

**Fisiologia i metabolisme microbià**

Codi: 101019  
Crèdits: 6

| Titulació             | Tipus | Curs | Semestre |
|-----------------------|-------|------|----------|
| 2500502 Microbiologia | OB    | 2    | 1        |

**Professor/a de contacte**

Nom: Jordi Mas Gordi

Correu electrònic: Jordi.Mas@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

L'estudiant ha d'haver cursat amb èxit la Microbiologia i la Bioquímica del Grau de Microbiologia, o assignatures de continguts equiparables.

**Objectius**

L'assignatura té com a objectiu proporcionar a l'estudiant una visió global del funcionament dels diferents processos que permeten el creixement de les cèl·lules procariotes i la seva adaptació a un ambient canviant. En la primera part de l'assignatura es presenten de forma jeràrquica els principals elements del procés de construcció i creixement cel·lular: biosíntesi, polimerització de macromolècules, formació d'estructures, processos de transport i secreció; fent èmfasi en la valoració quantitativa del seu impacte en la despesa global de creixement. A continuació es presenten els diferents mecanismes que permeten l'obtenció de l'energia necessària per portar a terme els processos abans esmentats. En aquesta part l'estudiant aprèn a fer prediccions sobre la viabilitat de determinades reaccions metabòliques així com a determinar el rendiment energètic de diferents tipus de metabolisme. Al llarg de l'assignatura, s'introdueixen les eines necessàries per poder realitzar estudis de fisiologia microbiana: treball amb bioreactors en continu, realització de balanços metabòlics i càlcul de taxes metabòliques.

**Competències**

- Aplicar els coneixements teòrics a la pràctica.
- Conèixer i interpretar la diversitat microbiana, la fisiologia i el metabolisme dels microorganismes i les bases genètiques que regeixen i regulen les seves funcions vitals.
- Identificar i resoldre problemes.
- Obtenir, seleccionar i gestionar la informació.
- Utilitzar bibliografia o eines d'Internet, específiques de microbiologia i d'altres ciències afins, tant en llengua anglesa com en la llengua pròpia.

**Resultats d'aprenentatge**

1. Analitzar el rendiment energètic de diferents reaccions biològiques.
2. Aplicar els coneixements teòrics a la pràctica.
3. Calcular el cost energètic de la construcció dels diferents components cel·lulars.

4. Conèixer els factors que regulen el creixement cel·lular i poblacional en cultiu tancat i continu.
5. Descriure la diversitat de mecanismes d'adaptació dels microorganismes a l'entorn.
6. Determinar les taxes metabòliques en cultiu tancat i continu, així com els balanços de carboni i de poder reductor de diferents processos metabòlics.
7. Identificar els diferents mecanismes en què es fonamenta la bioenergètica microbiana.
8. Identificar i resoldre problemes.
9. Obtenir, seleccionar i gestionar la informació.
10. Resoldre problemes en relació amb el metabolisme i amb la fisiologia dels microorganismes.
11. Utilitzar bibliografia o eines d'Internet, específiques de microbiologia i d'altres ciències afins, tant en llengua anglesa com en la llengua pròpia.

## Continguts

### 1.-Composició de la cèl·lula bacteriana.

Mètodes d'anàlisi de la composició cel·lular. Volum cel·lular: factors que l'afecten. Pes fresc. Pes sec. Densitat cel·lular. Composició elemental. Composició molecular. Aspectes dinàmics del creixement.

### 2.-Diversitat i abundància relativa dels components cel·lulars I

Diversitat de cada classe de macromolècula. **PROTEÏNES**: Diversitat de proteïnes en el proteoma d'*Escherichia coli*. Mida mitjana de les proteïnes. Abundància relativa. **DNA**: Contingut cel·lular de DNA. Capacitat de codificació del genoma procariota. Determinació de la fracció del genoma que s'expressa. Capacitat de codificació de diferents genomes. Mida del genoma i contingut d'informació. Concepte de genoma mínim. Perfils d'expressió gènica utilitzant xips genòmics. **RNA**: Abundància relativa dels RNA estables. Càlcul del nombre de ribosomes. RNA de baix pes molecular: tRNA, sRNA.

