

Biocatàlisi

Codi: 100867
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500252 Bioquímica	OB	2	2

Professor/a de contacte

Nom: Josep Antoni Biosca Vaque

Correu electrònic: josep.biosca@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

Altres indicacions sobre les llengües

Les classes de teoria i problemes seran en català, però part del material gràfic i sobretot la bibliografia estaran en anglès.

Equip docent

Mohammed Moussaoui Keribii

Prerequisits

No hi ha prerequisits oficials. De tota manera, part dels continguts de les assignatures de 1r curs i 2n curs (primer semestre) són necessaris per a poder seguir correctament l'assignatura. En especial, els de les assignatures següents: Termodinàmica i Cinètica Química, Química Orgànica dels Processos Bioquímics, Bioquímica I, Bioquímica II, Química i Enginyeria de Proteïnes, Tècniques Instrumentals Bàsiques i Avançades.

Per a algunes activitats és necessari un nivell bàsic de comprensió lectora d'anglès.

Objectius

L'assignatura Biocatàlisi es centra en l'estudi dels enzims. El coneixement dels enzims és clau en el marc de la Bioquímica atès el seu paper com a catalitzadors de les reaccions biològiques i les aplicacions en els processos biotecnològics. L'assignatura analitza els enzims des de diferents perspectives: activitat, cinètica, mecanismes i aplicacions. L'objectiu general de l'assignatura és proporcionar els fonaments per a l'anàlisi, caracterització i ús dels enzims des de les perspectives de la recerca i de l'aplicació biotecnològica i biomèdica.

Objectius concrets de l'assignatura:

Coneixement de les característiques generals, classificació i mètodes d'assaig de l'activitat enzimàtica.

Anàlisi de la cinètica enzimàtica i determinació i significat dels paràmetres cinètics.

Coneixement de la inhibició enzimàtica i les seves aplicacions, especialment en el camp dels fàrmacs.

Anàlisi del centre actiu i coneixement dels mètodes de caracterització.

Anàlisi dels mecanismes enzimàtics i de regulació.

Aplicacions biomèdiques i biotecnològiques dels enzims.

Competències

- Actuar amb responsabilitat ètica i amb respecte pels drets i deures fonamentals, la diversitat i els valors democràtics.
- Actuar en l'àmbit de coneixement propi avaluant les desigualtats per raó de sexe/gènere.
- Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
- Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
- Demostrar que es comprenen i s'apliquen els mecanismes de catàlisi biològica basats en l'estructura dels catalitzadors biològics i les reaccions químiques.
- Gestionar la informació, organització i planificació del treball.
- Interpretar resultats experimentals i identificar elements consistents i inconsistents.
- Introduir canvis en els mètodes i els processos de l'àmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.
- Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
- Manejar bibliografia i interpretar la informació de les principals bases de dades biològiques, així com saber usar les eines informàtiques bàsiques.
- 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. Actuar amb responsabilitat ètica i amb respecte pels drets i deures fonamentals, la diversitat i els valors democràtics.
2. Actuar en l'àmbit de coneixement propi avaluant les desigualtats per raó de sexe/gènere.
3. Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
4. Aplicar els recursos informàtics per a la comunicació, la recerca d'informació, el tractament de dades i el càlcul.
5. Avaluar la idoneïtat dels mètodes de determinació d'activitats enzimàtiques i analitzar l'efecte de les condicions experimentals d'assaig.
6. Calcular i interpretar els paràmetres cinètics de les reaccions enzimàtiques, mitjançant mètodes gràfics i utilitzant programes informàtics.
7. Explicar els fonaments fisicoquímics de la catàlisi enzimàtica.
8. Explicar les bases estructurals i els principals mecanismes de la catàlisi enzimàtica, i com es regula.
9. Gestionar la informació, organització i planificació del treball.
10. Interpretar resultats experimentals i identificar elements consistents i inconsistents.
11. Introduir canvis en els mètodes i els processos de l'àmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.
12. Llegir textos especialitzats tant a llengua anglesa com a les llengües pròpies.
13. Obtenir informació de les bases de dades sobre estructura, activitat, i funcions biològiques dels enzims i les seves aplicacions.

