Faculty of Medicine in Rijeka

Curriculum
2025/2026

For course

Biokemija

Study program:	**Medicinsko laboratorijska dijagnostika (R)** University undergraduate study
Department:	**Department of Medical Chemistry, Biochemistry and Clinical Chemistry**
Course coordinator:	**doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing.**
Year of study:	**1**
ECTS:	**7**
Incentive ECTS:	**0 (0.00%)**
Foreign language:	**No**

Course information:

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 molekulskoj razini: kako proizvodi, koristi i pohranjuje energiju, stvara i razgrađuje molekuke 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 bolest. 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 studenti će 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 uglikohidrata
05. Ciklus limunske kiseline
06. Lanac prijenosa elektrona i sinteza ATP-a
07. Metabolizam lipida
08. Struktura i funkcija nukleinskih kiselina
09. Metabolizam proteina i pojedinih aminokiselina
10. Metabolizam željeza i oskidacijski stres
11. Biomedicinsko značenje enzima i proteina seruma
12. Integracija metabolizma

[Ishodi učenja]:

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 molekulskih 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 mišiću, 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

List of assigned reading:

1. R. Murray: Harperova ilustrirana biokemija, Medicinska naklada, Zagreb 2011.

List of optional reading:

1. L. Stryer: Biokemija, Školska knjiga, Zagreb, 2012.

2. J. McMurry, Osnove organske kemije, Prijevod 7. izdanja, Zrinski, Čakovec, 2014.

Method of examination.:

Završni ispit je obvezan, 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.

Curriculum:

Seminars list (with titles and explanation):

S1 Aminokiseline i peptidi.

Naučiti crtati strukture proteinogenih aminokiselina. Definirati pI-vrijednost, objasniti primjenu te izračunati pI-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 enzimske kinetike i Lineweaver-Burkov dijagram za analizu enzimske 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.

Definirati lipide i opisati njihovu podjelu. Opisati strukturu fiziološki značajnih neutralnih i polarnih lipida. Navesti esencijalne masne kiseline i njihove karakteristike. Izložiti strukturu fosfogliceride, 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 fizikalno-kemijska svojstva i ulogu žučnih kiselina.

S8 Razgradnja pojedinih aminokiselina.

Objasniti razgradnju pojedinih aminokiselina do piruvata, oksaloacetata, α-ketoglutarata, sukcinil-CoA, fumarata, acetil-CoA i acetoacetil-CoA te povezati nedostatak pojedinih enzima u metabolizmu aminokiselina s urođenim bolestima. Opisati glukogene i ketogene aminokiseline.

S9 Uloga proteina seruma u dijagnostici.

Opisati primjenu i ulogu albumina, haptoglobina, ceruloplazmina, α2-makroglobulina, transferina, α1-fetoproteina, α1-antitripsina, fibrinogena i α1-kiselog glikoproteina u dijagnostici. Razjasniti dijagnostičku važnost proteina seruma na primjeru manjka α1-antitripsina.

S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Kratka provjera znanja.

Opisati metabolički ustroj mozga, mišića, masnog tkiva i jetre. Objasniti reakcije biotransformacije.

Practicals list (with titles and explanation):

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

Upoznati se s laboratorijskim priborom koji se susreće u biokemijskom laboratoriju i opisati funkciju istih. Objasniti princip metoda koje se koriste u biokemijskom laboratoriju. Objasniti specifičnost rukovanja humanim uzorcima. Opisati centrifugiranje kao način pripreme uzoraka za analizu. Upoznati pravilnu upotrebu automatske pipete. Opisati princip spektrofotometrijskog mjerenja.

Vježba 2. Kvalitativne reakcije aminokiselina i proteina.

Objasniti metode kvalitativnog određivanje 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.

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 primjeniti metodu jedne točke u određivanju aktivnosti enzima.

Vježba 4. Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.

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. Objasniti važnost određivanja glikiranog hemoglobina.

