

Espectroscòpia de biomolècules

Codi: 100905

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500252 Bioquímica	OT	4	0

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Josep Bartomeu Cladera Cerda

Correu electrònic: Josep.Cladera@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Josep Bartomeu Cladera Cerda

Silvia Lope Piedrafita

Prerequisits

Haver aprovat les assignatures: Tècniques Instrumentals Bàsiques i Tècniques Instrumentals Avançades

Objectius

Gran part del coneixement científic de la Natura està basat en l'estudi de diversos fenòmens d'absorció i d'emissió que es produeixen quan la radiació electromagnètica interacciona amb la matèria. En biociències es fan servir molt freqüentment tècniques espectroscòpiques, però malauradament molts professionals es limiten a aplicar com usuaris aquestes tècniques sense tenir coneixements científico-tècnics prou ben basats com per aprofitar totes les potencialitats de les diverses espectroscòpies. En aquesta assignatura es pretén fer un estudi aprofundit dels fonaments científics i tècnics de les principals tècniques espectroscòpiques d'interès per a la Bioquímica i Biologia Molecular: espectroscòpia d'absorció en la regió visible i ultraviolada; espectroscòpia de fluorescència i quimioluminescència; espectroscòpia de ressonància magnètica nuclear; tomografia per emissió de positrons; espectroscòpia en la regió de l'infraroig; dicroisme circular. En tots els casos s'estudiaran molt detalladament els instruments, i les aplicacions analítiques i estructurals, que aquestes tècniques tenen en diversos camps de les ciències de la vida.

Competències

- Aplicar les tècniques principals d'utilització en sistemes biològics: mètodes de separació i caracterització de biomolècules, cultius cel·lulars, tècniques de DNA i proteïnes recombinants, tècniques immunològiques, tècniques de microscòpia...
- Col·laborar amb altres companys de treball.
- Definir l'estructura i la funció de les proteïnes i descriure les bases bioquímiques i moleculars del seu plegament, el trànsit intracel·lular, la modificació posttraduccional i el recanvi.

- Dissenyar experiments i comprendre les limitacions de l'aproximació experimental.
- Gestionar la informació, organització i planificació del treball.
- 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.
- Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.
- Percebre clarament els avenços actuals i els possibles desenvolupaments futurs a partir de la revisió de la literatura científica i tècnica de l'àrea de bioquímica i biologia molecular.
- Tenir i mantenir un coneixement actualitzat de l'estructura, l'organització, l'expressió, la regulació i l'evolució dels gens en els éssers vius.
- Utilitzar les metodologies analítiques per a l'assaig de l'activitat biològica dels components cel·lulars, en especial enzims, tant in vitro com in vivo.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar les tècniques espectroscòpiques i microscòpiques que permeten localitzar molècules específiques a les cèl·lules i determinar l'activitat enzimàtica.
2. Col·laborar amb altres companys de treball.
3. Descriure amb profunditat els mètodes biofísics que permeten conèixer l'estructura i les propietats dinàmiques del DNA i de la cromatina.
4. Descriure en profunditat les tècniques espectroscòpiques i de difracció que permeten establir l'estructura de les biomolècules i dels complexos supramoleculars de la matèria viva.
5. Descriure les bases científicotècniques en què es fonamenta el coneixement de l'estructura i les propietats químiques de les biomolècules.
6. Dissenyar experiments i comprendre les limitacions de l'aproximació experimental.
7. Explicar amb profunditat els mètodes biofísics que permeten conèixer l'estructura i les propietats dinàmiques de les proteïnes.
8. Gestionar la informació, organització i planificació del treball.
9. Identificar els avenços científics i tècnics en temes biofísics.
10. Interpretar resultats experimentals i identificar elements consistents i inconsistents.
11. Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
12. Pensar d'una forma integrada i abordar els problemes des de diferents perspectives.