Continguts

Temes de teoria.

Tema 1. Introducció a la biocatàlisi.

Concepte de biocatàlisi. Mercat i utilització dels biocatalitzadors. Prejudicis en la utilització d'enzims. Perspectiva històrica. Onades d'innovació en la biocatàlisi. Avantatges i inconvenients dels biocatalitzadors. Diferents tipus de processos de biocatàlisi. Sistemes cel·lulars i enzimàtics: propietats. Factors a considerar en un procés de biocatàlisi: font del biocatalitzador i optimització del procés.

Tema 2. Propietats, classificació i nomenclatura dels enzims.

Propietats generals dels enzims: Concepte i significació biològica, química i pràctica. Definicions. Complex enzim-substrat. Disminució de l'energia d'activació. Estat de transició. Cofactors enzimàtics. Nomenclatura i classificació dels enzims. Bases de dades amb informació d'enzims.

Tema 3. Mètodes de determinació de l'activitat enzimàtica i d'obtenció d'enzims.

Obtenció i caracterització dels enzims. Fonts d'obtenció. Tècniques per a l'extracció d'enzims. Purificació d'enzims. Anàlisi del procés de purificació. Mètodes de determinació de l'activitat enzimàtica. Assajos directes i indirectes, continus i discontinus. Velocitat inicial: concepte, determinació, representació. Unitats d'activitat enzimàtica. Efecte de la concentració d'enzim.

Tema 4. Anàlisi de la cinètica enzimàtica.

Cinètica enzimàtica. Reaccions amb un substrat. Efecte de la concentració de substrat: equació de Michaelis-Menten. Estat pre-estacionari i estat estacionari: conceptes. Hipòtesi d'estat estacionari: tractament de Briggs-Haldane. Reaccions enzimàtiques amb més d'un complex intermedi enzim-substrat. Significat dels paràmetres cinètics k_{cat} , K_M i k_{cat}/K_M . Determinació dels paràmetres cinètics. Mètodes amb representacions lineals: Lineweaver-Burk, Eadie-Hofstee i Hanes-Woolf. Altres mètodes: regressió no lineal i mètode directe (Eisenthal i Cornish-Bowden). Equació de Michaelis-Menten per a reaccions reversibles: relació de Haldane.

Tema 5. Inhibició de la catàlisi enzimàtica.

Inhibició de la catàlisi enzimàtica: tipus d'inhibidors. Inhibidors reversibles: inhibició competitiva, inhibició acompetitiva i mixta (inclou la inhibició no competitiva). Model general. Anàlisi gràfica dels diferents tipus d'inhibició. Determinació de les constants d'inhibició. Concepte de IC_{50} i la seva relació amb les constants d'inhibició. Inhibició per excés de substrat. Discriminació entre substrats competitius. Inhibidors pseudoirreversibles i inhibidors irreversibles. Marcadors per afinitat. Inhibidors suïcides. Utilització d'inhibidors com a fàrmacs.

Tema 6. Anàlisi de la cinètica enzimàtica en reaccions amb més d'un substrat.

Reaccions amb més d'un substrat: notació de Cleland. Mecanisme seqüencial ordenat, mecanisme seqüencial estadístic, mecanisme de doble desplaçament (ping-pong). Tractament matemàtic i anàlisi gràfica. Mètodes per a la determinació del tipus de mecanisme. Intercanvi isotòpic i efecte isotòpic.

Tema 7. Cinètica dels estats efímers o fugaos ("transients").

