

Naziv predmeta

Biokemija

Zavod/katedra na kojoj se predmet izvodi

Katedra za biokemiju

Adresa sjedišta zavoda/katedre

Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šalata 3 HR-10000 Zagreb

Status predmeta

Obvezni predmet

Godina studija na kojoj se predmet izvodi

1. godina

Semestar u kojem se predmeti izvodi

Ljetni semestar

Broj ECTS-a

9 ECTS

Nositelj predmeta

Izv. prof. dr. sc. Ivana Karmelić, ivana.karmelic@mef.hr

Ostali nastavnici na predmetu koji sudjeluju u izvođenju nastave

Prof. dr. sc. Daria Pašalić, daria.pasalic@mef.hr

Prof. dr. sc. Željka Vukelić, zvukelic@mef.hr

Izv. prof. dr. sc. Kristina Mlinac-Jerković, kristina.mlinac.jerkovic@mef.hr

Izv. prof. dr. sc. Slavica Potočki, slavica.potocki@mef.hr

Izv. prof. dr. sc. Tamara Božina, tamara.bozina@mef.hr

Izv. prof. dr. sc. Dragana Fabris, dragana.fabris@mef.hr

Dr. sc. Borna Puljko, viši asistent

Eva Josić, mag. chem., asistentica

Broj sati nastave upisati

	Zimski semestar	Ljetni semestar	Ukupno (oba semestra)
Predavanja	-	30	30
Seminari	-	15	15
Vježbe	-	30	30
Ukupno	-	75	75

1 sat = 45 minuta

Vrsta vježbi na predmetu

Laboratorijske vježbe

Ciljevi i svrha predmeta

Nastavni program predmeta biokemija, kao jedan od predkliničkih kolegija namijenjenih obrazovanju budućih doktora dentalne medicine, osmišljen je s ciljem omogućavanja studentima stjecanje temeljnih biokemijskih znanja. Kroz ovaj predmet studenti će usvojiti ključne koncepte, uključujući građu i funkciju kemijskih spojeva u organizmu, izmjenu tvari i energetski metabolizam, regulaciju metaboličkih procesa na razini stanice, tkiva i cijelog organizma te biokemijske osnove bolesti. Nastavni program strukturiran je tako da studentima pruži biokemijsku osnovu za daljnje razumijevanje fiziologije, patofiziologije, farmakologije te drugih kliničkih područja dentalne medicine. Temeljna biokemijska načela grupirana su u zaokružene tematske cjeline, koje se obrađuju kroz predavanja, seminare i vježbe.

Uvjeti za upis predmeta

Predmet Biokemija namijenjen je studentima prve godine integriranog preddiplomskog i diplomskog studija Dentalne medicine te je obavezan za sve studente, bez posebnih uvjeta za upis. Kako bi mogli pristupiti ispitu iz Biokemije, studenti prethodno moraju položiti ispit iz Kemije. Osim toga, potrebno je ispuniti sve nastavne obveze koje su uvjet za dobivanje potpisa. To uključuje redovito sudjelovanje u svim oblicima nastave, dok eventualni opravdani izostanci moraju biti nadoknađeni i kolokvirani u skladu s pravilima nastave.

Ishodi učenja na razini programa integriranog preddiplomskog i diplomskog studija Dentalna medicina kojima predmet pridonosi:

- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na profesionalizam, etiku i pravo
- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na komunikacijske i socijalne vještine
- ☒ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na bazično znanje i mogućnost prikupljanja informacija iz literature
- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na prikupljanje kliničkih informacija
- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na postavljanje dijagnoze i planiranje terapije
- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na terapiju, uspostavu i održavanje oralnog zdravlja
- ☐ Znanja, vještine i kompetencije koje se odnose na preventivne mjere i promociju zdravlja

Očekivani ishodi učenja

Znanja:

1. Opisati strukturne razine proteina; definirati ulogu proteina u organizmu; analizirati biokemijski sastav i svojstva slin; objasniti strukturu i svojstva glikoproteina mucina slin; obrazložiti ulogu karboanhidraze i elektrolita slin; objasniti strukturne karakteristike i uloge hemoglobina i mioglobina (strukturne značajke hema, razlika mioglobina u odnosu na hemoglobin, alosterička svojstva hemoglobina, Bohrov učinak, poremećaji: hemoglobinopatije, anemija srpastih stanica); opisati sintezu i razgradnju hema (objasniti regulaciju, lokalizaciju i poremećaje); analizirati dijagnostičke parametre acido-bazne ravnoteže u organizmu.
2. Navesti šest skupina enzima prema međunarodnoj klasifikaciji i opisati vrstu reakcija koju kataliziraju; klasificirati kofaktore i objasniti razliku među njima; objasniti ulogu enzima kao bioloških katalizatora; razjasniti ulogu aktivnog mjesta kao katalitičkog središta enzima; objasniti određivanje kinetičkih parametara enzima, objasniti utjecaj temperature i pH na brzinu enzimski katalizirane reakcije, nabrojati i objasniti tipove inhibicija enzimskih reakcija.

3. Prikazati sumarnom jednadžbom oksidativnu dekarboksilaciju piruvata u acetyl-CoA; navesti sve enzime i kofaktore i uklopiti ih u metaboličku shemu; prepoznati ulogu acetyl-CoA kao okretišta metabolizma; objasniti osnovnu ulogu ciklusa limunske kiseline (prikazati shematski ciklus, navesti enzime); objasniti regulaciju respiracijskog lanca i oksidacijsku fosforilaciju (nabrojati enzime respiracijskog lanca, raspraviti energetske učinak respiracijskog lanca, objasniti transport NADH i ATP).

4. Objasniti probavu i apsorpciju ugljikohidrata (nabrojati enzime i navesti u kojem dijelu probavnog trakta djeluju); objasniti poremećaje probave i nastanak karijesa; navesti metaboličke puteve glukoze; objasniti tijek glikolize u anaerobnim i aerobnim uvjetima i navesti krajnje produkte tih reakcija (prikazati shematski glikolizu, navesti enzime, izračunati energetske bilancu, prikazati stvaranje laktata); definirati glukoneogenezu i navesti spojeve koji ulaze u taj metabolički put (navesti karakteristične reakcije i enzime, definirati i objasniti Corijev i alaninski ciklus), objasniti regulaciju aktivnosti enzima glikolize i glukoneogeneze; opisati građu i ulogu glikogena (jetra/mišić), opisati razgradnju i sintezu glikogena (navesti enzime, objasniti regulaciju); objasniti biološku važnost pentoza fosfatnog puta (navesti reakcije, enzime i produkte oksidativnog i neoksidativnog ogranka), opisati metabolizam fruktoze, galaktoze i glukuronske kiseline.

5. Opisati probavu i apsorpciju lipida (nabrojati enzime i navesti u kojem dijelu probavnog trakta djeluju, objasniti ulogu žučnih soli u probavi), definirati strukturu i ulogu pojedinih lipoproteinskih čestica; objasniti odvijanje katabolizma masnih kiselina (navesti enzime i izračunati energetske bilancu); objasniti biosintezu masnih kiselina (navesti enzime i objasniti regulaciju), objasniti ketogenezu i razgradnju ketonskih tijela (navesti enzime i obrazložiti značaj), opisati metabolizam složenih lipida (fosfolipidi i sfingolipidi); opisati biosintezu kolesterola; razjasniti sintezu žučnih kiselina, vitamina D i steroidnih hormona iz kolesterola; objasniti regulaciju biosinteze kolesterola.

6. Opisati probavu proteina (imenovati enzime i navesti u kojem dijelu probavnog trakta djeluju); objasniti reakcije i djelovanje enzima koji sudjeluju u razgradnji aminokiselina (transaminacija, deaminacija); objasniti poremećaje u metabolizmu aminokiselina (fenilketonurija, alkaptonurija, albinizam); opisati biosintezu pojedinačnih ne-esencijalnih aminokiselina; navesti specifične produkte aminokiselina; objasniti proces stvaranja uree (razjasniti lokalizaciju ciklusa, imenovati enzime i ključne reakcije); opisati metabolizam purinskih i pirimidinskih nukleotida (imenovati enzime i objasniti poremećaje u razgradnji); navesti metode analize nukleinskih kiselina u biomedicini.

