



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA
FACULTAT DE CIÈNCIES
DEPARTAMENT DE BIOQUÍMICA

(4329)

BIOENERGETICA (4rt. Curs. Especialitat Bioquímica)

PROGRAMA

1. INTRODUCCIO: L'ENERGIA I LA BIOSFERA.

Temes tractats per la Bioenergètica. Sistemes vius fototròfics i quimiotròfics. Cicle de la matèria i flux d'energia en la biosfera.

2. ELS PRINCIPIS DE LA TERMODINAMICA I ELS MODELS MICROSCOPICS.

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 atòmic-molecular. Mecànica quàntica: distribucions moleculars, interpretació de la constant d'equilibri i de l'entropia.

3. L'ENERGIA QUIMICA DELS SISTEMES VIUS.

La vida com a procés químic: calor de combustió dels aliments, calorimetria indirecta i directa, metabolisme basal. Els treballs cel·lulars: els sistemes vius com a transformadors d'energia. Importància energètica dels triacilglicerids i dels cossos cetònics. Enllaços ester fosfat: l'ATP, energia lliure d'hidròlisi dels enllaços ester fosfat, les reaccions acoblades i l'intermediari comú, la fosfocreatina i l'emmagatzematge d'energia química, nucleosids trifosfats diferents de l'ATP, trencaments pirofosfatilítics, el pirofosfat com a conservador de l'energia metabòlica. 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. PRODUCCIO D'ATP EN LES FERMENTACIONS I EN LA RESPIRACIO.

Producció d'ATP en les fermentacions: fosforilació a nivell de substrat. Producció d'ATP lligada a la respiració: fosforilació oxidativa. La cadena del transport electrònic mitocondrial: els transportadors i llur ordenació, localització dels transportadors en la membrana mitocondrial interna. Partícules submitocondrials: l'ATPasa-F₁. El problema de l'acoblament de la fosforilació oxidativa i el transport electrònic: hipòtesi de l'acoblament químic, hipòtesi de l'acoblament conformacional. Hipòtesi de l'acoblament quimiosmòtic: metabolisme vectorial, formació de diferències de potencial electroquímic, efecte dels ionòfors i altres proves experimentals, determinació experimental de les diferències de pH i de potencial elèctric generades pel transport electrònic, proves a favor d'un gradient de protons deslocalitzat, el problema de la situació concreta dels punts de transposició de protons en la cadena respiratòria, el cicle Q, questions estequiomètriques, el complex F₁-F_o mitocondrial i la fosforilació de l'ADP.

5. PRODUCCIO D'ATP EN LA FOTOSINTESI.

Fase fosca i fase lluminosa. Transformació de l'energia de la radiació solar en energia química: fotoreceptors, fluorescència de les clorofil·les, transferència d'energia de l'antena al centre fotoquímic, transferència de càrrega en el centre fotoquímic. L'efecte cooperatiu d'Emerson i els dos fotosistemes. Cadena del transport electrònic fotosintètic: consideracions basades en els potencials redoxs dels transportadors, transport electrònic fotosintètic cíclic. Fosforilació fotosintètica: les ATPases CF₁-F_o, producció de potencials electroquímics. Sistemes fotosintètics senzills: l'enzim bacteriorodopsina, vesícules artificials. L'energia solar i l'obtenció d'hidrogen en sistemes fotosintètics.

6. TREBALL DE BIOSÍNTESI.

Importància del treball de biosíntesi: vida mitjana dels components moleculars de les cel·lules de diferents teixits, treball de biosíntesi en cel·lules en creixement. El nivell d'ATP i el treball de biosíntesi: estat estacionari, nivell energètic, regulació independent de les vies productores i consumidores d'ATP. Aspectes energètics de la biosíntesi i degradació de la glucosa: relació entre els valors de ΔG i els punts de regulació d'aquestes dues vies, cicles fútils. Aprofitament de la fotosíntesi per a obtenir energia i materials: plantes C3 i plantes C4, fotorespiració, millorament del rendiment energètic de la fotosíntesi per intervenció bioquímica.

7. TREBALL DE TRANSPORT.

Propietats físico-químiques de les membranes: difusió, òsmosi, equilibri Donnan i potencial de membrana. Exemples de transport espontani en sistemes biològics. Treball de transport: transport actiu i transport passiu. Transport facilitat. Sistemes de transport: (Na^+-K^+) -ATPasa, Ca^{+2} -ATPasa, cotransport, transposició de grup, transport dirigit per gradients de protons.