### 3.-Diversitat i abundància relativa dels components cel·lulars II

Diversitat de cada classe de macromolècula. **LÍPIDS**: Tipus de lípids en procariotes. Estructura i composició dels fosfolípids de membrana. Diversitat i nomenclatura d'àcids grassos. Tècniques d'anàlisi. Importància fisiològica dels àcids grassos insaturats. Regulació del grau d'insaturació en funció de la temperatura. Altres lípids formadors de membranes: èters de fitanil. Di-èters vs tetra-èters. Lípids sense glicerol. **LIPOPOLISACARID**: Estructura i variabilitat intraespecífica i interespecífica. **PEPTIDOGLICÀ**: diversitat del peptidoglicà en procariotes. Altres macromolècules formadores de paret cel·lular. Distribució filogenètica dels polímers formadors de paret.

### 4.-Envoltes cel·lulars I

**MEMBRANA PLASMÀTICA**: Funcions de la membrana plasmàtica. Contingut proteic de les membranes en procariotes. Formació dels fosfolípids: via d'assemblatge de fosfolípids, biosíntesi d'àcids grassos. Paper de les proteïnes ACP i relació amb el Coenzim A. Mecanismes de transport de fosfolípids. **LPS**: Polimorfismes de la molècula de LPS. Disposició en l'espai. Factors que l'estabilitzen. El LPS com a barrera de permeabilitat selectiva. Formació de la molècula de LPS. **MEMBRANA EXTERNA**: Porines. Determinants de la selectivitat. Similitud estructural amb transportadors de sideròfors,  $\beta$ -hemolisina i components de sistemes de secreció. **ESPAI PERIPLASMÀTIC**: Dimensions. Composició. Funció biològica. **MECANISMES DE TRANSPORT DE NUTRIENTS**: Transportadors primaris. Transportadors secundaris. Estructura comparada de diferents tipus de transportadors. Anàlisi genòmica dels sistemes de transport en diferents microorganismes: Distribució taxonòmica de les diferents famílies de transportadors. Transportadors ABC i MFS: Característiques diferencials i importància relativa en diferents grups microbians.

### 5.-Envoltes cel·lulars II

**PEPTIDOGLICÀ**: Estructura del peptidoglicà. Síntesi intracel·lular dels monòmers. Ancoratge amb undecaprenol. Transport a l'espai periplasmàtic. Polimerització extracel·lular del peptidoglicà. Models de polimerització. Coordinació de les reaccions de trencament i polimerització. **ESTRUCTURES POLIMÈRIQUES EXTRACEL·LULARS**: Càpsules i mucíl·lags. Funció dels polímers extracel·lulars. Tipus d'exopolímers segons la seva composició. Biosíntesi i secreció d'alginats. Regulació de la síntesi d'exopolímers. Paper dels exopolímers en l'establiment i estabilització dels biofilms. **APÈNDIX CELLULARS**: Pels. Funció en l'adherència

i colonització de superfícies. Tipus de pels. Estructura. Biogènesi: Flagels: Estructura i funció del cos basal. Composició i estructura del filament. Biogènesi del flagel. Secreció de les proteïnes del filament. Estequiometria de la rotació del flagel. Capes S: Distribució filogenètica. Funció biològica. Composició i estructura en l'espai.

