Faculty of Medicine in Rijeka

Curriculum
2025/2026

For course

Biokemija

Study program:	**Sanitarno inženjerstvo (R)** University undergraduate study
Department:	**Department of Medical Chemistry, Biochemistry and Clinical Chemistry**
Course coordinator:	**prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med.**
Year of study:	**2**
ECTS:	**7**
Incentive ECTS:	**0 (0.00%)**
Foreign language:	**No**

Course information:

Kolegij Biokemija je obvezni predmet na drugoj godini redovnog Prijediplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo koji se održava u četvrtom semestru, a sastoji se od 30 sati predavanja, 30 sati seminara i 15 sati vježbi, odnosno ukupno 75 nastavnih sati (7 ECTS). Nastava kolegija izvodi se u predavaonicama Medicinskog fakulteta te u praktikumu Zavoda za medicinsku kemiju, kliničku kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta.

Cilj nastave iz predmeta Biokemija je usvajanje znanja o molekularnom ustrojstvu žive tvari i povezanim metaboličkim reakcijama, zajedničkim biološkim procesima u svim organizmima. Studenti se upoznaju s građom bioloških molekula, mehanizmima kojim obavljaju svoju fiziološku ulogu u stanicama, njihovim kemijskim pretvorbama pri procesima pridobivanja energije i korištenja te energije u sintezi makromolekula vlastitog organizma kao i s usklađivanjem tih metaboličkih tokova kako bi se na najpovoljniji način zadovoljile potrebe organizma. Temeljito shvaćanje i povezivanje ovih načela podupire razumijevanje tokova fizioloških procesa na molekularnoj razini i uloge čimbenika okoliša u kemiji živih organizama što bi trebalo omogućiti studentima korištenje primjerenih postupaka u segmentima očuvanja i unaprjeđenja zdravlja pojedinca i šire zajednice.
Sadržaj predmeta je sljedeći:
01. Struktura i uloga proteina i enzima.
02. Prijenos i pohranjivanje energije. Bioenergetika. Metabolizam ugljikohidrata i lipida.
03. Metabolizam dušika. Metabolizam aminokiselina. Metabolizam nukleotida.
04. Struktura, funkcija i replikacija informacijskih makromolekula.
05. Biokemija izvanstanične i unutarstanične komunikacije.
06. Integracija i regulacija metabolizma.
07. Odabrana poglavlja. Metabolizam ksenobiotika.

ISHODI UČENJA ZA PREDMET:
I. KOGNITIVNA DOMENA
1. Prepoznati i klasificirati biološki važne molekule te povezati njihovu građu s funkcijom.
2. Prepoznati i objasniti temeljne anaboličke i kataboličke reakcija koje podržavaju život.
3. Integrirati temeljne metaboličke procese u živim organizmima.
4. Objasniti regulacijske mehanizme u metaboličkim procesima stanice.
II. PSIHOMOTORIČKA DOMENA
1. Razviti osnovne eksperimentalne i tehičke vještine za rad u biokemijskom laboratoriju (osnove sigurnog rada, izračun i prikazivanje rezultata, primjena terijskog zanja u interpretaciji rezultata).
III. AFEKTIVNA DOMENA
1. Stvoriti kritički stav o značenju biokemijskih koncepata za razumijevanje pojava u biološkim i okolišnim sustavima i praktičnim namjenama (u medicini, prehrani, agronomiji, okolišu).

Izvođenje nastave:
Razvijanje općih i specifičnih kompetencija
Nastava se izvodi u obliku predavanja, seminara i vježbi. Na predavanjima razvijaju se spoznaje o odnosu građe, fizikalnih i kemijskih svojstava, interakcijama među molekulama i kemijskim promjenama što se onda primjenjuje na biomolekule i metaboličke pretvorbe u organizmu. Student/studentica (dalje u tekstu: student) na seminarima organizira informacije i znanja stečena na predavanjima, stvara, analizira i povezuje nova znanja s prethodnim znanjima, razvija komunikacijske, logičke i kvantitativne vještine rasuđivanja, pristup u rješavanju računskih/problemskih zadataka. Na vježbama student stječe vještine eksperimentalnog rada, usvaja i primjenjuje teorijske osnove, osnovne laboratorijske tehnike i vještine rada. Razvija se sposobnost kreativnog i kritičkog razmišljanja pri izvođenju zaključaka na temelju podataka dobivenih analizom, vještine komunikacije, osjećaj za etičnost i odgovornost prilikom interpretacije rezultata analize, radne navike i odnos prema radu.
Pristup učenju i poučavanju
Predavanja i seminari izvode se uz aktivno sudjelovanje studenta u raspravi na zadanu temu i rješavanju zadataka temeljem pročitane literature i sadržaja iznesenih na prethodnim satima. Praktična nastava namijenjena je pružanju iskustva u planiranju i dizajniranju pokusa i tumačenju podataka. Vježbe se izvode praktično i samostalno u laboratoriju uz nadzor nastavnika, a rezultati se zajednički raspravljaju.
Nastavnik ocjenjuje sudjelovanje studenta u seminarskoj i vježbovnoj nastavi (iskazano znanje, razumijevanje, sposobnost postavljanja problema, zaključivanje, točnost rezultata, formalan, jezičan i sadržajan smisao pisanih radova). Prije formativnog vrednovanja, na satovima integracije gradiva raspravlja se o stečenom znanju s drugim studentima i nastavnikom, a kroz zadane uratke student samostalno utvrđuje obrađeno gradivo i rješava eventualne nejasnoće. Kontinuiranom provjerom zaokruženih cjelina gradiva procjenjuje se redovitost u praćenju i savladavanju prethodno obrađenog gradiva i priprema se za završnu provjeru znanja.
Pisanjem dnevnika učenja studenti se potiču na samostalno učenje kojim preuzimaju osobnu odgovornost za učenje.

List of assigned reading:

1. R. K. Murrayi sur: HARPEROVA ILUSTRIRANA BIOKEMIJA. Prijevod 28. izdanja. Stručne urednice prijevoda J. Lovrić i J. Sertić. Medicinska naklada, 2011, Zagreb.
2. Č. Milin i sur: PRIRUČNIK ZA SEMINARE I VJEŽBE IZ BIOKEMIJE ZA STUDENTE PREDDIPLOMSKOG STUDIJA SANITARNOG INŽENJERSTVA. Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zavod za kemiju i biokemiju, 2011, Rijeka.
3. Peter J. Kennelly, Kathleen M. Botham, Owen P. McGuinness, Victor W. Rodwell, P. Anthony Weil. Harper's Illustrated Biochemistry, 32nd Edition. McGraw Hill, LLC, 2023, USA. (pristup preko Access Medicine - pretplaćeni e-izvor Medicinskog fakulteta)
4. Nastavni materijali dostupni u sustavu za e-učenje Merlin

List of optional reading:

1. Stryer, L. BIOKEMIJA, Školska knjiga, Zagreb, 2012.

Curriculum:

Practicals list (with titles and explanation):

Vježba 1 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza proteina.

Sadržaj vježbi:
Kvalitativne reakcije na proteine. Kvantitativno određivanje ukupnih proteina u serumu metodom po Lowryju. Izoelektrični pH.
Ishodi učenja:
Praktično primijeniti usvojeno znanje o kemijskim svojstvima aminokiselina i proteina. Primijeniti kvalitativne kemijske metode u dokazivanju sastava smjese proteina i aminokiselina. Praktično odrediti koncentraciju proteina u serumu. Primijeniti stečeno znanje o fizikalnim svojstvima proteina pri interpretaciji izolektričnog pH otopine proteina.

Vježba 2 Čimbenici enzimske aktivnosti.

