

Kolegij: Biokemija

Voditelj: doc.dr.sc. Jelena Marinić

Suradnici: red.prof.dr.sc. Robert Domitrović., izv. prof. dr. sc. Marin Tota, Lidija Šimić, mag.sanit. ing.

Katedra: Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Studij: Preddiplomski sveučilišni studij sanitarnog inženjerstva

Godina studija: 2. godina

Akadska godina: 2020./2021.

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 Praktikumu Zavoda za medicinsku kemiju, kliničku 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.

Ishodi učenja - znanje:

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

Ishodi učenja - vještine:

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

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/studentica (dalje u tekstu: student) na seminarima organizira informacije i znanja stečena na predavanjima, stvara, analizira i povezuje nova znanja s prethodnim znanjima, razvija komunikacijske, logičke i kvantitativne vještine rasuđivanja, pristup u rješavanju računskih/problemskih zadataka. Na vježbama student stječe vještine eksperimentalnog rada, usvaja i primjenjuje teorijske osnove, osnovne laboratorijske tehnike i vještine rada. Razvija se sposobnost kreativnog i kritičkog razmišljanja pri izvođenju zaključaka na temelju podataka dobivenih analizom, vještine komunikacije, osjećaj za etičnost i odgovornost prilikom interpretacije rezultata analize, radne navike i odnos prema radu.

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, a rezultati se zajednički raspravljaju. Prije formativnog vrednovanja, na satovima ponavljanja gradiva raspravlja se o stečenom znanju s drugim studentima i nastavnikom, a kroz zadane uratke student samostalno utvrđuje obrađeno gradivo i rješava eventualne nejasnoće. Kontinuiranom provjerom zaokruženih cjelina gradiva procjenjuje se redovitost u praćenju i savladavanju prethodno obrađenog gradiva i priprema se za završnu provjeru znanja. Pisanjem dnevnika učenja studenti se potiču na samostalno učenje kojim preuzimaju osobnu odgovornost za učenje. Studenti će od upisa kolegija biti upućeni na korištenje sustava za e-učenje *Merlin*.

Popis obvezne ispitne literature:

R. K. Murray i 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 dostupni u sustavu za e-učenje *Merlin*.

Popis dopunske literature:

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

Nastavni plan:

Popis predavanja s pojašnjenjem:

P1 Uvod u kolegij. Proteinogene aminokiseline.

Sadržaj predavanja:

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

Ishodi učenja:

Osvijestiti pristup učenju. Prepoznati povezanost biokemije sa strukovnim područjem. Klasificirati proteinogene aminokiseline te prikazati i izložiti njihovu kemijsku građu, optičku aktivnost, disocijaciju i reaktivnost. Razlikovati esencijalne i neesencijalne aminokiseline. Navesti derivate proteinogenih aminokiselina i ukazati na njihovu ulogu u funkciji proteina. Objasniti pojam izoelektričnog pH i njegovu primjenu. Izračunati izoelektrični pH neke aminokiseline.

P2 Peptidi i proteini: primarna struktura i funkcija.

Sadržaj predavanja:

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

Ishodi učenja:

Prikazati te opisati nastajanje peptidne veze i izložiti njene strukturne značajke. Navesti fiziološki aktivne peptide i pojasniti strukturne značajke i ukazati na njihovu funkciju. Klasificirati proteine prema njihovoj funkciji i obliku i navesti najznačajnije predstavnike iz svake klase proteina. Na primjeru fibrilarnih i globularnih proteina povezati strukturu proteina s njegovom funkcijom.

P3 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-bisfosfoglicerata. Objasniti biokemijsku osnovu anemije srpastih stanica.

P4 Enzimi: svojstva i mehanizam djelovanja.

Sadržaj predavanja:

Enzimima katalizirane reakcije. Mehanizam enzimske katalize.

Ishodi učenja:

Navesti i pojasniti osobine enzima. Razjasniti princip enzimske katalize.

P5 Kinetika enzimskih reakcija.

Sadržaj predavanja:

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

Ishodi učenja:

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

P6 Enzimi: regulacijske strategije.

Sadržaj predavanja:

Alosterička kontrola. Izoenzimi. Kovaletna modifikacija. Proteoliza.

Ishodi učenja:

Objasniti načine regulacije enzimske aktivnosti i njihov značaj u koordinaciji biokemijskih procesa u organizmu.

P7 Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva.

Sadržaj predavanja:

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

Ishodi učenja:

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

P8 Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Metabolički putevi ugljikohidrata.

Sadržaj predavanja:

Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Glukoza-6-fosfat: metaboličko raskrižje.

Ishodi učenja:

Objasniti hidrolitičku razgradnju ugljikohidrata s osvrtom na specifične enzime, mjesto njihova djelovanja u probavnom sustavu te specifičnost djelovanja. Objasniti biokemijsku osnovu intolerancije laktoze. Objasniti ulazak glukoze u stanicu te navesti metaboličke puteve glukoze.