8. TREBALL MECANIC I ALTRES TREBALLS CEL·LULARS.

Transformació d'energia química en energia mecànica: mecanisme molecular de la contracció muscular, el Ca^{+2} i la regulació de la contracció, potencial d'acció, els neurotransmissors en la sinapsi i en les unions neuromusculars. Moviments dels flagels bacterians: transformació directa de l'energia dels gradients de protons en treball mecànic. Transformació d'energia química en energia elèctrica: membranes excitables, les electroplaques dels peixos elèctrics. El problema de les transformacions energètiques a nivell de receptors. Transformació de l'energia de les radiacions electromagnètiques en energia elèctrica: bioquímica de la visió. Transformació de l'energia química en radiacions electromagnètiques: bioluminescència.

9. RELACIONS ENTRE LA TEORIA DE LA INFORMACIO, LA TERMODINAMICA I LA BIOLOGIA.

Plantejament bàsic 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. Els sistemes vius i el segon principi de la Termodinàmica.

10. LA TERMODINAMICA DELS PROCESSOS IRREVERSIBLES I LA BIOLOGIA.

Sistemes oberts. Sistemes poc allunyats de l'equilibri: variació d'entropia deguda als intercanvis amb el medi, producció interna d'entropia, equacions d'Onager, estat estacionari, principi de la mínima producció d'entropia, criteri d'evolució. Aplicació als sistemes vius: termogrames específics, lligams interns, degradació del medi. Sistemes molt allunyats de l'equilibri: inestabilitat de Bénard, reacció de Zhabotinski, fluctuacions i estructures dissipatives. Estructures dissipatives i sistemes vius. Discussió crítica sobre l'aplicació de la Termodinàmica clàssica i la Termodinàmica dels processos irreversibles a l'estudi dels problemes biològics.

11. QUESTIONS ENERGETIQUES SOBRE LA FORMACIO D'ESTRUCTURES CEL.LULARS

Formació d'estructures supramoleculares: renaturalitzacions i reassociacions espontànies, cooperativitat, processos dirigits per l'entropia, l'efecte hidrofòbic, diferències energètiques entre el treball de biosíntesi i la formació d'estructures supramoleculares. Consideracions energètiques sobre l'origen de la vida: fonts d'energia per a la síntesi abiòtica de les primeres molècules orgàniques, estabilitat cinètica d'aquestes molècules, els esters polifosfòrics com a agents condensants, formació espontània de microesferes, factors energètics determinants de l'aparició dels organismes autotròfics fotosintètics, dels heterotròfics aeròbics i del eucariotes. El model d'evolució molecular d'Eigen.

12. BIOENERGETICA 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.

BIBLIOGRAFIA

- A.L. Lehninger. Bioenergética, 2a edició, 1971 (traducció 1975). Fondo Educativo Interamericano, Bogota.
- L. Peusner. Concepts in Bioenergetics, 1974. Prentice-Hall, Inc., London.
- E. Racker. A New Look at Mechanisms in Bioenergetics, 1976. Academic Press, New York.
- G. Nicolis & I. Prigogine. Self-Organization in Nonequilibrium Systems, 1977. John Wiley & Sons, New York.
- H.J. Morowitz. Foundations of Bioenergetics, 1978. Academic Press, New York. Hi ha traducció castellana d'un llibre precedent del mateix autor: Entropía para biólogos, 1970 (traducció: 1978). H. Blume Ediciones, Madrid.
- P.A. Whittaker & S.M. Danks. Mitochondria: Structure, Function and Assembly, 1979. Logman. London.
- R.K. Clayton. Photosynthesis: Physical Mechanisms and Chemical Patterns, 1980. IUPAB Biophysics Series, Cambridge University, Cambridge.
- C.W. Jones. Biological Energy Conservation: Oxidative Phosphorylation, 2a. edició, 1981, Chapman & Hall, London.
- D.G. Nicholls. Bioenergetics: An Introduction to the Chemiosmotic Theory, 1982. Academic Press, New York.
- S.M. Danks, E.H. Evans & P.A. Whittaker. Photosynthetic Systems: Structure, Function and Assembly, 1983. J. Wiley & Sons, New York.
- A.R. Peacocke. An Introduction to the Physical Chemistry of Biological Organization, 1983. Clarendon Press, Oxford.
- J.T. Edsall & H. Gutfreund. Biothermodynamics: The Study of Biochemical Processes at Equilibrium, 1983. John Wiley and Sons, New York.
- D. Jou. Introducció a la termodinàmica de processos biològics, 1985. Institut d'Estudis Catalans, Monografies de la Secció de Ciències, 2.
- M.F. Hipkins & N.R. Baker. Photosynthesis: Energy Transduction, 1986. Practical Approach Series (Ed. D. Rickwood & B.D. Hames), IRL Press, New York.
- F.M. Harold. The Vital Force: A Study of Bioenergetics, 1986. W.H. Freeman and Company, New York.

Aquesta llista presenta els llibres d'acord amb l'ordre cronològic de publicació, sense tenir en compte cap criteri de valoració relativa.

Els llibres i els articles més específics i relacionats de manera concreta amb algun tema s'indicaran durant el curs.