Sadržaj vježbi:
Utjecaj pH i temperature na aktivnost α-amilaze. Određivanje aktivnosti α-amilaze u serumu. Upoznati se s enzimima koji sudjeluju u procesu kemijske probave ugljikohidrata.
Ishodi učenja:
Primijeniti stečeno znanje o ulozi α-amilaze u procesu kemijske probave ugljikohidrata. Praćenjem tijeka razgradnje škroba djelovanjem α-amilaze ustanoviti utjecaj pH i temperature na aktivnost enzima. Protumačiti metode određivanja aktivnosti enzima te primjeniti metodu jedne točke.

Vježba 3 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.

Sadržaj vježbi:
Kvalitativne reakcije na šećere. Kvantitativno određivanje glukoze u krvi (GOD-PAP metoda).
Ishodi učenja:
Praktično primijeniti usvojeno znanje o kemijskim svojstvima ugljikohidrata za dokazivanje sastava smjese ugljikohidrata i prisutnosti šećera u urinu. Primijenti metodu za određivanje koncentraciju glukoze u serumu i interpretirati rezultat temeljem usvojenog znanja o značaju održavanja koncentracije glukoze u krvi stalnom.

Vježba 4 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza lipida.

Sadržaj vježbi:
Kvantitativno određivanje triglicerida u serumu. Kvantitativno određivanje ukupnog kolesterola, HDL-kolesterol i LDL-kolesterola u serumu. Dokazivanje keto-tijela u urinu. Elektroforeza lipoproteina (demonstracijska vježba).
Ishodi učenja:
Primijeniti metode za određivanje parametara lipidnog statusa u serumu i dokazati prisutnost patoloških sastojaka u urinu te primijeniti stečeno znanje o svojstvima i ulozi lipida u organizmu u interpretaciji dobivenih rezultata. Protumačiti ulogu serumskih lipoproteina i princip njihovog elektroforetskog razdvajanja te interpretirati dobiveni elferogram temeljem usvojenog znanja o metabolizmu lipoproteina.

Vježba 5 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.

Sadržaj vježbi:
Određivanje uree u urinu. Određivanje kreatinina u serumu. Određivanje mokraćne kiseline u urinu. Test na nitrite prema Griessu i Iloswayu.
Ishodi učenja:
Protumačiti i primijeniti kvalitativne i kvantitavne metode dokazivanja i određivanja neproteinskih dušikovih spojeva u urinu i serumu. Navesti patološke sastojke urina i protumačiti usvojene pojmove vezane uz procjenu bubrežne funkcije, metabolizam aminokiselina te promet purina.

Seminars list (with titles and explanation):

Seminar 1 Arhitektura proteina.

Sadržaj seminara:
Podjela i uloga proteina. Struktura proteina. Vlaknasti i globularni proteini.
Ishodi učenja:
Klasificirati proteine prema njihovoj funkciji i obliku i navesti najznačajnije predstavnike iz svake klase proteina.

Navesti i definirati razine organizacije strukture proteina i ilustrirati značenje intra- i intermolekulskih veza i sila u izgradnji proteina. Na primjeru anemije srpastih stanica objasniti povezanost primarne strukture i genetskog koda. Razlikovati primarnu strukturu od konformacije peptidnog lanca. Definirati denaturaciju i obrazložiti njen značaj u biološkim sustavima. Povezati pogreške u smatanju proteina s konformacijskim bolestima. Razlikovati strukturu globularnih i fibrilarnih proteina i povezati ih s njihovom funkcijom. Na primjeru kolagena opisati elemente izgradnje strukture vlaknastih proteina.

Seminar 2 Kofaktori: osnovni pojmovi, svojstva i biološka uloga

Sadržaj seminara:
Biokemijske reakcije. Osobine i podjela enzima i kofaktora.
Ishodi učenja:
Izložiti značajke šest osnovnih tipova reakcija u bioškim sustavima. Podijeliti enzime i kofaktore prema tipu katalizirane reakcije. Rastumačiti molekulsku funkciju svakog kofaktora u metaboličkim reakcijama. Objasniti ulogu vitamina B skupine u djelovanju enzima i posljedice njihova manjka.

Seminar 3 Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.

Sadržaj seminara:
Metabolički putovi. Energijom bogati spojevi. Aktivirani prenositelji. Stanično disanje. Načela regulacije metabolizma.
Ishodi učenja:
Izložiti osnovne funkcije metabolizma te rastumačiti anaboličke i kataboličke putove. Prepoznati spojeve s visokim potencijalom prijenosa fosforilne skupine i elektrona. Opisati i primjerima ilustrirati ulogu ATP, NAD+, FAD, NADPH u biološkoj pretvorbi energiji. Opisati stupnjeve energijskog metabolizma i rastumačiti ulogu acetil-CoA u tom procesu. Izložiti osnovnu strategiju metabolizma i obrasce koji se susreću u njegovoj regulaciji: alosterički enzimi i alosterička kontrola, izoenzimi, kovalentna modifikacija i proteoliza.

Seminar 4 Put pentoza-fosfata. Metabolizam ostalih heksoza.

Sadržaj seminara:
Oksidativni i neoksidativni ogranak puta pentoza-fosfata. Metabolizam fruktoze i galaktoze.
Ishodi učenja:
Usporediti ulogu oksidativnog i neoksidativnog ogranka puta pentoza-fosfata i navesti tkivnu i staničnu lokalizaciju puta. Obrazložiti razlike reakcija transketolaze i transaldolaze. Protumačiti međudjelovanje glikolize, glukoneogeneze i puta pentoza-fosfata obzirom na potrebe za NADPH, riboza-5-fosfatom i ATP. Izložiti ulogu NADPH u biološkim procesima. Protumačiti biokemijsku podlogu favizma i posljedice manjka tiamina. Objasniti ulazak fruktoze i galaktoze u glikolizu i glukoneogenezu. Objasniti biokemijsku osnovu galaktozemije.

Seminar 5 Metabolizam glikogena i njegova regulacija.

Sadržaj seminara:
Glikogenoliza i glikogeneza: pojedine reakcije i regulacija.
Ishodi učenja:
Usporediti i protumačiti svrhu razgradnje glikogena u jetri i mišićima. Izložiti nastanak glukoze iz glikogena i stvaranje glikogena iz glukoze s osvrtom na enzime, supstrate, kofaktore, staničnu lokalizaciju i hormonsku regulaciju tih procesa. Usporediti i protumačiti regulaciju glikogenolize i glikogeneze i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan. Sažeti ulogu glikogenolize, glikogeneze i glukoneogeneze u regulaciji koncentracije glukoze u krvi.

Seminar 6 Integracija metabolizma ugljikohidrata.

Sadržaj seminara:
Metabolička raskrižja: glukoza-6-fosfat, piruvat i acetil-CoA.
Ishodi učenja:
Izložiti izvore i metaboličke tokove glukoza-6-fosfata, piruvata i acetil-CoA. Izložiti metaboličku sudbinu piruvata nastalog glikolizom u aerobnim i anaerobnim uvjetima. Objasniti prijenos NADH i ATP kroz mitohondrijsku membranu. Opisati ulogu i sudbinu citosolnog NADH nastalog u glikolizi. Usporediti aerobnu i anaerobnu glikolizu te izračunati energetsku bilancu stvaranja ATP pri aerobnoj i anaerobnoj glikolizi.

Seminar 7 Egzogeni i endgeni lipidi i njhov prijenos.

Sadržaj seminara:
Podjela, fizikalno-kemijske značajke i fiziološka uloga lipida. Metabolizam liporoteina.
Ishodi učenja:
Definirati i klasificirati lipide prema strukturnim svojstvima. Opisati fizikalno-kemijske značajke lipida i fiziološku ulogu pojedinih klasa lipida. Navesti svojstva masnih kiselina, ocrtati njihovu fiziološku ulogu i ulogu njihovih derivata. Razlikovati ulogu ω-3 i ω-6 masnih kiselina. Klasificirati lipoproteine, navesti njihov kemijski sastav i opisati ulogu u

prijenosu egzogenih i endogenih lipida.