Continguts

1. Introducció

1.1. Interacció de la radiació electromagnètica amb la matèria.

1.2. Dispersió, absorció i emissió.

2. Espectroscòpia d'absorció en l'ultraviolat i visible

2.1. Principis físics.

2.2. Disseny experimental.

2.3. Espectrofotometria d'absorció.

2.4. Aplicacions: estudi de proteïnes, àcids nucleics i altres cromòfors bioquímics.

2.5. Influència de l'entorn sobre l'espectre d'absorció: espectres de diferència i de derivades.

3. Espectroscòpia de fluorescència i quimioluminescència

3.1. Bases físiques: conversió interna, relaxació vibracional, relaxació emissiva i no emissiva.

- 3.2. Disseny experimental: problemàtica associada a les mesures de fluorescència, estratègies i components que permeten augmentar la sensibilitat.
- 3.3. Fluorescència resolta en el temps: temps de vida de l'estat excitat, instruments de mesura, aplicacions bioquímiques.
- 3.4 Fenòmens que poden afectar l'emissió fluorescent: efectes de l'embolcall i del dissolvent, quenching col·lisional de la fluorescència, polarització, formació de dímers excitats (excímers), transferència d'energia.
- 3.5. Aplicació a l'anàlisi estructural de sistemes macromoleculars: fluoròfors intrínsecs i extrínsecs, accessibilitat, difusió rotacional, mesurament de distàncies.
- 3.6. Aplicacions a l'anàlisi Bioquímica i en Biologia Molecular.
- 3.7. Aplicació a estudis de Biologia Cel·lular: microscòpia de fluorescència, citofluorometria de flux.
- 3.8. Bases físiques i aplicacions d'altres fenòmens emissius: quimioluminescència i bioluminescència.
4. Espectroscòpia de ressonància magnètica nuclear (RMN)
- 4.1. Introducció. Bases físiques del fenomen de la ressonància: spin nuclear, condició de ressonància. Excitació amb puls de radiofreqüència, detecció del senyal de RMN (FID) i transformació de Fourier.
- 4.2. Disseny experimental, qüestions instrumentals: imant, bobines per a la pertorbació dels sistemes i la seva detecció. Quocient senyal/soroll.
- 4.3. Paràmetres que caracteritzen l'espectre de RMN d'una mostra biològica. Àrea de la ressonància. Desplaçament químic. Multiplicitat. Relaxació: temps de relaxació T2 i T1.
- 4.4. Imatge per ressonància magnètica (MRI). Fonaments. Gradients de camp magnètic i concepte d'excitació selectiva, concepte d'espai k, contrast a les imatges de IRM. Espectroscòpia de ressonància magnètica single/multivoxel i patrons metabòlics.
- 4.5. Aplicacions biomèdiques de la RMN. Informació accessible: anatomia morfològica i funcional. Aplicacions a estudis preclínic i clínic.
5. Tomografia per emissió de positrons (PET)
- 5.1. Principis físics. Radioactive Decay. Procès d'anihilació. Detecció de fotons. Atenuació.
- 5.2. Disseny experimental. Sistema de Detecció. Reconstrucció de la imatge
- 5.3. Radiotracadors per PET: Característiques dels radionuclis emissors de positrons. Propietats dels radiofàrmacs i activitat metabòlica. Ciclotró.
- 5.4. Aplicacions en oncologia, neurologia i cardiologia. Desenvolupament de compostos marcats que mesuren l'activitat de receptors específics.
6. Espectroscòpia i microscòpia d'infraroig
- 6.1 La interacció de la radiació infraroja amb les molècules. Modes vibracionals.
- 6.2. L'interferòmetre de Michelson. Principis, disseny experimental i transformada de Fourier. L'interferograma. L'apodització.
- 6.3 Aspectes pràctics: espectres en suspensió aquosa. Avantatges de l'espectroscòpia FTIR.
- 6.4 Tècniques matemàtiques de resolució de bandes: derivació, deconvolució i ajustament de bandes.
- 6.5 Proteïnes. Bandes vibracionals associades a l'enllaç amida i estructura secundària de les proteïnes. Espectroscòpia de diferència.

- 6.6 Lípids i membranes biològiques. Estudis termotròpics.
- 6.7 Microscopia d'infraroig i llum de sincrotró.
- 6.8 Exemples i casos de recerca amb espectroscòpia i microscòpia d'infraroig.
7. Dicroïsme circular (CD).
- 7.1 Principis. Activitat òptica. Elípticitat. L'espectre de dicroïsme circular.
- 7.2 Instrumentació.
- 7.3 Estructura secundària de proteïnes. Exemples.

"Llevat que les restriccions imposades per les autoritats sanitàries obliguin a una prioritització o reducció d'aquests continguts."

Metodologia

Teoria. Els professors explicaran 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. Els professors indicaran exactament quins temes s'han d'estudiar d'aquesta manera i el material docent que cal fer servir.

Els continguts de l'assignatura s'impartiran en tres blocs: Bloc 1- Espectroscòpia UV/VIS, Fluorescència, quimioluminiscència; Bloc 2- Ressonància Magnètica Nuclear, Tomografia d'Emissió de Positrons (PET); Bloc 3- Espectroscòpia/Microscòpia d'Infraroig, Dicroïsme Circular).

Problemes. Els professors proposaran problemes/treballs científics relacionats amb temes d'espectroscòpia de biomolècules. La manera concreta de desenvolupar cada tipus de problema/treball científic s'indicarà a classe o al CV. Els alumnes faran petits grups per resoldre i fer exposicions orals i escrites dels problemes/treballs científics proposats.

Pràctiques. Per tal d'adquirir coneixements tècnics sobre els equipaments actuals relacionats amb l'espectroscòpia es faran sessions de pràctiques en diversos Serveis Científico-Tècnics i Laboratoris de la UAB: Laboratori de Luminescència i Espectroscòpia de Biomolècules; Servei de Microscòpia; Servei de Ressonància Magnètica; Laboratori de Biofísica.