Vježba 5. Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.

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.

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.

Vježba 7. Kvantitativna analiza proteina u serumu.

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.

Lectures list (with titles and explanation):

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

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

P2 Aminokiseline. Struktura i funkcija proteina.

Znati osnovnu građu proteinogenih aminokiselina i njihovu podjelu. Opisati peptidnu vezu. 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 funcionalne 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 enzimski katalizirane reakcije. Objasniti razine regulacije enzimske aktivnosti.

P4 Kofaktori.

Klasificirati kofaktore. Objasniti mehanizme djelovanja kofaktora u enzimski 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 ugljikohidrate 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.

Opisati građu i funkciju glikogena te njegovu ulogu u održavanju koncentracije glukoze u krvi. 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 međuprodukte, enzime i kofaktore oksidacijskog i neoksidacijskog ogranka te prikazati regulaciju puta.

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 regulacijske mehanizme piruvat dehidrogenaze.

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. Obajsniti 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 energetski učinak respiracijskog lanca i njegovu regulaciju. Objasniti posljedice nepotpune redukcije kisika te inhibicije oksidativne fosforilacije.

P15 Biološka funkcija lipida. Probava i asporpcija 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. Objasniti princip razgradnje nezasićenih te masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma. Izračunati energetski 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 energetsku 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 stjenke 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 deaminacija.

Navesti osnovne putove enzimske razgradnje aminokiselina. Opisati reakcije dekarboksilacije aminokiselina te navesti fiziološki najistaknutije biološke amine koji nastaju dekarboskilacijom. 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 amonijevog iona u ciklus uree. Shematski prikazati ciklus uree sa svim međuproduktima, enzimima i kofaktorima. Opisati utrošak ATP pri stvaranju uree.

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 Metabolizam željeza. Oksidacijski stres i antioksidansi.

> Objasniti ulogu, načine pohrane i prijenosa željeza u organizmu. Objasniti dijagnostički značaj transferina, feritina i koncentracije željeza u organizmu. Objasniti nastajanje i učinke slobodnih radikala; objasniti mehanizme eliminacije slobodnih radikala.

P26 Integracija metabolizma.

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

Student obligations:

Studenti su obvezni dolaziti na vrijeme, redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave što će se evidentirati u INP aplikaciji u koju se student dužan prijaviti na svakom obliku nastave kojem prisustvuje. 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. Da bi ostvario maksimum bodova po vježbi, student ima pravo na maksimalno jedan ispravak referata za svaku vježbu pri čemu se mora pridržavati rokova za predaju referata. Za rad u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu) i pribor (krpa, ravnalo, kalkulator) te pisane materijale o sadržaju vježbe koje je student dužan kupiti u Knjižnici.

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

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 u akademskoj godini 2024/2025. prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1.

	VREDNOVANJE	OCJENSKI BODOVI	
Pisani međuispiti	Međuispit I	25	
	Međuispit II	25	
	Ukupno	**50**	
Vježbe	Odrađena vježba i priznat referat	12	
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 2 pisane provjera znanja (međuispita) koje obuhvaćaju gradivo s predavanja, seminara i vježbi.

Međuispit I obuhvaća gradivo P1-P14, S1-S5 i V1-V4.
Međuispit II obuhvaća gradivo P15-P26 i S5-S10 i V5-V7.

Na svakom pisanom međuispitu student može postići maksimalno 25 ocjenskih bodova.

