, Física, Bioquímica I y Bioquímica II, Química e Ingeniería de Proteínas y Biología Molecular.

Objetivos y contextualización

En la asignatura de Bioenergética se realizará un estudio en profundidad sobre las relaciones entre la energía y los sistemas vivos. Se tratarán los temas indicados en la sección contenidos. El objetivo es que los alumnos adquieran conocimientos sólidos sobre: (1) La aplicación de los principios de la Termodinámica clásica para el estudio de los procesos bioquímicos fundamentales; (2) Energía y mecanismos químicos y físicos implicados en la producción de ATP en la respiración y la fotosíntesis; (3) Transformaciones energéticas en los trabajos celulares de biosíntesis, de transporte y mecánico; (4) Aplicaciones de la Termodinámica de sistemas abiertos para el estudio energético de los sistemas vivos. También se consideran las posibles aplicaciones de la Bioenergética para la solución de problemas de energía de nuestra civilización tecnológica actual.

Competencias

- Aplicar los recursos informáticos para la comunicación, la búsqueda de información, el tratamiento de datos y el cálculo
- Colaborar con otros compañeros de trabajo
- Diseñar experimentos y comprender las limitaciones de la aproximación experimental
- Entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
- Explicar la estructura de las membranas celulares y su papel en los procesos de transducción de señales, transporte de solutos y transducción de energía
- Identificar la estructura molecular y explicar la reactividad de las distintas biomoléculas: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos
- Interpretar resultados experimentales e identificar elementos consistentes e inconsistentes
- Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
- 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

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar la Termodinámica de sistemas abiertos al estudio energético de los sistemas vivos
2. Aplicar los recursos informáticos para la comunicación, la búsqueda de información, el tratamiento de datos y el cálculo
3. Colaborar con otros compañeros de trabajo
4. Describir las membranas biológicas en los mecanismos físicos y químicos implicados en las transformaciones energéticas asociadas a la formación de ATP en la respiración y la fotosíntesis
5. Describir los principios moleculares del transporte selectivo de sustancias a través de las membranas celulares y su regulación
6. Diseñar experimentos y comprender las limitaciones de la aproximación experimental
7. Entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas
8. Explicar las bases químicas, termodinámicas y estructurales de las transformaciones de energía para la formación de ATP y para los trabajos celulares de biosíntesis, de transporte y mecánico
9. Interpretar resultados experimentales e identificar elementos consistentes e inconsistentes
10. Leer textos especializados tanto en lengua inglesa como en las lenguas propias
11. Saber hacer una presentación oral, escrita y visual de un trabajo a una audiencia profesional y no profesional en inglés

Contenido

1. INTRODUCCIÓN: LA ENERGÍA Y LA BIOSFERA. Temas tratados por la Bioenergética. Sistemas de vivos fototróficos y quimiotróficos. Ciclo de la materia y flujo de energía en la biosfera.

2. LOS PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA Y LOS MODELOS MICROSCÓPICOS. Primer principio de la Termodinámica. Segundo principio de la Termodinámica: entropía y la producción interna de entropía, la calidad de los diferentes tipos de energía, energía libre y trabajo útil máximo, potencial químico, aplicación en reacciones químicas. Termodinámica y modelos microscópicos. Mecánica estadística: la entropía y el modelo atómico-molecular. Mecánica cuántica: distribuciones moleculares, interpretación de la entropía. Aplicaciones para proteínas y DNA.

3. LA ENERGÍA QUÍMICA DE LOS SISTEMAS VIVOS. La vida como un proceso químico: calor de combustión de los alimentos, calorimetría directa e indirecta, metabolismo basal. Trabajos celulares: los sistemas vivos como transformadores de energía. Importancia energética de los triacilglicéridos y cuerpos cetónicos. Enlaces anhídrido forfórico: ATP, energía libre de hidrólisis, las reacciones acopladas y el intermediario común, fosfocreatina, nucleósidos trifosfato diferentes del ATP, pirofosfato. Estado estacionario: carga de energía, regulación independiente de las vías productoras y consumidoras de ATP. Tratamiento crítico del concepto de enlace "rico en energía". Algunos aspectos energéticos de la catálisis enzimática: la Termodinámica y el tiempo, cinética química, interpretación energética de la acción catalítica de los enzimas, las reacciones termodinámicamente posibles y los enzimas.