## **6.-Estructura i formació dels components del citoplasma.**

Organització del DNA. Velocitat de replicació. Cost de la polimerització. Impacte de la síntesi discontinua i dels processos de reparació en el cost de replicació del DNA. Composició del ribosoma. Estructura dels operons *rrn*. Maduració dels transcrits primaris. Variabilitat del nombre d'operons en diferents grups bacterians. Seqüència del rRNA 16S: Regions conservades i regions variables. Importància pels estudis de filogenia. RNAs de transferència. RNAs de baix pes molecular. Cost de la formació dels RNAs estables. Etapes en la polimerització ribosomal d'una cadena peptídica. Correcció d'errors. Cost del mRNA utilitzat. Despesa energètica global. Problemes associats a la síntesi proteica: esgotament del pool de aa i presència de missatgers truncats. Mecanismes de plegament de proteïnes en procariotes. Importància de les xaperones i de les xaperonines. Proteòlisi intracel·lular. Proteases compartimentades. Etiquetes de degradació.

## **7.- Sistemes de secreció de proteïnes en procariotes.**

Importància dels sistemes de secreció de proteïnes. Secreció a l'espai periplasmàtic: sistema de secreció Sec-tipus II. Destí de les proteïnes secretades a l'espai periplasmàtic. Proteïnes autosecretades. Biogènesi dels pili. Branca terminal principal (MTB). Secreció directa més enllà de la membrana externa: sistemes de secreció tipus I, III, IV i V.

## **8.-Anàlisi del cost energètic de la construcció cel·lular**

Esquema general de la formació d'estructures. Transport i assimilació de nutrients. Vies biosintètiques. Generació de precursors metabòlics. Formació de monòmers. Polimerització. Cost de la biosíntesi. Integració de les despeses de creixement. Desequilibris en els balanços d'energia i de poder reductor. Paper de les transhidrogenases. Càlcul del rendiment teòric i comparació amb el rendiment real. Eficiència metabòlica en funció de les condicions de creixement.

## **9.- Bioenergètica i cadenes de transport d'electrons**

Energia lliure i potencial químic. Potencial electroquímic. Rendiment energètic de reaccions biològiques. Càlcul del rendiment a partir de les energies lliures de formació. Càlcul del rendiment a partir dels potencials d'oxidació-reducció. Components de les cadenes respiratòries. Cadenes respiratòries bacterianes. Disposició en l'espai dels diferents components. Control de la respiració bacteriana. Regulació del metabolisme aerobi/anaerobi. Respiracions anaeròbiques facultatives i estrictes. Reducció de nitrat. Reducció de sulfat. Metanogènesi. Cadenes respiratòries dependents de la llum. Pigments fotosintètics. Estructura i organització dels complexos captadors de llum. Composició i organització dels centres de reacció. Organització en l'espai dels transportadors d'electrons. Fotosíntesi oxigènica i anoxigènica. Donadors d'electrons i flux invers d'electrons.

## **10.-Utilització de substrats orgànics**

Utilització de substrats orgànics: Catabolisme de la glucosa. Degradació de sucres diferents de la glucosa. Degradació de polímers. Creixement en aminoàcids. Creixement en àcids orgànics. Creixement en n-alcans. Utilització de compostos aromàtics. Utilització de compostos d'un carboni. Utilització de substrats inorgànics: Problemes derivats de la utilització de substrats inorgànics. Oxidadors d'hidrogen. Oxidadors de compostos de sofre. Oxidadors de Ferro. Oxidadors de compostos reduïts de nitrogen.

## **11.-Metabolisme fermentatiu**

Característiques de la fermentació. Tipus de fermentació segons els productes finals: Alcohòlica, làctica, butírica, butanol-acetona, àcid mixta, butanodioica, propiònica i succínica. Rendiment energètic. Balanç de carboni i de poder reductor.

## **Metodologia**

La docència de l'assignatura s'articula a través d'una combinació de classes de teoria, classes de problemes i de seminaris participatius.

**Teoria.** Les classes de teoria estan dissenyades per permetre que l'estudiant incorpori de forma progressiva els elements necessaris per assolir un coneixement estructurat del funcionament de les cèl·lules procariotes. Els continguts s'imparteixen a l'aula utilitzant recursos docents que estan a la disposició de l'estudiant a través del campus virtual.

