



Sveučilište u Rijeci  
Fakultet dentalne medicine

**Kolegij: Biokemija**

**Voditelj: Prof. dr. sc. Dijana Detel, dr. med.**

**Suradnici:** Prof. dr. sc. R. Domitrović, doc. dr. sc. S. Buljević

**Katedra: Katedra za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet**

**Studij:** Sveučilišni integrirani prijediplomski i diplomski studij Dentalna medicina

**Godina studija:** prva

**Akadska godina:** 2024./2025.

## IZVEDBENI 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 sl.):**

Kolegij **Biokemija** je obvezni kolegij u drugom semestru prve godine Integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija Dentalna medicina, a sastoji se od predavanja (30 sati), praktičnog rada-vježbi (20 sati), seminara (30 sati) što ukupno iznosi 80 sati (7 ECTS). Pojedine tematske cjeline predavanja nastavnik obrađuje u cijelosti dok temelj za rad tijekom seminara ili vježbi predstavlja samostalno učenje odnosno prethodna priprema studenta. Na vježbama studenti povezuju temeljna znanja iz kemije i biokemije s kliničkom primjenom.

Predavanja i seminari se održavaju u dvoranama Medicinskog fakulteta. Vježbe se održavaju u praktikumu Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju.

**Cilj** nastave predmeta Biokemija razumijevanje je načina kako ljudsko tijelo funkcionira na molekularnoj razini: kako koristi energiju, na koji način održava svoje strukture, prepoznaje najrazličitije signale i reagira na njih, kako se razvija i raste, te kako se štiti od bolesti. Težište je pritom na integracijskoj ulozi tkiva i organa. Takav nastavni program čini biokemijski temelj fiziologije te studentu nudi znanja nužna za razumijevanje biokemijske osnove brojnih bolesti, odnosno patobiokemijskih procesa.

**Sadržaj predmeta** obuhvaća sljedeće tematske jedinice:

- Aminokiseline, peptidi i proteini.
- Enzimi.
- Koenzimi
- Metabolizam ugljikohidrata
- Ciklus limunske kiseline
- Respiracijski lanac
- Metabolizam lipida
- Probava proteina
- Metabolizam aminokiselina i proteina
- Nukleinske kiseline
- Stanična signalizacija
- Regulacija metabolizma



**Popis obvezne ispitne literature:**

1. R. Murray: Harperova ilustrirana biokemija, Medicinska naklada, Zagreb 2011.
2. P. Karlson: Biokemija za studente kemije i medicine, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
3. Detel, D. i sur. Priručnik za vježbe iz biokemije za studente preddiplomskog studija Dentalne medicine, 2012.

**Popis dopunske literature:**

1. L. Stryer: Biokemija, Školska knjiga, Zagerb, 2012.
2. Štraus: Medicinska biokemija, Medicinska naklada, Zagreb, 2009.
3. M. Devlin: Biochemistry, A.J.Wiley and Sons, Inc., New York, 2002.

**Nastavni plan:**

**Popis predavanja s naslovima i pojašnjenjem:**

**P1-2 Važnost i uloga biokemije u biomedicini. Organska kemija i biokemija. Prirodne aminokiseline**

Ishodi učenja

Prepoznati ulogu biokemije u biomedicini. Znati osnovnu građu aminokiselina kao i njihovu podjelu i svojstva.

**P3-4 Strukturne razine i biološka uloga proteina. Mioglobin i hemoglobin**

Ishodi učenja

Opisati strukturne razine u arhitekturi proteina (razlikovati primarnu strukturu od konformacije peptidnog lanca, prepoznati kvarternu strukturu). Objasniti građu i funkcionalne razlike mioglobina i hemoglobina te opisati mehanizam vezivanja kisika za mioglobin i hemoglobin (alosterički efekt, kooperativnost i Bohorov učinak).

**P5-6 Enzimi i njihove osobine**

Ishodi učenja

Opisati kinetiku i mehanizam enzimski kataliziranih reakcija. Znati klasifikaciju i metaboličku ulogu enzima. Objasniti biodinamiku enzimске katalize i usmjeravanje biokemijskih procesa (aktivno središte: specifičnost i ubrzanje). Navesti i objasniti regulacijske strategije enzima (kovalentne modifikacije, alosterička regulacija, izoenzimi, proteolitička aktivacija).

**P7 Pregled metabolizma i stvaranja metaboličkog goriva**

Ishodi učenja

Definirati metabolizam, objasniti reakcije anabolizma i katabolizma te navesti konačne razgradne produkte katabolizma hrane. Navesti te međusobno povezati stupnjeve energijskog metabolizma. Objasniti ulogu acetil-CoA i ATP te pojedinih metabolički puteva u procesu stvaranja metaboličkog goriva.