"La metodologia docent proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries."

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes teòriques	36	1,44	1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12
Tipus: Supervisades			
Presentació en grup d'una exposició pública de problemes/treballs científics	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8

Pràctiques	9	0,36	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Tutoria	6	0,24	1, 3, 4, 5, 7, 9, 12
Tipus: Autònomes			
Estudi personal	55,5	2,22	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Preparació de problemes/treballs científics	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Avaluació

La qualificació de les activitats d'avaluació es basarà en 5 elements:

- (1) Exposició pública de problemes/treballs científics a classe (avaluació grupal): màxim 1 punt (10%).
- (2) Lliurament d'informes de problemes/treballs científics (avaluació grupal): màxim 1 punt (10%).
- (3) Avaluació de la participació en pràctiques: màxim 1 punts (10%)
- (4) Avaluació de la participació en les classes de contingut teòric: màxim 2 punts (20%)
- (5) Prova final de continguts teòrics: màxim 5 punts (50%)

Cada bloc de l'assignatura (1- UV/VIS, Fluorescència, quimioluminiscència; 2- RMN, PET; 3- Infraroig, CD) s'avaluarà independentment segons els 5 elements anteriors. Es considerarà el bloc aprovat sempre que la nota sigui de 5 punts o superior (sobre 10). Per aprovar l'assignatura s'ha d'aprovar cada bloc per separat.

La nota de l'assignatura si s'aproven els tres blocs serà la mitjana de les qualificacions dels 3 blocs.

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

L'alumnat que no hagi superat l'assignatura (qualificació inferior a 5 punts sobre 10 en algun dels tres blocs), s'ha de presentar a la recuperació dels blocs no superats. Per a poder-s'hi presentar ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues tercers parts de la qualificació total de l'assignatura. 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.

La recuperació consistirà en una prova escrita sobre els continguts teòrics de l'assignatura (punt número 5 de les activitats d'avaluació).

L'assistència a les sessions pràctiques és obligatòria. L'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan l'absència sigui superior al 20% de les sessions programades.

"L'avaluació proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries."

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació assistència/participació classes contingut teòric	20%	1,5	0,06	6, 8, 9, 10, 12
Avaluació de problemes/treballs científics	10%	0,75	0,03	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12

Avaluació de pràctiques	10%	0,75	0,03	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Avaluació presentació de problemes/treballs científics	10%	0,75	0,03	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Avaluació prova final	50%	3,75	0,15	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12

Bibliografia

1. An Introduction to Spectroscopy for Biochemists. S.B. Brown, 1980. Academic Press.
2. Principles of Fluorescence Spectroscopy. J.R. Lakowicz, 1983. Plenum Press.
3. Biological Spectroscopy. I.D. Campbell i R.D. Dwek, 1984. Benjamin-Cummings.
4. NMR of Proteins and Nucleic Acids. K. Wüthrich, 1986. Wiley.
5. NMR in Medicine and Biology. Structure Determination, Tomography, in vivo Spectroscopy. K.H. Hausser i H.R. Kalbitzer, 1989. Springer-Verlag.
6. Espectroscopía *in vivo* por Resonancia Magnética Nuclear. J.M. García Segura, 1991. Eudema Universidad.
7. Fluorescence Spectroscopy. New Methods and Applications. O.S. Wolfbeis, 1993. Springer Verlag.
8. Biomolecular NMR Spectroscopy. J.N.S. Evans, 1995. Oxford University Press.
9. NMR and its Applications to Living Systems, 2nd Edition. D.G. Gadian, 1995. Oxford University Press.
10. Infrared Spectroscopy of Biomolecules. H.H. Mantsch i D. Chapman, 1996, Wiley-Liss.
11. Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. J-M. García Segura y col., 1999, Editorial Síntesis, Madrid
12. Fluorescent and Luminiscent Probes for Biological Activity. W.T. Mason, 1999. Academic Press
13. Magnetic Resonance in Chemistry and Medicine. Ray Freeman, 2003. Oxford University Press.
14. Optical Spectroscopy in Chemistry and Life Sciences. Werner Schmidt, 2005. Wiley-VCH.
15. Spectroscopy for the Biological Sciences. Gordon G. Hammes, 2005. Wiley-Interscience.
16. Physical principles and techniques of protein chemistry. Sydney J. Leach Ed., 1973. Academic Press.
17. In vivo NMR Spectroscopy. Principles and Techniques. 2nd Edition. Robin A. de Graff, 2007. Wiley.
18. Fluorescence Applications in Biotechnology and Life Sciences. Ewa M. Goldys Ed., 2009. Wiley-Blackwell.

Durant el curs s'indican articles científics originals i enllaços web.