Característiques dels mètodes de cinètica ràpida. Mètodes de mescla: flux continu ("continuous flow"), flux detingut ("stopped-flow") i flux extingit ("quenched-flow"). Mètodes de relaxació: salt de temperatura (T-jump), salt de pressió (P-jump). "Bursts" i "lags". Anàlisi del "Burst" d'una reacció: determinació de la concentració de centres actius. Aplicació de les tècniques de cinètica ràpida al procés de fixació del N_2 .

Tema 8. Efecte del pH i de la temperatura en les reaccions enzimàtiques.

Efecte de la temperatura sobre la cinètica enzimàtica. Representació d'Arrhenius. Enzims d'organismes extremòfils. Efectes del pH sobre la cinètica enzimàtica. Influència del pH sobre els paràmetres cinètics. Ionització de residus essencials. Avaluació de les constants de ionització. Identificació dels grups ionitzables implicats en els processos d'unió i catàlisi. Efectes del microentorn sobre el pK. Exemples.

Tema 9. Cooperativitat i al·losterisme.

Unió de lligands a proteïnes. Concepte i tipus de cooperativitat. Anàlisi de la cooperativitat. Equació d'Adair. Equació de Hill. Unió de l'oxigen a l'hemoglobina. Models de cooperativitat. Model de Monod, Wyman i Changeux. Explicació dels efectes cooperatius homotròpics pel model MWC. Enzims al·lostèrics. Sistemes K i sistemes V. Model de Koshland, Nemethy i Filmer. Determinació del model de cooperativitat que segueix un determinat enzim. Exemple d'enzim amb regulació al·lostèrica: aspartat carbamil transferasa.

Tema 10. Especificitat enzimàtica.

El centre actiu, especificitat i estructura tridimensional. Definició de centre actiu. Característiques del centre actiu. Teories sobre l'acoblament entre l'enzim i el substrat. Teoria de Fisher (pany i clau). Teoria de Koshland ("induced fit" o acoblament induït). La hexoquinasa com a exemple d'acoblament induït. Teoria de la selecció conformacional. Hipòtesi de la unió a tres punts. Hipòtesi que impliquen tensió. Estabilització de l'estat de transició. Evidències que recolzen la teoria de l'estat de transició. Anticossos catalítics. Aplicacions dels anticossos catalítics.

Tema 11. Estudi del centre actiu.

Investigació de l'estructura tridimensional de proteïnes: raigs X, RMN, crio-microscòpia electrònica. Identificació dels centres d'unió i de catàlisi. Modificació química amb inhibidors irreversibles específics. Marcadors per afinitat. Inhibidors suïcides, exemples amb interès farmacològic. Mutagènesi dirigida. Les serina-proteases: subtilisina. Endonucleases de restricció. Mecanismes "editorials" i de correcció d'errors: aminoacil-tRNA sintetases.

Tema 12. Mecanismes de catàlisi enzimàtica.

Mecanismes de catàlisi. Introducció als mecanismes de l'acció enzimàtica. Catàlisi àcido-bàsica. Triosa fosfat isomerasa. Catàlisi covalent. Serina proteases i aminotransferases. Catàlisi amb ions metàl·lics. Mecanismes de l'alcohol deshidrogenasa i de l'anhidrasa carbònica. Efecte de l'entorn: catàlisi electrostàtica. El lisozim i la superòxid dismutasa. Efectes de proximitat i orientació. Canaltzació d'intermediaris. Enzims multifuncionals. Enzims amb funcions addicionals no enzimàtiques "moonlighting enzymes".

Tema 13. Cofactors i ribozims.

Cofactors i ribozims. Activitat catalítica del RNA. Tipus de ribozims. El ribosoma és unribozim. Significat biològic dels ribozims. Món RNA. Aplicacions dels ribozims.

Tema 14. Regulació de l'activitat enzimàtica.