4. PRODUCCIÓN DE ATP EN LAS FERMENTACIONES Y EN LA RESPIRACIÓN. Producción de ATP en las fermentaciones: fosforilación a nivel de sustrato. Producción de ATP en la respiración: fosforilación oxidativa, mitocondrias. La cadena de transporte electrónico mitocondrial: los transportadores y su ordenación, localización de los transportadores en la membrana mitocondrial interna. Partículas submitocondriales: ATP sintasa. Problema del acoplamiento entre el transporte electrónico y la fosforilación oxidativa: hipótesis del acoplamiento químico, hipótesis de acoplamiento conformacional. Hipótesis del acoplamiento quimiosmótico: reacciones vectoriales, diferencia de potencial electroquímico, determinación experimental de la gradiente de pH y de la diferencia de potencial eléctrico, ionóforos, cuestiones estequiométricas, el ciclo Q, dinámica de los transportadores, estructura de la citocromo c oxidasa, evidencia a favor un gradiente de protones deslocalizado. El complejo ATPasa F1Fo: propiedades, estructura, mecanismo de síntesis de ATP. Consideraciones generales sobre la fosforilación oxidativa: rendimiento y reversibilidad.

5. PRODUCCIÓN DE ATP EN LA FOTOSÍNTESIS. Fase oscura y fase luminosa. Cloroplastos y cromatóforos. Absorción y transporte de la energía de la radiación solar: fotoreceptores, modelo de la antena, mecanismo de transporte de energía de la antena al centro fotoquímico. Estructura de antenas: ficobilisomas, antenas de bacterias y plantas. El centro fotoquímico: reacciones de transferencia de carga, estructura y funcionamiento de los centros fotoquímicos. Cadena de transporte electrónico fotosintético en bacterias.

Cadena de transporte fotosintético en las plantas: el efecto cooperativo de Emerson y los dos fotosistemas, esquema Z, transporte electrónico cíclico. Fosforilación fotosintética. Sistemas fotosintéticos simples: la proteína de bacteriorodopsina. Posibles aplicaciones tecnológicas del conocimiento actual sobre la fotosíntesis biológica.

6. TRABAJOS CELULARES. Ejemplos de trabajo de biosíntesis: aspectos energéticos de la gluconeogénesis en comparación con la glucólisis, relación entre los valores de ΔG y los puntos de regulación de estas dos vías, ciclos fútiles, ciclo de Calvin en la fase oscura de la fotosíntesis, plantas C3 y C4, fotorespiración, uso de la fotosíntesis para la producción de energía y materiales. Trabajo de transporte: difusión facilitada, transporte activo y transporte pasivo, mecanismos bioquímicos de transporte a través de membranas. Trabajo mecánico: transformación de energía química en energía mecánica en la contracción muscular, motores moleculares, transformación directa de la energía de los gradientes de protones en energía mecánica en los flagelos bacterianos.

7. RELACIÓN ENTRE LA TEORÍA DE LA INFORMACIÓN, LA TERMODINÁMICA Y LA BIOLOGÍA. Temas básicos de la teoría de la información. Contenido de información. Relación entre el contenido de información y entropía. Relaciones entre energía e información: el problema del demonio de Maxwell. Implicaciones biológicas. Los sistemas vivos y el segundo principio de la Termodinámica.

8. LA TERMODINÁMICA DE LOS PROCESOS IRREVERSIBLES Y LABIOLOGÍA. Necesidad de una Termodinámica de sistemas abiertos. Sistemas poco alejados del equilibrio: velocidad de producción interna de entropía, ecuaciones de Onsager, estado estacionario, principio de la mínima producción de entropía, aplicaciones a sistemas vivos. Sistemas muy alejados del equilibrio: inestabilidad de Bénard, reacción Zhabotinski. Estructuras disipativas: posibles aplicaciones al estudio de los sistemas vivos.

9. CUESTIONES ENERGÉTICAS SOBRE LA FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS CELULARES. Formación de estructuras supramoleculares: diferencias entre el trabajo de biosíntesis y la formación de estructuras supramoleculares, renaturalizaciones y reasociaciones espontánea, procesos dirigidos por la entropía, efecto hidrofóbico, cooperatividad. Consideraciones energéticas sobre el origen de la vida: fuentes de energía para la síntesis de los átomos y las moléculas fundamentales de la vida, la formación de macromoléculas, hiperciclos, sistemas abiertos. Evolución de las reacciones redox empleadas por los sistemas vivos: evolución de las cadenas de transporte de electrones, aparición de los organismos fotosintéticos autotróficos, de los heterotróficos y de los eucariotas.

10. BIOENERGÉTICA Y ECOLOGÍA. Flujo de energía en los ecosistemas: la cadena trófica, el segundo principio de la Termodinámica y la pirámide energética de los ecosistemas maduros, necesidad de la existencia de un flujo de energía.

Metodología

Teoría. El profesor explicará gran parte del contenido del temario con el apoyo de material audiovisual que estará disponible para los estudiantes en el Campus Virtual (CV) de la asignatura con antelación al comienzo de cada uno de los temas del curso. Para poder seguir las explicaciones, los estudiantes deben traer el material del CV a clase. Estas sesiones tratarán las partes más conceptuales de la asignatura. Otras partes de la asignatura deben ser estudiadas de manera autónoma por los estudiantes. El profesor indicará exactamente qué temas tendrán que ser estudiados de esta manera y el material docente que deberá utilizarse.

