

**Kolegij: Biokemija**

**Voditelj: doc.dr.sc. Jelena Marinić**

**Suradnici: red.prof.dr.sc. Robert Domitrović, izv. prof. dr. sc. Marin Tota, doc. dr.sc. Lara Batičić Pučar**

**Katedra: Zavod za kemiju i biokemiju**

**Studij: Preddiplomski sveučilišni studij sanitarnog inženjerstva**

**Godina studija: 2. godina**

**Akadska godina: 2017./2018.**

## IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

### Podaci o kolegiju:

Kolegij **Biokemija** je obvezni kolegij na redovnom Preddiplomskom sveučilišnom studiju sanitarnog inženjerstva. Nastava se odvija u četvrtom semestru druge godine studija, a sastoji se od 30 sati predavanja, 30 sati seminara i 15 sati vježbi, odnosno ukupno 75 nastavnih sati (**7 ECTS**). Nastava kolegija izvodi se u predavaonama Medicinskog fakulteta te u Praktikumumu Zavoda za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta.

#### Cilj kolegija

**Cilj** nastave iz kolegija *Biokemija* je usvajanje znanja o staničnim sastojcima i s njima povezanim kemijskim reakcijama, zajedničkim biološkim procesima u svim organizmima. Studenti se upoznaju s građom bioloških molekula, mehanizmima kojim obavljaju svoju fiziološku ulogu u stanicama, njihovim kemijskim pretvorbama pri procesima pridobivanja energije i korištenja te energije u sintezi makromolekula vlastitog organizma kao i s usklađivanjem tih metaboličkih tokova kako bi se na najpovoljniji način zadovoljile potrebe organizma. Temeljito shvaćanje ovih načela podupire razumijevanje fizioloških sustava i uloge čimbenika okoliša, prvenstveno hranjivih sastojaka i toksičnih tvari, u kemiji živih organizama što bi trebalo omogućiti studentima korištenje primjerenih postupaka u segmentima očuvanja i unaprijeđenja zdravlja pojedinca i šire zajednice kao i u mnogim aspektima održivosti.

#### Sadržaj kolegija

Kolegij sadržava područja koja su obuhvaćena sljedećim poglavljima:

- 01. Struktura i uloga proteina i enzima.**
- 02. Prijenos i pohranjivanje energije.** Bioenergetika. Metabolizam ugljikohidrata i lipida.
- 03. Metabolizam dušika.** Metabolizam aminokiselina. Metabolizam nukleotida.
- 04. Struktura, funkcija i replikacija informacijskih makromolekula.**
- 05. Biokemija izvanstanične i unutarstanične komunikacije.**
- 06. Integracija i regulacija metabolizma.**
- 07. Odabrana poglavlja.** Metabolizam ksenobiotika.

#### Razvijanje općih i specifičnih kompetencija

Na predavanjima razvijaju se spoznaje o odnosu građe, fizikalnih i kemijskih svojstava, interakcijama među molekulama i kemijskim promjenama što se onda primjenjuje na biomolekule i metaboličke pretvorbe u organizmu. Student na seminarima povezuje teoretska znanja stečena na predavanjima i prepoznaje strukturu spoja, razvija pristup u rješavanju računskih zadataka te problemskih zadataka vezanih uz određeni tip reakcije. Na vježbama student stječe vještine eksperimentalnog rada te usvaja osnovne laboratorijske tehnike i vještine rada. Razvija se sposobnost kreativnog i kritičkog razmišljanja pri izvođenju zaključaka na temelju podataka dobivenih analizom te osjećaj za etičnost i odgovornost prilikom interpretacije rezultata analize.

#### Pristup učenju i poučavanju

Predavanja i seminari izvode se uz aktivno sudjelovanje studenta u raspravi na zadanu temu i rješavanju zadataka temeljem pročitane literature i sadržaja iznesenih na prethodnim satima. Neke od računskih i problemskih zadataka student će rješavati izvan nastave, a na seminarima će se zadaci zajednički raspraviti. Vježbe se izvode praktično i samostalno u laboratoriju uz nadzor nastavnika.

#### Popis obvezne ispitne literature:

R. K. Murray sur: HARPEROVA ILUSTRIRANA BIOKEMIJA. Prijevod 28. izdanja. Stručne urednice prijevoda J. Lovrić i J. Sertić. Medicinska naklada, 2011, Zagreb.  
Č. Milin i sur: PRIRUČNIK ZA SEMINARE I VJEŽBE IZ BIOKEMIJE ZA STUDENTE PREDDIPLOMSKOG STUDIJA SANITARNOG INŽENJERSTVA. Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zavod za kemiju i biokemiju, 2011, Rijeka.  
Nastavni materijali s predavanja i seminara.

#### Popis dopunske literature:

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

#### Nastavni plan:

##### Popis predavanja s pojašnjenjem:

###### **P1 Uvod u kolegij. Sastav proteina.**

###### Sadržaj predavanja:

Sadržaj i cilj kolegija. Značenje biokemije na području sanitarnog inženjerstva. Podjela aminokiselina.

###### Ishodi učenja:

Osvijestiti pristup učenju. Prepoznati povezanost biokemije sa strukovnim područjem. Klasificirati proteinogene aminokiseline te prikazati i izložiti njihovu kemijsku građu. Razlikovati esencijalne i neesencijalne aminokiseline. Navesti derivate proteinogenih aminokiselina i ukazati na njihovu ulogu u funkciji proteina.

###### **P2 Proteinogene aminokiseline.**

###### Sadržaj predavanja:

Optička aktivnost i konfiguracija aminokiselina. Disocijacija aminokiselina. Opće reakcije aminokiselina.

###### Ishodi učenja:

Izložiti i protumačiti svojstva i opće reakcije aminokiselina. Objasniti pojam izoelektričnog pH i njegovu primjenu. Izračunati izoelektrični pH neke aminokiseline.

###### **P3 Struktura proteina.**

###### Sadržaj predavanja:

Arhitektura proteina. Konformacijska stabilnost proteina.

###### Ishodi učenja:

Opisati razine organizacije strukture proteina i ilustrirati značenje intra- i intermolekulskih veza i sila u izgradnji proteina. Razlikovati primarnu strukturu od konformacije peptidnog lanca. Povezati pogreške u smatanju proteina s konformacijskim bolestima. Na primjeru fibrilarnih i globularnih proteina povezati strukturu proteina s njegovom funkcijom. Objasniti biokemijsku osnovu skorbuta. Definirati denaturaciju i obrazložiti njen značaj u biološkim sustavima.

###### **P4 Hem-proteini: mioglobin i hemoglobin.**

###### Sadržaj predavanja:

Struktura mioglobina i hemoglobina. Mehanizam vezanja kisika. Alosterički efekt. Anemija srpastih stanica.