Pisani međuispiti sastoje se od 40 pitanja višestrukog odabira i vrednuju 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 i II

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00 - 54,99	13
55,00 - 59,99	15

60,00 - 64,99	17
65,00 - 69,99	19
70,00 - 74,99	20
75,00 - 79,99	21
80,00 - 84,99	22
85,00 - 89,99	23
90,00 - 94,99	24
95,00 - 100,00	25

Popravak međuispita

Popravak međuispita I ili II 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 popravlja 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 12 ocjenskih bodova. Vrednovanje vježbovne nastave podrazumijeva točno odrađenu vježbu (maksimalno 3,5 ocjenskih bodova) te ispunjen i priznat referat (maksimalno 7 ocjenskih bodova) te 1,5 bod koji student može ostvariti na temelju pokazanog terorijskog znanja te kvalitetnog i savjesnog izvršavanja eksperimentalnog rada, prema procjeni voditeljica vježbi. Na početku svake vježbe, student će biti usmeno ispitan 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 na seminarima stječu se 2 ocjenska boda. Naknadno pisanje ili ponavljanje kratkih provjera znanja nije moguće. Termini kratkih provjera znanja biti će naknadno definirani u dogovoru sa studentima.
Prva kratka provjera znanja obuhvaćat će gradivo S1 – S3.
Druga kratka provjera znanja obuhvaćat će gradivo S4 – S6.
Treća kratka provjera znanja obuhvaćat će gradivo S7 – S9.

Tablica 3. Vrednovanje kratkih pisanih provjera znanja

Postotak točno riješenih zadataka (%)	**Ocjenski bodovi**
40,00 – 49,99	0,5
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 obvezan, 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 i pisanom i usmenom 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.

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

-

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		

P1 Uvod u kolegij. Značenje biokemije u razumijevanju zdravlja i bolesti te primjena u kliničkoj praksi.:
• P15 - TOWN HALL (10:15 - 12:00) [346]
  ○ B_534
 	
P2 Aminokiseline. Struktura i funkcija proteina.:
• P15 - TOWN HALL (10:15 - 12:00) [346]
  ○ B_534		

prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
04.03.2026		

	Vježba 1. Pravila ponašanja u biokemijskom praktikumu. Uvod u biokemijske analize. Rukovanje humanim uzorcima. Centrifugiranje. Pipetiranje.:
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (10:15 - 13:00) [517]
	  ○ BK MLD I
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2 (13:15 - 16:00) [517]
	  ○ BK MLD II	

doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
06.03.2026		
		S1 Aminokiseline i peptidi.: • P01 (10:15 - 12:00) [346] ○ B_534
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
10.03.2026		
P3 Enzimi i njihova svojstva. Podjela enzima. Regulacija enzimske aktivnosti.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 11:30) [517] ○ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
11.03.2026		

	Vježba 2. Kvalitativne reakcije aminokiselina i proteina.:
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 13:00) [517]
	  ○ BK MLD I
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:15 - 16:00) [3615]
	  ○ BK MLD II	

doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517] · asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		

13.03.2026		
		S2 Enzimi.: • ONLINE (10:15 - 11:45) [517] ○ B_534
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
17.03.2026		
P4 Kofaktori.: • v (10:30 - 12:00) [517] ○ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
18.03.2026		

	Vježba 3. Čimbenici enzimske aktivnosti.:
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 13:00) [517]
	  ○ BK MLD I
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:15 - 15:30) [3615]
	  ○ BK MLD II	

doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517] · asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
20.03.2026		
		S3 Vitamini topljivi u mastima.: • P15 - TOWN HALL (10:15 - 12:00) [517] ○ B_534
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
24.03.2026		

P5 Metabolizam. Energijom bogati spojevi.:
• P04 (10:15 - 12:00) [346]
  ○ B_534
 	
P6 Biološki važni ugljikohidrati. Probava i asporpcija.:
• P04 (10:15 - 12:00) [346]
  ○ B_534		

prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
27.03.2026		

P7 Glikoliza.:
• P02 (10:15 - 12:00) [516]
  ○ B_534
 	
P8 Glukoneogeneza.:
• P02 (10:15 - 12:00) [516]
  ○ B_534		

prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
31.03.2026		

		S4 Metabolizam ugljikohidrata. Kratka provjera znanja.: • P01 (10:15 - 11:00) [346] ◦ B_534 • P06 (11:15 - 12:00) [346] ◦ B_534
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
01.04.2026		
	Vježba 4. Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 13:00) [3615] ◦ BK MLD I • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:15 - 16:00) [3615] ◦ BK MLD II	
asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
03.04.2026		
P9 Metabolizam glikogena.: • ONLINE (10:15 - 12:00) [516] ◦ B_534 P10 Put pentoza-fosfata. Oksidacijski i neoksidacijski put.: • ONLINE (10:15 - 12:00) [516] ◦ B_534		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
07.04.2026		
P11 Oksidativna dekarboksilacija piruvata: • P01 (11:00 - 12:30) [517] ◦ B_534 P12 Ciklus limunske kiseline.: • P01 (11:00 - 12:30) [517] ◦ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
14.04.2026		
		S5 Regulacija glikogeneze i glikogenolize. Cori ciklus.: • P01 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
17.04.2026		

P13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.: • P07 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534 P14 Respiracijski lanac. Oksidativna fosforilacija.: • P07 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
21.04.2026		
		S6 Metabolizam lipida I.: • P04 (10:15 - 12:00) [346] ◦ B_534
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
30.04.2026		
P15 Biološka funkcija lipida. Probava i asporpcija triacilglicerola.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_534 P16 β-oksidacija masnih kiselina.: • P15 - TOWN HALL (10:00 - 12:00) [516] ◦ B_534		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
05.05.2026		
P17 Ketogeneza.: • P15 - TOWN HALL (10:15 - 12:00) [516] ◦ B_534 P18 Biosinteza masnih kiselina.: • P15 - TOWN HALL (10:15 - 12:00) [516] ◦ B_534		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		
06.05.2026		
	Vježba 5. Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 13:00) [517] ◦ BK MLD I • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:15 - 16:00) [3615] ◦ BK MLD II	
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517] · asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
08.05.2026		
P19 Lipoproteini. Podjela i uloga u metabolizmu.: • P08 (10:15 - 11:00) [516] ◦ B_534		
prof. dr. sc. Detel Dijana, dr. med. [516]		

12.05.2026		
		S7 Metabolizam lipida II. Kratka provjera znanja.: • P04 (10:15 - 12:00) [346] ◦ B_534
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
15.05.2026		
P20 Razgradnja proteina.: • P06 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534 P21 Metabolizam aminokiselina – dekarboksilacija, transaminacija i oksidativna deaminacija.: • P06 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
19.05.2026		
P22 Eliminacija amonijaka iz organizma. Ciklus uree.: • P01 (10:15 - 11:00) [517] ◦ B_534		S8 Razgradnja pojedinih aminokiselina.: • P01 (11:15 - 13:00) [517] ◦ B_534
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
20.05.2026		
	Vježba 6. Kvalitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.: • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 12:00) [517] ◦ BK MLD I • Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (12:15 - 14:00) [3615] ◦ BK MLD II	
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517] · asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
25.05.2026		
P23 Nukleinske kiseline.: • ONLINE (10:15 - 12:00) [346] ◦ B_534 P24 Replikacija, transkripcija i biosinteza proteina.: • ONLINE (10:15 - 12:00) [346] ◦ B_534		
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		
26.05.2026		
		S9 Uloga proteina seruma u dijagnostici.: • P06 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		

27.05.2026		

	Vježba 7. Kvantitativna analiza proteina u serumu.:
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (10:15 - 13:00) [517]
	  ◦ BK MLD I
	• Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry (13:15 - 16:00) [3615]
	  ◦ BK MLD II	

doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517] · asistentica Lukšić Lea, mag. pharm. [3615]		
02.06.2026		
P25 Metabolizam željeza. Oksidacijski stres i antioksidansi.: • P04 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
09.06.2026		
P26 Integracija metabolizma.: • P04 (10:15 - 12:00) [517] ◦ B_534		
doc. dr. sc. Buljević Sunčica, dipl. sanit. ing. [517]		
10.06.2026		
		S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Kratka provjera znanja.: • P04 (10:15 - 12:00) [346] ◦ B_534
prof. dr. sc. Čanadi Jurešić Gordana, dipl. ing. [346]		