Regulació de l'activitat enzimàtica. Modificació de la concentració d'enzim. Regulació de la síntesi i degradació dels enzims. Mecanismes de degradació. Variació de la velocitat enzimàtica en funció de la concentració de substrat, producte i cofactors. Activació per precursor i retroinhibició. Significat funcional de la cooperativitat i el al·lostèrisme. Control hormonal. Isoenzims. Polimerització-despolimerització. Unió a altres proteïnes. Modificació covalent irreversible. Modificació covalent reversible. Sistemes de cascada enzimàtica.

Tema 15. Aplicacions biomèdiques i biotecnològiques dels enzims.

Enzims en bioquímica clínica i biotecnologia. Enzims com agents terapèutics. Enzims indicadors de patologies. Enzims plasmàtics. Factors que afecten els nivells dels enzims plasmàtics. Exemples d'enzims amb interès diagnòstic. Aminotransferases. Creatina quinasa. Lactat deshidrogenasa. Indicadors de l'infart de miocardi. Enzims com a reactius en bioquímica clínica. Enzims i errors congènits del metabolisme, exemples. Enzims en la indústria. Producció en gran escala d'enzims. Aplicacions: fàrmacs, indústria alimentària, detergents, indústria tèxtil. Enzims immobilitzats. Enzims com a biosensors.

Tema 16. Evolució dirigida.

Mètodes per millorar la biocatàlisi. Disseny i síntesi de nous catalitzadors. Evolució dirigida. Generació de mutants. Selecció i cribratge de l'activitat enzimàtica. Re-disseny d'enzims per a modificar la seva termoestabilitat i enantioselectivitat. Evolució adaptativa al laboratori.

Resolució de problemes.

Els problemes es centren de forma específica en l'anàlisi de l'activitat enzimàtica i la determinació i interpretació dels paràmetres cinètics. Els enunciats dels problemes es lliuraran a través del Campus Virtual.

Lliurament de treballs pel Campus Virtual:

Es proposaran dos treballs a través del Campus Virtual, que hauran de ser resolts pels equips (de tres/quatre persones) prèviament formats. Els treballs hauran de ser lliurats abans d'una data concreta a través del Campus Virtual.

Metodologia

L'assignatura de Biocatàlisi consta de classes teòriques, classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques, resolució i lliurament de problemes en grup i tutories. Les activitats formatives de l'assignatura es complementen amb els continguts pràctics de formació en l'àmbit dels enzims que s'imparteixen en l'assignatura Laboratori Integrat 4. A continuació es descriu l'organització i la metodologia docent que es seguirà en aquests tipus d'activitats formatives.

Classes de teoria:

El contingut del programa de teoria serà impartit principalment pel professor en forma de classes magistrals amb suport audiovisual. Les presentacions utilitzades a classe pel professor estaran disponibles al Campus Virtual de l'assignatura abans de l'inici de cadascun dels temes del curs. Aquestes sessions expositives constituïran la part més important de l'apartat de teoria. Es recomana disposar del material publicat al Campus Virtual per tal de poder seguir les classes amb més comoditat. Per tal de consolidar i clarificar els continguts explicats a classe, s'aconsella consultar de forma regular els llibres recomanats a l'apartat de Bibliografia i els enllaços i recursos indicats en els diferents temes, que contenen vídeos i animacions relacionats amb els processos explicats a classe.

Classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques:

En aquestes sessions el grup classe es dividirà en dos grups (A i B). Cal consultar a quin grup es pertany i assistir a les classes corresponents del grup. Hi haurà 10 sessions de problemes que es dedicaran a la resolució de problemes relacionats amb els continguts del programa de teoria i a l'ús d'aplicacions informàtiques relacionades amb els enzims.

Es pretén que aquestes classes serveixin per consolidar els continguts prèviament treballats a les classes de teoria i també per conèixer algunes de les estratègies experimentals, la interpretació de dades científiques i la resolució de problemes basats en situacions experimentals reals.

Lliurament de treballs pel Campus Virtual:

Periòdicament es proposaran a través del Campus Virtual un conjunt de preguntes que els alumnes hauran de resoldre abans d'una data concreta.