**P8 Biološki važni ugljikohidrati. Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Mehanizmi transporta glukoze.**

Ishodi učenja

Ispricati nomenklaturu te objasniti značaj, podjelu i karakteristične reakcije ugljikohidrata (oksidacijsko-redukcijske reakcije, izomerizacija, esterifikacija, stvaranje glikozida); znati strukturu monosaharida; znati derivate monosaharida (fosforilirani šećeri, deoksišećeri) objasniti stvaranje glikozidne veze. Prepoznati biološki važne disaharide te ih razlikovati obzirom na podjelu (maltozni i trehalozni tip). Objasniti podjelu i strukturu biološki značajnih polisaharida (škrob, celuloza, glikogen). Opisati probavu ugljikohidrata. Objasniti ulazak glukoze u stanicu te navesti metaboličke puteve glukoze.

**P9-10 Glikoliza. Glukoneogeneza. Mehanizmi regulacije.**

Ishodi učenja

Objasniti tijek glikolize u anaerobnim i aerobnim uvjetima i navesti krajnje produkte tih reakcija; shematski prikazati glikolizu, navesti enzime glikolize, reakcije pirogroždane kiseline (piruvata), stvaranje laktata,



ireverzibilne reakcije. Izračunati energetska bilancu stvaranja ATP pri aerobnoj i anaerobnoj glikolizi. Navesti razliku između glikolize i alkoholnog vrenja, navesti alosteričke enzime koji sudjeluju u regulaciji glikolize.

Definirati glukoneogenezu i navesti supstrate koji ulaze u taj metabolički put.

**P11 Oksidativna dekarboksilacija ketokiselina.**

Ishodi učenja

Prikazati sumarnom jednadžbom oksidativnu dekarboksilaciju piruvata u acetyl-CoA; navesti sve enzime, koenzime i kofaktore koji sudjeluju pri stvaranju acetyl-CoA iz piruvata i uklopiti ih u metaboličku shemu; navesti koliko molekula ATP nastaje pri stvaranju acetyl-CoA iz jednog molekula piruvata.

**P12 Ciklus limunske kiseline.**

Ishodi učenja

Navesti osnovnu ulogu ciklusa limunske kiseline; shematski prikazati ciklus, navesti u kojim su dijelovima stanice locirane reakcije ciklusa; napisati sumarnu jednadžbu ciklusa koja prikazuje potpunu razgradnju acetyl-CoA; navesti u kojim su reakcijama ciklusa limunske kiseline locirani regulacijski mehanizmi; izračunati bilancu stvaranja ATP pri potpunoj oksidaciji jednog molekula acetyl-CoA; navesti međuprodukte ciklusa preko kojih je ciklus povezan s metabolizmom proteina i lipida; razumjeti ulogu ciklusa limunske kiseline kao okretišta metabolizma.

**P13-14 Respiracijski lanac. Energetika i princip respiracijskog lanca.**

Ishodi učenja

Objasniti respiracijski lanac i oksidacijsku fosforilaciju; opisati lokaciju respiracijskog lanca, razjasniti proces oksidacijske fosforilacije, nabrojiti enzime respiracijskog lanca, objasniti energetska učinka respiracijskog lanca, objasniti transport NADH i ATP kroz mitohondrijsku membranu; opisati mehanizam sinteze ATP, objasniti regulaciju respiracijskog lanca.

**P15 Biološki važni lipidi. Probava i apsorpcija masti.**

Ishodi učenja

Definirati lipide, objasniti podjelu obzirom na strukturu i biološku funkciju; znati najvažnije predstavnike jednostavnih i složenih lipida, biološki značajnih steroida, biološki značajnih terpena. Navesti gdje se u probavnom traktu odvija lipolitička razgradnja triacilglicerola (masti ili ulja). Opisati metabolizam triacilglicerola u crijevnoj stijenci.

**P16  $\beta$ -oksidacija masnih kiselina. Ketogeneza.**

Objasniti gdje i kako se odvija katabolizam masnih kiselina ( $\beta$ -oksidacija); izračunati energetska bilancu pri razgradnji masnih kiselina; navesti esencijalne masne kiseline i njihove karakteristike. Opisati biosintezu ketonskih tijela (ketogeneza), navesti fiziološke i patološke uvjete njihova stvaranja i posljedice nastanka.

**P17-18 Biosinteza masnih kiselina. Eikozanoidi. Prijenos i pohrana lipida.**

Objasniti biosintezu masnih kiselina i ulogu multienzimskog kompleksa u tom procesu. Definirati što su lipoproteini, nabrojiti osnovne tipove lipoproteina i navesti njihov kemijski sastav, te navesti ulogu u transportu egzogenih i endogenih lipida te kolesterola.

**P19-20 Biosinteza kolesterola, žučnih kiselina i steroidnih hormona.**

Ishodi učenja

Opisati biosintezu kolesterola, žučnih kiselina definirati strukturu i ukazati na biološku ulogu. Navesti ključnu regulacijsku reakciju u biosintezi kolesterola te objasniti mehanizme regulacije iste.