List of lectures, seminars and practicals:

LECTURES (TOPIC)	Number of hours	Location
P1 Uvod u kolegij. Značenje biokemije u razumijevanju zdravlja i bolesti te primjena u kliničkoj praksi.	1	P15 - TOWN HALL
P2 Aminokiseline. Struktura i funkcija proteina.	1	P15 - TOWN HALL
P3 Enzimi i njihova svojstva. Podjela enzima. Regulacija enzimske aktivnosti.	2	P15 - TOWN HALL
P4 Kofaktori.	2	v
P5 Metabolizam. Energijom bogati spojevi.	1	P04
P6 Biološki važni ugljikohidrati. Probava i asporpcija.	1	P04
P7 Glikoliza.	1	P02
P8 Glukoneogeneza.	1	P02
P9 Metabolizam glikogena.	1	ONLINE
P10 Put pentoza-fosfata. Oksidacijski i neoksidacijski put.	1	ONLINE
P11 Oksidativna dekarboksilacija piruvata	1	P01

P12 Ciklus limunske kiseline.	1	P01
P13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.	1	P07
P14 Respiracijski lanac. Oksidativna fosforilacija.	1	P07
P15 Biološka funkcija lipida. Probava i asporpcija triacilglicerola.	1	P15 - TOWN HALL
P16 β-oksidacija masnih kiselina.	1	P15 - TOWN HALL
P17 Ketogeneza.	1	P15 - TOWN HALL
P18 Biosinteza masnih kiselina.	1	P15 - TOWN HALL
P19 Lipoproteini. Podjela i uloga u metabolizmu.	1	P08
P20 Razgradnja proteina.	1	P06
P21 Metabolizam aminokiselina – dekarboksilacija, transaminacija i oksidativna deaminacija.	1	P06
P22 Eliminacija amonijaka iz organizma. Ciklus uree.	1	P01
P23 Nukleinske kiseline.	1	ONLINE
P24 Replikacija, transkripcija i biosinteza proteina.	1	ONLINE
P25 Metabolizam željeza. Oksidacijski stres i antioksidansi.	1	P04
P26 Integracija metabolizma.	1	P04

PRACTICALS (TOPIC)	Number of hours	Location
Vježba 1. Pravila ponašanja u biokemijskom praktikumu. Uvod u biokemijske analize. Rukovanje humanim uzorcima. Centrifugiranje. Pipetiranje.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry 2
Vježba 2. Kvalitativne reakcije aminokiselina i proteina.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
Vježba 3. Čimbenici enzimske aktivnosti.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
Vježba 4. Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
Vježba 5. Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
Vježba 6. Kvalitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.	2	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry
Vježba 7. Kvantitativna analiza proteina u serumu.	3	Department of Med. chemistry, biochemistry and clin. chemistry

SEMINARS (TOPIC)	Number of hours	Location
S1 Aminokiseline i peptidi.	2	P01
S2 Enzimi.	2	ONLINE
S3 Vitamini topljivi u mastima.	2	P15 - TOWN HALL
S4 Metabolizam ugljikohidrata. Kratka provjera znanja.	2	P01 P06
S5 Regulacija glikogeneze i glikogenolize. Cori ciklus.	2	P01
S6 Metabolizam lipida I.	2	P04
S7 Metabolizam lipida II. Kratka provjera znanja.	2	P04

S8 Razgradnja pojedinih aminokiselina.	2	P01
S9 Uloga proteina seruma u dijagnostici.	2	P06
S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Kratka provjera znanja.	2	P04

EXAM DATES (final exam):

1.	25.06.2026.
2.	09.07.2026.
3.	07.09.2026.
4.	21.09.2026.