L'alumne enviarà les respostes al professor mitjançant l'eina de lliurament d'arxius del Campus Virtual. L'arxiu haurà de ser en format pdf, no podent superar la mida de fitxer màxima permesa per la plataforma. Cal recordar que aquesta aplicació no permet el lliurament d'arxius més enllà del termini establert.

Aquesta activitat pretén estimular la competència del treball en equip, mitjançant l'organització de l'alumnat en grups de treball en els que tots els membres hauran de participar activament en la resolució de les qüestions.

La metodologia d'aquesta activitat serà la següent:

- A l'inici del curs els alumnes s'organitzaran en grups de tres o quatre persones, inscrivint els grups a través del Campus Virtual abans de la data límit indicada pel professor.
- Els grups treballaran les qüestions indicades per a aquesta activitat fora de l'horari de classe.
- Els treballs es lliuraran a través del Campus Virtual. La qualificació obtinguda serà aplicable a tots els membres del grup de treball al que pertanyi l'alumne.

Els enunciats dels lliuraments es publicaran a través del Campus Virtual on també s'indicaran les dates d'entrega.

Tutories

Es realitzaran tutories individuals a petició de l'alumnat. En el cas que el nombre de sol·licituds fos extremadament elevada, sobretot de cara a exàmens parcials, es podria realitzar una tutoria d'aula abans de cada parcial de teoria (dues en total), que s'anunciarien oportunament a través del Campus Virtual. L'objectiu d'aquestes sessions serà el de resoldre dubtes, repassar conceptes bàsics i orientar sobre les fonts d'informació consultades. Aquestes sessions no seran expositives ni en elles s'avançarà matèria del temari oficial, sinó que seran sessions de debat i discussió.

Material disponible al Campus Virtual de l'assignatura:

Presentacions utilitzades pel professor a classes de teoria.

Enunciats dels problemes o casos a treballar a les classes de problemes.

Enunciats de les questions a respondre mitjançant l'eina de lliurament.

Programació i informació de les activitats docents (classes d'aula, tutories, avaluacions, ...).

Enquestes d'avaluació.

En alguna classe es dedicaran 15 minuts a respondre una enquesta d'avaluació de l'actuació docent, així com també de l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques	10	0,4	4, 5, 6, 10, 12, 13
Classes de teoria	35	1,4	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13
Tipus: Supervisades			
Tutories	2	0,08	5, 6, 7, 8
Tipus: Autònomes			
Anàlisi i resolució de problemes	20	0,8	4, 5, 6, 9, 10, 12, 13
Estudi	57	2,28	4, 7, 8, 9, 10, 12
Resolució i lliurament de problemes en grup	19	0,76	4, 5, 6, 9, 10, 12, 13

Avaluació

L'avaluació d'aquesta assignatura tindrà el format de continuada. L'objectiu de l'avaluació continuada és el d'incentivar l'esforç de l'alumne al llarg de tot el temari, permetent avaluar el seu grau de seguiment i comprensió de la matèria.

Teoria (70% de la nota global)

Avaluació individual mitjançant:

Dues proves parcials amb preguntes de tipus test i preguntes curtes, que seran eliminatòries si la seva qualificació és igual o superior a 4 (de 10). El pes de cada prova serà del 35% de la nota global.

Una prova de recuperació dels parcials de teoria amb preguntes de tipus test i preguntes curtes corresponents al primer o segon parcials. 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.

L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en l'examen anterior d'algun o dels dos parcials hauran de realitzar l'examen de recuperació del parcial(s) corresponent(s) (primer parcial, segon parcial o tots dos).

En ocasió de la prova de recuperació serà possible examinar-se per millorar la nota d'algun o dels dos parcials. En aquest cas, s'entén que es renuncia a la nota anterior i es considerarà com a qualificació del parcial la obtinguda en el segon examen.

El pes total de l'avaluació de teoria serà del 70% de la nota global.