**P21 Proteoliza. Probava proteina.**

Ishodi učenja

Objasniti enzimsku razgradnju proteina u probavnom sustavu i apsorpciju aminokiselina iz lumena tankoga crijeva; nabrojiti proteolitičke enzime (proteaze), svrstati ih prema specifičnosti (egzopeptidaze, endopeptidaze, aminopeptidaze, karboksipeptidaze, dipeptidaze). Locirati djelovanja pojedinih enzima u probavnom traktu te objasniti pod kojim uvjetima i gdje se stvaraju pepsin, tripsin i kimotripsin iz inaktivnih preteča.

**P22-23 Metabolički putevi razgradnje aminokiselina.**



Ishodi učenja

Navesti osnovne putove enzimske razgradnje aminokiselina. Opisati reakcije dekarboksilacije aminokiselina, navesti najvažnije biogene amine nastale procesom dekarboksilacije; opisati reverzibilne reakcije transaminacije, rastumačiti mehanizam djelovanja transaminaza i navesti u kojim se organima nalaze, navesti  $\alpha$ -ketodikarbonske kiseline kao akceptore amino skupina enzime i koenzime; opisati procese oksidativne deaminacije aminokiselina

**P24 Uklanjanje amonijaka iz organizma. Ciklus uree.**

Ishodi učenja

Objasniti proces stvaranja amonijaka u kombiniranim procesima transaminacije i oksidativne deaminacije nastalog glutamata; navesti iz kojih spojeva nastaje visokoenergetski karbamoil-fosfat; prikazati shematski ciklus uree sa svim međuproduktima, stvaranje uree i fumarata; opisati utrošak ATP pri stvaranju uree iz  $\text{NH}_3$  i  $\text{CO}_2$ . Objasniti prirodu poremećaja u metabolizmu fenilalanina i tirozina (fenilketonurija, alkaptonurija, albinizam).

**P25-26 Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija. Transkripcija. Biosinteza proteina.**

Ishodi učenja

Povezati strukturu i funkciju nukleinskih kiselina i razjasniti tijek genetičke informacije; objasniti semikonzervativno udvostručavanje DNA (replikacija), transkripciju i biosintezu proteina (translancija). Razumijeti i znati tijek prijenosa genetičke informacije.

**P27 Post-translacijske modifikacije.**

Ishodi učenja

Objasniti svrhu post-translacijskih promjena u strukturi proteina. Navesti primjere post-translacijskih modifikacija. Objasniti utjecaj na stabilnost proteina, biokemijsku aktivnost, proteinsko ciljanje i staničnu signalizaciju. Opisati na koji se način proteini označavaju za razgradnju.

**P28-29 Signalne molekule. Načela stanične signalizacije.**

Ishodi učenja

Navesti principe stanične signalizacije. Navesti vrste signalnih molekula obzirom na topljivost. Objasniti ulogu receptora u prijenosu signala. Objasniti način djelovanja peptidnih hormona putem drugih glasnika i steroidnih hormona aktivacijom gena.

**P30 Opća načela regulacije metabolizma.**

Ishodi učenja

Navesti regulacijske enzime u metabolizmu i način samoregulacije metaboličkih puteva.

**Popis seminara s pojašnjenjem:**

**S1 Prirodne aminokiseline. Peptidi.**

Ishodi učenja

Objasniti što su esencijalne i neesencijalne aminokiseline, glukogene i ketogene aminokiseline te razvrstati ih poimence u navedene skupine. Protumačiti kemijsku građu, svojstva i opće reakcije aminokiselina. Definirati i razlikovati stereoisomere, objasniti pojavu optičke izomerije i konfiguraciju enantiomera. Opisati nastajanje peptidne veze i njene strukturne značajke. Protumačiti princip izgradnje peptida, nabrojati biološki važne peptide te objasniti njihovu biološku ulogu.

**S2 Klasifikacija proteina. Biološka funkcija. Denaturacija proteina. Proteini seruma. Srpasta anemija. Skorbut.**

Ishodi učenja

Klasificirati proteine prema funkciji, topivosti i prehrambenoj vrijednosti te navesti najznačajnije predstavnike iz svake skupine. Objasniti građu i funkciju kolagena. Objasniti biokemijsku osnovu skorbuta. Objasniti mehanizam i biološki značaj denaturacije u biološkim sustavima. Navesti dijagnostički značajne proteine seruma te objasniti ulogu albumina. Objasnite biokemijsku osnovu srpaste anemije.

**S3 Enzimi. Uloga kofaktora u enzimskoj katalizi.**

Ishodi učenja



Opisati utjecaj pH, temperature, koncentracije supstrata i inhibitora na enzimsku aktivnost. Navesti dijagnostički značajne enzime te objasniti njihovu ulogu. Opisati građu i uloga prostetičkih skupina i koenzima u biokatalizi. Objasniti modalitete djelovanja koenzima. Klasificirati koenzime i objasniti njihovu ulogu u metabolizmu. Objasniti ulogu vitamina topljivih u vodi u djelovanju enzima.

**S4 Metabolizam ugljikohidrata. Metabolizam glikogena.**

Ishodi učenja

Opisati stvaranje glikogena iz glukoze (glikogeneza), preko glukoza-1-P; shematski prikazati razgradnju glikogena u glukoza-1-P (glikogenoliza); objasniti hormonsku regulaciju tih procesa, objasniti biokemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu glikogena.