Problemas. El profesor propondrá como problemas 12 temas específicos de Bioenergética. Estos temas estarán indicados en el CV al inicio del semestre. El grupo se dividirá en 12 subgrupos. Cada uno de los subgrupos tendrá que hacer la presentación oral de un tema específico y también tendrá que hacer un resumen de otro tema que haya sido expuesto por otro grupo. De esta manera cada estudiante participará en la preparación y presentación en público de un tema específico y en la redacción de un resumen de otro tema. Además, todos los alumnos deben estudiar todos los temas y escuchar con atención las explicaciones de sus compañeros en todas las clases de problemas. De esta manera todos los estudiantes pueden participar activamente en las discusiones sobre todos los temas específicos que serán presentados, y serán capaces de responder correctamente a las preguntas que el profesor puede hacer sobre estos temas en los exámenes.

Tutorías. En las sesiones de tutoría en aula se darán instrucciones sobre la estrategia a seguir para estudiar los temas de aprendizaje autónomo.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas/temas específicos	10	0,4	2, 1, 3, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11
Clases de teoría	35	1,4	1, 5, 4, 8, 9
Tipo: Supervisadas			
Tutorías en grupo	4	0,16	1, 5, 4, 8, 9
Tipo: Autónomas			
Estudio individual	67	2,68	2, 1, 5, 4, 6, 8, 9, 10
Etudio individual de temas específicos	15	0,6	2, 1, 5, 4, 6, 8, 9, 10
Preparación en grupo de un informe escrito de un problema/tema específico	6	0,24	2, 1, 3, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11
Preparación en grupo de una exposición pública de un problema/tema específico	6	0,24	2, 1, 3, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11

Evaluación

La calificación se basa en cuatro elementos:

- (1) Exposición de un tema específico en clase (evaluación de grupo): máximo 1 punto (10%). Para obtener la puntuación máxima es necesario que el material presentado esté en inglés (0,2 puntos) y la presentación oral esté también en inglés (0,2 puntos).
- (2) Entrega de un informe sobre un tema específico (evaluación de grupo): máximo 1 punto (10%). Para obtener la puntuación máxima es necesario que el informe esté en inglés (0,2 puntos).
- (3) Examen parcial 1 de contenidos teóricos: máximo 4 puntos (40%).
- (4) Examen parcial 2 de contenidos teóricos: máximo 4 puntos (40%).

La exposición pública i la entrega del informe no son recuperables.

Los estudiantes pueden presentarse al examen de recuperación para tratar de mejorar la calificación obtenida en el primer y/o segundo examen parcial; la nota obtenida en esta segunda evaluación anula la nota obtenida en el examen parcial realizado anteriormente (aunque la calificación hubiese sido mayor en la primera evaluación).

Para participar en la recuperación, el alumnado debe haber estado previamente evaluado en un conjunto de actividades el peso de las cuales equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura o módulo. Por tanto, el alumnado obtendrá la calificación de "No Avaluable" cuando las actividades de evaluación realizadas tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final.

Se superará a la asignatura cuando la suma de las calificaciones obtenidas sea ≥ 5 puntos (sobre un máximo de 10).

Las fechas de revisión de las pruebas se indicará con una antelación mínima de 2 días.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Evaluación de problemas/temas específicos	20%	1	0,04	2, 1, 3, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Examen parcial 1 de teoría	40%	3	0,12	1, 5, 4, 6, 8, 9, 10
Examen parcial 2 de teoría	40%	3	0,12	1, 5, 4, 6, 8, 9, 10

Bibliografía

Lehninger: Principios de Bioquímica. D.L. Nelson & M.M. Cox (2009) 5a edición. Ediciones Omega.

Bioquímica. L. Stryer, J.M. Berg & J.L. Tymoczko (2008) 6a edición. Editorial Reverté.

Concepts in Bioenergetics. L. Peusner (1974) Prentice-Hall.

Foundations of Bioenergetics. H.J. Morowitz (1979) Academic Press.

The Vital Force: A Study of Bioenergetics. F.M. Harold (1986) W.H. Freeman and Company.

Molecules, Dynamics and Life: An Introduction to Self-organization of Matter. A. Babloyantz (1986) J. Willey and Sons.

Energy and the Evolution of Life. R.F. Fox (1988) Academic Press.

Energy Transduction in Biological Membranes: A Textbook of Bioenergetics. W.A. Cramer & D.B. Knaff (1990) Springer-Verlag.

Bioenergetics at a glance. D.A. Harris (1995) Blackwell Science.

Energy and Life. J. Wrigglesworth (1997) Taylor and Francis.

Bioenergetics 3. D.G. Nicolls & S.J. Ferguson (2002) Academic Press.

Artículos científicos originales que se anunciarán durante el curso en el CV.