

Bioenergètica

2013/2014

Codi: 100866

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500252 Bioquímica	OB	3	1

Professor de contacte

Nom: Joan-Ramon Daban Balaña

Correu electrònic: JoanRamon.Daban@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

Part dels continguts de les assignatures del 1r i 2n cursos són necessaris poder seguir correctament l'assignatura. Són particularment necessaris alguns continguts de les assignatures següents: Biologia Cel·lular, Termodinàmica i Cinètica, Física, Bioquímica I, Bioquímica II, Química i Enginyeria de Proteïnes, i Biologia Molecular.

Objectius

A l'assignatura de Bioenergètica es farà un estudi aprofundit sobre les relacions entre l'energia i els sistemes vius. Es tractaran els temes indicats a l'apartat de continguts. Es pretén que els alumnes assoleixin coneixements sòlids sobre: (1) L'aplicació dels principis de la Termodinàmica clàssica per a l'estudi dels processos bioquímics fonamentals; (2) Energètica i mecanismes químics i físics implicats en la producció d'ATP a la respiració i a la fotosíntesi; (3) Transformacions energètiques en els treballs cel·lulars de biosíntesi, de transport i mecànic; (4) Aplicacions de la Termodinàmica dels sistemes oberts a l'estudi energètic dels sistemes vius. També es consideraran les possibles aplicacions de la Bioenergètica a la solució de problemes energètics de la nostra civilització tecnològica actual.

Competències

Bioquímica

- Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
- Col·laborar amb altres companys de treball.
- Dissenyar experiments i comprendre les limitacions de l'aproximació experimental.
- Entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.
- Explicar l'estructura de les membranes cel·lulars i el paper que tenen en els processos de transducció de senyals, transport de soluts i transducció d'energia.
- Identificar l'estructura molecular i explicar la reactivitat de les diferents biomolècules: carbohidrats, lípids, proteïnes i àcids nucleics.
- Interpretar resultats experimentals i identificar elements consistents i inconsistents.
- Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
- Saber fer una presentació oral, escrita i visual del seu treball a una audiència professional i no professional en anglès i entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
2. Aplicar la termodinàmica de sistemes oberts a l'estudi energètic dels sistemes vius.
3. Col·laborar amb altres companys de treball.
4. Descriure els principis moleculars del transport selectiu de substàncies a través de les membranes cel·lulars, i com es regula.
5. Descriure les membranes biològiques en els mecanismes físics i químics implicats en les transformacions energètiques associades a la formació d'ATP en la respiració i la fotosíntesi.
6. Dissenyar experiments i comprendre les limitacions de l'aproximació experimental.
7. Entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes
8. Explicar les bases químiques, termodinàmiques i estructurals de les transformacions d'energia per a la formació d'ATP i per als treballs cel·lulars de biosíntesi, de transport i mecànic.
9. Interpretar resultats experimentals i identificar elements consistents i inconsistents.
10. Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
11. Saber fer una presentació oral, escrita i visual del seu treball a una audiència professional i no professional en anglès i entendre el llenguatge i propostes d'altres especialistes.

Continguts

1. INTRODUCCIÓ: L'ENERGIA I LA BIOSFERA. Temes tractats per la Bioenergètica. Sistemes vius fototròfics i quimiotròfics. Cicle de la matèria i flux d'energia a la biosfera.

2. ELS PRINCIPIS DE LA TERMODINÀMICA I ELS MODELS MICROSCÒPICS. Primer principi de la Termodinàmica. Segon principi de la Termodinàmica: entropia i producció interna d'entropia, qualitat dels diferents tipus d'energia, energia lliure i treball màxim útil, potencial químic, aplicació a les reaccions químiques. La termodinàmica i els models microscòpics. Mecànica estadística: l'entropia i el model atòmico-molecular. Mecànica quàntica: distribucions moleculars, interpretació de l'entropia. Aplicacions a proteïnes i DNA.

3. L'ENERGIA QUÍMICA DELS SISTEMES VIUS. La vida com a procés químic: calor de combustió dels aliments, calorimetria directa i indirecta, metabolisme basal. Els treballs cel·lulars: els sistemes vius com a transformadors d'energia. Importància energètica dels triacilglicèrids i dels cossos cetònics. Enllaços ester fosfat: l'ATP, energia lliure d'hidròlisi, les reaccions acoblades i l'intermediari comú, la fosfocreatina, nucleòsid trifosfats diferents de l'ATP, el pirofosfat. Estat estacionari, càrrega energètica, regulació independent de les vies productores i consumidores d'ATP. Tractament crític del concepte d'enllaç "ric en energia". Alguns aspectes energètics de la catàlisi enzimàtica: la Termodinàmica i el temps, cinètica química, interpretacions energètiques de l'acció catalítica dels enzims, les reaccions termodinàmicament possibles i els enzims.