**S5 Ciklus pentoza fosfata. Metabolizam heksoza. Međusobne transformacije šećera.**

Ishodi učenja

Objasniti biološku važnost pentoza fosfatnog puta, navesti produkte oksidativnog i neoksidativnog ogranka ovog puta; objasniti važnost stvaranje NADPH i riboze, objasniti njihovu ulogu u metabolizmu. Opisati metabolički put razgradnje fruktoze i galaktoze te navesti njihove međusobne transformacije. Objasniti prirodu poremećaja u metabolizmu galaktoze i fruktoze.

**S6 Pojedine reakcije oksidacije masnih kiselina. Mehanizmi regulacije lipolize i lipogeneze.**

Ishodi učenja

Objasniti mehanizam pojedinih reakcija u metabolizmu masnih kiselina. Objasniti razgradnju zasićenih masnih kiselina i na primjeru izračunati dobitak ATP. Objasniti biosintezu masnih kiselina te izložiti bilancu biosinteze na primjeru. Objasniti mehanizme regulacije lipolize i lipogeneze.

**S7 Biološke membrane. Biosinteza membranskih lipida. Svojstva lipidnog dvosloja.**

Ishodi učenja

Znati strukturu i svojstva bioloških membrana, lipide i proteine koji ih izgrađuju (trans-membranski proteini, periferni membranski proteini, proteini usidreni glikozilfosfatidilinozitolnim (GPI) sidrom; objasniti pokretljivost lipida i proteina u membranama; objasniti aktivni (primarni i sekundarni) i pasivni transport molekula kroz membranu. Objasniti biosintezu membranskih lipida (fosfatidata, fosfoglicerida, triacilglicerola, sfingolipida, glikolipida).

**S8 Metabolizam proteina i pojedinih aminokiselina**

Ishodi učenja

Navesti i opisati osnovne putove enzimске razgradnje aminokiselina. Objasniti stvaranje amonijaka u kombiniranim procesima transaminacije i oksidativne deaminacije glutamata. Objasniti tvorbu mokraćevine kao konačnog razgradnog proizvoda proteina. Objasniti biokemijsku podlogu poremećaja u metabolizmu fenilalanina i tirozina.

**S9 Vitamini topljivi u mastima. Metabolizam željeza.**

Ishodi učenja

Na zadanom primjeru iz kliničke prakse primijeniti stečena teorijska znanja.

**S10 Biokemijski sastav i uloga sline.**

Ishodi učenja

Navesti fiziološke uloge sline te objasnite ulogu pojedinih u očuvanju oralnog zdravlja. Objasniti mehanizam stvaranja i lučenja sline. Navesti biokemijski sastav odnosno anorganske i organske komponente sline te navesti primjere i objasniti ulogu svake. Razmotriti slinu kao dijagnostičku tekućinu.

**Popis vježbi s pojašnjenjem:**

Vježbe se sastoje od teoretskog i praktičnog dijela. Praktične laboratorijske vježbe omogućuju stjecanje vještina eksperimentalnog rada, savladavanje osnovnih laboratorijskih tehnika i metoda rada. Razvija se sposobnost kreativnog i kritičkog razmišljanja pri izvođenju zaključaka na temelju podataka dobivenih analizom kao i odgovornost prilikom interpretacije rezultata analize.



**V1 Kvalitativne reakcije na proteine.**

Ishodi učenja

Objasniti metode kvalitativnog određivanja proteina u otopini te opisati specifičnih reakcija određivanja aminokiselina.

**V2 Kvalitativne reakcije na proteine, albumin**

Ishodi učenja

Opisati osnovni princip određivanja ukupnih proteina u serumu. Odrediti koncentraciju albumina u serumu te objasniti fiziološki značaj albumina. Povezati koncentraciju ukupnih proteina, albumina i globulina u serumu s određenim patološkim stanjima.

**V3 Određivanje aktivnosti aminotransferaza.**

Ishodi učenja

Objasniti rad spektrofotometra te mjerenja aktivnosti enzima u jednoj točki. Objasniti dijagnostički značaj određivanja aminotransferaza u serumu.

**V5 Utjecaj pH i temperature na aktivnost  $\alpha$ -amilaze.**

Ishodi učenja

Na primjeru  $\alpha$ -amilaze objasniti utjecaj pH i temperature na aktivnost enzima. Znati objasniti kako koncentracija supstrata utječe na brzinu kemijske reakcije te znati izračunati  $K_m$  i  $V_{max}$  inhibirane i neinhibirane reakcije.

**V4 Kvalitativne i kvantitativne reakcije na šećere.**

Ishodi učenja

Objasniti princip kvantitativnog određivanja glukoze u krvi (GOD-PAP metoda), izmjeriti i interpretirati vrijednosti glukoze u krvi. Primijeniti kvalitativno metode za dokazivanje šećera u urinu.