Seminar 8 Ketogeneza i ketoliza.

Sadržaj seminara:
Sinteza i iskorištavanje ketonskih tijela.
Ishodi učenja:
Izložiti biosintezu ketonskih tijela i iskorištavanje u ekstrahepatičkim tkivima, fiziološke uvjete njihova stvaranja te posljedice nastanka.

Seminar 9 Regulacija biosinteze i razgradnje masnih kiselina.

Sadržaj seminara:
Modulacija toka metabolita u metabolizmu masnih kiselina. Usklađenost metabolizma masti i ugljikohidrata.
Ishodi učenja:
Usporediti biosintezu i razgradnju masnih kiselina, navesti kontrolna mjesta i suprotstaviti mehanizme za regulaciju tih procesa. Izložiti integraciju metabolizma masti s metabolizmom ugljikohidrata u jetri i masnom tkivu praćenjem toka molekula ovisno o omjerima metaboličkih valuta i regulacijskim krugovima.

Seminar 10 Metabolizam složenih lipida.

Sadržaj seminara:
Biosinteza i biorazgradnja fosfolipida i glikolipida.
Ishodi učenja:
Klasificirati složene lipide. Opisati strukturu te izvore i fiziološku ulogu fosfoglicerida. Izložiti sintezu i razgradnju fosfoglicerida. Izložiti nastanak i biološki značaj DAG i IP3.
Izložiti strukturu te opisati izvore i fiziološku ulogu sfingolipida i glikolipida. Izložiti biosintezu sfingomijelina i glikosfingolipida.

Seminar 11 Metabolizam ugljikova kostura aminokiselina.

Sadržaj seminara:
Razgradnja pojedinih skupina aminokiselina.
Ishodi učenja:
Navesti osnovne međuprodukte nastale razgradnjom ugljikovog kostura pojednih skupina aminokiselina i objasniti njihovu metaboličku sudbinu. Imenovati ketogene i glukogene aminokiseline. Povezati metabolizam aminokiselina s metabolizmon glukoze masnih kiselina/ketonskih tijela. Objasniti biokemijsku podlogu nasljednih poremećaja u metabolizmu Phe, Tyr, Cys i Met, i razgranatih aminokiselina. Sažeti katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.

Seminar 12 Specifični produkti nastali iz aminokiselina.

Sadržaj seminara:
Dušikov(II) oksid. Glutation. Biogeni amini. Aminokiseline kao prekursori hema, purinskih i pirimidinskih baza.
Ishodi učenja:
Pojasniti sintezu i ulogu glutationa, dušikovog(II) oksida i kateholamina. Ukazati na ulogu aminokiselina u biosintezi porfirina i nukleotida. Navesti preteče, glavne međuprodukte i ključne regulacijske reakcije u biosintezi purina i pirimidina (de novo te reakcijama iz metaboličkog otpada). Protumačiti značaj hipoksantin-fosforibozil-transferaze u metabolizmu purina u fiziološkim i patofiziološkim uvjetima. Sažeti biosintezu deoksiribonukleotida, s osvrtom na biosintezu deoksitimidilata i obrazložiti posljedice inhibicije njegove biosinteze.

Seminar 13 Integracija metabolizma

Sadržaj seminara:
Metabolički tok molekula.
Ishodi učenja:
Izložiti metaboličke interakcije praćenjem toka molekula kroz tri temeljna raskrižja metaboličkih putova ovisno o omjerima metaboličkih valuta I regulacijskom krugovima. Izložiti osobitosti metaboličkog profila u mišiću, masnom tkivu i jetri.

Lectures list (with titles and explanation):

Predavanje 1 Proteinogene aminokiseline.

Sadržaj predavanja:

Opća svojstva i reakcije aminokiselina. Podjela aminokiselina.
Ishodi učenja:
Klasificirati proteinogene aminokiseline te izložiti njihovu kemijsku građu, optičku aktivnost, disocijaciju i reaktivnost. Razlikovati esencijalne i neesencijalne aminokiseline. Definirati i koristiti pojmove pH, pKa i izolektrični pH za predviđanje stanja ionizacije aminokiselina ili peptida i i fizikalnih svojstava molekule.

Predavanje 2 Fiziološki aktivni peptidi.

Sadržaj predavanja:
Peptidna veza. Peptidi u biološkim sustavima..
Ishodi učenja:
Prikazati te opisati nastajanje peptidne veze i izložiti njene strukturne značajke. Navesti fiziološki aktivne peptide, pojasniti strukturne značajke i ukazati na njihovu funkciju.

Predavanje 3 Hemoglobin i mioglobin.

Sadržaj predavanja:
Struktura mioglobina i hemoglobina.Vlaknasti proteini. Globularni proteini.
Ishodi učenja:
Rastumačiti građu i funkciju hema u mioglobinu i hemoglobinu.

Razlikovati strukturu globularnih i fibrilarnih proteina i povezati ih s njihovom funkcijom. Na primjeru kolagena opisati elemente izgradnje strukture vlaknastih proteina. Objasniti biokemijsku osnovu skorbuta. Koristeći mioglobin i porine kao primjere, izložiti i razlikovati značajke tercijarne strukture globularnih proteina topljivih u vodi i transmembranskih proteina.

Predavanje 4 Odnos strukture i funkcije proteina.

Sadržaj predavanja:
Mehanizam vezanja kisika. Alosterički efekt.
Ishodi učenja:
Rastumačiti građu i funkciju hema u mioglobinu i hemoglobinu. Objasniti građu i funkcionalne razlike između hemoglobina i mioglobina s osvrtom na kooperativnost, Bohrov-učinak i učinak 2,3-bisfosfoglicerata. Opisati molekulsku osnovu alosterije.

Predavanje 5 Mehanizam djelovanja enzima.

Sadržaj predavanja:
Mehanizam enzimske katalize.
Ishodi učenja:
Definirati prijelazno stanje i slobodnu energiju aktivacije te opisati učinak enzima na energiju aktivacije.Opisati nastanak kompleksa enzim-supstrat (ES) i raspraviti njegova svojstva. Sažeti ključne značajke aktivnih mjesta enzima i povezati ih sa specifičnošću prema supstratu. Sažeti osnovne načine katalize.

Predavanje 6 Kinetika enzimskih reakcija.

Sadržaj predavanja:
Michaelis-Menteničin model. Utjecaj pH i temeperature na aktivnost enzima. Inhibicija enzimske aktivnosti.
Ishodi učenja:
Obrazložiti te primjerom i grafičkim prikazom potkrijepiti faktore enzimske aktivnosti. Skicirati Michaelis-Menteničin dijagram i rastumačiti utjecaj koncentracije supstrata na brzinu reakcije. Definirati vmax i KM i objasniti kako se ovi parametri mogu dobiti iz Lineweaver-Burkova dijagrama. Pojasniti značenje afiniteta prema supstratu i prometnog broja enzima. Usporediti ireverzibilne i reverzibilne inhibitore i navesti primjere svake inhibicije. Opisati učinke kompetitivnih i nekompetitivnih inhibitora na kinetiku enzimske reakcije. Primijeniti kinetička mjerenja i analizu za određivanje prirode inhibitora.

Predavanje 7 Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Metabolički putovi ugljikohidrata.

Sadržaj predavanja:
Probava i apsorpcija ugljikohidrata.
Ishodi učenja:
Objasniti hidrolitičku razgradnju ugljikohidrata s osvrtom na specifične enzime, mjesto njihova djelovanja u probavnom

sustavu te specifičnost djelovanja. Povezati intolerancije laktoze s gubitkom aktivnosti odnosne disaharidaze. Objasniti ulazak glukoze u stanicu te navesti metaboličke putove glukoze.