###### Ishodi učenja:

Rastumačiti funkciju hema u mioglobinu i hemoglobinu. Objasniti građu i funkcionalne razlike između hemoglobina i mioglobina s osvrtom na kooperativnost, Bohrov-činak i učinak 2,3-difosfoglicerata. Objasniti biokemijsku osnovu anemije srpastih stanica.

###### **P5 Enzimi: struktura i mehanizam djelovanja.**

###### Sadržaj predavanja:

Biokemijske reakcije. Osobine i podjela enzima. Mehanizam enzimske katalize.

Ishodi učenja:

Pojasniti razlike između anorganskih i bioloških katalizatora. Podijeliti enzime prema tipu katalizirane reakcije i opisati ulogu kofaktora u katalizi. Objasniti ulogu vitamina u djelovanju enzima. Razjasniti princip enzimske katalize.

**P6 Kinetika enzimskih reakcija.**

Sadržaj predavanja:

Michaelis-Menteničin model. Inhibicija enzimske aktivnosti. Utjecaj pH i temperature na aktivnost enzima.

Ishodi učenja:

Skicirati Michaelis-Menteničin dijagram i rastumačiti kinetička svojstva enzima. Obrazložiti i primjerom te grafičkim prikazom potkrijepiti faktore enzimske aktivnosti. Navesti i rastumačiti načine regulacije enzimske aktivnosti.

**P7 Enzimi: regulacijske strategije.**

Sadržaj predavanja:

Alosterička kontrola. Izoenzimi. Kovalentna modifikacija. Proteoliza.

Ishodi učenja:

Objasniti načine regulacije enzimske aktivnosti i njihov značaj u koordinaciji biokemijskih procesa u organizmu. Na primjeru demonstrirati primjenu izoenzima i enzima u kliničkoj dijagnostici.

**P8 Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.**

Sadržaj predavanja:

Metabolički putovi. Energijom bogati spojevi. Aktivirani prenositelji. Stanično disanje.

Ishodi učenja:

Izložiti osnovne funkcije metabolizma te rastumačiti anaboličke i kataboličke putove. Obrazložiti ulogu ATP, NAD<sup>+</sup>, FAD, NADPH u biološkoj pretvorbi energiji. Opisati stupnjeve energijskog metabolizma i rastumačiti ulogu acetyl-CoA u tom procesu.

**P9 Glikoliza.**

Sadržaj predavanja:

Glikoliza: pojedine reakcije, stehiometrija i regulacija.

Ishodi učenja:

Opisati fiziološki značaj glikolize, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Prikazati i izložiti tijek glikolize s osvrtom na vrstu reakcije, supstrate, kosupstrate, produkte i enzime. Protumačiti kinetička obilježja glukokinaze i heksokinaze i njihov značaj u regulaciji koncentracije glukoze u krvi. Izložiti koncept fosforilacije na razini supstrata. Izračunati energetske bilancu i izložiti stehiometriju glikolize. Navesti kontrolna mjesta glikolize te usporediti i suprotstaviti mehanizme za regulaciju brzine toga puta.

**P10 Glukoneogeneza.**

Sadržaj predavanja:

Pojedine reakcije glukoneogeneze. Regulacija.

Ishodi učenja:

Opisati fiziološki značaj glukoneogeneze, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Identificirati enzimske razlike glikolize i glukoneogeneze. Imenovati preteče glukoneogeneze, raspraviti fiziološke uvjete njihovog korištenja te opisati i reakcijama prikazati njihov ulazak u glikolizu. Izračunati i izložiti energetske bilancu glukoneogeneze. Navesti kontrolna mjesta glukoneogeneze. Usporediti i protumačiti regulaciju glukoneogeneze i glikolize i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan. Objasniti biološku ulogu biotina.

**P11 Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.**

Sadržaj predavanja:

Metabolička sudbina piruvata. Multienzimski kompleks piruvat-dehidrogenaza.

Ishodi učenja:

Izložiti metaboličku sudbinu piruvata nastalog glikolizom u aerobnim i anaerobnim uvjetima. Prikazati sumarnom jednadžbom reakciju oksidacijske dekarboksilacije piruvata, s osvrtom na supstrate, kosupstrate, produkte reakcije te multienzimski kompleks koji katalizira reakciju i staničnu organelu u kojoj je lociran. Izložiti (ne)

mogućnost nastanka piruvat iz acetil-CoA. Objasniti biološku ulogu tiamina, pantotenske kiseline, riboflavina i niacina.

#### **P12 Ciklus limunske kiseline.**

##### Sadržaj predavanja:

Ciklus limunske kiseline: pojedine reakcije, stehiometrija i regulacija. Ciklus limunske kiseline kao okretište metabolizma.

##### Ishodi učenja:

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

#### **P13 Redoks sustavi i biološke oksidacije.**

##### Sadržaj predavanja:

Oksidacijsko-redukcijske reakcije i standardni redukcijski potencijali. Organizacija respiracijskog lanca.

##### Ishodi učenja:

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

#### **P14 Respiracijski lanac.**

##### Sadržaj predavanja:

Energetika i princip respiratornog lanca. Reaktivni oblici kisika.

##### Ishodi učenja:

Opisati tijek elektrona kroz pojedine komplekse respiracijskog lanca, prijenos protona između unutrašnjeg i vanjskog prostora mitohondrija i mehanizam sinteze ATP. Objasniti energetske učinak respiracijskog lanca i njegovu regulaciju. Objasniti prijenos NADH i ATP kroz mitohondrijsku membranu. Izračunati energetske bilancu stvaranja ATP pri aerobnoj i anaerobnoj glikolizi. Izložiti i primjerima ilustrirati posljedice inhibicije oksidacijske fosforilacije. Objasniti posljedice nepotpune redukcije kisika.

#### **P15 Katabolizam masnih kiselina.**

##### Sadržaj predavanja:

$\beta$ -oksidacija masnih kiselina. Ketogeneza.

##### Ishodi učenja:

Navesti izvore i ulogu masnih kiselina u organizmu i njihovu metaboličku sudbinu. Objasniti i reakcijama prikazati pojedine korake razgradnje zasićenih masnih kiselina. Protumačiti ulogu karnitina u razgradnji. Objasniti metaboličku ulogu vitamina B12 i posljedice njegove malapsorpcije. Izložiti princip razgradnje nezasićenih masnih kiselina i masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma. Izračunati energetske bilancu i izložiti stehiometriju razgradnje zasićenih masnih kiselina. Izložiti biosintezu ketonskih tijela i iskorištavanje u ekstrahepatičkim tkivima, fiziološke uvjete njihova stvaranja te posljedice nastanka.