Avaluació pel Campus virtual: (10% de la nota global)

Periòdicament (2 cops durant el curs), es proposaran un conjunt de preguntes que s'hauran de resoldre abans d'una data concreta. L'estudiant enviarà al professor la resolució d'aquestes qüestions per l'eina de lliurament d'arxius del Campus virtual. El lliurament serà individual i el pes de cada lliurament serà del 5% de la nota global.

Els treballs elaborats en grups de 3 o 4 persones es lliuraran a través del Campus Virtual. Per a la valoració es tindrà en compte no tant sols la resolució correcta del treball sinó també el seu plantejament i presentació. Tot el grup rebrà la mateixa qualificació. Si es considera necessari el professor podrà sol·licitar que s'empleni de manera individual un qüestionari referent a la feina del grup. Tot i que els resultats d'aquest qüestionari no tindran d'entrada un pes específic en la qualificació de l'assignatura, en cas de detectar valoracions negatives d'una persona per part de la resta de membres del seu grup que demostrin que no ha participat en el treball, la qualificació obtinguda pel grup no se li aplicarà o bé se li podrà reduir.

El pes total de l'avaluació per Campus virtual serà del 10% de la nota global.

Problemes (20% de la nota global)

1-Avaluació individual:

Dues proves parcials amb problemes, que seran eliminatòries si la seva qualificació és igual o superior a 4 (de 10). El pes de cada prova serà del 10% de la nota global.

Una prova de recuperació dels parcials de problemes amb problemes corresponents al primer o segon parcials. L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en l'examen anterior d'algun o dels dos parcials haurà de realitzar l'examen de recuperació del parcial(s) corresponent(s) (primer parcial, segon parcial o tots dos).

En ocasió de la prova de recuperació serà possible examinar-se per millorar la nota d'algun o dels dos parcials. En aquest cas, s'entén que es renuncia a la nota anterior i es considerarà com a qualificació del parcial la obtinguda en el segon examen.

El pes de l'avaluació individual de problemes serà del 20% de la nota global.

En tots els casos es tindrà en compte a més dels coneixements l'adquisició de competències de comunicació escrita.

Avaluació global de l'assignatura.

L'avaluació global de l'assignatura inclourà les qualificacions de les dues proves parcials tant de teoria com de problemes, així com el lliurament de treballs en grup. Sobre un total de 10 punts, caldrà obtenir una qualificació global igual o superior a 5 punts per superar la assignatura.

Els estudiants que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada (com ara per malaltia, defunció d'un familiar de primer grau ó accident) i aportin la documentació oficial corresponent al professor o al Coordinador de Grau, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en un altre data.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de treballs per campus virtual	10%	0	0	4, 5, 7, 8, 9, 12, 13
Dues proves parcials de teoria.	70%	4	0,16	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Resolució de problemes i casos pràctics i ús d'aplicacions informàtiques	20%	3	0,12	4, 5, 6, 9, 10, 13

Bibliografia

Bibliografia més rellevant

- Biocatalysis. Fundamentals and applications (2004). A. S. Bommarius, B. R. Riebel. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Accés on line UAB:

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2008692__Sbommarius__Orightresult__U__X4?lang=cat&suite=de

- Biocatalysis. Biochemical Fundamentals and Applications (2018). P. Grunwald. World Scientific. 2nd Edition.

- Biomolecular kinetics. A step-by-step guide. (2017). C. Bagshaw. 1st edition. CRC Press.

<http://web.a.ebscohost.com/pfi/results?vid=1&sid=1cff0d71-f937-4165-90ba-a072467c5916%40sessionmgr4006>

- Biotransformations in Organic Chemistry. 6th ed. K. Faber (2011). Ed. Springer. Accés on line UAB:

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2038210__Skurt%20faber__Orightresult__U__X4?lang=cat&suite=de

- Enzyme Assays. A Practical Approach. R. Eienthal and M. J. Danson (2002) 2nd ed. Oxford University Press. Oxford.