Predavanje 8 Glikoliza.

Sadržaj predavanja:
Glikoliza: pojedine reakcije i stehiometrija. Sudbina piruvata.
Ishodi učenja:
Opisati fiziološki značaj glikolize, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Prikazati i izložiti tijek glikolize s osvrtom na vrstu reakcije, supstrate, kosupstrate, produkte i enzime. Protumačiti kinetička obilježja glukokinaze i heksokinaze i njihov značaj u regulaciji koncentracije glukoze u krvi. Izložiti koncept fosforilacije na razini supstrata. Izračunati energetsku bilancu i izložiti stehiometriju glikolize. Objasniti tijek glikolize u anaerobnim i anaerobnim uvjetima i navesti krajnje produkte tih metaboličkih procesa. Izračunati energetsku bilancu stvaranja ATP pri anaerobnoj glikolizi.

Predavanje 9 Regulacija glikolize.

Sadržaj predavanja:
Modulacija toka metabolita u glikolizi.
Ishodi učenja:
Ukazati na amfiboličnu prirodu glikolize. Navesti kontrolna mjesta glikolizi te opisati mehanizme za regulaciju brzine tog puta. Izložiti usklađenost puta s metaboličkim potrebama jetre i mišića.

Predavanje 10 Glukoneogeneza. Regulacija glukoneogeze.

Sadržaj predavanja:
Glukoneogeneza: pojedine reakcije i stehiometrija. Ulazak supstrata u glukoneogenezu. Corijev ciklus. Modulacija toka metabolita.
Ishodi učenja:
Opisati fiziološki značaj glukoneogeneze, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Identificirati enzimske razlike glikolize i glukoneogeneze. Izračunati i energetsku bilancu i izložiti stehiometriju glukoneogeneze. Objasniti biološku ulogu biotina. Imenovati preteče glukoneogeneze, raspraviti fiziološke uvjete njihovog korištenja te opisati njihov ulazak u glukoneogenezu. Opisati Corijev ciklus i njegovu vezu s glukoneogenezom. Navesti kontrolna mjesta glukoneogeneze te opisati mehanizme za regulaciju brzine tog puta. Usporediti i protumačiti regulaciju glukoneogeneze i glikolize i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan. Protumačiti usklađenost glikolize i glukoneogeneze između mišića i jetre.

Predavanje 11 Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.

Sadržaj predavanja:
Multienzimski kompleks piruvat-dehidrogenaza.
Ishodi učenja:
Pojasniti sumarnu jednadžbu reakcije oksidacijske dekarboksilacije piruvata, s osvrtom na supstrate, kosupstrate, produkte reakcije te multienzimski kompleks koji katalizira reakciju i staničnu organelu u kojoj je lociran. Izložiti (ne)mogućnost nastanka piruvat iz acetil-CoA. Objasniti biološku ulogu tiamina, pantotenske kiseline, riboflavina i niacina.

Predavanje 12 Ciklus limunske kiseline.

Sadržaj predavanja:
Ciklus limunske kiseline: pojedine reakcije, stehiometrija i regulacija. Ciklus limunske kiseline kao okretište metabolizma.
Ishodi učenja:
Objasniti metabolički put nastanka acetil-CoA iz proteina, ugljikohidrata i triacilglicerola. Navesti osnovnu ulogu, staničnu lokalizaciju i uvjete u kojima je ciklus aktivan. Opisati slijed reakcija oksidacije acetilne jedinice u ciklusu limunske kiseline. Izložiti stehiometriju i bilancu stvaranja ATP pri oksidaciji jednog mola acetil-CoA. Navesti međuprodukte preko kojih je ciklus povezan s metabolizmom proteina i lipida. Protumačiti amfiboličku prirodu ciklusa. Demonstrirati na primjeru i protumačiti značaj anaplerotskih reakcija.

Predavanje 13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.

Sadržaj predavanja:
Oksidacijsko-redukcijske reakcije i standardni redukcijski potencijali. Organizacija respiracijskog lanca.
Ishodi učenja:

Komentirati značaj i navesti osnovne tipove oksidacijsko-redukcijskih reakcija u biološkim sustavima. Protumačiti pojam standardnog redukcijskog potencijala i navesti biološki značajne redoks sustave. Protumačiti pojam oksidacijske fosforilacije. Opisati lokalizaciju respiracijskog lanca, nabrojiti enzimske komplekse respiracijskog lanca i izložiti njihovu građu.

Predavanje 14 Respiracijski lanac.

Sadržaj predavanja:
Energetika i princip respiratornog lanca. Reaktivni oblici kisika.
Ishodi učenja:
Opisati tijek elektrona kroz pojedine komplekse respiracijskog lanca, prijenos protona između unutrašnjeg i vanjskog prostora mitohondrija i mehanizam sinteze ATP. Objasniti energetski učinak respiracijskog lanca i njegovu regulaciju. Izložiti i primjerima ilustrirati posljedice inhibicije oksidacijske fosforilacije. Objasniti posljedice nepotpune redukcije kisika.

Predavanje 15 Probava i mobilizacija neutralnih masti.

Sadržaj predavanja:
Probava i apsorpcija triacilglicerola. Lipoliza.
Ishodi učenja:
Izložiti strukturu te opisati izvore i fiziološku ulogu triacilglicerola. Opisati proces hidrolitičke razgradnje triacilglicerola u probavnom sustavu i njihovu apsorpciju..Izložiti hidrolizu triacilglicerola u adipoznom tkivu.

Predavanje 16 β-oksidacija masnih kiselina.

Sadržaj predavanja:
Razgradnja zasićenih masnih kiselina. Posebni slučajevi razgradnje masnih kiselina.
Ishodi učenja:
Navesti izvore i ulogu masnih kiselina u organizmu i njihovu metaboličku sudbinu. Objasniti pojedine korake razgradnje zasićenih masnih kiselina. Protumačiti ulogu karnitina u razgradnji. Izračunati energetsku bilancu i izložiti stehiometriju razgradnje zasićenih masnih kiselina. Izložiti princip razgradnje nezasićenih masnih kiselina, masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma i masnih kiselina izrazito dugoga lanca. Objasniti metaboličku ulogu vitamina B12.

Predavanje 17 Biosinteza zasićenih masnih kiselina de novo.

Sadržaj predavanja:
Biosinteza zasićenih masnih kiselina. Posebni slučajevi bisinteze masnih kiselina.
Ishodi učenja:
Navesti preteče i njihove izvore u biosintezi masnih kiselina. Izložiti pojedine korake u biosintezi masnih kiselina. Izračunati energetsku bilancu i izložiti stehiometriju sinteze zasićenih masnih kiselina. Izložiti i primjerom ilustrirati princip elongacije i desaturacije lanca masnih kiselina.

Predavanje 18 Biosinteza i prijenos neutralnih masti.

Sadržaj predavanja:
Biosinteza triacilglicerola. Prijenos endogenih triacilglicerola. Gliceroneogeneza.
Ishodi učenja:
Izložiti biosintezu triacilglicerola i osobitosti te sinteze u jetri i masnom tkivu. Opisati prijenos endogenih triacilglicerola u krvotoku. Definirati i objasniti metaboličku ulogu gliceroneogeneze.

Predavanje 19 Metabolizam kolesterola.

Sadržaj predavanja:
Sinteza, prijenos i izlučivanje kolesterola.
Ishodi učenja:
Opisati građu kolesterola i njegovu biološku ulogu. Izložiti biosintezu kolesterola de novo i objasniti regulaciju. Opisati prijenos kolesterola u ekstrahepatička tkiva i objasniti načine kojima se regulira njegova koncetracija na staničnoj razini. Sažeti proces razgradnje i izlučivanja kolesterola.

Predavanje 20 Derivati kolesterola.

Sadržaj predavanja:

Žučne soli. Sterodni hormoni. Vitamin D3.
Ishodi učenja:
Objasniti fizikalnalno-kemijska svojstva i ulogu žučnih kiselina te biogenezu primarnih i sekundarnih žučnih kiselina. Navesti fizikalno-kemijske karakteristike i izložiti princip biosinteze C17, C19 i C21 steroidnih hormona. Opisati strukturne značajke, izvore, vitamina D te izložiti fiziološku ulogu i posljedice nedostatka.

Predavanje 21 Razgradnja proteina. Metabolizam aminokiselina.

Sadržaj predavanja:
Razgradnja proteina iz hrane i staničnih proteina. Pregled metabolizma aminokiselina. Dekarboksilacija aminokiselina.
Ishodi učenja:
Klasificirati proteolitičke enzime. Navesti proteaze u procesu probave, svrstati ih prema specifičnosti djelovanja te protumačiti način njihove aktivacije. Opisati proces probave proteina i apsorpciju aminokiselina. Opisati proces izmjene proteine i ulogu ubikvitina u razgradnji proteina. Navesti osnovne putove enzimske razgradnje aminokiselina i objasniti ulogu vitamina B6 u tim procesima. Objasniti ulogu reakcija dekarboksilacije u metabolizmu aminokiselina. Izložiti biosintezu i fiziološku ulogu histamina, adrenalina i noradrenalina, serotonina i melatonina. Objasniti sintezu, ulogu i razgradnju kreatina. Opisati biosintezu i izlučivanje hormona štitnjače (T3 i T4).

Predavanje 22 Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.

Sadržaj predavanja:
Transaminacija. Deaminacija. Deamidiranje. Prijenos amonijaka iz ekstrahepatičkih tkiva.
Ishodi učenja:
Izložiti metaboličku sudbinu amino-skupine i ugljikova kostura aminokiselina. Definirati i protumačiti metaboličku sudbinu glukogenih i ketogenih aminokselina. Opisati reakcije transaminacije, oksidativne i neoksidativne deaminacije te deamidiranja. Protumačiti značaj transaminacije u metabolizmu ugljikohidrata. Opisati glukoza-alaninski ciklus i njegovu vezu s glukoneogenezom. Objasniti dijagnostički značaj ALT i AST, GLDH. Ilustrirati ulogu aminotransferaza, glutamat-dehidrogenaze i glutaminaze u metabolizmu dušika. Ilustrirati središnju ulogu glutamata, glutamina i alanina u prijenosu dušika iz ekstrahepatičkih tkiva u jetru.

Predavanje 23 Ciklus uree.

Sadržaj predavanja:
Pojedine reakcije ciklusa uree. Regulacija ciklusa uree.
Ishodi učenja:
Objasniti ulazak amonijaka u ciklus uree. Protumačiti slijed reakcija u ciklusu uree i navesti subcelularnu lokalizaciju poedinih enzima. Izložiti utrošak ATP pri biosintezi uree i ukazati na anaplerotsku ulogu fumarata. Objasniti regulaciju ciklusa uree.

Predavanje 24 Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija.

Sadržaj predavanja:
Nukleinske kiseline. Replikacija i popravak DNA
Ishodi učenja:
Povezati strukturu i funkciju nukleinskih kiselina i razjasniti tijek genetičke informacije; objasniti semikonzervativno udvostručavanje DNA. Razlikovati različite vrste mehanizma popravka DNA i dati opis molekularnih događaja koji se javljaju tijekom svakog tipa popravka. Navesti vezu između pogreški popravka DNA i bolesti.

Predavanje 25 Transkripcija. Biosinteza proteina.

Sadržaj predavanja:
Sinteza, obrada i modifikacija RNA. Translacija.
Ishodi učenja:
Usporediti i suprotstaviti različite vrste RNA. Opisati univerzalne značajke genetskog koda i njegovu biološku relevantnost. Temeljem genetske šifre predvidjeti aminokiselinske sekvence proteina za određenu sekvencu nukleinske kiseline i pokazati kako nukleotidne mutacije mogu dovesti do promjena u primarnoj strukturi proteina. Opisati posttranskripcijsku obradu eukariotske mRNA i objasniti kako bolesti mogu proizaći iz promjena u fazama obrade i navesti primjere. Sažeti inicijaciju, produljenje i prestanak transkripcije, uspoređujući i suprotstavljajući te procese u eukariotskim i prokariotskim stanicama. Usporediti i kontrastirati prokariotsku i eukariotsku gensku strukturu.

Predavanje 26 Post-translacijske modifikacije. Unutarstanična razgradnja proteina.

Sadržaj predavanja:
Proteolitičko cijepanje. Kovalentna modifikacija.
Ishodi učenja:

Navesti primjere post-translacijskih modifikacija. Objasniti utjecaj na stabilnost proteina, biokemijsku aktivnost, usmjeravanje proteina i staničnu signalizaciju. Opisati razloge i način na koji se proteini označavaju za razgradnju.

Predavanje 27 Načela stanične komunikacije: receptori.

Sadržaj predavanja:
Princip stanične signalizacije. Vrste stanične signalizacije. Receptori signalnih molekula.
Ishodi učenja:
Objasniti princip detekcije i pretvaranja izvanstaničnog signala u funkcionalnu promjenu unutar stanice. Opisati ulogu receptora u prijenosu signala. Opisati i usporediti značajke unutarstaničnih receptora s receptorima na površini stanice.

Predavanje 28 Načela stanične komunikacije: signalne molekule.

Sadržaj predavanja:
Hormoni, neurotransmiteri, molekule srodne steroidima, lipidima srodne molekule, citokini, faktori rasta, plinovi.
Ishodi učenja:
Prepoznati odnos između kemije liganda i njegovog mehanizma djelovanja. Navesti vrste signalnih molekula obzirom na topljivost. Objasniti značajke hormona (steroidnih, peptidnih i derivata aminokiselina), neurotransmitera, steroidima srodnih molekula (retinoidi, vitamin D), lipidima srodnih molekula (eikozanodi) i plinova (NO i CO).

Predavanje 29 Putovi provođenja signala.

Sadržaj predavanja:
Provođenja signala preko unutarstaničnih i površinskih receptora.
Ishodi učenja:
Objasniti kako vezanje liganda za unutarstanične i površinske receptore pokreće prijenos signala kroz stanicu. Navesti komponente unutarstaničnih biokemijskih reakcija, tzv. signalne kaskade (enzimi koji modificiraju proteine, lipide i nukleotidi te drugi glasnici) i obrazložiti njihovu ulogu u provođenju signala. Objasniti načine djelovanja peptidnih hormona: hormonski receptori, G proteini, drugi glasnici. Objasniti princip djelovanja steroidnih hormona aktivacijom gena. Objasniti princip djelovanja eikozanoida.

Predavanje 30 Metabolizam ksenobiotika.

Sadržaj predavanja:
Biotransformacija lipofilnih ksenobiotika.
Ishodi učenja:
Objasniti značajke faze I i II u biotransformaciji i metabolizmu ksenobiotika. Protumačiti građu enzima iz obitelji citokroma P450 i njihov značaj u metabolizmu endogenih i egzogenih spojeva.

Međuispit I

Međuispit II

Student obligations:

Svaku obvezu student bi trebao obaviti savjesno i u zadanim rokovima kako bi mogao slijediti nastavu kolegija i biti ocijenjen pozitivnom konačnom ocjenom.
Da bi položili kolegij, studenti moraju redovito pohađati sve oblike nastave te pristupiti provjerama znanja na međuipitima i završnom ispitu.
Za svaki nastavni sat vodi se evidencija prisutnosti. Studenti su obvezni evidentirati svoju prisutnost za svaku nastavnu cjelinu u terminima predviđenim satnicom u digitalnoj aplikaciji Izvedbeno nastavni plan Medicinskog fakulteta koja je dostupna na poveznici https://inp.medri.uniri.hr/. Za prijavu je potreban elektronički identitet iz sustava AAI@EduHr. Student može opravdano izostati 30% od svakog oblika nastave, što potvrđuje odgovarajućim dokazom. Student koji izostane s više od 30% nastave gubi pravo pristupiti završnom ispitu, ocjenjuje se ocjenom neuspješan (1) F i mora ponovno upisati kolegij.
Studentu se preporučuje ponoviti prethodna znanja iz organske kemije. Očekuje se aktivno sudjelovanje studenta u nastavi samostalnim uključivanjem pitanjima i prijedlozima i/ili na poticaj nastavnika. Stoga se student upućuje na samostalno pripremanje za temu predviđenu nastavnim planom i programom prema zadanoj literaturi te na utvrđivanje i ponavljanje gradiva iznijetog na predavanjima/seminarima/vježbama prethodnog tjedna. Za nastavu student mora imati metaboličku kartu i/ili odgovarajuće sheme metaboličkih putova koje će biti dostupne na sustavu za e-učenje Merlin.
Laboratorijske vježbe izvode se u dvije vježbovne grupe, prema rasporedu koji će se objaviti prvom tjednu održavanja nastave iz kolegija na sustavu za e-učenje Merlin. U tom tjednu student može, u dogovoru s nastavnikom, odabrati drugi termin/grupu u kojoj želi izvesti praktični nastavu. Nakon što završi termin za zamjenu grupa više neće biti moguće promijeniti grupu. Grupu se može zamijeniti samo ako u grupi u koju se želi prijeći ima dovoljno mjesta, odnosno ako se netko želi zamijeniti. Zamjena termina je isključivo na dobrovoljnoj osnovi i nije obveza studenta.
Prije svake laboratorijske vježbe student polaže ulazni kolokvij prema zadanoj literaturi (Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije). Tijekom izrade vježbi provjeravaju se praktične vještine, samostalnost u radu, primjena usvojenog znanja te primjena sigurnosnih mjera prema sebi, drugima i okolišu. Student samostalno izvodi vježbu predviđenu planom i programom prema odgovarajućem propisu. Uz studenta je prisutan nastavnik i/ili asistent, tehničar i demonstrator. Za rad u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu dugih rukava) i potreban pribor (kalkulator, crtaći pribor, krpu), propis za izradu vježbi (Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije). Na kraju svake vježbe predaje se čisti stol s potpunim i opranim priborom. Nakon izrade svake pojedine vježbe u Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije student treba napisati izvješće o praktičnom radu koje se predaje nakon odrađene vježbe prema datumima definiranima od strane voditelja vježbi.

Exam (exam taking, description of the written/oral/practical part of the exam, point distribution, grading criteria):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:
Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, te prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** (usvojenom na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).
Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave, te na završnom ispitu. Od ukupno **100 bodova**, tijekom nastave student može ostvariti **70 bodova**, a na završnom ispitu **30 bodova**.
Pojedine nastavne aktivnosti studenata za kolegij Biokemija u akademskoj godini 2025./2026. vrednuju se raspodjelom ocjenskih bodova na način prikazan u tablici 1.

Tablica 1. Vrednovanje nastavnih aktivnosti studenata

NASTAVNA AKTIVNOST	VREDNOVANJE	MAKSIMALA OCJENSKIH B
Međuispiti	Međuispit I	28
	Međuispit II	28
	Ukupno	**56**
Vježbe	Ulazni kolokvij (5×1 ocjenska boda)	5
	Praktični dio i pismeno izvješće (5×1 ocjenska boda)	5
	Ukupno	**10**
Seminari	Aktivnost u nastavi	4
UKUPNO	**Ukupno**	**70**
Završni ispit	Pisani dio	15
	Usmeni dio	15
	Ukupno	**30**
UKUPNO		**100**

I. Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 ocjenskih bodova):
Međuispiti
Tijekom semestra planirane su dvije pisane provjere znanja (međuispiti I-II) na kojima se provjerava usvojenost gradiva s predavanja, seminara i vježbi obuhvaćenog sadržajem kolegija.

Na **međuispitu I** provjerava se gradivo predavanja P1-P12, seminara S1-S6 te vježbi V1-V3.
Na **međispitu II** provjerava se gradivo predavanja P13-P26, seminara S8-S13 te vježbi V4-V5.

Na svakom međuispitu student može postići najviše 28 ocjenskih bodova. Svaka takva provjera znanja sastoji se iz 40 zadataka višestrukog izbora i vrednuje se prema bodovnoj skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 2. Na svakom međuispitu student od ukupnog broja zadataka mora ostvariti minimalno 50% točnih odgovora kako bi zadovoljio kriterije za dobivanje ocjenskih bodova.

Pristupanje međuispitima je obvezno. Položeni međuispiti vrijede tijekom tekuće akademske godine.

Ispravak međuispita

Ponovno pristupanje međuispitu I i međuispitu II omogućiti će se onom studentu koji tijekom nastave ostvari manje od 35 ocjenskih bodova, studentu koji nije pristupio nekom međuispitu iz opravdanih razloga, te studentu koji želi ostvariti veći broj bodova na međuispitima.

Student koji želi ostvariti veći broj bodova na međuispitima dobiva one ocjenske bodove koje je ostvario ispravkom međuispita. Ocjenski bodovi za ispravak međuispita dodjeljuju se prema kriterijima navedenim u tablici 2.

Student može jedanput pristupiti ispravku međuispita I i međuispita II u dva termina predviđena Satnicom. U svakom terminu moguće je ispravljati samo jedan međuispit.

Tablica 2. Vrednovanje međuispita I-II.

Broj točno riješenih zadataka	Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski
20	50,0	15
21	52,5	16
22	55,0	17
23	57,5	17
24	60,0	18
25	62,5	18
26	65,0	19
27	67,5	19
28	70,0	20
29	72,5	20
30	75,0	21
31	77,5	21
32	80,0	22
33	82,5	23
34	85,0	24
35	87,5	25
36	90,0	25
37	92,5	26
38	95,0	26
39	97,5	27
40	100	28

Laboratorijske vježbe

U semestru je planirano pet laboratorijskih vježbi tijekom kojih student može ostvariti maksimalno 10 ocjenskih bodova. Vrednuje se ulazni kolokvij, izrada vježbi i pismeno izvješće.

Prije početka rada vježbi potrebno je položiti ulazni kolokvij. Na ulaznom kolokviju provjerava se pripremljenost studenta za izvođenje vježbe za kojeg student treba prethodno naučiti teorijsku osnovu, zadatak i princip vježbe, postupak, aparaturu te načiniti nužne izračune prema opisa vježbe i uputama danima u Priručniku za seminare i vježbe iz biokemije. Provjera znanja na ulaznom kolokviju je pismena i temelji se na pitanjima koja zahtijevaju kratak odgovor. Student mora ostvariti najmanje 0,5 ocjenska boda kako bi mogao pristupiti praktičnom dijelu vježbi, a student može biti pitan i tijekom izrade vježbi. Ulazni kolokvij vrednuje se na sljedeći način:

0 ocjenskih bodova: <50% točnih odgovora

0,5 ocjenska boda: 50,0% – 64,9% točnih odgovora

1,0 ocjenski bod: 85%– 100% točnih odgovora

Seminari

U semestru je planirano 13 seminara tijekom kojih student aktivnostima u nastavi može ostvariti najviše 4 ocjenska boda, samostalnim uključivanjem u aktivnosti redovne nastave pitanjima i prijedlozima i/ili na poticaj nastavnika, i sudjelovanjem uz korištenje ploče/informacijske tehnologije.