**V6 Kvantitativno određivanje ukupnih triglicerida u serumu.**

Ishodi učenja

Objasniti osnovni princip određivanja kolesterola i triacilglicerola u serumu. Povezati patološka stanja s promjenama vrijednosti kolesterola, triacilglicerola i lipoproteina u serumu. Primijeniti kvalitativne metode za dokazivanje patoloških sastojaka mokraće.

**V7 Neproteinski dušikovi spojevi.**

Ishodi učenja

Objasniti metode određivanja mokraćne kiseline, uree i kreatinina u serumu i urinu. Primijeniti kvalitativne metode za dokazivanje patoloških sastojaka mokraće.

**Obveze studenata:**

Student je obavezan redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave. Student mora prisustvovati na minimalno 70% svih oblika nastave (vježbi, seminara i predavanja) te pristupiti svim oblicima provjere znanja. Student koji opravdano izostane sa seminara mora nadoknaditi propušteno gradivo kolokviranjem. Za uspješnu izvedbu seminara i vježbi potrebna je prethodna priprema studenta. Za rad u laboratoriju mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu) i literaturu (Priručnik). Nastava se održava u propisano vrijeme i nije moguće ulaziti nakon ulaska nastavnika. Na nastavu nije dozvoljeno unošenje jela i pića te nepotrebno ulaženje/izlaženje iz predavaona i praktikuma. Zabranjena je uporaba mobitela za vrijeme nastave kao i za vrijeme provjera znanja. Vrijeme konzultacija studenata navedeno je uz kontakt podatke voditelja i suradnika na kolegiju.

**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.



Rad studenata vrednuje se tijekom nastave i na završnom ispitu, a studenti se ocjenjuje primjenom ECTS (A-D) i brojanog sustava (1-5). Tijekom kolegija student će moći sakupiti najviše 100 ocjenskih bodova (najviše 70 tijekom nastave i 30 tijekom završnog ispita). Konačna ocjena predstavlja zbroj ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu

Student koji tijekom nastave ostvari najmanje 35 ocjenskih bodova stekao je uvjete za pristupanje završnom ispitu.

Student koji tijekom nastave nije uspio ostvariti najmanje 35 ocjenska boda može pristupiti popravku međuispita I-II.

Student koji nakon popravka međuispita ne ostvari najmanje 35 ocjenskih bodova ili je tijekom nastave izostane više od 30% svakog pojedinog oblika nastave (predavanja, seminari, vježbe) nije zadovoljio, te se ocjenjuje ocjenom neuspješan (F) i mora ponovno upisati kolegij.

Tijekom nastave ocjenjivat će se sljedeće aktivnosti (tablica 1):

**Tablica 1. Vrednovanje nastavnih obveza studenta**

	VREDNOVANJE	MAX. BROJ BODOVA
<b>Međuispiti</b>	Međuispit I	30
	Međuispit II	30
	<b>Ukupno</b>	<b>60</b>
<b>Praktični rad/ Vježbe</b>	Odrađena vježba i priznati referat (7 x 1 ocjenski bod)	7
<b>Seminari</b>	Aktivno sudjelovanje u nastavi	3
	<b>Ukupno</b>	<b>10</b>
	<b>UKUPNO</b>	<b>70</b>
<b>Završni ispit</b>	Pisani dio	15
	Usmeni dio	15
	<b>Ukupno</b>	<b>30</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

### Međuispiti

Tijekom nastave održat će se dvije pisane provjere znanja (međuispit I i II) koji će obuhvaćati gradivo s održanih predavanja, seminara i vježbi.

Međuispi I obuhvaća sljedeće nastavne cjeline: predavanja P1-P14, seminari S1-S5 te V1-V3.

Međuispit II obuhvaća sljedeće nastavne cjeline: predavanja P15-P30, seminare S6-S10 te vježbe V4-V7.

Međuispiti I i II sastoje se od 40 pitanja. Student na svakoj provjeri znanja može postići najviše 27 ocjenskih bodova.

Postotak točno riješenih zadataka na međuispitima I i II pretvara se u ocjenske bodove prema kriterijima navedenim u tablici 2. Na svakom međuispitu student od ukupnog broja zadataka mora imati minimalno 50 % točno riješenih zadataka kako bi zadovoljio minimalne kriterije za dobivanje ocjenskih bodova.



Studenti su obvezni pristupiti međuispitima. Položeni međuispiti vrijede za tekuću akademsku godinu.

**Tablica 2.: Vrednovanje međuispita I-II**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00-52,99	15
53,00-54,99	16
55,00 -56,99	17
57,00-59,99	18
60,00-62,99	19
63,00-64,99	20
65,00-67,99	21
68,00-69,99	22
70,00-74,99	23
75,00-79,99	24
80,00-84,99	25
85,00-89,99	26
90,00-92,99	27
93,00-94,99	28
95,00-97,99	29
98,00-100,00	30

### Seminari

Tijekom nastave održat će se deset seminara tijekom kojih student može prikupiti maksimalno 3 ocjenska boda i to aktivnim sudjelovanjem tijekom nastave.