P9 Glikoliza i glukoneogeneza.

Sadržaj predavanja:

Regulacija glikolize i glukoneogeneze.

Ishodi učenja:

Navesti kontrolna mjesta glikolize i glukoneogeneze te mehanizme za regulaciju brzine tih puteva. Usporediti i protumačiti regulaciju glukoneogeneze i glikolize i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan. Protumačiti usklađenost glikolize i glukoneogeneze između mišića i jetre.

P10 Metabolizam glikogena.

Sadržaj predavanja:

Glikogenoliza i glikogeneza: pojedine reakcije.

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.

P11 Oksidacijska dekarboksilacija piruvata.

Sadržaj predavanja:

Multienzimski kompleks piruvat-dehidrogenaza.

Ishodi učenja:

Prikazati sumarnom jednačbom 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. Izložiti i primjerima ilustrirati posljedice inhibicije oksidacijske fosforilacije. Objasniti posljedice nepotpune redukcije kisika.

P15 Put pentoza-fosfata.

Sadržaj predavanja:

Oksidativni i neoksidativni ogranak puta pentoza fosfata.

Ishodi učenja:

Usporediti ulogu oksidativnog i neoksidativnog ogranka puta pentoza-fosfata i navesti tkivnu i staničnu lokalizaciju puta. Objasniti razlike te prikazati reakcije transketolaze i transaldolaze. Protumačiti međudjelovanje glikolize i puta pentoza-fosfata obzirom na potrebe za NADPH, riboza-5-fosfatom i ATP. Izložiti ulogu NADPH u biološkim procesima. Protumačiti biokemijsku podlogu hemolitičke anemije inducirane lijekovima, favizma i posljedice manjka tiamina.

P16 Probava i mobilizacija triacilglicerola.

Sadržaj predavanja:

Korištenje masnim kiselinama kao gorivom. Prijenos egzogenih lipida. Gliceroneogeneza

Ishodi učenja:

Prikazati i izložiti strukturu te opisati fiziološku ulogu triacilglicerola. Opisati proces hidrolitičke razgradnje triacilglicerola u probavnom sustavu i njihovu apsorpciju. Opisati prijenos egzogenih lipida u krvotoku. Izložiti hidrolizu triacilglicerola u adipoznom tkivu. Definirati i objasniti metaboličku ulogu i gliceroneogeneze.

P17 β -oksidacija masnih kiselina.

Sadržaj predavanja:

Razgradnja zasićenih masnih kiselina. Razgradnja masnih kiselina s neparnim brojem ugljikovih atoma. Razgradnja nezasićenih masnih kiselina.

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

P18 Ketogeneza i ketoliza.

Sadržaj predavanja:

Sinteza ketonskih tijela. Iskorištavanje ketonskih tijela.

Ishodi učenja:

Izložiti biosintezu ketonskih tijela i iskorištavanje u ekstrahepatičkim tkivima, fiziološke uvjete njihova stvaranja te posljedice nastanka.

P19 Biosinteza zasićenih masnih kiselina.

Sadržaj predavanja:

Biosinteza zasićenih masnih kiselina. Regulacija biosinteze i razgradnje zasićenih masnih kiselina. Biosinteza jednostruko i višestruko nezasićenih 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.

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

P20 Biosinteza neutralnih masti.

Sadržaj predavanja:

Biosinteza triacilglicerola.

Ishodi učenja:

Izložiti biosintezu triacilglicerola i osobitosti te sinteze u jetri i masnom tkivu. Opisati prijenos endogenih triacilglicerola u krvotoku.

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. Opisati glukoza-alaninski ciklus i njegovu vezu s glukoneogenezom. 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 poedinih enzima. Izložiti utrošak ATP pri biosintezi uree i ukazati na anaplerotsku ulogu fumarata. Objasniti kratkoročnu i dugoročnu regulaciju ciklusa uree. Protumačiti metaboličkeposljedice 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 Struktura proteina.

Sadržaj predavanja:

Arhitektura proteina. Konformacijska stabilnost proteina. Fibrilarni i globularni proteini.

Ishodi učenja:

Naveći i definirati razine organizacije strukture proteina i ilustrirati značenje intra- i intermolekulskih veza i sila u izgradnji proteina. Izložiti trodimenzijsku strukturu peptidne okosnice. Razlikovati i opisati periodičke i neperiodičke elemente sekundarne strukture. Razlikovati i izložiti značajke tercijarne strukture globularnih proteina topljivih u vodi i transmembranskih proteina, motive i domene. Razlikovati primarnu strukturu od konformacije peptidnog lanca. Definirati denaturaciju i obrazložiti njen značaj u biološkim sustavima. Povezati pogreške u smatanju proteina s konformacijskim bolestima. Razlikovati strukturu globularnih i fibrilarnih proteina i povezati ih s njihovom funkcijom. Opisati elemente izgradnje strukture kolagena i elastina i povezati strukturu tih proteina s njihovom funkcijom. Objasniti biokemijsku osnovu skorbuta.