#### **P16 Biosinteza masnih kiselina.**

##### Sadržaj predavanja:

Biosinteza zasićenih masnih kiselina.

##### Ishodi učenja:

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. Izložiti princip elongacije i desaturacije lanca masnih kiselina. Usporediti biosintezu i razgradnju masnih kiselina, navesti kontrolna mjesta i suprotstaviti mehanizme za regulaciju tih procesa.

#### **P17 Biosinteza neutralnih masti i eikozanoida.**

##### Sadržaj predavanja:

Biosinteza triacilglicerola. Biosinteza eikozanoida.

##### Ishodi učenja:

Izložiti biosintezu triacilglicerola i osobitosti te sinteze u jetri i masnom tkivu. Klasificirati, opisati građu te objasniti fiziološku ulogu i sintezu eikozanoda.

#### **P18 Metabolizam složenih lipida.**

##### Sadržaj predavanja:

Građa, biosinteza i biorazgradnja fosfolipida i glikolipida.

##### Ishodi učenja:

Klasificirati i prepoznati strukturne značajke složenih lipida. Izložiti metabolizam fosfoglicerida, sfingomijelina i glikosfingolipida. Objasniti kemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu sfingolipida.

#### **P19 Izoprenoidni lipidi: kolesterol.**

##### Sadržaj predavanja:

Podjela izoprenoida. Sinteza, prijenos i izlučivanje kolesterola. Hiperkolesterolemija.

##### Ishodi učenja:

Klasificirati izoprenoidne lipide i navesti biološki važne predstavnike. Opisati građu kolesterola i njegovu biološku ulogu. Izložiti biosintezu kolesterola *de novo* i objasniti regulaciju. Opisati prijenos kolesterola u ekstrahepatička tkiva i objasniti načine kojima se regulira njegova koncentracija na staničnoj razini. Sažeti proces razgradnje i izlučivanja kolesterola. Protumačiti biokemijsku podlogu hiperkolesterolemije, ateroskleroze i farmakološke primjene statina.

#### **P20 Reakcije biotransformacije.**

##### Sadržaj predavanja:

Obitelj citokroma P450. Metabolizam ksenobiotika.

##### Ishodi učenja:

Protumačiti građu enzima iz obitelji citokroma P450 i njihov značaj u metabolizmu endogenih i egzogenih spojeva. Objasniti značajke faze I i II u biotransformaciji i metabolizmu ksenobiotika. Izložiti put metaboličke pretvorbe i biotransformacije etanola i nekog okolišnog zagađivala.

#### **P21 Razgradnja proteina.**

##### Sadržaj predavanja:

Razgradnja proteina iz hrane i staničnih proteina. Pregled metabolizma aminokiselina.

##### Ishodi učenja:

Klasificirati proteolitičke enzime. Navesti proteaze u procesu probave, svrstati ih prema specifičnosti djelovanja te protumačiti način njihove aktivacije. Opisati proces probave proteina i apsorpciju aminokiselina. Opisati proces izmjene proteina i ulogu ubikvitina u razgradnji proteina. Navesti osnovne putove enzimske razgradnje aminokiselina i objasniti ulogu vitamina B6 u tim procesima.

#### **P22 Nепroteinski dušikovi spojevi.**

##### Sadržaj predavanja:

Biogeni amini. Kateholamini. Kreatin i kreatin-fosfat. Hormoni štitnjače.

##### Ishodi učenja:

Prikazati i objasniti ulogu reakcija dekarboksilacije u metabolizmu aminokiselina. Izložiti biosintezu i fiziološku ulogu histamina, adrenalina i noradrenalina, serotonina i melatonina. Objasniti sintezu, ulogu i razgradnju kreatina. Opisati biosintezu i izlučivanje hormona štitnjače (T3 i T4). Komentirati posljedice nedostatka joda.

#### **P23 Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.**

##### Sadržaj predavanja:

Transaminacija. Deaminacija. Deamidiranje. Prijenos amonijaka iz ekstrahepatičkih tkiva.

##### Ishodi učenja:

Opisati i prikazati reakcije transaminacije, oksidativne i neoksidativne deaminacije te deamidiranja. Protumačiti značaj transaminacije u metabolizmu ugljikohidrata. Objasniti dijagnostički značaj ALT i AST, GLDH. Ilustrirati ulogu aminotransferaza, glutamat-dehidrogenaze i glutaminaze u metabolizmu dušika. Ilustrirati središnju ulogu glutamata, glutamina i alanina u prijenosu dušika iz ekstrahepatičkih tkiva u jetru.

#### **P24 Ciklus uree.**

##### Sadržaj predavanja:

Pojedine reakcije ciklusa uree. Regulacija ciklusa uree.

Ishodi učenja:

Objasniti i prikazati ulazak amonijaka u ciklus uree. Shematski prikazati i protumačiti slijed reakcija u ciklusu uree i navesti subcelularnu lokalizaciju pojedinih enzima. Izložiti utrošak ATP pri biosintezi uree i ukazati na anaplerotsku ulogu fumarata. Objasniti kratkoročnu i dugoročnu regulaciju ciklusa uree. Protumačiti metaboličke posljedice nedostatka enzima ciklusa uree.

**P25 Struktura i funkcija nukleinskih kiselina. Replikacija.**

Sadržaj predavanja:

Nukleinske kiseline. Replikacija i popravak DNA

Ishodi učenja:

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

**P26 Transkripcija. Biosinteza proteina.**

Sadržaj predavanja:

Sinteza, obrada i modifikacija RNA. Translacija.

Ishodi učenja:

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

**P27 Post-translacijske modifikacije. Unutarstanična razgradnja proteina.**

Sadržaj predavanja:

Proteolitičko cijepanje. Kovalentna modifikacija.

Ishodi učenja:

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

**P28 Signalne molekule.**

Sadržaj predavanja:

Vrste i uloga signalnih molekula u regulaciji metabolizma. Signalne molekule i njihovi receptori.

Ishodi učenja:

Objasniti principe stanične signalizacije. Navesti vrste signalnih molekula obzirom na topljivost. Objasniti ulogu receptora u prijenosu signala.

**P29 Načela stanične signalizacije.**

Sadržaj predavanja:

Putovi provođenja signala

Ishodi učenja:

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.

**P30 Integracija metabolizma.**

Sadržaj predavanja:

Strategija metabolizma. Načela regulacije metabolizma. Metabolička raskrižja.

Ishodi učenja:

Izložiti osnovnu strategiju metabolizma i obrasce koji se susreću u njegovoj regulaciji. Izložiti metaboličke interakcije praćenjem toka molekula kroz tri temeljna raskrižja metaboličkih putova.

### Popis seminara s pojašnjenjem:

#### **S1 Peptidi i proteini: primarna struktura i funkcija.**

##### Sadržaj seminara:

Peptidna veza. Fiziološki aktivni peptidi. Podjela i uloga proteina. Proteini seruma.

##### Ishodi učenja:

Prikazati te opisati nastajanje peptidne veze i izložiti njene strukturne značajke. Navesti fiziološki aktivne peptide i ukazati na njihovu ulogu. Klasificirati proteine prema njihovoj funkciji i obliku i navesti najznačajnije predstavnike iz svake klase proteina. Navesti frakcije i glavne predstavnike pojedinih klasa proteina seruma te ukazati na njihovu ulogu

#### **S2 Ugljikohidrati i glikobiologija.**

##### Sadržaj seminara:

Biološki važni monosaharidi, disaharidi i polisaharidi. Glikokonjugati: proteoglikani, glikoproteini i glikolipidi. Šećerni kod. Probava i apsorpcija ugljikohidrata.

##### Ishodi učenja:

Klasificirati ugljikohidrate i glikokonjugate te prikazati i izložiti njihovu kemijsku građu. Izložiti i protumačiti svojstva i karakteristične reakcije ugljikohidrata. Obrazložiti funkcionalne i strukturne uloge ugljikohidrata i glikokonjugata. Protumačiti biološki značaj glikozilacije. Objasniti hidrolitičku razgradnju ugljikohidrata s osvrtom na specifične enzime, mjesto njihova djelovanja u probavnom sustavu te specifičnost djelovanja. Objasniti biokemijsku osnovu intolerancije laktoze.

#### **S3 Metabolizam glikogena i ostalih heksoza.**

##### Sadržaj predavanja:

Glikogenoliza i glikogeneza: pojedine reakcije i regulacija. Corijev ciklus i glukoza-alaninski ciklus. Metabolizam galaktoze i fruktoze.

##### Ishodi učenja:

Usporediti i protumačiti svrhu razgradnje glikogena u jetri i mišićima. Izložiti nastanak glukoze iz glikogena i stvaranje glikogena iz glukoze s osvrtom na enzime, supstrate, kofaktore, staničnu lokalizaciju i hormonsku regulaciju tih procesa. Opisati Corijev ciklus i glukoza-alaninski ciklus i njihovu vezu s glukoneogenezom. Prepoznati biokemijske i kliničke posljedice nedostatka specifičnih enzima metabolizma glikogena. Objasniti ulazak glukoze u galaktoze u glikolizu. Komentirati doprinos fruktoze pretilosti i rizika za bolesti srca. Izložiti biokemijsku podlogu galaktozemije i dijabetičke katarakte.

#### **S4 Ciklus pentoza-fosfata. Pregled metabolizma ugljikohidrata.**

##### Sadržaj seminara:

Oksidativni i neoksidativni ogranak puta pentoza-fosfata. Metabolizam glukoze: ponavljanje.

##### Ishodi učenja:

Usporediti ulogu oksidativnog i neoksidativnog ogranka puta pentoza-fosfata i navesti tkivnu i staničnu lokalizaciju puta. Obrazložiti razlike te prikazati reakcije transketolaze i transaldolaze. Protumačiti međudjelovanje glikolize i puta pentoza-fosfata obzirom na potrebe za NADPH, riboza-5-fosfatom i ATP. Protumačiti biokemijsku podlogu hemolitičke anemije inducirane lijekovima i favizma i posljedice manjka tiamina. Objasniti ulazak glukoze u stanicu te navesti metaboličke putove glukoze. Izložiti metaboličku sudbinu piruvata. Opisati ulogu i sudbinu citosolnog NADH nastalog u glikolizi. Usporediti aerobnu i anaerobnu glikolizu. Sažeti ulogu glikogenolize, glikogeneze i glukoneogeneze u regulaciji koncentracije glukoze u krvi. Protumačiti usklađenost glikolize i glukoneogeneze između mišića i jetre.

#### **S5 Biološki važni lipidi. Probava, mobilizacija i prijenos lipida.**

##### Sadržaj seminara:

Podjela i uloga lipida. Biološki važne masne kiseline.

##### Ishodi učenja:

Klasificirati lipide i opisati njihovu fiziološku ulogu. Klasificirati masne kiseline, prikazati njihovu strukturu te povezati njihove strukturne značajke s fizikalnim svojstvima. Razlikovati esencijalne i neesencijalne masne kiseline i ulogu  $\omega$ -3 i  $\omega$ -6 masnih kiselina. Navesti derivate masnih kiselina i objasniti njihovu fiziološku ulogu. Opisati proces hidrolitičke razgradnje lipide u probavnom sustavu i njihovu apsorpciju. Klasificirati lipoproteine,

navesti njihov kemijski sastav i ulogu u prijenosu egzogenih i endogenih lipida. Objasniti biokemijsku prirodu poremećaja u metabolizmu lipoproteina.

#### **S6 Biološke membrane.**

##### Sadržaj seminara:

Princip izgradnje bioloških membrana. Prijenos tvari kroz membrane.

##### Ishodi učenja:

Izložiti strukturu i svojstva bioloških membrana, lipide i proteine koji ih izgrađuju. Objasniti i primjerima potkrijepiti aktivni (primarni i sekundarni) i pasivni transport molekula kroz membranu te receptorima posredovan put endocitoze.

#### **S7 Derivati izoprenoida.**

##### Sadržaj seminara:

Žučne soli. Sterodni hormoni. Vitamini topljivi u mastima.

##### Ishodi učenja:

Objasniti fizikalno-kemijska svojstva i ulogu žučnih kiselina te biogenezu kolne, glikokolne i taurokolne kiseline. Navesti fizikalno-kemijske karakteristike i izložiti princip biosinteze C17, C19 i C21 steroidnih hormona. Opisati strukturne značajke, izvore, vitamere vitamina A, D, E i K te opisati fiziološku ulogu i posljedice nedostatka svakog pojedinog vitamina.

#### **S8 Katabolizam ugljikova kostura aminokiselina. Biosinteza aminokiselina.**

##### Sadržaj seminara:

Razgradnja pojedinih skupina aminokiselina. Putovi sinteze neesencijalnih aminokiselina.

##### Ishodi učenja:

Navesti osnovne međuprodukte nastale razgradnjom ugljikovog kostura pojedinih skupina aminokiselina i objasniti njihovu metaboličku sudbinu. Imenovati ketogone i glukogene aminokiseline. Sažeti biosintezu neesencijalnih aminokiselina iz međuprodukata ciklusa limunske kiseline i glikolize. Protumačiti ciklus aktivirane metilne skupine. Objasniti pojam „folatna zamka“ i kliničke implikacije takvog metaboličkog stanja. Objasniti biokemijsku podlogu nasljednih poremećaja u metabolizmu Phe, Tyr, Cys i Met, i razgranatih aminokiselina.

#### **S9 Specifični produkti nastali iz aminokiselina: hem i nukleotidi.**

##### Sadržaj seminara:

Metabolizam hema. Metabolizam purinskih i pirimidinskih baza.

##### Ishodi učenja:

Navesti preteče i međuprodukte u biosintezi porfirinskog sustava i povezati smetnje u toj biosintezi s porfirijama. Izložiti proces razgradnje hemoglobina i njegove (patofiziološke) posljedice. Opisati strukturne značajke i imenovati različite klase nukleotidnih metabolita. Navesti preteče, glavne međuprodukte i ključne regulacijske reakcije u biosintezi purina i pirimidina (*de novo* te reakcijama iz metaboličkog otpada). Pojasniti središnju ulogu 5-fosforibozil-1-pirofosfata u metabolizmu nukleotida te povezati njegovu sintezu s putem pentoza-fosfata. Protumačiti značaj hipoksantin-fosforibozil-transferaze u metabolizmu purina u fiziološkim i patofiziološkim uvjetima. Sažeti biosintezu deoksiribonukleotida, s osvrtom na biosintezu deoksitimidilata. Obrazložiti ulogu folne kiseline u biosintezi timidilata i posljedice njena manjka. Objasniti učinke fluor-uracila i metotreksata u biosintezi timidilata. Izložiti biokemijsku podlogu gihta i farmakološkog pristupa u terapiji toga stanja.

#### **S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa.**

##### Sadržaj seminara:

Metaboličku ustroj organa: mozak, mišić, masno tkivo, jetra

##### Ishodi učenja:

Integrirati metaboličku sudbinu određenog sastojka hrane od njegove probave i apsorpcije do potpune razgradnje ili pretvorbe u neki međuprodukt metabolizma. Izložiti osobitosti metaboličkog profila u mozgu, mišiću, masnom tkivu i jetri.

### **Popis vježbi s pojašnjenjem:**

#### **V1 Kvalitativna i kvantitativna analiza proteina.**

##### Sadržaj vježbi:



Kvalitativne reakcije na proteine. Kvantitativno određivanje ukupnih proteina u serumu biuret-reakcijom. Izoelektrični pH.

Ishodi učenja:

Praktično primijeniti usvojeno znanje o kemijskim svojstvima aminokiselina i proteina. Primijeniti kvalitativne kemijske metode u dokazivanju sastava smjese proteina i aminokiselina. Protumačiti metodologiju određivanja proteina i primjenu u dijagnostici i laboratorijskoj praksi te praktično odrediti koncentraciju proteina u serumu. Primijeniti stečeno znanje o fizikalnim svojstvima proteina za određivanje izoelektričnog pH otopine proteina.

**V2 Čimbenici enzimske aktivnosti.**

Sadržaj vježbi:

Utjecaj pH i temperature na aktivnost  $\alpha$ -amilaze. Određivanje aktivnosti  $\alpha$ -amilaze u serumu.

Ishodi učenja:

Primijeniti stečeno znanje o ulozi enzima iz skupine hidrolaza. Praćenjem tijeka razgradnje škroba djelovanjem  $\alpha$ -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.

**V3 Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.**

Sadržaj vježbi:

Kvalitativne reakcije na šećere. Kvantitativno određivanje glukoze u krvi (GOD-PAP metoda).

Ishodi učenja:

Praktično primijeniti usvojeno znanje o kemijskim svojstvima ugljikohidrata za dokazivanje sastava smjese ugljikohidrata i prisutnosti šećera u urinu. Primijeni metodu za određivanje koncentraciju glukoze u serumu i interpretirati rezultat temeljem usvojenog znanja o značaju održavanja koncentracije glukoze u krvi stalnom.

**V4 Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.**

Sadržaj vježbi:

Kvantitativno određivanje triglicerida u serumu. Kvantitativno određivanje ukupnog kolesterola, HDL-kolesterol i LDL-kolesterola u serumu. Dokazivanje keto-tijela u urinu. Elektroforeza lipoproteina (demonstracijska vježba).

Ishodi učenja:

Primijeniti metode za određivanje parametara lipidnog statusa u serumu i dokazati prisutnost patoloških sastojaka u urinu te primijeniti stečeno znanje o svojstvima i ulozi lipida u organizmu u interpretaciji dobivenih rezultata.

Protumačiti ulogu serumskih lipoproteina i princip njihovog elektroforetskog razdvajanja te interpretirati dobiveni elferogram temeljem usvojenog znanja o metabolizmu lipoproteina.

**V5 Kvalitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.**

Sadržaj vježbi:

Određivanje uree u urinu. Određivanje kreatinina u serumu. Određivanje mokraćne kiseline u urinu. Test na nitrite prema Griessu i Iloswayu.

Ishodi učenja:

Protumačiti i primijeniti kvalitativne i 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.

**Obveze studenata:**

Svaku obvezu student bi trebao obaviti savjesno i u zadanim rokovima kako bi mogao slijediti nastavu kolegija i biti ocijenjen pozitivnom konačnom ocjenom.

Redovito pohađanje svih oblika nastave je obvezno, a student mora pristupiti svim provjerama znanja.

Za svaki nastavni sat vodi se evidencija prisutnosti. Student može opravdano izostati 30% od svakog oblika nastave, što potvrđuje odgovarajućim dokazom. Student koji izostane s više od 30% nastave gubi pravo na potpis i ne može pristupiti završnom ispitu. Time je prikupio 0 ECTS bodova, ocjenjuje se ocjenom F i mora ponovno upisati kolegij.

Studentu se preporučuje ponoviti prethodna znanja iz organske kemije. Očekuje se aktivno sudjelovanje studenta u nastavi, te se student upućuje na samostalno pripremanje za temu predviđenu nastavnim planom i programom prema zadanoj literaturi. Za seminarsku nastavu student mora imati metaboličku kartu te je dužan pripremiti zadane uratke. Prije svake laboratorijske vježbe student polaže ulazni kolokvij prema zadanoj literaturi (Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije). Položen ulazni kolokvij preduvjet je za izradu

vježbe. Tijekom izrade vježbi provjeravaju se praktične vještine, samostalnost u radu, primjena usvojenog znanja te primjena sigurnosnih mjera prema sebi, drugima i okolišu. Student samostalno izvodi vježbu predviđenu planom i programom prema odgovarajućem propisu. Uz studenta je prisutan nastavnik i/ili asistent, tehničar i demonstrator. Za rad u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu dugih rukava) i potreban pribor (kalkulator, crtaći pribor, krp), propis za izradu vježbi (Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije) te bilježnicu formata A4 za laboratorijski dnevnik kojeg student bilježi sve rezultati pojedine vježbe. Nakon izrade svake pojedine vježbe u laboratorijski dnevnik student treba napisati izvješće o praktičnom radu koje se predaje nakon odrađene vježbe.

#### Ispit:

Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, te prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** usvojenom na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci.

U vrednovanju rada studenata uzima se u obzir uspješnost studenata tijekom trajanja nastave te na završnom ispitu. Tijekom nastave studenti mogu ostvariti do **70 ocjenskih bodova** te najviše **30 ocjenskih bodova** na završnom ispitu, odnosno ukupno maksimalno **100 ocjenskih bodova**.

Pojedine nastavne obveze studenata za kolegij Biokemija u akademskoj godini 2017./2018. vrednuju se raspodjelom ocjenskih bodova na način prikazan u **tablici 1**.

**Tablica 1. Vrednovanje nastavnih obveza studenata**

NASTAVNA OBEVA	VREDNOVANJE		MAKSIMALAN BROJ OCJENSKIH BODOVA
<b>Međuispiti</b>	Međuispit I	1. cjelina	20
		2. cjelina	5
	Međuispit II	1. cjelina	20
		2. cjelina	5
	<b>Ukupno</b>		
<b>Vježbe</b>	Ulazni kolokvij (5×1 ocjenska boda)		5
	Praktični dio i pismeno izvješće (5×1 ocjenska boda)		5
	<b>Ukupno</b>		
<b>Seminari</b>	Kratka pisana provjera znanja (3×2)		6
	Aktivnosti u nastavi (4×1)		4
	<b>Ukupno</b>		
<b>UKUPNO</b>	<b>Ukupno</b>		<b>70</b>
<b>Završni ispit</b>	Pisani dio		15
	Usmeni dio		15
	<b>Ukupno</b>		
<b>UKUPNO</b>	<b>100</b>		

#### Međuispiti

Tijekom semestra planirane su dvije pisane provjere znanja (međuispiti I-II) na kojima se provjerava usvojenost gradiva s predavanja, seminara i vježbi obuhvaćenog sadržajem kolegija.

Na **međuispitu I** provjerava se gradivo predavanja P1-P14, seminara S1-S4 te vježbi V1-V3.

Na **međuispitu II** provjerava se gradivo predavanja P15-P30, seminara S5-S10 te vježbi V4-V5.

Međuispiti I i II sastoje se od *dvije cjeline*. Student na pojedinom međuispitu može steći najviše 25 ocjenskih bodova. Na svakoj takvoj provjeri znanja student od ukupnog broja zadataka mora ostvariti minimalno 40% točnih odgovora kako bi zadovoljio kriterije za dobivanje ocjenskih bodova.

*Prva cjelina* obuhvaća 40 zadataka višestrukog izbora. Rješavanjem prve ispitne cjeline student može ostvariti najviše 20 ocjenskih bodova. Ocjenski bodovi za prvu cjelinu međuispita I-II dodjeljuju se prema bodovnoj skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 2.

*Druga cjelina* odnosi se na poznavanje strukture biološki važnih molekula i reakcija metabolizma, a sastoji se od 5 pitanja. Rješavanjem druge ispitne cjeline student može ostvariti najviše 5 ocjenskih bodova. Ocjenski bodovi za drugu cjelinu međuispita I-II dodjeljuju se prema bodovnoj skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 3.

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

**Tablica 2. Vrednovanje prve cjeline međuispita I-II.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
40,00 – 47,49	9
47,50 – 52,49	10
52,50 – 54,99	11
55,00 – 62,49	12
62,50 – 67,49	13
67,50 – 72,49	14
72,50 – 77,49	15
77,50 – 82,49	16
82,50 – 87,49	17
87,50 – 92,49	18
92,50 – 97,49	19
97,50 – 100,00	20

**Tablica 3. Vrednovanje druge cjeline međuispita I-II.**

Broj točno riješenih zadataka	Ocjenski bodovi
2	2,0
2,5	2,5
3	3,0
3,5	3,5
4	4,0
4,5	4,5
5	5,0

### **Laboratorijske vježbe**

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

Na ulaznom kolokviju provjerava se pripremljenost studenta za izvođenje vježbe. Provjera znanja na ulaznom kolokviju je pismena i temelji se na pitanjima koja zahtijevaju kratak odgovor. Student mora ostvariti najmanje 0,5 ocjenski bod kako bi mogao pristupiti praktičnom dijelu vježbi, a student može biti pitan i tijekom izrade vježbi. Ulazni kolokvij vrednuje se na sljedeći način:

- 0 ocjenskih bodova: >50% točnih odgovora
- 0,5 ocjenski bod: 50% – 79,9% točnih odgovora
- 1,0 ocjenski bod: 80%– 100% točnih odgovora

Tijekom izrade vježbi vrednuje se točnost dobivenog rezultata vježbe u odnosu na očekivani rezultat te pisano izvješće na sljedeći način:

- 0 ocjenskih bodova: - vježba nije odrađena, ili je odrađena nepotpuno i netočno, i
- izvješće nije napisano ili ne sadrži tražene elemente

0,5 ocjenska boda: - uspješno izrađena vježba, ali je konačni rezultat netočan, i/ili  
- izvješće sadrži 50% traženih elemenata u formalnom, jezičnom i sadržajnom smislu

1,0 ocjenski bod: - uspješno izrađena vježba i točan konačni rezultat, i  
- izvješće sadrži 100% traženih elemenata u formalnom, jezičnom i sadržajnom smislu

### **Seminari**

U semestru je planirano deset seminara tijekom kojih student može ostvariti najviše 10 ocjenskih bodova, i to tijekom kratkih pisanih provjera znanja (najviše 6 ocjenskih bodova) te aktivnostima u nastavi (najviše 4 ocjenska boda). Aktivnost u nastavi odnosi se na aktivno sudjelovanje tijekom seminarske nastave te na samostalne uradke. Samostalni uradci podrazumijevaju samostalno rješavanje problemskih zadataka vezanih uz nastavno gradivo predviđeno nastavnim planom i sadržajem kolegija.

### **Popravni međuispit**

Ponovno pristupanje međuispitu I i međuispitu II omogućiti će se onom studentu koji tijekom nastave ostvari manje od 30 ocjenskih bodova, studentu koji nije pristupio nekom međuispitu iz opravdanih razloga, te studentu koji želi ostvariti veći broj bodova na međuispitima.

Student koji želi ostvariti veći broj bodova na međuispitima, dobiva one ocjenske bodove koje je ostvario popravkom međuispita. Ocjenski bodovi za popravak međuispita dodjeljuju se prema kriterijima navedenim u tablici 2 i tablici 3.

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

### **Završni ispit i popravni ispit**

Student koji je uredno obavio sve oblike nastave i ostvario ukupno najmanje 40 ocjenskih bodova tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita stekao je pravo na potpis i pristupanje završnom ispitu.

Student koji tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita ostvari 30-39,99 ocjenskih bodova svrstava se u ocjensku kategoriju FX te može pristupiti popravnom ispitu.

Student koji tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita ostvari manje od 30 ocjenskih bodova i/ili je izostao s više od 30% svih oblika nastave nije zadovoljio, ocjenjuju se ocjenom neuspješan (F) i mora ponovno upisati kolegij Biokemija.

**Popravni ispit** obuhvaća cjelokupno gradivo predviđeno nastavnim planom i programom kolegija. Student koji na pisanom dijelu popravnog ispita zadovolji minimalne kriterije (50% točno riješenih zadataka) pristupa usmenom dijelu ispita te ukoliko je pozitivno ocjenjen, dobiva 10 ocjenskih bodova i ocjenjuje se ocjenom dovoljan (2), E.

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

*Pisani dio* završnog ispita sastoji se od 30 pitanja. Student koji riješi 50% pisanog dijela zadovoljava minimalne kriterije za dodjeljivanje ocjenskih bodova te pristupa usmenom dijelu ispita. Ocjenski bodovi dodjeljuju se prema skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 4.

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

**Tablica 4. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00 – 59,99	5
60,00 – 64,99	6
65,00 – 69,99	7

70,00 – 74,99	8
75,00 – 79,99	9
80,00 – 84,99	10
85,00 – 89,99	11
90,00 – 94,99	12
95,00-100,00	15

Vrednovanje *usmenog dijela* završnog ispita je sljedeće:

- 5 ocjenska boda: odgovor zadovoljava minimalne kriterije
- 6 – 8 ocjenska boda: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama
- 9 – 11 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama
- 12 – 15 ocjenskih bodova: izniman odgovor

Student može polagati ispit najviše tri puta u jednoj akademskoj godini.

#### **Oblikovanje konačne ocjene**

Konačna ocjena je zbroj ocjenskih bodova ostvarenih tijekom nastave i ocjenskih bodova ostvarenih na završnom ispitu.

Ocjenjivanje u ECTS sustavu provodi se apsolutnom raspodjelom, odnosno temeljem konačnog postignuća na sljedeći način:

- A – 80-100 ocjenskih bodova
- B – 70-79,99 ocjenskih bodova
- C – 60-69,99 ocjenskih bodova
- D – 50-59,99 ocjenskih bodova
- E – 40-49,99 ocjenskih bodova

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

- A - izvrstan (5),
- B – vrlo dobar (4),
- C – dobar (3),
- D i E – dovoljan (2).

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

##### **Kašnjenje i/ili neizvršavanje obveza**

Nastava se održava u propisano vrijeme i nije moguće ulaziti nakon ulaska nastavnika. Na nastavu nije dozvoljeno unositi jela i pića te nepotrebno ulaziti/izlaziti s nastave. Zabranjena je uporaba mobitela za vrijeme nastave kao i za vrijeme provjera znanja.

##### **Akademski čestitost**

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

##### **Kontaktiranje s nastavnicima**

Kontaktiranje s nastavnicima može se obaviti izravno tijekom nastave, u naznačeno vrijeme konzultacija u uredu nastavnika te elektroničkim putem (e-mail nastavnika i zajednički e-mail studenata 2. godine studija sanitarnog inženjerstva).

doc. dr. sc. Jelena Marinić, dipl. ing. preh. teh.  
Zavod za kemiju i biokemiju, Medicinski fakultet

Vrijeme konzultacija: utorak 9,00-10,00 (i prema dogovoru sa studentima)  
Tel. 051 651 159  
e-mail: [jelena.marinic@medri.uniri.hr](mailto:jelena.marinic@medri.uniri.hr)

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

Izv.prof.dr.sc. Marin Tota, mr.ph.  
Zavod za kemiju i biokemiju, Medicinski fakultet  
Vrijeme konzultacija: utorak 9,00-10,00 (i prema dogovoru sa studentima)  
Tel. 051 651 133  
e-mail: [marin.tota@medri.uniri.hr](mailto:marin.tota@medri.uniri.hr)

Doc.dr.sc. Lara Batičić Pučar, dipl.san.ing.  
Zavod za kemiju i biokemiju, Medicinski fakultet  
Vrijeme konzultacija: utorak 9,00-10,00 (i prema dogovoru sa studentima)  
Tel. 051 651 159  
e-mail: [lara.baticic@medri.uniri.hr](mailto:lara.baticic@medri.uniri.hr)

#### **Informiranje o predmetu**

Sve službene informacije vezane uz nastavu kolegija studenti će dobiti tijekom uvodnog predavanja. Navedene informacije biti će dostupne na mrežnim stranicama Medicinskog fakulteta, a dodatne obavijesti tijekom nastave objavit će se putem zajedničkog e-mail studenata 2. godine studija sanitarnog inženjerstva.

#### **Očekivane opće kompetencije studenata/studentica**

Od studenta se očekuje osnovno znanje iz organske kemije.

## **SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2017./2018. godinu)**

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
27.02.18. (1. tjedan)	<b>P 1,2</b> 08,00-10,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
01. 03.18.		<b>S1</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 2		Doc.dr.sc. J. Marinić
06.03.18. (2. tjedan)	<b>P 3,4</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
07. 03.18.			<b>V1</b> (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. J. Marinić
07. 03.18.			<b>V1</b> (grupa II) 12,00-15,00 Praktikum Zavoda	Izv.prof.dr.sc. Marini Tota

13. 03. 18. (3. tjedan)	<b>P 5,6</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
14. 03. 18.			<b>V2</b> (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
14. 03. 18.			<b>V2</b> (grupa II) 12,00-15,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
20.03.18. (4. tjedan)	<b>P 7,8</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
22.03.18.		<b>S2</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 5		Doc.dr.sc. J. Marinić
27.03.18. (5. tjedan)	<b>P 9,10</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
29.03.18.		<b>S3</b> (grupa I i II) 13,00-16,00 Predavaona 4		Izv.prof.dr.sc. Marin Tota
03.04.18. (6. tjedan)	<b>P 11,12</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Prof.dr.sc.R.Domitrović
04.04.18.			<b>V3</b> (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
04.04.18.			<b>V3</b> (grupa II) 11,00-14,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
10.04.18. (7. tjedan)	<b>P 13,14</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Prof.dr.sc.R.Domitrović
12.04.18.		<b>S4</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 4		Doc.dr.sc. J. Marinić
17.04.18. (8. tjedan)	<b>P 15,16</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Doc.dr.sc. J. Marinić
19.04.18.		<b>S5</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 4		Doc.dr.sc. J. Marinić
24.04.18. (9. tjedan)	<b>P 17,18</b> 10,00-12,00 Predavaona 6			Doc.dr.sc. J. Marinić
25.04.18.		<b>P19, 20</b> (nadoknada zbog praznika) 12,00-14,00		Doc.dr.sc. J. Marinić