### Laboratorijske vježbe

Tijekom nastave održat će se sedam laboratorijskih vježbi tijekom kojih student može sakupiti maksimalno 7 ocjenskih bodova. Vrednovanje praktičnog rada podrazumijeva odrađenu vježbu (0,5 ocjenska boda) te ispunjen i priznat referat u Praktikum (0,5 ocjenska boda). Tijekom laboratorijske vježbe studen može biti usmeno pitan ili se znanje može provjeravati u obliku kratke pisane provjere.

### Popravak međuispita

Student može popravljati jedan ili oba međuispita u slučaju ako nije zadovoljio minimalne kriterije za dobivanje bodova, ako želi popraviti uspjeh te ako je opravdano izostao. Ukoliko student popravljajući međuispit jer nije zadovoljan s prethodnim postignućem dobit će ocjenu koju je stekao u drugom polaganju. Ocjenski bodovi za postignuće na popravnom testu dodjeljuju se prema kriterijima navedenim u tablici 2.

Popravak međuispita I i II održat će se u dva termina definirana satnicom izvođenja nastave. Student može pristupiti popravku međuispita I ili II samo jednom. U svakom terminu moguće je popravljati jedan od dva međuispita.

### Završni ispit





Završni ispit je obavezan, a sastoji se od **pisanog i usmenog dijela**. Tijekom završnog ispita student može ostvariti najviše 30 ocjenskih bodova, od toga 15 ocjenskih bodova na pisanom dijelu i 15 na usmenom dijelu završnog ispita.

Tijekom završnog ispita provjerava se usvojenost cjelokupnog gradiva predviđenog nastavnim planom kolegija. U tekućoj akademskoj godini student može pristupiti polaganju završnog ispita najviše tri puta.

**Pisani dio** završnog ispita sastavljen je od 30 pitanja. Minimalni kriterij za stjecanje ocjenskih bodova je 50% točno riješenih pitanja. Bodovi stečeni na pisanom dijelu završnog ispita pretvaraju se u ocjenske bodove prema kriterijima navedenim u tablici 3.

Student koji na pisanom dijelu završnog ispita ne zadovolji minimalne kriterije pristupa ponovno završnom ispitu u narednim terminima ispitnih rokova.

**Tablica 3. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00-59,99	7
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

**Usmeni dio** završnog ispita boduje se prema sljedećim kriterijima:

7 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

8-10 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama

11-13 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama

14-15 ocjenskih bodova: izniman odgovor

Za prolaz na završnom ispitu i formiranje završne ocjene student mora biti pozitivno ocijenjen na pisanom i usmenom dijelu ispita, a u protivnom mora ponovno pristupiti završnom ispitu. U slučaju kada student na završnom ispitu u prvom ispitnom terminu ne zadovolji minimalne kriterije, pristupa ponovno završnom ispitu na sljedećem ispitnom terminu.

### **Oblikovanje završne ocjene**

Završna ocjena predstavlja zbroj ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i na završnom ispitu.

Ocjenjivanje u ECTS sustavu vrši se apsolutnom raspodjelom, odnosno na temelju konačnog postignuća na sljedeći način:

A – 90-100 ocjenskih bodova

B – 75-89,99 ocjenskih bodova

C – 60-74,99 ocjenskih bodova

D – 50-59,99 ocjenskih bodova

F– 0-49,99 ocjenskih bodova

Brojčani sustav ocjenjivanja uspoređuje se s ECTS sustavom na sljedeći način:



A - izvrstan (5),  
B – vrlo dobar (4),  
C – dobar (3),  
D – dovoljan (2).  
F – nedovoljan (1).

**Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

Da, engleski jezik.

**Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:**

**Akadska čestitost**

Poštivanje načela akademske čestitosti očekuju se i od nastavnika i od studenata u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Rijeci.

**Kontaktiranje s nastavnicama**

Kontaktiranje s nastavnicama obavlja se osobno i/ili elektroničkom poštom.

Prof. dr. sc. Dijana Detel, dr. med  
e-mail: dijana.detel@uniri.hr

Prof. dr. sc. Robert Domitrović  
e-mail: robert.domitrovic@uniri.hr

Doc. dr. sc. Suncica Buljević  
e-mail: suncica.buljevic@uniri.hr

**Informiranje o predmetu**

Sve obavijesti vezane za održavanje nastave studenti će dobiti u uvodnom predavanju te putem Merlin platforme. Također, nastavni materijali će studentima biti dostupni putem Merlin platforme. 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. Za online održavanje predavanja i seminara koristit će se MS Teams platforma.

**Očekivane opće kompetencije studenata/studentica pri upisu predmeta**

Od studenta se očekuje: poznavanje rada na računalu, osnovna znanja iz kemije.



**SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2024. /2025. godinu)**

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
1. tjedan 28.2.25.	<b>P 1,2</b> 8,00-10,00 Predavaona 5			Prof. dr. sc. D. Detel
28.2.25.		<b>S1</b> (grupa I i II) 10,00-12,15 Predavaona 5		Prof. dr. sc. D. Detel
2. tjedan 4.3.25.			<b>V1</b> (grupa II) 08,00-10,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
4.3.25.			<b>V1</b> (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
7.3.25.	<b>P 3,4</b> 8,00-10,00 Predavaona 5			Prof. dr. sc. D. Detel
7.3.25.		<b>S2</b> (grupa I i II) 10,00-12,15 Predavaona 5		Prof. dr. sc. D. Detel
3. tjedan. 11.3.25.			<b>V2</b> (grupa II) 08,00-10,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
11.3.25.			<b>V2</b> (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
14.3.25	<b>P 5,6</b> 11,00-13,00 Predavaona 8	<b>S3</b> (grupa I i II) 13,00-15,15 Predavaona 4		Prof. dr. sc. D. Detel
4. tjedan 21.3.25.	<b>P 7,8,</b> 8,00-10,00 Predavaona 5	<b>S4</b> (grupa I i II) 10,00-12,15 Predavaona 5		Prof. dr. sc. D. Detel
5. tjedan 28.3.25.	<b>P 9,10</b> 8,00-10,00 Predavaona 15			Prof. dr. sc. D. Detel
6. tjedan 1.4.25.			<b>V3</b> (grupa II) 8,00-10,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
1.4.25.			<b>V3</b> (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević



4.4.25.	<b>P 11,12</b> 8,00-10,00 Predavaona 15	<b>S5</b> (grupa I i II) 10,00-12,30 Predavaona 15		Prof. dr. sc. R. Domitrović Prof. dr. sc. D. Detel
7. tjedan 8.4.25.			<b>V4</b> (grupa II) 08,00-10,00 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
8.4.25.			<b>V4</b> (grupa I) 11,00-13,00 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
11.4.25.	<b>P 13,14</b> 11,00-13,00 Predavaona 6			Prof. dr. sc. R. Domitrović
8. tjedan 15.4.25.			<b>V5</b> (grupa II) 08,00-10,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
15.4.25.			<b>V5</b> (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
18.4.25.	<b>P 15,16</b> 9,00-11,00 Predavaona 5	<b>S6</b> (grupa I i II) 11,00-13,15 Predavaona 5		Prof. dr. sc. D. Detel
18.4.24.	<b>Meduispit I</b> 8,00 -9,00 Predavaona 15			Prof. dr. sc. D. Detel
9. tjedan 25.4.25.	<b>P 17,18</b> 8,00-10,00 Predavaona 6	<b>S7</b> (grupa I i II) 10,00-12,15 Predavaona 6		Prof. dr. sc. D. Detel
10. tjedan 29.4.25.			<b>V6</b> (grupa II) 08,00-10,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
29.4.25.			<b>V6</b> (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
2.5.25.	<b>P 19,20</b> 8,00-10,00 Online			Prof. dr. sc. D. Detel
11. tjedan 9.5.25.	<b>P 21,22</b> 9,00-11,00 Predavaona 15			Prof. dr. sc. R. Domitrović
12. tjedan 16.5.25.	<b>P 23,24</b> 8,00-10,00 Predavaona 5	<b>S8</b> (grupa I i II) 10,00-12,30 Predavaona 5		Prof. dr. sc. R. Domitrović (P23,24) Prof. dr. sc. D. Detel
13. tjedan	<b>P 25,26</b>	<b>S9</b> (grupa I i II)		Prof. dr. sc. R. Domitrović



23.5.25.	8,00 -10,00 Predavaona 6	10,00-12,15 Predavaona 6		Prof. dr. sc. D. Detel
14. tjedan 27.5.25.			V7 (grupa II) 08,00-10,30 Praktikum Zavoda	Doc. dr. sc. S. Buljević
27.5.25.			V7 (grupa I) 11,00-13,30 Praktikum Zavoda	Prof. dr. sc. D. Detel
29.5.25.	P 27,28 14,00-16,00 Online			Prof. dr. sc. R. Domitrović
15. tjedan 6.6.25.	P 29,30 8,00-10,00 Online	S10 (grupa I i II) 10,00-12,15 Online		Prof. dr. sc. R. Domitrović Prof. dr. sc. D. Detel
16. tjedan 10.6.25.	Međuispit II			
21.6.25.	Popravak međuispita			
5.7.25.	Popravak međuispita			

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Važnost i uloga biokemije u biomedicini. Organska kemija i biokemija.	1	Predavaona 5
P2	Proteinogene aminokiseline.	1	Predavaona 5
P3	Strukturne razine i biološka uloga proteina.	1	Predavaona 5
P4	Metaloproteini: mioglobin i hemoglobin. Hemoglobinopatije.	1	Predavaona 5
P5	Klasifikacija i metabolička uloga enzima. Biodinamika: enzimski kataliza i usmjeravanje biokemijskih procesa	1	Predavaona 8
P6	Regulacijske strategije enzima.	1	Predavaona 4
P7	Pregled metabolizma i stvaranja metaboličkog goriva	1	Predavaona 5
P8	Biološki važni ugljikohidrati. Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Mehanizmi transporta glukoze.	1	Predavaona 5
P9	Glikoliza. Regulacija glikolize.	1	Predavaona 4
P10	Glukoneogeneza. Regulacija razine glukoze u krvi.	1	Predavaona 4
P11	Oksidativna dekarboksilacija ketokiseline.	1	Predavaona 15
P12	Ciklus limunske kiseline kao okretište metabolizma.	1	Predavaona 15
P13	Respiracijski lanac. Redoks sustavi i biološke oksidacije	1	Predavaona 6
P14	Energetika i principi respiratornog lanca.	1	Predavaona 6