S2 Biokemijske reakcije.

Sadržaj seminara:

Podjela enzima i kofaktora.

Ishodi učenja:

Podijeliti enzime i kofaktore prema tipu katalizirane reakcije. Opisati i primjerima ilustrirati ulogu kofaktora u katalizi. Objasniti ulogu vitamina u djelovanju enzima i posljedice njihova manjka.

S3 Glikoliza. Glukoneogeneza. Metabolizam ostalih heksoza.

Sadržaj seminara:

Glikoliza: pojedine reakcije i stehiometrija. Sudbina piruvata u anaerobnim uvjetima. Glukoneogeneza: pojedine reakcije i stehiometrija. Ulazak supstrata u glukoneogenezu. Corijev ciklus. Metabolizam fruktoze i galaktoze.

Ishodi učenja:

Opisati fiziološki značaj glikolize, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Prikazati i izložiti tijekom 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. Izračunati energetske bilancu stvaranja ATP pri anaerobnoj glikolizi.

Opisati fiziološki značaj glukoneogeneze, staničnu i tkivnu lokalizaciju. Identificirati enzimске razlike glikolize i glukoneogeneze. Izračunati i energetske bilancu i izložiti stehiometriju glukoneogeneze. Objasniti biološku ulogu biotina. Imenovati preteče glukoneogeneze, raspraviti fiziološke uvjete njihovog korištenja te opisati i reakcijama prikazati njihov ulazak u glukoneogenezu. Opisati Corijev ciklus i njegovu vezu s glukoneogenezom. Objasniti ulazak glukoze i galaktoze u glikolizu i glukoneogenezu.

S4 Regulacija metabolizma glikogena. Ponavljanje.

Sadržaj seminara:

Glikogenoliza i glikogeneza: regulacija. Piruvat: metaboličko raskrižje.

Ishodi učenja:

Usporediti i protumačiti regulaciju glikogenolize i glukoneogeneze i identificirati uvjete u kojima je pojedini metabolički put aktivan. Sažeti ulogu glikogenolize, glikogeneze i glukoneogeneze u regulaciji koncentracije glukoze u krvi.

Izložiti izvore i metaboličke tokove piruvata. Izložiti metaboličku sudbinu piruvata nastalog glikolizom u aerobnim i anaerobnim uvjetima. Objasniti prijenos NADH i ATP kroz mitohondrijsku membranu. Opisati ulogu i sudbinu citosolnog NADH nastalog u glikolizi. Usporediti aerobnu i anaerobnu glikolizu te izračunati energetske bilancu stvaranja ATP pri aerobnoj i anaerobnoj glikolizi.

S5 Biološki važni lipidi.

Sadržaj seminara:

Podjela i uloga uloga lipida. Biološki važne masne kiseline. Derivati masnih kiselina. Acetil-CoA: metaboličko raskrižje.

Ishodi učenja:

Klasificirati lipide, prikazati i izložiti strukturu te opisati fiziološku ulogu pojedinih lipidnih klasa. Klasificirati masne kiseline, prikazati njihovu strukturu te povezati njihove strukturne značajke s fizikalnim svojstvima. Razlikovati esencijalne i neesencijalne masne kiseline i ulogu ω -3 i ω -6 masnih kiselina. Klasificirati, opisati građu te objasniti fiziološku ulogu i sintezu eikozanoda. Izložiti izvore i metaboličku sudbinu acetyl-CoA.

S6 Metabolizam složenih lipida. Metabolizam kolesterola.

Sadržaj predavanja:

Biosinteza i biorazgradnja fosfolipida i glikolipida. Izoprenoidni lipidi. Sinteza, prijenos i izlučivanje kolesterola.

Ishodi učenja:

Izložiti metabolizam fosfoglicerida, sfingomijelina i glikosfingolipida.

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 farmakološke primjene statina.

S7 Derivati kolesterola. Metabolizam lipoproteina: integracija/ponavljanje.

Sadržaj seminara:

Zučne soli. Sterodni hormoni. Vitamin D3. Egzogeni i endogeni put prijenosa lipida: integracija.

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 D, te opisati fiziološku ulogu i posljedice njegova nedostatka.

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

S8 Metabolizam ugljikova kostura aminokiselina. Ponavljanje.

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 ketogene 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.

Sažeti i reakcijama prikazati katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina.

S9 Specifični produkti nastali iz aminokiselina.

Sadržaj seminara:

Metabolizam hema. Metabolizam purinskih i pirimidinskih baza. