

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Kolegij: Biokemija

Voditeljica: doc. dr. sc. Sunčica Buljević

Suradnice: prof. dr. sc. Gordana Čanadi Jurešić, izv. prof. dr. sc. Dijana Detel

Katedra: Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju

Studij: Sveučilišni prijediplomski studij Medicinsko-laboratorijska dijagnostika

Godina studija: prva godina

Akadska godina: 2023./2024.

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i slično):

Kolegij **Biokemija** obvezni je kolegij na prvoj godini Sveučilišnog prijediplomskog studija Medicinsko-laboratorijska dijagnostika koji se sastoji od 30 sati predavanja, 20 sati seminara i 20 sata vježbi što ukupno čini 70 sati (7 ECTS). Predavanja i seminari održavaju se u dvoranama Medicinskog fakulteta, a laboratorijske vježbe izvode se u praktikumima Zavoda.

Cilj kolegija Biokemija je razumijevanje načina na koji ljudsko tijelo funkcionira na molekularnoj razini: kako proizvodi, koristi i pohranjuje energiju, stvara i razgrađuje molekule koje održavaju metabolizam, prepoznaje najrazličitije stanične i izvanstanične signale i reagira na njih te kako regulira metaboličke procese. Naglasak je pri tome na primjeni osnovnih biokemijskih analiza u medicinsko-laboratorijskoj praksi. Takav nastavni program studentu nudi znanja nužna za razumijevanje biokemijske osnove fizioloških procesa u ljudskom tijelu te nekih urođenih i stečenih bolesti. Temeljito shvaćanje ovih načela trebalo bi pomoći studentima da u svom budućem radu primjereno koriste i interpretiraju stečena znanja u provođenju i interpretaciji dijagnostičkih postupaka kojima će se služiti radi poboljšanja zdravlja i liječenja bolesti. Kroz seminare će studenti postupno povezivati pojmove vezane uz ciljeve predviđene kolegijem. Kroz laboratorijske vježbe studenti trebaju prepoznati osnovne laboratorijske tehnike i metode kliničkih ispitivanja vezane uz biokemijsku dijagnostiku patoloških stanja.

Sadržaj kolegija:

01. Aminokiseline, peptidi i proteini
02. Enzimi
03. Koenzimi
04. Metabolizam ugljikohidrata
05. Ciklus limunske kiseline
06. Lanac prijenosa elektrona i sinteza ATP-a
07. Metabolizam lipida/masti
08. Struktura i funkcija nukleinskih kiselina
09. Metabolizam proteina i pojedinih aminokiselina
10. Hormoni i stanična signalizacija
11. Biomedicinsko značenje enzima i proteina seruma
12. Integracija metabolizma

Ishodi učenja:

I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE

- klasificirati i prikazati biološki važne molekule te povezati njihovu građu s kemijskim reakcijama i promjenama u procesu metabolizma.
- opisati pojedinosti reakcija biosinteze biološki važnih makromolekula te njihovu ulogu u izgradnji složenih molekularnih struktura organizma.
- opisati pojedinosti reakcija u kojima se stvara i troši energija te izračunati i usporediti energijsku bilancu anaboličkih i kataboličkih reakcija proteina, ugljikohidrata i masti.
- integrirati metaboličku sudbinu određenog sastojka hrane od njegove probave i apsorpcije do potpune razgradnje ili pretvorbe u neki međuprodukt metabolizma.
- navesti osobitosti metaboličkih procesa u skeletnom mišićju, masnom tkivu, jetri i mozgu.
- objasniti mehanizme regulacije metaboličkih procesa te ulogu hormona u integraciji metabolizma proteina, ugljikohidrata i masti
- interpretirati biokemijsku pozadinu poremećaja uzrokovanih pogreškama u strukturi molekula, biokemijskim reakcijama ili biokemijskim procesima
- interpretirati dijagnostičku važnost enzima i proteina seruma

II. PSIHOMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE

- samostalno pripremiti i rukovati s biološkim uzorcima za analizu
- samostalno izvesti kvalitativne metode kemijske analize za dokazivanje patološki ili normalno prisutnih sastojaka u biološkim tekućinama ili jednostavnim otopinama
- samostalno izvesti kvantitativne metode kemijske analize za određivanje pokazatelja lipidnog statusa, glikemijskog indeksa, aktivnosti enzima te neproteinskih dušikovih spojeva u biološkim tekućinama ili jednostavnim otopinama
- samostalno ili uz nadzor voditelja izvesti laboratorijske tehnike centrifugiranja, spektrofotometrije i elektroforeze
- uočiti određenu kemijsku promjenu te je povezati s odgovarajućim fiziološkim ili patofiziološkim procesom
- izračunati i prikazati rezultate kvantitativne analize te primijeniti teorijsko znanje u interpretaciji rezultata

Popis obvezne ispitne literature:

1. R. Murray: Harperova ilustrirana biokemija, Medicinska naklada, Zagreb 2011.
2. Čanadi Jurešić i sur: Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije za studente preddiplomskog studija medicinsko-laboratorijske dijagnostike. Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zavod za kemiju i biokemiju, 2009, Rijeka.

Popis dopunske literature:

1. L. Stryer: Biokemija, Školska knjiga, Zagreb, 2012.
2. J. McMurry, Osnove organske kemije, Prijevod 7. izdanja, Zrinski, Čakovec, 2014.

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

P1 Uvod u kolegij. Značenje biokemije u razumijevanju zdravlja i bolesti te primjena u kliničkoj praksi.

Ishodi učenja:

Upoznati sadržaj i cilj kolegija. Prepoznati ulogu biokemije u medicinsko-laboratorijskoj dijagnostici.

P2 Aminokiseline. Struktura i funkcija proteina.

Ishodi učenja:

Znati osnovnu građu proteinogenih aminokiselina, njihovu podjelu i opća svojstva. Opisati peptidnu vezu te

prikazati neke od fiziološki značajnijih peptida. Objasniti primarnu, sekundarnu, tercijarnu i kvarternu strukturu proteina. Klasificirati proteine prema njihovoj funkciji i obliku te navesti najznačajnije predstavnike iz svake klase proteina. Opisati građu i funkcionalne razlike mioglobina i hemoglobina te pojasniti mehanizam vezanja kisika.

P3 Enzimi i njihova svojstva. Podjela enzima. Regulacija enzimske aktivnosti.

Objasniti građu i funkciju enzima. Opisati građu i funkciju aktivnog središta. Klasificirati enzime. Razjasniti princip enzimske katalizirane reakcije. Objasniti razine regulacije enzimske aktivnosti.

P4 Kofaktori.

Klasificirati kofaktore. Objasniti mehanizme djelovanja kofaktora u enzimske kataliziranoj reakciji. Povezati kofaktore i vitamine koji su njihovi prekursori. Prikazati metaboličku ulogu fiziološki najznačajnijih koenzima.

P5 Metabolizam. Energijom bogati spojevi.

Definirati metabolizam. Objasniti razlike između anabolizma i katabolizma te navesti konačne produkte katabolizma hranjivih tvari. Opisati stupnjeve energijskog metabolizma i rastumačiti metaboličku ulogu acetil-CoA. Definirati energijom bogate spojeve i objasniti njihovu ulogu u energetskom metabolizmu.

P6 Biološki važni ugljikohidrati. Probava i asporpcija.

Navesti ugljikohidrati koji se uobičajeno pojavljuju u hrani i prikazati njihovu građu. Klasificirati ugljikohidrate prema složenosti građe i redukcijskim svojstvima. Opisati fiziološki značajne monosaharide, disaharide i polisaharide i prikazati glikozidnu vezu. Opisati probavu ugljikohidrata te navesti krajnje produkti probavnih procesa koji se transportiraju kroz crijevnu stijenku. Definirati enzime koji sudjeluju u hidrolitičkom cijepanju oligosaharida i polisaharida.

P7 Glikoliza.

Objasniti tijek glikolize u anaerobnim i aerobnim uvjetima i navesti krajnje produkte tih reakcija. Naučiti shematski prikazati glikolizu s pojedinim enzimima i kofaktorima glikolize. Znati izračunati bilancu stvaranja ATP na razini supstrata pri aerobnoj i anaerobnoj glikolizi. Objasniti regulaciju glikolize. Navesti kontrolna mjesta glikolize te mehanizme njene regulacije.

P8 Glukoneogeneza.

Objasniti proces sinteze glukoze iz neugljikohidratnih izvora. Definirati glukoneogenezu i spojeve koji mogu ući u taj metabolički put. Navesti enzime koji sudjeluju u glukoneogenezi, a u glikolizi nisu potrebni. Uočiti koje reakcije glikolize su ireverzibilne te navesti alosteričke enzime koji sudjeluju u regulaciji glukoneogeneze. Usporediti i protumačiti regulaciju glukoneogeneze i glikolize i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan.

P9 Metabolizam glikogena.

Objasniti i usporediti glikogenolizu i glikogenezu uz navođenje potrebnih enzima i koenzima. Usporediti i protumačiti svrhu razgradnje glikogena u jetri i mišićima.

P10 Put pentoza-fosfata. Oksidacijski i neoksidacijski put.

Objasniti biološku važnost puta pentoza fosfata. Navesti produkte oksidacijskog i neoksidacijskog ogranka ovog puta; objasniti važnost stvaranja NADPH i riboze te objasniti njihovu ulogu u metabolizmu.

Prikazati shematski izravnu oksidaciju glukoze-6-P u CO_2 i H_2O u putu pentoza fosfata

P11 Oksidativna dekarboksilacija piruvata

Opisati i objasniti reakciju oksidativne dekarboksilacije. Objasniti pojam multienzimskog kompleksa piruvat-dehidrogenaze i navesti sve enzime i kofaktore koji sudjeluju pri stvaranju acetil-CoA iz piruvata. Izložiti metaboličku sudbinu piruvata nastalog glikolizom u aerobnim i anaerobnim uvjetima.

P12 Ciklus limunske kiseline.

Navesti osnovnu ulogu ciklusa limunske kiseline. Shematski prikazati reakcije ciklusa s pripadajućim enzimima i kofaktorima i navesti u kojim su dijelovima stanice locirane reakcije ciklusa. Napisati sumarnu jednadžbu ciklusa koja prikazuje potpunu razgradnju acetil-CoA i izračunati bilancu stvaranja ATP pri potpunoj oksidaciji jednog mola acetil-CoA. Navesti regulatorna mjesta i definirati inhibitore ciklusa. Objasniti ulogu ciklusa kao okretišta metabolizma.

P13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.

Objasniti standardni redukcijski potencijal. Navesti biološke redoks sustave. Objasniti oksidacijsku fosforilaciju. Opisati organizaciju i smještaj komponenti respiracijskog lanca te definirati enzimske

komplekse uključenje u prijenos elektrona i prikazati njihovu građu.

P14 Respiracijski lanac. Oksidativna fosforilacija.

Opisati tijek elektrona kroz pojedine komplekse respiracijskog lanca, prijenos protona između unutrašnjeg i vanjskog prostora mitohondrija i mehanizam sinteze ATP. Objasniti energetske učinke respiracijskog lanca i njegovu regulaciju. Objasniti posljedice nepotpune redukcije kisika te inhibicije oksidativne fosforilacije.

P15 Biološka funkcija lipida. Probava i apsorpcija triacilglicerola.

Definirati lipide te prikazati njihovu podjelu obzirom na strukturu i biološku funkciju. Znati primjere jednostavnih i složenih lipida i biološki značajnih steroida i terpena. Opisati proces hidrolitičke razgradnje i apsorpcije triacilglicerola u probavnom sustavu. Opisati put egzogenih lipida krvotokom.

P16 β -oksidacija masnih kiselina.

Objasniti i reakcijama prikazati pojedine korake razgradnje zasićenih masnih kiselina. Protumačiti ulogu karnitina u razgradnji. Objasniti princip razgradnje nezasićenih te masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma. Izračunati energetske bilancu i izložiti stehiometriju razgradnje masnih kiselina.

P17 Ketogeneza.

Objasniti biosintezu ketonskih tijela i njihovo iskorištavanje u ekstrahepatičkim tkivima. Izložiti uvjete njihova stvaranja te posljedice nastanka. Navesti patološke uvjete koji nastaju kao posljedica njihove prekomjerne sinteze.

P18 Biosinteza masnih kiselina.

Objasniti biosintezu masnih kiselina i ulogu multienzimskog kompleksa u tom procesu. Navesti preteče i njihove izvore u biosintezi masnih kiselina. Izložiti i reakcijama prikazati pojedine korake u biosintezi masnih kiselina. Izračunati energetske bilancu i izložiti stehiometriju sinteze zasićenih masnih kiselina. Usporediti biosintezu i razgradnju masnih kiselina, navesti kontrolna mjesta i usporediti mehanizme regulacije oba procesa.

P19 Lipoproteini. Podjela i uloga u metabolizmu.

Nabrojiti putove kojim se lipidi i transportiraju iz crijevne stijenke u druge dijelove organizma, definirati što su lipoproteini, nabrojiti osnovne tipove lipoproteina i navesti njihov kemijski sastav, te navesti ulogu u transportu egzogenih i endogenih lipida.

P20 Razgradnja proteina.

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.

P21 Metabolizam aminokiselina – dekarboksilacija, transaminacija i oksidativna dezaminacija.

Navesti osnovne putove enzimske razgradnje aminokiselina. Opisati reakcije dekarboksilacije aminokiselina te navesti fiziološki najistaknutije biološke amine koji nastaju dekarboksilacijom. Opisati mehanizam reakcije transaminacije uz pripadajuće akceptore amino skupine i kofaktore koji sudjeluju u katalizi. Navesti najvažnije aminotransferaze, prikazati njihovu raspodjelu u ljudskom tijelu i opisati njihov dijagnostički značaj. Opisati reakciju oksidativne deaminacije glutamata.

P22 Eliminacija amonijaka iz organizma. Ciklus uree.

Opisati načine eliminacije dušika iz organizma. Objasniti proces stvaranja amonijaka kombinacijom reakcija transaminacije i oksidativne dezaminacije glutamata. Objasniti i prikazati ulazak amonijaka u ciklus uree. Navesti iz kojih spojeva nastaje visokoenergetski karbamoil-fosfat. Shematski prikazati ciklus uree sa svim međuproduktima, stvaranje uree i fumarata. Opisati utrošak ATP pri stvaranju uree iz NH_3 i CO_2 .

P23 Nukleinske kiseline.

Definirati nukleotide i nukleozide te prikazati njihove kemijske strukture. Objasniti i usporediti strukturu DNA i RNA. Objasniti dodatne funkcije nukleotida.

P24 Replikacija, transkripcija i biosinteza proteina.

Razjasniti tijek genetičke informacije. Objasniti semikonzervativno udvostručavanje DNA. Opisati sintezu, obradu i modifikaciju RNA. Objasniti translaciju. Razlikovati različite vrste mehanizma popravka DNA. Navesti primjere post-translacijskih modifikacija.

P25 Stanična signalizacija. Hormoni i hormonima slične tvari.

Definirati hormone i hormonima slične tvari. Navesti principe hormonske regulacije. Objasniti načine

djelovanja peptidnih hormona: hormonski receptori, G proteini, drugi glasnici. Objasniti aktivaciju cAMP i fosfolipaze C. Objasniti mehanizme djelovanja steroidnih hormona aktivacijom gena. Objasniti mehanizme djelovanja eikozanoida.

P26 Integracija metabolizma.

Izložiti osnovnu strategiju metabolizma i načela regulacije. Objasniti tri temeljna raskrižja metaboličkih putova.

Popis seminara s pojašnjenjem:

S1 Aminokiseline i peptidi.

Naučiti crtati strukture proteinogenih aminokiselina. Definirati pl-vrijednost, objasniti primjenu te izračunati pl-vrijednost neke aminokiseline. Prikazati i opisati nastajanje peptidne veze. Navesti i objasniti neke od fiziološki značajnih peptida.

S2 Enzimi

Razjasniti kinetiku i mehanizam enzimski kataliziranih reakcija. Opisati Michaelis-Menteničin model enzimске kinetike i Lineweaver-Burkov dijagram za analizu enzimске kinetike. Opisati kompetitivnu i nekompetitivnu inhibiciju.

S3 Vitamini topljivi u mastima.

Prepoznati strukturu i objasniti biološku ulogu u uljima topljivih vitamina A, D, E, K. Objasniti ulogu vitamina A u procesu vida. Objasniti ulogu vitamina D u rastu i razvoju i održanju koštane mase. Objasniti antioksidacijsko djelovanje vitamina E. Objasniti ulogu vitamina K u grušanju krvi.

S4 Metabolizam ugljikohidrata. Kratka provjera znanja.

Opisati strukturu i reakcije fiziološki značajnih ugljikohidrata. Prikazati konverzije galaktoze i fruktoze u glukozu; navesti koji su enzimi potrebni pri enzimski kataliziranoj epimerizaciji galaktoze u glukozu; objasniti kemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu galaktoze; prikazati i objasniti metabolizam fruktoze, objasniti kemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu fruktoze.

S5 Regulacija glikogeneze i glikogenolize. Cori ciklus.

Protumačiti regulaciju stvaranja i razgradnje glikogena. Opisati enzime uključene u regulaciju i navesti hormone koji potiču razgradnju glikogena. Objasniti fiziološku ulogu prijenosa laktata iz mišića u jetru (Cori ciklus).

S6 Metabolizam lipida I.

Opisati strukturu i kemizam fiziološki značajnih lipida. Navesti esencijalne masne kiseline i njihove karakteristike. Opisati princip biosinteze polinezasićenih masnih kiselina. Izračunati koliko se ATP-a dobije razgradnjom zasićene masne kiseline. Izložiti metabolizam fosfoglicerida, sfingomijelina i glikosfingolipida. Klasificirati izoprenoidne lipide i navesti biološki važne predstavnike.

S7 Metabolizam lipida II. Kratka provjera znanja.

Opisati građu kolesterola i njegovu biološku ulogu. Izložiti biosintezu kolesterola *de novo* uz navođenje ključnog regulacijskog enzima. Objasniti fizikalnalno-kemijska svojstva i ulogu žučnih kiselina. Objasniti biokemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu lipoproteina.

S8 Razgradnja pojedinih aminokiselina.

Objasniti razgradnju pojedinih aminokiselina do piruvata, oksaloacetata, α -ketoglutarata, sukcinil-CoA te povezati nedostatak pojedinih enzima s urođenim pogreškama u metabolizmu aminokiselina.

S9 Uloga proteina seruma u dijagnostici.

Opisati primjenu i ulogu haptoglobina, ceruloplazmina, α_2 -makroglobulina, transferina, α_1 -fetoproteina, α_1 -antitripsina, fibrinogena i α_1 -kiselog glikoproteina, lipaze i amilaze enzima u dijagnostici. Razjasniti dijagnostičku važnost proteina seruma na primjeru manjka α_1 -antitripsina.

S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Kratka provjera znanja.

Opisati metabolički ustroj mozga, mišića, masnog tkiva i jetre.

Objasniti reakcije biotransformacije.

Izložiti proces razgradnje hemoglobina i njegove (pato)fiziološke posljedice.

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Vježba 1. Pravila ponašanja u biokemijskom praktikumu. Uvod u biokemijske analize. Rukovanje humanim uzorcima. Centrifugiranje. Pipetiranje.

Ishodi učenja:

Upoznati se s laboratorijskim priborom koji se susreće u biokemijskom laboratoriju i opisati funkciju istih. Objasniti specifičnost rukovanja humanim uzorcima. Opisati centrifugiranje kao način pripreme uzoraka za analizu. Upoznati pravilnu upotrebu automatske pipete. Upoznati se s automatskim čitačem broja stanica.

Vježba 2. Kvalitativne reakcije aminokiselina i proteina.

Ishodi učenja:

Objasniti metode kvalitativnog određivanja proteina u otopini te opisati specifične reakcije za dokazivanje pojedinih aminokiselina. Primijeniti stečeno znanje o fizikalnim svojstvima proteina za određivanje izolektričnog pH otopine proteina. Objasniti princip kromatografije i izvesti kromatografiju aminokiselina.

Vježba 3. Čimbenici enzimske aktivnosti.

Ishodi učenja:

Primijeniti stečeno znanje o ulozi enzima iz skupine hidrolaza. Praćenjem tijeka razgradnje škroba djelovanjem α -amilaze ustanoviti utjecaj pH i temperature na aktivnost enzima. Protumačiti metode određivanja aktivnosti enzima i primjenu u dijagnostici i laboratorijskoj praksi te primijeniti metodu jedne točke u određivanju aktivnosti enzima.

Vježba 4. Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.

Ishodi učenja:

Praktično primijeniti usvojeno znanje o kemijskim svojstvima ugljikohidrata za dokazivanje sastava smjese ugljikohidrata i prisutnosti šećera u urinu. Izvesti kvantitativnu metodu za određivanje koncentraciju glukoze u serumu.

Vježba 5. Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.

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 elektroferogram temeljem usvojenog znanja o metabolizmu lipoproteina.

Vježba 6. Kvalitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.

Ishodi učenja:

Protumačiti i primijeniti kvalitativne i kvantitativne 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.

Vježba 7. Kvantitativna analiza proteina u serumu.

Ishodi učenja:

Opisati osnovni princip određivanja ukupnih proteina u serumu. Odrediti ukupne proteine u serumu biuret reakcijom. Odrediti koncentraciju albumina u serumu uz pomoć baždarnog dijagrama te objasniti fiziološki značaj albumina. Povezati koncentraciju ukupnih proteina, albumina i globulina u serumu s određenim patološkim stanjima.

Obveze studenata:

Studenti su obvezni dolaziti na vrijeme, redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave. Student mora prisustvovati na minimalno 70% seminara i vježbi. Ukoliko student opravdano ili neopravdano izostane s više od 30% nastavnih sati bilo kojeg od oblika nastave (više od 9 sati seminara ili više od 6 sati vježbi), gubi mogućnost izlaska na završni ispit. Strogo je zabranjena uporaba mobitela za vrijeme nastave kao i tijekom pisanja ispita i kratkih provjera znanja. Po završetku vježbe, student je obavezan napisati

referat i dostaviti ga na pregled u dogovoru s voditeljicom vježbe. Za rad u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu) i pribor (krpa, ravnalo, kalkulator) te priručnik za vježbe.

Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci** i prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci**.

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave te na završnom ispitu. Od ukupno **100 ocjenskih bodova**, student tijekom nastave može ostvariti do **70 bodova**, a na završnom ispitu do **30 bodova**. Struktura ocjene za kolegij Biokemija II u akademskoj godini 2018/19. prikazana je u tablici 1.

Tablica 1.

	VREDNOVANJE	OCJENSKI BODOVI
Pisani međuispiti	Međuispit I	18
	Međuispit II	18
	Međuispit II	18
	Ukupno	54
Vježbe	Odrađena vježba i priznat referat	8
Seminari	Kratke provjere znanja i aktivno sudjelovanje tijekom nastave	8
UKUPNO		70
Završni ispit	Pisani dio	15
	Usmeni dio	15
	Ukupno	30
UKUPNO		100

Pisani međuispiti

Tijekom semestra planirane su 3 pisane provjera znanja (međuispita) koje obuhvaćaju gradivo s predavanja, seminara i vježbi.

Međuispit I obuhvaća gradivo P1-P11, S1-S4 i V1-V5.

Međuispit II obuhvaća gradivo P12-P21 i S5-S6.

Međuispit III obuhvaća gradivo P22-P26, S7-S10 i V6-V7.

Na svakom pisanom međuispitu student može postići maksimalno 18 ocjenskih bodova.

Pisani međuispit sastoji se od 40 pitanja višestrukog odabira i vrednuje se prema kriterijima navedenim u tablici 2. Na svakom međuispitu student od ukupnog broja zadataka mora imati minimalno 50% točno riješenih zadataka kako bi zadovoljio kriterije za dobivanje ocjenskih bodova. Bodovi ostvareni na pojedinom međuispitu važeći su samo u tekućoj akademskoj godini u kojoj su položeni.

Tablica 2. Vrednovanje pisanih međuispita I-III

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00 - 54,99	9
55,00 - 59,99	10
60,00 - 64,99	11
65,00 - 69,99	12
70,00 - 74,99	13
75,00 - 79,99	14
80,00 - 84,99	15
85,00 - 89,99	16
90,00 - 94,99	17
95,00 - 100,00	18

Popravak međuispita

Popravak međuispita I-III moguć je nakon završene redovite nastave u terminima određenima satnicom izvođenja nastave. Student može jednokratno popraviti jedan ili više međuispita. Student može pristupiti popravku međuispita u slučaju ako nije zadovoljio minimalne kriterije (50 % točno riješenih zadataka) na nekom od međuispita, ako želi popraviti uspjeh na međuispitu ili ako je opravdano izostao. Ukoliko student popravljiva međuispit jer nije zadovoljan s prethodnim postignućem, dobit će onaj broj ocjenskih bodova koje je stekao popravkom međuispita. Bodovanje popravka međuispita vrši se prema kriterijima navedenim u tablici 2.

Laboratorijske vježbe

U semestru je planirano 7 laboratorijskih vježbi tijekom kojih student može prikupiti maksimalno 8 ocjenskih bodova. Vrednovanje vježbovne nastave podrazumijeva točno odrađenu vježbu (maksimalno 3,5 ocjenskih bodova) te ispunjen i priznat referat (maksimalno 3,5 ocjenskih bodova) te 1 bod koji student može ostvariti na temelju kvalitetnog i savjesnog izvršavanja eksperimentalnog rada, prema procjeni voditeljica vježbi. Na početku svake vježbe, student će biti usmeno ispitivan gradivo koje je definirano zadanom literaturom za pojedinu vježbu. Ukoliko student ne zadovolji minimalan kriterij poznavanja teorijskog dijela, neće moći pristupiti eksperimentalnom dijelu vježbe. Usmeno ispitivanje može se izvršiti i tijekom eksperimentalnog rada.

Seminari

U semestru je planirano 10 seminara tijekom kojih student može prikupiti maksimalno 8 ocjenskih bodova. Vrednovanje uključuje kratke pisane provjere znanja iz gradiva obrađenih na seminaru te aktivno sudjelovanje tijekom seminarske nastave. Pisane provjere znanja donose maksimalno 6 ocjenskih bodova, a aktivnim sudjelovanjem stječu se 2 ocjenska boda. Naknadno pisanje ili ponavljanje kratkih provjera znanja nije moguće.

Prva kratka provjera znanja biti će odražana u sklopu S4 (gradivo S1 – S3).

Druga kratka provjera znanja biti će odražana u sklopu S7 (gradivo S4 – S6).

Treća kratka provjera znanja biti će odražana u sklopu S10 (gradivo S7 – S9).

Tablica 3. Vrednovanje kratkih pisanih provjera znanja

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00 – 59,99	1
60,00 - 79,99	1,5
80,00 – 100,00	2

Završni ispit

Student koji je tijekom nastave ostvario ukupno minimalno 35 ocjenskih bodova stekao je pravo na pristupanje završnom ispitu.

Student koji je tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita sakupio manje od 35 ocjenskih bodova i/ili je izostao više od 30% seminara i vježbi nije zadovoljio minimalne kriterije, ocjenjuje se ocjenom neuspješan (F) i mora ponovno upisati kolegij Biokemija.

Završni ispit je obavezan, a sastoji se od **pisanog** i **usmenog** dijela. Tijekom završnog ispita, student može ostvariti maksimalno 30 ocjenskih bodova, od toga 15 ocjenskih bodova na pisanom dijelu te 15 ocjenskih bodova na usmenom dijelu završnog ispita. Student može pristupiti završnom ispitu najviše 3 puta u jednoj akademskoj godini.

Pisani i usmeni dio završnog ispita obuhvaćaju cjelokupno gradivo predviđeno nastavnim planom i programom kolegija Biokemija.

Pisani dio ispita sastoji se od 30 pitanja, a da bi student zadovoljio minimalne kriterije i stekao ocjenske bodove, mora imati 50% točno riješenih zadataka. U slučaju da student na završnom ispitu ne zadovolji minimalne kriterije, pristupa ponovno završnom ispitu na sljedećem ispitnom roku. Uspjeh na pisanom dijelu završnog ispita pretvara se u ocjenske bodove prema kriterijima navedenim u tablici 4.

Tablica 4. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00 - 59,99	7,5
60,00 - 64,99	8
65,00 - 69,99	9
70,00 - 74,99	10
75,00 - 79,99	11
80,00 - 84,99	12
85,00 - 89,99	13
90,00 - 94,99	14
95,00 - 100,00	15

Vrednovanje usmenog dijela ispita završnog ispita:

7,5 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

8-9 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama

10-12 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor

13-15 ocjenskih bodova: izniman odgovor

Za prolaz na završnom ispitu i konačno ocjenjivanje student mora biti pozitivno ocijenjen na pisanom i usmenom dijelu završnog ispita, a u protivnom mora ponovno pristupiti završnom ispitu. Student koji odbije

ocjenu na usmenom dijelu ispita mora ponovno pristupiti usmenom i pisanom dijelu ispita.

Oblikovanje završne ocjene

Ocjenskim bodovima ostvarenim tijekom nastave pridružuju se bodovi ostvareni na završnom ispitu. Ocjenjivanje u ECTS sustavu vrši se apsolutnom raspodjelom, odnosno temeljem konačnog postignuća na sljedeći način:

90 - 100 ocjenskih bodova	A	izvrstan (5)
75 - 89,9 ocjenskih bodova	B	vrlo dobar (4)
60 - 74,9 ocjenskih bodova	C	dobar (3)
50 - 59,9 ocjenskih bodova	D	dovoljan (2)
	F	nedovoljan (1)

U e-indeks i prijavnicu unosi se brojčana ocjena, ECTS ocjena i postotak usvojenog znanja, vještina i kompetencija

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Konzultacije se održavaju prema dogovoru s voditeljicom kolegija i suradnicama.

Rezultati međuispita, kratkih provjera znanja i završnog ispita te obavijesti i sve ostale informacije o kolegiju redovito će se objavljivati na sustavu Merlin.

Akadska čestitost

Poštivanje načela akademske čestitosti očekuju se i od nastavnika i od studenata u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Rijeci te Etičkim kodeksom za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci.

(http://www.uniri.hr/hr/propisi_i_dokumenti/eticki_kodeks_svri.htm).

Kontaktiranje s nastavnicama

Kontaktiranje s nastavnicama obavlja se osobno u dogovorenom terminu i/ili elektroničkom poštom:

doc.dr.sc. Sunčica Buljević: suncica.buljevic@medri.uniri.hr

prof.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić: gordanaci@medri.uniri.hr

izv. prof. dr. sc. Dijana Detel: dijana.detel@uniri.hr

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku godinu 2023./2024.)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnica
5.3.2024.	P1, 2 (10:15-12:00) Predavaonica 4			prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
6.3.2024.			V1 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	doc.dr.sc. S. Buljević
8.3.2024.		S1 (10:15-12:00) Predavaonica 6		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
12.3.2024.	P3 (10:00-11:30) Predavaonica 5			doc.dr.sc. S. Buljević
13.3.2024.			V2 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
15.3.2024.		S2 (10:00-12:00) Predavaonica 2		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
19.3.2024.	P4 (10:30-12:00) Predavaonica 4			doc.dr.sc. S. Buljević
20.3.2024.			V3 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	doc.dr.sc. S. Buljević
22.3.2024.		S3 (10:15-12:00) Predavaonica 4		doc.dr.sc. S. Buljević
26.3.2024.	P5 (10:15-11:00) Predavaonica 1 P6 (11:15-12:00) Predavaonica 7			prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
29.3.2024.	P7 (10:15-11:00) Predavaonica 8 P8 (11:15-12:00) Predavaonica 1			izv.prof.dr.sc. D.Detel

2.4.2024.	P9 (10:15-11:00) Predavaonica 15			izv.prof.dr.sc. D.Detel
3.4.2024.			V4 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
5.4.2024.		S4 (10:15-12:00) Predavaonica 1 (10:15-11:00) Predavaonica 2 (11:15-12:00)		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
9.4.2024.	P10,11 (10:15-12:00) Predavaonica 6			izv.prof.dr.sc. D.Detel doc.dr.sc. S. Buljević (P11)
10.4.2024.			V5 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	doc.dr.sc. S. Buljević
12.4.2024.	MEĐUISPIT I (10:15-12:00) Predavaonica 2			
16.4.2024.	P12 (10:15-11:00) Predavaonica 4			doc.dr.sc. S. Buljević
19.4.2024.		S5 (10:15-12:00) Predavaonica 7		doc.dr.sc. S. Buljević
23.4.2024.	P13, 14 (10:15-12:00) Predavaonica 4			doc.dr.sc. S. Buljević
26.4.2024.		S6 (10:15-12:00) Predavaonica 6		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
3.5.2024.	P15, 16 (10:15-12:00) Predavaonica 15			izv.prof.dr.sc. D.Detel
7.5.2024.	P17 (11:15-12:00) Predavaonica 5			izv.prof.dr.sc. D.Detel
10.5.2024.	P18, 19 (10:15-12:00) Predavaonica 15			izv.prof.dr.sc. D.Detel

14.5.2024.	P20, 21 (10:15-12:00) Predavaonica 1			doc.dr.sc. S. Buljević
15.5.2024.			V6 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	doc.dr.sc. S. Buljević
16.5.2024.	MEĐUISPIT II (13:00-14:00) Predavaonica 2			
17.5.2024.		S7 (10:15-12:00) Predavaonica 7		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
21.5.2024.	P22 (10:15-11:00) Predavaonica 5			doc.dr.sc. S. Buljević
22.5.2024.		S8 (10:15-12:00) Predavaonica 4		doc.dr.sc. S. Buljević
27.5.2024.	P23,24 (10:15-12:00) Predavaonica 5			prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
29.5.2024.			V7 (10-13) I grupa (13-16) II grupa Praktikum Zavoda	prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
4.6.2024.	P25 (10:15-12:00) Predavaonica 4			doc.dr.sc. S. Buljević
6.6.2024.		S9 (10:15-12:00) Predavaonica 5		doc.dr.sc. S. Buljević
11.6.2024.	P26 (10:15-12:00) Predavaonica 4			doc.dr.sc. S. Buljević
12.6.2024.		S10 (10:15-12:00) Predavaonica 4		prof.dr.sc. G. Čanadi Jurešić
14.6.2024.	MEĐUISPIT III (8:30-10) Predavaonica 2			
18.6.2024.	Popravak međuispita			
26.6.2024.	Popravak međuispita			

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	Značenje biokemije u razumijevanju zdravlja i bolesti i njena primjena u kliničkoj praksi.	1	Predavaonica 4
P2	Aminokiseline i proteini.	1	Predavaonica 4
P3	Enzimi. Podjela enzima.	2	Predavaonica 5
P4	Kofaktori.	2	Predavaonica 4
P5	Metabolizam i energijom bogati spojevi.	1	Predavaonica 1
P6	Probava i apsorpcija ugljikohidrata.	1	Predavaonica 7
P7	Glikoliza.	1	Predavaonica 8
P8	Glukoneogeneza.	1	Predavaonica 1
P9	Metabolizam glikogena: glikogeneza i glikogenoliza	1	Predavaonica 15
P10	Put pentoza-fosfata. Oksidacijski i neoksidacijski put.	1	Predavaonica 6
P11	Oksidativna dekarboksilacija piruvata.	1	Predavaonica 6
P12	Ciklus limunske kiseline.	1	Predavaonica 4
P13	Redoks sustavi i biološke oksidacije.	1	Predavaonica 4
P14	Respiracijski lanac. Oksidativna fosforilacija.	1	Predavaonica 4
P15	Biološka funkcija lipida. Probava i asporpcija triacilglicerola.	1	Predavaonica 15
P16	β -oksidacija masnih kiselina.	1	Predavaonica 15
P17	Ketogeneza.	1	Predavaonica 5
P18	Biosinteza masnih kiselina.	1	Predavaonica 15
P19	Lipoproteini. Podjela i uloga u metabolizmu.	1	Predavaonica 15
P20	Razgradnja proteina.	1	Predavaonica 1
P21	Metabolizam aminokiselina.	1	Predavaonica 1
P22	Ciklus uree.	1	Predavaonica 5
P23	Nukleinske kiseline.	1	Predavaonica 5
P24	Replikacija, transkripcija i biosinteza proteina.	1	Predavaonica 5
P25	Stanična signalizacija. Hormoni i hormonima slične tvari.	2	Predavaonica 4
P26	Integracija metabolizma.	2	Predavaonica 4
	UKUPAN BROJ SATI	30	

	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1	Aminokiseline i peptidi.	2	Predavaonica 6
S2	Enzimi.	2	Predavaonica 2
S3	Vitamini.	2	Predavaonica 4
S4	Metabolizam ugljikohidrata.	2	Predavaonice 1 i 2
S5	Regulacija glikogeneze i glikogenolize. Cori ciklus.	2	Predavaonica 7
S6	Metabolizam lipida I.	2	Predavaonica 6
S7	Metabolizam lipida II.	2	Predavaonica 7
S8	Razgradnja pojedinih aminokiselina.	2	Predavaonica 4
S9	Uloga proteina seruma u dijagnostici.	2	Predavaonica 5
S10	Metaboličke osobitosti pojedinih organa.	2	Predavaonica 4
	UKUPAN BROJ SATI	20	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Pravila ponašanja u biokemijskom praktikumu. Uvod u biokemijske analize Centrifugiranje, pipetiranje, brojanje stanica.	3	Praktikum Zavoda
V2	Kvalitativne reakcije aminokiselina i proteina. Kvalitativne reakcije na pojedine aminokiseline. Određivanje utjecaja jakih kiselina na topljivost proteina. Određivanje određivanje izolektričnog pH otopine proteina. Kromatografija aminokiselina.	3	Praktikum Zavoda
V3	Čimbenici enzimске aktivnosti. Utjecaj koncentracije supstrata, pH i temperature na aktivnost enzima. Određivanje vrste enzimске inhibicije.	3	Praktikum Zavoda
V4	Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata. Kvalitativne reakcije na šećere. Određivanje glukoze u krvi i urinu.	3	Praktikum Zavoda
V5	Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida. Određivanje triglicerida u serumu. Dokazivanje ketotijela u urinu. Određivanje ukupnog kolesterola u serumu. Određivanje HDL i LDL kolesterola u serumu. Elektroforeza lipoproteina seruma.	3	Praktikum Zavoda
V6	Dijagnostika neproteinskih dušikovih spojeva. Određivanje uree u urinu. Određivanje kreatinina u serumu. Određivanje mokraćne kiseline u urinu. Dokazivanje nitrita u urinu.	2	Praktikum Zavoda
V7	Kvantitativna analiza proteina u serumu. Kvantitativno određivanje ukupnih proteina, albumina i	3	Praktikum Zavoda

	globulina u serumu.		
	UKUPAN BROJ SATI	20	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	26.06.2024.
2.	10.07.2024.
3.	02.09.2024.
4.	16.09.2024.