II. Završni ispit

Završni ispit je obvezan, a sastoji se od *pisanog* i *usmenog dijela* i donosi maksimalno 30 ocjenskih bodova, a od toga 15 ocjenskih bodova na pisanom dijelu te 15 ocjenskih bodova na usmenom dijelu završnog ispita.
Na pisanom i usmenom dijelu završnog ispita provjera se usvojenost cjelokupnog gradiva predviđenog nastavnim planom i sadržajem kolegija.

Pisani dio završnog ispita sastoji se od 30 pitanja. Student koji riješi 50% pisanog dijela ispita zadovoljava minimalne kriterije za dodjeljivanje ocjenskih bodova te pristupa usmenom dijelu ispita. Ocjenski bodovi dodjeljuju se prema skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 3.
Student koji na pisanom dijelu završnog ispita ne zadovolji minimalne kriterije pristupa ponovno završnom ispitu u narednim terminima ispitnih rokova.
Student može polagati ispit najviše tri puta u jednoj akademskoj godini.

Tablica 3. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita.

Broj točno riješenih zadataka	Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
15	50,00	7,5
16	53,33	8,0
17	56,67	8,5
18	60,00	9,0
19	63,33	9,5
20	66,67	10,0
20	66,67	10,0
21	70,00	10,5
22	73,33	11,0
23	76,67	11,5
24	80,00	12,0
25	83,33	12,5
26	86,67	13,0
27	90,00	13,5
28	93,33	14,0
29	96,67	14,5
30	100,00	15,0

Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita je sljedeće:
7,5 – 8,5 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije
9,0 – 11,0 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama
11,5 – 13,0 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama

13,5 – 15,0 ocjenskih bodova: izniman odgovor

Tko <u>može</u> pristupiti završnom ispitu:
Student koji je uredno obavio sve oblike nastave i ostvario ukupno najmanje 35 ocjenskih bodova tijekom nastave i/ili nakon ispravka međuispita stekao je pravo pristupiti završnom ispitu.

Tko <u>ne može</u> pristupiti završnom ispitu:
Student koji tijekom nastave i/ili nakon ispravka međuispita ostvari od 0 do 34,99 ocjenskih bodova i/ili je izostao s 30% ili više svih oblika nastave ocjenjuje se ocjenom neuspješan (1) F i ne može izaći na završni ispit, tj. mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.

III. Konačna ocjena je zbroj ECTS ocjene ostvarene tijekom nastave i na završnom ispitu:
Konačna ocjena
A (90-100%) izvrstan (5)
B (75-89,9%) vrlo dobar (4)
C (60-74,9%) dobar (3)
D (50-59,9%) dovoljan (2)
F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 35 bodova ili nisu položili završni ispit) nedovoljan (1)

Termini održavanja testova tijekom nastave:
<u>Međuispiti</u>
Međuispit I – 17. 4. 2026.
Međuispit II. – 4. 6. 2026.

<u>Ispravak međuispita</u>
Međuispit I i II. – 12. 6. 2026. i 24. 6. 2026.

Other notes (related to the course) important for students:

Kašnjenje i/ili neizvršavanje obveza

Nastava se održava u propisano vrijeme i nije moguće ulaziti nakon ulaska nastavnika. Na nastavu nije dozvoljeno unositi jela i pića te nepotrebno ulaziti/izlaziti s nastave. Za vrijeme nastave te tijekom vrijeme provjera znanja zabranjena je uporaba mobitela i drugih komunikacijski uređaji te ostalih pomagala koje nisu eksplicitno dozvoljene u nastavnom procesu/provjeri znanja. Ukoliko student ne bude poštivao odluku, biti će udaljen s nastave/ispita, a ispit studenta ocijenit će se ocjenom nedovoljan.

Akademska čestitost

Dužnost je nastavnika promicati akademsku čestitost i zahtijevati od studenata poštivanje akademskih normi ponašanja sukladno odredbama Etičkog kodeksa nastavnika, suradnika i znanstvenika Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci i Etičkog kodeksa studenata Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci.

Kontaktiranje s nastavnicima

Kontaktiranje s nastavnicima može se obaviti izravno tijekom nastave, u naznačeno vrijeme konzultacija u uredu nastavnika te putem elektronske pošte nastavnika i Merlin sustav za e-učenje. Mole se studenti da upite elektroničkim putem šalju isključivo radnim danima jer na taj način poštuju vrijeme tjednog odmora nastavnika.

prof. dr. sc. Dijana Detel, dr. med.
Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet
Vrijeme konzultacija: prema dogovoru sa studentima
e-mail: dijana.detel@uniri.hr

red. prof. dr. sc. Robert Domitrović, dipl. ing. med. biokem.
Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet
Vrijeme konzultacija: utorak; 9,00-10,00 sati (i prema dogovoru sa studentima)
Tel. 051 651 211
e-mail: robert.domitrovic@uniri.hr

Informiranje o predmetu

Studenti se upućuju na korištenje aktivnosti i resursa iz sustava za e-učenje Merlin na kojem će se objavljivati službene informacije vezane uz nastavu. Sustavu Merlin pristupa se preko poveznice Sveučilišnog računskog centra Sveučilišta u Zagrebu. Za prijavu je potreban elektronički identitet iz sustava AAI@EduHr. Osobna je odgovornost svakog studenta da bude redovito informiran.

Očekivane opće kompetencije studenata/studentica

Biokemija je interdisciplinarna znanost koja se nadovezuje na dvogodišnju nastavu iz biologije, kemije i srodnih znanosti. Ovakava priprema omogućuje studentima integrirati znanja na molekularnoj i staničnoj razini te razmišljati i rješavati pitanja koja su u podlozi biokemijske/biomedicinske znanosti. Stoga su potrebna temeljna znanja iz organske kemije (kemijska svojstva organskih molekula relevantnih za biološke sustave; mehanizmi kemijskih reakcija u kojima te molekule sudjeluju) i opće i anorganske kemije (kemijska termodinamika; kemijska ravnoteža i slobodna energija).
Od studenta se očekuje sudjelovati u radu korištenjem informacijsko-komunikacijske tehnologije.

COURSE HOURS 2025/2026

Biokemija

Lectures (Place and time or group)	**Practicals** (Place and time or group)	**Seminars** (Place and time or group)
03.03.2026		

Predavanje 1 Proteinogene aminokiseline.:
• v (10:00 - 12:00) [516]
  ○ B_538
 	
Predavanje 2 Fiziološki aktivni peptidi.:
• v (10:00 - 12:00) [516]
  ○ B_538		

prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
05.03.2026		
		Seminar 1 Arhitektura proteina.: • P04 (11:00 - 14:00) [346] ○ B_538
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
10.03.2026		

Predavanje 3 Hemoglobin i mioglobin.:
• P06 (10:00 - 12:00) [346]
  ○ B_538
 	
Predavanje 4 Odnos strukture i funkcije proteina.:
• P06 (10:00 - 12:00) [346]
  ○ B_538		

prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
11.03.2026		
	Vježba 1 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza proteina.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (09:00 - 11:30) [3615] ○ B_538	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
12.03.2026		
		Seminar 2 Kofaktori: osnovni pojmovi, svojstva i biološka uloga: • P02 (11:00 - 14:00) [346] ○ B_538
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
17.03.2026		