		<b>Predavaona 6</b>		
26. 04. 18.		<b>S6</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 4		Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
01.05.17. (10. tjedan) Praznik rada	<b>P 19, 20</b> (nadoknada 25. 04. 18.)			Doc.dr.sc. J. Marinić
03.05.18.	<b>Međuispit I</b> 12,00-15,00 Predavaona 8			Doc.dr.sc. J. Marinić
08.05.18. (11. tjedan)	<b>P 21, 22</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Prof.dr.sc.R.Domitrović
09.05.18.			<b>V4</b> (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda	
09.05.18.			<b>V4</b> (grupa II) 12,00-15,00 Praktikum Zavoda	
10.05.18.		<b>S7</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 4		Izv.prof.dr.sc. Marin Tota
15.05.18. (12. tjedan)	<b>P 23, 24</b> 10,00-12,00 Predavaona 6			Prof.dr.sc.R.Domitrović
17.05.18.		<b>S8</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 5		Doc.dr.sc. J. Marinić
22.05.18. (13. tjedan)	<b>P 25, 26</b> 10,00-12,00 Predavaona 6			Prof.dr.sc.R.Domitrović
24.05.18.		<b>S9</b> (grupa I i II) 12,00-15,00 Predavaona 4		Doc.dr.sc. J. Marinić
28. 05. 18. (14. tjedan)		<b>S10</b> (grupa I i II) (nadoknada zbog praznika) 09,00-12,00 Predavaona 4		Doc.dr.sc. J. Marinić
29.05.18.	<b>P 27, 28</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Prof.dr.sc.R.Domitrović
30. 05. 18.			<b>V5</b> (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar
30. 05. 18.			<b>V5</b> (grupa II) 12,00-15,00 Praktikum Zavoda	Doc.dr.sc. L. Batičić Pučar



31.05.18. Tijelovo		<b>S10</b> (grupa I i II) (nadoknada 28. 05. 18.)		Doc.dr.sc. J. Marinić
05.06.18. (15. tjedan)	<b>P 29,30</b> 10,00-12,00 Predavaona 5			Prof.dr.sc.R.Domitrović Doc.dr.sc. J. Marinić
07.06.18.	<b>Međuispit II</b> 12,00-14,00 Predavaona 4			Doc.dr.sc. J. Marinić
14.06.18.	<b>Popravak međuispita I-II</b>			Doc.dr.sc. J. Marinić
21.06.18.	<b>Popravak međuispita I-II</b>			Doc.dr.sc. J. Marinić

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	11.06.2018.
2.	27.06.2018.
3.	11.07.2018.
4.	07.09.2018.
5.	21.09.2018.

#### Popis predavanja, seminara i vježbi:

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Uvod u kolegij. Sastav proteina.	1	Predavaona 5
P2	Proteinogene aminokiseline.	1	Predavaona 5
P3	Struktura proteina.	1	Predavaona 5
P4	Hem-proteini: mioglobin i hemoglobin.	1	Predavaona 5
P5	Enzimi: struktura i mehanizam djelovanja.	1	Predavaona 5
P6	Kinetika enzimskih reakcija.	1	Predavaona 5
P7	Enzimi: regulacijske strategije.	1	Predavaona 5
P8	Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.	1	Predavaona 5
P9	Glikoliza.	1	Predavaona 5
P10	Glukoneogeneza.	1	Predavaona 5
P11	Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.	1	Predavaona 5
P12	Ciklus limunske kiseline.	1	Predavaona 5
P13	Redoks sustavi i biološke oksidacije.	1	Predavaona 5
P14	Respiracijski lanac.	1	Predavaona 5
P15	Katabolizam masnih kiselina.	1	Predavaona 5
P16	Biosinteza masnih kiselina.	1	Predavaona 5
P17	Biosinteza eikozanoida i neutralnih masti.	1	Predavaona 6
P18	Metabolizam složenih lipida.	1	Predavaona 6
P19	Izoprenoidni lipidi: kolesterol.	1	Predavaona 6
P20	Reakcije biotransformacije	1	Predavaona 6
P21	Razgradnja proteina.	1	Predavaona 5
P22	Neproteinski dušikovi spojevi.	1	Predavaona 5
P23	Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.	1	Predavaona 6
P24	Ciklus uree.	1	Predavaona 6
P25	Struktura i funkcija nukleinskih kiselina.Replikacija.	1	Predavaona 6

P26	Transkripcija. Biosinteza proteina.	1	Predavaona 6
P27	Post-translacijske modifikacije.	1	Predavaona 5
P28	Signalne molekule.	1	Predavaona 5
P29	Načela stanične signalizacije.	1	Predavaona 5
P30	Integracija metabolizma.	1	Predavaona 5

	<b>SEMINARI (tema seminara)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
S1	Peptidi i proteini: primarna struktura i funkcija.	3	Predavaona 2
S2	Ugljikohidrati i glikobiologija.	3	Predavaona 5
S3	Metabolizam glikogena i ostalih heksoza.	3	Predavaona 4
S4	Ciklus pentoza-fosfata. Pregled metabolizma ugljikohidrata.	3	Predavaona 4
S5	Biološki važni lipidi. Probava, mobilizacija i prijenos lipida.	3	Predavaona 4
S6	Biološke membrane.	3	Predavaona 4
S7	Derivati izoprenoida.	3	
S8	Katabolizam ugljikova kostura aminokiselina. Biosinteza aminokiselina.	3	Predavaona 5
S9	Specifični produkti nastali iz aminokiselina: hem i nukleotidi.	3	Predavaona 4
S10	Metaboličke osobitosti pojedinih organa.	3	Predavaona 4
		<b>30</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
V1	Kvalitativna i kvantitativna analiza proteina.	3	Praktikum Zavoda
V2	Čimbenici enzimske aktivnosti.	3	Praktikum Zavoda
V3	Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata.	3	Praktikum Zavoda
V4	Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida.	3	Praktikum Zavoda
V5	Kvantitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva.	3	Praktikum Zavoda
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>15</b>	