

Bioenergética

Código: 100866
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500252 Bioquímica	OB	3	1

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

Contacto

Nombre: Marc Torrent Burgas
Correo electrónico: Marc.Torrent@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. Sistemas vivos fototróficos y quimiotróficos. Ciclo de la materia y flujo de energía a la biosfera. Conversión y eficiencia energética. Transporte y almacenamiento de energía.

2. LOS PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA. Sistemas termodinámicos. Concepto de calor y temperatura. Equivalencia entre calor y trabajo. El experimento de Joule. Primer principio de la Termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. Entropía y segundo principio de la termodinámica. Interpretación mecánica del calor y la entropía. Interpretación cuántica del calor y la entropía. Equivalencia de los principios de máxima entropía y energía mínima. El concepto de energía libre. Entalpía, Energía libre de Helmholtz y Energía libre de Gibbs.

3. MECÁNICA ESTADÍSTICA Y SISTEMAS MICROSCÓPICOS. Termodinámica y modelos microscópicos. Mecánica estadística: entropía y el modelo atómico-molecular. Función de partición y distribución de Boltzmann. Aplicaciones a proteínas y ácidos nucleicos.

4. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN FOTOSÍNTESIS. Fase oscura y fase luminosa. Estructura del cloroplasto. Cromóforos. Absorción y transporte de la energía de la radiación solar. Teoría de Marcus de la transferencia electrónica. El efecto del túnel cuántico y la evaluación de la distancia de tunelación. Fotorreceptores, modelo de antena, mecanismo de transporte de energía desde la antena al centro fotoquímico. Tasa neta de transferencia electrónica. El centro fotoquímico: reacciones de transferencia de carga, estructura y operación de centros fotoquímicos. Cadena de transporte fotosintética en bacterias. Cadena de transporte fotosintético en plantas: el efecto cooperativo de Emerson y los dos fotosistemas. Fijación de CO_2 en el ciclo de Calvin. Capacidad para fijar el CO_2 y el cambio climático.

5. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN FERMENTACIONES Y RESPIRACIÓN. Producción de ATP en fermentaciones: fosforilación a nivel de sustrato. Producción de ATP ligada a 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 acoblamiento entre el transporte electrónico y la fosforilación oxidativa: hipótesis del acoblamiento químico, hipótesis del acoblamiento conformacional. Hipótesis del acoblamiento quimiosmótico: El complejo ATPasa F1-Fo: propiedades, estructura, mecanismo de síntesis de ATP.

6. EL TRABAJO DE TRANSPORTE. Definición de trabajo de transporte. Difusión simple. Primera ley de Fick. Segunda ley de Fick. Modelo de difusión simple a través de la membrana celular. Permeabilidad de la membrana. Difusión facilitada. Modelos de difusión facilitada. El transportador de glucosa. Canales iónicos.

Canales operados por voltaje. Equilibrio iónico y ecuación de Nernst. Modelos simples de canales iónicos operados por voltaje. Canales operados por unión a ligando. Modelo de Monod-Wyman-Changeaux. Fuerza entrópica de salida. Transporte activo. Transporte activo de glucosa. Flujo de glucosa en el intestino.

7. TRABAJO MECÁNICO. Motores moleculares. Citoesqueleto. Estructura de microtúbulos y filamentos de actina. Polimerización, nucleación y elongación. Modelo de polimerización simple. Modelo de polimerización polar. Modelo de polimerización con hidrólisis de ATP. Desastres de polimerización. Motores traslacionales: miosina, kinesina y dineína. Contracción muscular. Modelos de translación: el modelo del camino aleatorio. Relación entre la velocidad de polimerización y el consumo de ATP. Motores rotacionales y el modelo de trinquete browniano. Motores de polimerización y localización de centriolos. Motores de translocación y sistemas de secreción.

8. EL TRABAJO DE LA BIOSÍNTESIS. Diferencias entre anabolismo y catabolismo. Relación entre los valores de ΔG y los puntos de regulación de la vía metabólica. Aspectos energéticos de las vías metabólicas y estrategias de control: intermediarios comunes, compartimentación y control enzimático. Algunos aspectos energéticos de la catálisis enzimática: termodinámica y tiempo, cinética química, interpretaciones energéticas de la acción catalítica de las enzimas. Ejemplos de trabajo de biosíntesis: gluconeogénesis en comparación con la glucólisis.

9. LA TERMODINÁMICA DE LOS PROCESOS IRREVERSIBLES Y LA BIOLOGÍA. Termodinámica de sistemas abiertos. Sistemas no muy alejados del equilibrio: velocidad de producción de entropía interna, ecuaciones de Onsager, estado estacionario, principio de producción mínima de entropía. Sistemas alejados del equilibrio: inestabilidad de Bénard, reacción de Zhabotinski. Estructuras disipativas: posibles aplicaciones al estudio de sistemas vivos.

10. FORMACIÓN DE PATRONES BIOLÓGICOS. Diferenciación celular y embriogénesis. Gradientes morfogénicos. El modelo de la bandera francesa. Formación de heterocistos en organismos fotosintéticos. Patrones de Turing con y sin difusión. Generación de patrones temporales: el crecimiento de microorganismos en la superficie. Efecto del ruido biológico en los patrones. Ventajas del ruido biológico. El sistema ComK de competencia en *B. subtilis* y los mecanismos bacterianos de persistencia.

11. UNA VISIÓN TERMODINÁMICA DEL ORIGEN DE LA VIDA Y LA EVOLUCIÓN. Definición de vida. Teorías actuales sobre el origen de la vida. Definición termodinámica de la vida: autorreplicación. Autorreplicación espontánea. La vida entendida como una transición de fase: el concepto de vida al borde del caos. Concepto de criticidad autoorganizada. Darwinismo y evolución: el concepto del espacio morfogénico. El papel de los genes en la evolución.

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. 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 problemas sobre temas específicos de Bioenergética. El grupo se dividirá en 12 subgrupos y cada uno de los subgrupos deberá preparar un resumen de uno o más de esos temas. Todos los estudiantes pueden participar activamente en las discusiones sobre todos los temas específicos. El profesor podrá incluir preguntas 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.

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 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	12	0,48	2, 1, 3, 5, 4, 6, 8, 9, 10, 11

Evaluación

La calificación se basa en cuatro elementos:

(1) Entrega de un informe sobre un tema específico (evaluación de grupo): máximo 2 puntos (20%). Para obtener la puntuación máxima es necesario que el informe esté en inglés (0,5 puntos).

(2) Examen parcial 1 de contenidos teóricos: máximo 4 puntos (40%).

(3) Examen parcial 2 de contenidos teóricos: máximo 4 puntos (40%).

La entrega del informe no es recuperable.

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).

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: Principles of Biochemistry. D.L. Nelson & M.M. Cox (2021) 8th edition. W. H. Freeman.

The molecules of life. John Kuriyan, Boyana Konforti and David Wemmer (2012) 1st edition. W. W. Norton & Company

Physical Chemistry for the Life Sciences. Peter Atkins and Julio de Paula (2015) 2nd edition. Oxford University Press.

Bioenergetics 4. David G. Nicholls (2013) 4th edition. Academic Press.

Cell biology by the numbers. Ron Milo and Rob Phillips (2015) 1st edition. Garland Science.

The origins of order. Stuart A. Kauffman (1993) Oxford University Press.

Software

CellDesigner: A modeling tool of biochemical networks (<http://www.celldesigner.org>)