**Problemes.** Les classes de problemes estan estrictament dedicades a treballar de forma interactiva amb el professor, en grups de dimensions més reduïdes que els de teoria, procediments de càlcul destinats a determinar la coherència de dades experimentals, a fer balanços metabòlics i a formular prediccions sobre la viabilitat de diversos tipus de metabolisme.

**Seminaris.** En els seminaris es portarà a terme una discussió tutoritzada d'articles científics seleccionats i relacionats amb el contingut de l'assignatura. Els articles es distribueixen prèviament juntament amb un qüestionari relacionat amb el seu contingut. Els qüestionaris s'han d'omplir i lliurar obligatòriament abans de l'inici de la discussió dels articles.

## Activitats formatives

| Títol                          | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|--------------------------------|-------|------|--------------------------|
| <b>Tipus: Dirigides</b>        |       |      |                          |
| Classes de problemes           | 10    | 0,4  |                          |
| Classes de teoria              | 30    | 1,2  |                          |
| Seminaris                      | 5     | 0,2  |                          |
| <b>Tipus: Supervisades</b>     |       |      |                          |
| Tutoria                        | 5     | 0,2  |                          |
| <b>Tipus: Autònomes</b>        |       |      |                          |
| Estudi                         | 30    | 1,2  |                          |
| Lectura de textos              | 15    | 0,6  |                          |
| Preparació presentació pública | 10    | 0,4  |                          |
| Recerca Bibliogràfica          | 10    | 0,4  |                          |
| Redacció de treballs           | 15    | 0,6  |                          |
| Resolució de problemes         | 15    | 0,6  |                          |

## Avaluació

L'avaluació es realitzarà mitjançant dos exàmens cada un dels quals contribueix a la nota final amb un 45%. En cada un dels exàmens s'avaluarà teoria (25% de la nota global) i problemes (20% de la nota global). El 10% restant de la nota complementarà la nota dels exàmens només si aquests han estat aprovats i es posarà en funció del nivell de participació en les classes de problemes, requerint la realització de les tasques assignades en els terminis establerts. Per superar l'assignatura s'ha d'obtenir una qualificació de 5 sobre 10 o superior en cada examen. En cas de no superar algun dels exàmens es podrà procedir a la seva recuperació en la data programada al final del semestre. Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts

de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final. Igualment, en aquesta mateixa data, els estudiants que hagin superat l'assignatura i vulguin millorar la seva nota podran presentar-se a un examen global de l'assignatura. La presentació a l'examen de millora de nota comporta la renúncia a la qualificació obtinguda prèviament.

### Activitats d'avaluació

| Títol                                           | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-------------------------------------------------|-----|-------|------|--------------------------|
| Participació en les activitats programades      | 10% | 1     | 0,04 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10     |
| Prova escrita 1. Teoria (25%) + Seminaris (20%) | 45% | 2     | 0,08 | 3, 5, 7, 9, 11           |
| Prova escrita 2. Teoria (25%) + Problemes (20%) | 45% | 2     | 0,08 | 1, 2, 4, 6, 8, 10        |

### Bibliografia

- Lengeler JW, Drews G, Schlegel HG. 1999. Biology of the prokaryotes. Georg Thieme Verlag
- Madigan MT, Martinko JM, Stahl D, Clark DP. 2012. Brock Biology of Microorganisms (13th ed.). Pearson
- Moat AG, Foster JW, Spector MP. 2002. Microbial physiology (4th ed). Wiley-Liss
- Neidhart FC (1999). Escherichia coli and Salmonella. Cellular and molecular biology, second edition. ASM Press.
- Neidhart, FC, Ingraham, J.L. and Schaechter, M (1990) Physiology of the bacterial cell. Sinauer Associates, Inc.
- Schaechter M., J.L. Ingraham & F.C. Neidhart. 2006. Microbe. ASM Press. Washington D.C.
- White D. 2006. The physiology and biochemistry of prokaryotes (3<sup>a</sup> ed). Oxford University Press. Oxford.