4. PRODUCCIÓ D'ATP EN LES FERMENTACIONS I EN LA RESPIRACIÓ. Producció d'ATP en les fermentacions: fosforilació a nivell de substrat. Producció d'ATP lligada a la respiració: fosforilació oxidativa, el mitocondri. La cadena del transport electrònic mitocondrial: els transportadors i llur ordenació, localització dels transportadors en la membrana mitocondrial interna. Partícules submitocondrials: ATP sintasa. Problema de l'acoblament entre el transport electrònic i la fosforilació oxidativa: hipòtesi de l'acoblament químic, hipòtesi de l'acoblament conformacional. Hipòtesi de l'acoblament quimiosmòtic: reaccions vectorials, diferència de potencial electroquímic, determinació experimental del gradient de pH i de la diferència de potencial elèctric, ionòfors, qüestions estequiomètriques, el cicle Q, dinàmica dels transportadors, estructura de la citocrom c oxidasa, proves a favor d'un gradient de protons deslocalitzat. El complex ATPasa F1-Fo: propietats, estructura, mecanisme de síntesi d'ATP. Consideracions generals sobre la fosforilació oxidativa: rendiment i reversibilitat.

5. PRODUCCIÓ D'ATP EN LA FOTOSÍNTESI. Fase fosca i fase lluminosa. Cloroplasts i cromatòfors. Absorció i transport de l'energia de la radiació solar: fotoreceptors, model de l'antena, mecanisme de transport d'energia de l'antena al centre fotoquímic. Estructura d'antenes: ficobilisomes, antenes de bacteris i plantes. El centre fotoquímic: reaccions de transferència de càrrega, estructura i funcionament dels centres fotoquímics. Cadena de transport electrònic fotosintètic en bacteris. Cadena de transport fotosintètic en plantes: l'efecte

cooperatiu d'Emerson i els dos fotosistemes, diagrama Z, transport electrònic cíclic. Fosforilació fotosintètica. Sistemes fotosintètics senzills: la proteïna bacteriorodopsina. Possibles aplicacions tecnològiques del coneixement actual sobre la fotosíntesi biològica.

6. TREBALLS CEL·LULARS. Exemples de treball de biosíntesi: aspectes energètics de la gluconeogènesi en comparació amb la glucòlisi; relació entre els valors de ΔG i els punts de regulació d'aquestes dues vies; cicles fútils; cicle de Calvin a la fase fosca de la fotosíntesi; plantes C3 i C4; fotorespiració; aprofitament de la fotosíntesi per a l'obtenció d'energia i materials. Treball de transport: difusió facilitada; transport actiu i transport passiu; mecanismes bioquímics de transport a través de membranes. Treball mecànic: transformació de l'energia química en energia mecànica en la contracció muscular; motors moleculars; transformació directa de l'energia dels gradients de protons en energia mecànica en els flagels bacterians.

7. RELACIONS ENTRE LA TEORIA DE LA INFORMACIÓ, LA TERMODINÀMICA I LA BIOLOGIA. Temes bàsics de la teoria de la informació. Contingut d'informació. Relacions entre el contingut d'informació i l'entropia. Relacions entre energia i informació: el problema del dimoni de Maxwell. Implicacions a nivell biològic. Els sistemes vius i el segon principi de la Termodinàmica.

8. LA TERMODINÀMICA DELS PROCESSOS IRREVERSIBLES I LA BIOLOGIA. Necessitat d'una Termodinàmica de sistemes oberts. Sistemes poc allunyats de l'equilibri: velocitat de producció interna d'entropia, equacions d'Onsager, estat estacionari, principi de la mínima producció d'entropia, aplicacions a sistemes vius. Sistemes molt allunyats de l'equilibri: inestabilitat de Bénard, reacció de Zhabotinski. Estructures dissipatives: possibles aplicacions a l'estudi dels sistemes vius.