P15	Biološki važni lipidi. Probava i apsorpcija masti.	1	Predavaona 5
P16	$\beta$ -oksidacija masnih kiselina. Ketogeneza.	1	Predavaona 5
P17	Biosinteza masnih kiselina. Eikozanoidi	1	Predavaona 6
P18	Prijenos i pohrana lipida.	1	Predavaona 6
P19	Biosinteza i uloga kolesterola u biološkim organizmima.	1	Online
P20	Biosinteza žučnih kiselina i steroidnih hormona.	1	Online
P21	Proteoliza. Probava i apsorpcija proteina.	1	Predavaona 15
P22	Dekarboksilacija aminokiselina. Biogeni amini.	1	Predavaona 15
P23	Transaminacija aminokiselina. Oksidativna dezaminacija.	1	Predavaona 5
P24	Uklanjanje amonijaka iz organizma. Ciklus uree.	1	Predavaona 5
P25	Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija.	1	Predavaona 6
P26	Transkripcija. Biosinteza proteina.	1	Predavaona 6
P27	Post-translacijske modifikacije.	1	Online
P28	Signalne molekule.	1	Online
P29	Načela stanične signalizacije.	1	Online
P30	Opća načela regulacije metabolizma.	1	Online
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>30</b>	

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1	Prirodne aminokiseline. Peptidi: princip izgradnje, biološka uloga. Prirodni peptidi.	3	Predavaona 5
S2	Klasifikacija proteina. Denaturacija proteina. Kolagen i elastin. Proteini plazme. Srpasta anemija. Skorbut.	3	Predavaona 5
S3	Enzimi. Uloga kofaktora u enzimskoj katalizi.	3	Predavaona 4
S4	Metabolizam ugljikohidrata. Metabolizam glikogena. regulacija metabolizma glikogena. Cori-ciklus.	3	Predavona 5
S5	Ciklus pentoza fosfata. Metabolizam heksoza. Međusobne transformacije šećera. Glikoproteini u biološkim procesima i bolestima.	3	Predavaona 15
S6	Pojedine reakcije u metabolizmu masnih kiselina. Sintaza mono- i polinezaićenih masnih kiselina. Mehanizmi regulacije lipolize i lipogeneze.	3	Predavaona 5
S7	Biološke membrane. Biosinteza membranskih lipida. Membranski proteini. Svojstva lipidnog dvosloja.	3	Predavaona 6
S8	Metabolizam proteina i pojedinih aminokiselina.	3	Predavaona 5
S9	Vitamini topljivi u mastima. Metabolizam željeza.	3	Predavaona 6
S10	Biokemijski sastav i uloga sline.	3	Online
	<b>Ukupan broj sati seminara</b>	<b>30</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>



V1	<b>Kvalitativne reakcije aminokiselina.</b> Izoelektrični pH.	3	Praktikum Zavoda
V2	<b>Proteini</b> Kvantitativno određivanje ukupnih proteina, albumina i globulina u serumu.	3	Praktikum Zavoda
V3	<b>Određivanje aktivnosti aminotransferaza</b>	3	Praktikum Zavoda
V4	<b>Kvalitativne i kvantitativne reakcije na šećere.</b> Kvantitativno određivanje glukoze u krvi. Kvalitativno dokazivanje glukoze u urinu.	2	Praktikum Zavoda
V5	<b>Utjecaj pH i temperature na aktivnost <math>\alpha</math>-amilaze.</b> Određivanje aktivnosti $\alpha$ -amilaze u serumu.	3	Praktikum Zavoda
V6	<b>Kvalitativne i kvantitativno reakcije na lipide.</b> Određivanje triglicerida i ukupnog kolesterola u serumu. Određivanje HDL i LDL kolesterola u serumu. Dokazivanje ketotijela u urinu.	3	Praktikum Zavoda
V7	<b>Neproteinski dušikovi spojevi.</b> Određivanje uree u serumu i urinu. Određivanje kreatinina u serumu. Određivanje mokraćne kiseline u urinu.	3	Praktikum Zavoda
<b>Ukupan broj sati vježbi</b>		<b>20</b>	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	17. 6. 2025.
2.	1. 7. 2025.
3.	15. 7. 2025.
4.	12. 9. 2025.

Predmet	Biokemija			
	Predavanja	Seminari	Vježbe	ukupno
Ukupni broj sati	30	30	20	80
Broj sati on line	6	3	0	9
Postotak	20	10	0	11,25