7. Klasificirati hormone; objasniti mehanizam djelovanja pojedinih skupina hormona (peptidni hormoni, steroidni hormoni, kateholamini), navesti principe hormonske regulacije i objasniti hormonsku regulaciju metaboličkih puteva. Opisati specifičnosti metaboličkih procesa u jetri, mozgu, mišićima i masnom tkivu.

Vještine:

1. Razdvojiti složene smjese biomolekula (proteine, aminokiseline, šećere) primjenom kromatografskih metoda (gel-filtracija, takoslojna kromatografija); odrediti prisutnost glikoproteina mucina u slini; odrediti elektrolite u slini; izmjeriti aktivnost α -amilaze u slini; prikazati produkte razgradnje škroba djelovanjem salivarnog α -amilaze.

2. Odrediti koncentraciju proteina u biološkom uzorku; odrediti kinetičke parametre enzima ($V_{\max}$ i K_M); izmjeriti koncentraciju glukoze u krvi; izmjeriti koncentracije triacilglicerola i kolesterola u krvi i odrediti tip hiperlipoproteinemije.

3. Izmjeriti koncentraciju hemoglobina i žučnih boja u krvi; odrediti prisutnost žučnih boja u mokraći; odrediti tip žutice; analizirati urin na prisutnost patoloških sastojaka; izmjeriti koncentraciju

kreatinina u urinu; odrediti prisutnost mokraćne kiseline u urinu; izmjeriti koncentraciju DNA u biološkim uzorcima.

Sadržaj predmeta

Predavanja

	Teme predavanja u ljetnom semestru	Broj sati nastave
1.	Uvod u biokemiju: biomolekule i biokemijski procesi	1
2.	Proteini-struktura i funkcija	1
3.	Enzimi i koenzimi	2
4.	Probava i apsorpcija ugljikohidrata; Pregled metabolizma ugljikohidrata	1
5.	Put pentoza fosfata; Metabolizam fruktoze, galaktoze	2
6.	Oksidacijska dekarboksilacija piruvata; Ciklus limunske kiseline	2
7.	Respiracijski lanac i oksidacijska fosforilacija	2
8.	Probava, apsorpcija i prijenos lipida; Pregled metabolizma lipida	2
9.	Biosinteza kolesterola, žučnih kiselina i steroidnih hormona	2
10.	Metabolizam složenih lipida	2
11.	Probava proteina; Pregled metabolizma proteina i aminokiselina	1
12.	Razgradnja aminokiselina i ciklus uree	2
13.	Biosinteza aminokiselina i pretvorba aminokiselina u specifične produkte	2
14.	Metabolizam nukleotida; Nukleinske kiseline	2
15.	Hormoni-sinteza i mehanizmi djelovanja	2
16.	Biokemija usne šupljine	2
17.	Integracija metabolizma	2

1 sat = 45 minuta

Seminari

	Teme seminara u ljetnom semestru	Broj sati nastave
1.	Hemoglobin i mioglobin	2
2.	Enzimski kinetika	2
3.	Glikoliza	2
4.	Glukoneogeneza	2
5.	Metabolizam glikogena	2
6.	Metabolizam triacilglicerola; Oksidacija masnih kiselina i ketogeneza	2
7.	Sinteza masnih kiselina	2
8.	Metabolizam hema	1

1 sat = 45 minuta

Vježbe

	Teme vježbi u ljetnom semestru	Broj sati nastave
--	---------------------------------------	--------------------------

1.	Enzimska kinetika	3
2.	Proteini	3
3.	Ugljikohidrati	3
4.	Rješavanje problema : Integracija metabolizma ugljikohidrata	1
5.	Lipidi	3
6.	Rješavanje problema: Integracija metabolizma lipida	1
7.	Porfirini i žučne boje	3
8.	Metode u analizi biološkog materijala	3
9.	Analiza mokraće	3
10.	Nukleinske kiseline	2
11.	Rješavanje problema: Integracija metabolizma dušikovih spojeva	1
12.	Acido-bazna ravnoteža i mineralni status organizma	3
13.	Rješavanje problema: Ponavljanje i integracija metabolizma	1

1 sat = 45 minuta

Obveze studenata

Dolazak na sve oblike nastave je obavezan. Studenti su raspoređeni u seminarske i vježbovne skupine te su dužni pridržavati se unaprijed planiranog rasporeda. Za sudjelovanje u seminarima i vježbama studenti trebaju donijeti pribor za pisanje i kalkulator, dok je za laboratorijske vježbe obavezna propisana laboratorijska odjeća (bijela kuta) te prateća literatura, *Priručnik za vježbe iz Biokemije*. Studenti koji ne posjeduju navedenu opremu neće moći sudjelovati u vježbama. Izostanke sa seminara i vježbi studenti su obvezni opravdati voditeljici predmeta, a propušteno gradivo moraju nadoknaditi i kolokvirati u dogovoru s nastavnicima. Nastava se održava prema važećem rasporedu, a dolazak nakon početka nastave nije dopušten.

Praćenje rada studenata

Studenti su dužni unaprijed detaljno proučiti gradivo predviđeno za seminare i vježbe te dolaziti pripremljeni na sve oblike praktične nastave. Pripremljenost se provjerava tijekom seminara i vježbi, usmeno ili pismeno. Studenti koji nisu pripremljeni neće moći sudjelovati na praktičnoj nastavi. Nepripremljeni seminare i vježbe, kao i opravdano propušteni termini, moraju se nadoknaditi i kolokvirati. Kolokviranje je obvezno i predstavlja uvjet za izlazak na ispit. Pravo na potpis, kao preduvjet za pristup ispitu iz Biokemije, stječe se redovitim pohađanjem svih oblika nastave te pravodobnim ispunjavanjem svih obveza, uključujući nadoknadu izostanaka i kolokviranje propuštenog gradiva.

Način polaganja ispita

Ispit iz Biokemije sastoji se od pisanog i usmenog dijela. Za pristup usmenom dijelu ispita student mora prethodno zadovoljiti uvjete propisane za pisani dio. Student može biti oslobođen pisanog dijela ispita ako unutar redovite nastave uspješno položi dvije pisane provjere znanja (PZ). Za ostvarenje tog prava, potrebno je ukupno postići najmanje 13 bodova iz obje PZ, pri čemu je na prvoj provjeri potrebno postići najmanje 7 od mogućih 13 bodova, a na drugoj najmanje 6 od mogućih 12 bodova. Studenti koji ispune ovaj uvjet izravno pristupaju usmenom dijelu ispita. Ukoliko student polaže pisani ispit na redovitom ispitnom roku, maksimalan broj bodova koji može ostvariti je 25, a za prolaz je potrebno postići najmanje 13 bodova. Pisani dio ispita preduvjet je za pristup usmenom

dijelu ispita i vrijedi isključivo unutar tekuće akademske godine. Studenti koji treći put pristupaju pisanom dijelu ispita unutar iste akademske godine mogu pristupiti usmenom dijelu ispita ako na pisanom ispitu postignu najmanje 12 bodova.

Datum(i) održavanja ispita

	Izvanredni ispitni rokovi			Redovni ispitni rok ZIMSKI	Izvanredni ispitni rokovi		Redovni ispitni rok LJETNI		Redovni ispitni rok JESENSKI	
	Studeni	Prosinac	Siječanj	Veljača	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan
Datum(i)	-	-	-	-	-	-	17.	8.	-	02. 14.

Obvezna literatura

- R. K. Murray i sur.: Harperova ilustrirana biokemija, prijevod 28th izdanja; Medicinska naklada, Zagreb, 2011.
- Grupa autora s Katedre: Materijali za vježbe iz biokemije, interna skripta - dostupno na Merlinu

Dopunska literatura

- Salarić I., Lovrić J., Karmelić I., Macan D.: Slina kao dijagnostičko sredstvo. Opće zdravlje kroz oralno zdravlje - multidisciplinarni pristup / Mravak-Stipetić M., Sertić J., Jurišić Kvesić, A. (ur.). Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine, 2019. str. 35-44
- McKee T., McKee J.R.: Biochemistry: The Molecular Basis of Life. 4th Ed., Oxford University Press, 2009.
- Devlin T.E. Ed.: Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations. 6th Ed., Wiley-Liss, 2006.
- Nelson D.L., Cox M.M.: Lehninger Principles of Biochemistry. 5th Ed., W.H. Freeman (Publisher), 2008; or 4th Ed.