9. QÜESTIONS ENERGÈTIQUES SOBRE LA FORMACIÓ D'ESTRUCTURES CEL·LULARS. Formació d'estructures supramoleculares: diferències entre el treball de biosíntesi i la formació d'estructures supramoleculares, renaturalitzacions i reassociacions espontànies, cooperativitat, processos dirigits per l'entropia, efecte hidrofòbic. Consideracions energètiques sobre l'origen de la vida: fonts d'energia per la síntesi dels elements i les molècules fonamentals de la vida, formació de macromolècules, hipercicles, sistemes oberts. Evolució de les reaccions redox emprades pels sistemes vius: evolució de les cadenes de transport d'electrons, aparició dels organismes autotròfics fotosintètics, dels heterotròfics i dels eucariotes.

10. BIOENERGÈTICA I ECOLOGIA. Flux d'energia en els ecosistemes: la cadena tròfica, el segon principi de la Termodinàmica i la piràmide energètica dels ecosistemes, energètica dels ecosistemes madurs, necessitat de l'existència d'un flux d'energia.

Metodologia

Teoria. El professor explicarà gran part del contingut del temari amb el suport de material audiovisual que estarà a disposició dels estudiants al Campus Virtual (CV) de l'assignatura amb antelació a l'inici de cadascun dels temes del curs. Per poder seguir bé les explicacions, els estudiants han de portar el material del CV a classe. Aquestes sessions tractaran de les parts més conceptuals de l'assignatura. Altres parts de l'assignatura hauran d'ésser estudiades de manera autònoma per part dels alumnes. El professor indicarà exactament quins temes s'han d'estudiar d'aquesta manera i el material docent que cal fer servir.

Problemes. El professor proposarà com a problemes 12 temes específics de Bioenergètica. Aquests temes estaran indicats al CV a l'inici del semestre. El grup es dividirà en 12 subgrups. Cadascun dels subgrups haurà de fer l'exposició oral d'un tema específic i també haurà de fer un resum d'un altre tema que hagi estat exposat per un altre grup. D'aquesta manera cada alumne participarà en la preparació i exposició pública d'un tema específic, i en la redacció d'un resum d'un altre. A més, tots els alumnes hauran d'estudiar tots els temes i escoltar amb atenció les explicacions dels seus companys a totes les classes de problemes. D'aquesta manera tots els alumnes podran participar activament a les discussions sobre tots els temes específics que es presentin, i podran contestar bé les preguntes que el professor pot fer sobre aquests temes o altres relacionats a l'examen final.

Tutories. A les sessions de tutoria en aula, es farà un guiatge sobre l'estratègia a seguir per estudiar el temes d'aprenentatge autònom, i es resoldran dubtes relacionats amb aquests temes i amb tots els altres temes del curs.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes/temes específics	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11
Classes de teoria	35	1,4	2, 4, 5, 8, 9
Tipus: Supervisades			
Tutories en grup	4	0,16	2, 4, 5, 8, 9
Tipus: Autònomes			
Estudi individual	67	2,68	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10
Estudi individual de problemes/temes específics	15	0,6	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10
Preparació en grup d'un informe escrit d'un problema/tema específic	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11
Preparació en grup d'una exposició pública d'un problema/tema específic	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11

Avaluació

La qualificació es basarà en 4 elements:

- (1) Exposició pública d'un tema específic a classe (avaluació grupal): màxim 1 punt (10%).
- (2) Lliurament d'un informe d'un tema específic (avaluació grupal): màxim 1 punt (10%).
- (3) Prova parcial de continguts teòrics: màxim 4 punts (40%)
- (4) Prova final de continguts teòrics: màxim 4 punts (40%)

El dia de la prova final (4), els alumnes poden presentar-se també a una prova voluntària per intentar millorar la nota obtinguda a la prova parcial (3); la nota obtinguda en aquesta segona presentació anul·la la nota obtinguda en la prova parcial feta anteriorment (encara que la qualificació hagués estat superior en la primera presentació).

Es superarà l'assignatura quan la suma de les qualificacions obtingudes sigui ≥ 5 punts (sobre un màxim de 10)

Es considerarà no presentat quan la valoració de totes les activitats d'avaluació realitzades per l'alumne no li permeti assolir la qualificació global de 5 (en el supòsit que hagués obtingut la màxima nota en totes elles)

Les dates de revisió de les proves s'indicarà amb antelació mínima de 2 dies.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de problemes/temes específics	20%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Prova final de continguts teòrics	40%	4	0,16	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10
Prova parcial de continguts teòrics	40%	2	0,08	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Bibliografia

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 edició. 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.

Articles científics originals i enllaços web que s'aniran indicant durant el curs, a classe i al CV.