Predavanje 5 Mehanizam djelovanja enzima.: • P01 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 6 Kinetika enzimskih reakcija.: • P01 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
18.03.2026		
	Vježba 2 Čimbenici enzimske aktivnosti.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (09:00 - 11:30) [3615] ◦ B_538	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
19.03.2026		
		Seminar 3 Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.: • P15 - TOWN HALL (11:00 - 13:00) [346] ◦ B_538
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
24.03.2026		
Predavanje 7 Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Metabolički putovi ugljikohidrata.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 8 Glikoliza.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
26.03.2026		
		Seminar 4 Put pentoza-fosfata. Metabolizam ostalih heksoza.: • P15 - TOWN HALL (11:00 - 13:00) [517] ◦ B_538
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
31.03.2026		
Predavanje 9 Regulacija glikolize.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 10 Glukoneogeneza. Regulacija glukoneogeze.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538		

prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
02.04.2026		
		Seminar 5 Metabolizam glikogena i njegova regulacija.: • P02 (11:00 - 14:00) [516] ◦ B_538
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
07.04.2026		
Predavanje 11 Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.: • P06 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 12 Ciklus limunske kiseline.: • P06 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
08.04.2026		
	Vježba 3 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (09:00 - 11:30) [3615] ◦ B_538	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
09.04.2026		
		Seminar 6 Integracija metabolizma ugljikohidrata.: • P07 (11:00 - 13:00) [517] ◦ B_538
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
14.04.2026		
Predavanje 13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 14 Respiracijski lanac.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
16.04.2026		
		Seminar 7 Egzogeni i endgeni lipidi i njhov prijenos.: • P02 (11:00 - 13:00) [346] ◦ B_538
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		

17.04.2026		
Međuispit I: • P02 (12:00 - 13:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
21.04.2026		
Predavanje 15 Probava i mobilizacija neutralnih masti.: • P06 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 16 β-oksidacija masnih kiselina.: • P06 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
23.04.2026		
		Seminar 8 Ketogeneza i ketoliza.: • P06 (11:00 - 13:00) [516] ◦ B_538
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
28.04.2026		
Predavanje 17 Biosinteza zasićenih masnih kiselina de novo.: • P01 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 18 Biosinteza i prijenos neutralnih masti.: • P01 (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
30.04.2026		
		Seminar 9 Regulacija biosinteze i razgradnje masnih kiselina.: • P04 (11:00 - 13:00) [516] ◦ B_538
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
05.05.2026		
		Seminar 10 Metabolizam složenih lipida.: • P06 (08:00 - 10:00) [516] ◦ B_538
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
07.05.2026		

Predavanje 19 Metabolizam kolesterola.: • P04 (11:00 - 13:00) [516] ◦ B_538 Predavanje 20 Derivati kolesterola.: • P04 (11:00 - 13:00) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
12.05.2026		
Predavanje 21 Razgradnja proteina. Metabolizam aminokiselina.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 22 Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
13.05.2026		
	Vježba 4 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza lipida.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (09:00 - 11:30) [3615] ◦ B_538	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
19.05.2026		
Predavanje 23 Ciklus uree.: • P06 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 24 Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija.: • P06 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
21.05.2026		
		Seminar 12 Specifični produkti nastali iz aminokiselina.: • P04 (11:00 - 14:00) [516] ◦ B_538 Seminar 11 Metabolizam ugljikova kostura aminokiselina.: • ONLINE (16:00 - 18:00) [152] ◦ B_538
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516] · prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
26.05.2026		

Predavanje 25 Transkripcija. Biosinteza proteina.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 26 Post-translacijske modifikacije. Unutarstanična razgradnja proteina.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
28.05.2026		
		Seminar 13 Integracija metabolizma: • P06 (11:00 - 13:00) [152] ◦ B_538
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
02.06.2026		
Predavanje 27 Načela stanične komunikacije: receptori.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 28 Načela stanične komunikacije: signalne molekule.: • P01 (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
03.06.2026		
	Vježba 5 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (09:00 - 11:30) [3615] ◦ B_538	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
09.06.2026		
Predavanje 29 Putovi provođenja signala.: • v (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538 Predavanje 30 Metabolizam ksenobiotika.: • v (10:00 - 12:00) [152] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Domitrović Robert, univ. mag. med. biochem. [152]		
12.06.2026		
Međuispit II: • P02 (10:00 - 11:30) [516] ◦ B_538		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		

List of lectures, seminars and practicals:

LECTURES (TOPIC)	Number of hours	Location
Predavanje 1 Proteinogene aminokiseline.	1	v
Predavanje 2 Fiziološki aktivni peptidi.	1	v
Predavanje 3 Hemoglobin i mioglobin.	1	P06
Predavanje 4 Odnos strukture i funkcije proteina.	1	P06
Predavanje 5 Mehanizam djelovanja enzima.	1	P01
Predavanje 6 Kinetika enzimskih reakcija.	1	P01
Predavanje 7 Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Metabolički putovi ugljikohidrata.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 8 Glikoliza.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 9 Regulacija glikolize.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 10 Glukoneogeneza. Regulacija glukoneogeze.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 11 Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.	1	P06
Predavanje 12 Ciklus limunske kiseline.	1	P06
Predavanje 13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 14 Respiracijski lanac.	1	P15 - TOWN HALL
Predavanje 15 Probava i mobilizacija neutralnih masti.	1	P06
Predavanje 16 β-oksidacija masnih kiselina.	1	P06
Predavanje 17 Biosinteza zasićenih masnih kiselina de novo.	1	P01
Predavanje 18 Biosinteza i prijenos neutralnih masti.	1	P01
Predavanje 19 Metabolizam kolesterola.	1	P04
Predavanje 20 Derivati kolesterola.	1	P04
Predavanje 21 Razgradnja proteina. Metabolizam aminokiselina.	1	P01
Predavanje 22 Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.	1	P01
Predavanje 23 Ciklus uree.	1	P06
Predavanje 24 Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija.	1	P06
Predavanje 25 Transkripcija. Biosinteza proteina.	1	P01
Predavanje 26 Post-translacijske modifikacije. Unutarstanična razgradnja proteina.	1	P01
Predavanje 27 Načela stanične komunikacije: receptori.	1	P01
Predavanje 28 Načela stanične komunikacije: signalne molekule.	1	P01
Predavanje 29 Putovi provođenja signala.	1	v
Predavanje 30 Metabolizam ksenobiotika.	1	v
Međuispit I	0.001	P02
Međuispit II	0.001	P02

PRACTICALS (TOPIC)	Number of hours	Location

Vježba 1 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza proteina.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
Vježba 2 Čimbenici enzimske aktivnosti.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
Vježba 3 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
Vježba 4 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza lipida.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
Vježba 5 Kvalitatitvna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2

SEMINARS (TOPIC)	Number of hours	Location
Seminar 1 Arhitektura proteina.	3	P04
Seminar 2 Kofaktori: osnovni pojmovi, svojstva i biološka uloga	3	P02
Seminar 3 Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.	3	P15 - TOWN HALL
Seminar 4 Put pentoza-fosfata. Metabolizam ostalih heksoza.	2	P15 - TOWN HALL
Seminar 5 Metabolizam glikogena i njegova regulacija.	2	P02
Seminar 6 Integracija metabolizma ugljikohidrata.	2	P07
Seminar 7 Egzogeni i endgeni lipidi i njhov prijenos.	2	P02
Seminar 8 Ketogeneza i ketoliza.	2	P06
Seminar 9 Regulacija biosinteze i razgradnje masnih kiselina.	2	P04
Seminar 10 Metabolizam složenih lipida.	2	P06
Seminar 11 Metabolizam ugljikova kostura aminokiselina.	2	ONLINE
Seminar 12 Specifični produkti nastali iz aminokiselina.	3	P04
Seminar 13 Integracija metabolizma	2	P06

EXAM DATES (final exam):

1.	24.06.2026.
2.	09.07.2026.
3.	02.09.2026.
4.	17.09.2026.