- Enzyme Kinetics: Principles and Methods, Third, enlarged and improved Edition. Bisswanger, H. 2017. WileyVCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Accés on line UAB:

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2033620__Sbisswanger__Orightresult__U__X4?lang=cat&suite=de

- Enzyme Kinetics: Catalysis & control: a reference of theory and best-practice methods. 2010. Purich, D.L.Elsevier Academic San Diego, California (recurs electrònic).

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb1856617__Spurich__Orightresult__U__X4?lang=cat&suite=def

- Enzymes: Biochemistry, Biotechnology, Clinical Chemistry. Palmer, T., Bonner, P. 2nd ed. 2007. Elsevier.
Accés on line UAB:

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb1962824__Spalmer%20and%20bonner__Orightresult__U__X2?lan

- Exploring proteins, a student's guide to experimental skills and methods. Price, N.C. Ed. Oxford University Press, 2009

- Evaluation of enzyme inhibitors in drug discovery. R. A. Copeland (2013). 2nd ed. Wiley Interscience. John Wiley & Sons.

<https://onlinelibrary-wiley-com.are.uab.cat/doi/book/10.1002/9781118540398>

- Fundamentals of Enzyme Kinetics. A. Cornish-Bowden (2012). 4th edition. Wiley-Blackwell.

- Industrial Enzymes. Structure, Function and Applications (2007). Ed. J. Polaina and A.P. MacCabe. Springer.

- Structure and Mechanism in Protein Science. A guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding (1998). A. Fersht. W.H. Freeman & Company.

Obres Generals

- "Biochemistry" (2019). Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Gatto, Jr., Stryer, L. 9^a ed. MacMillan International. New York

- "Biochemistry" (2013), Mathews, C. K., van Holde, K. E., Appling, D., Anthony-Cahill, S. 4^a ed. Pearson Education. Upper Saddle River.

- "Voet's Principles of Biochemistry" (2018). Voet D., Voet J.G. i Pratt C.W. 5th Edition, Global Edition (2018). Wiley.

- "Fundamentos de Bioquímica. La vida a nivel molecular" (2016). Voet D., Voet J.G. i Pratt C.W. 4^a ed. Ed. Médica Panamericana. Traduït de la 4^a ed. anglesa de l'any 2013. Accés des de la UAB:

[https://www-medicapanamericana-com.are.uab.cat/VisorEbookV2/Ebook/9786079356972#\(%22Pagina%22:%22](https://www-medicapanamericana-com.are.uab.cat/VisorEbookV2/Ebook/9786079356972#(%22Pagina%22:%22)

- "Bioquímica" (2013). Mathews, C. K., van Holde, K. E., Appling, D., Anthony-Cahill, S. 4^a ed. Addison/Wesley. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid.

Traduït de la 4a ed. en anglès de l'any 2013 publicada per Pearson Education.

- "Bioquímica con aplicaciones clínicas" (2013). Stryer, L., Berg, J.M., Tymoczko, J.L. 7a ed. Ed. Reverté.

Traduït de la 7a ed. en anglès de l'any 2012 publicada per WH Freeman and Company.

- "Lehninger Principles of Biochemistry" (2017). Nelson, D.L. and Cox, M.M. 7^a ed. Freeman, New York.

- "Lehninger Principios de Bioquímica" (2014). Nelson, D.L. and Cox, M.M. 6^a ed. Omega. Barcelona.

Enllaços web

Els trobareu actualitzats en els fitxers de l'assignatura al Campus Virtual.

Programari

Els programes que s'utilitzaran durant el curs són:

COPASI.

COPASI és un programa per a la simulació i anàlisi de xarxes bioquímiques i la seva dinàmica.

<http://copasi.org/>

PYMOL.

És un programa de visualització molecular.

<https://pymol.org>

CHEMBIODRAW.

Software que permet dibuixar estructures biològiques i estructures de compostos químics.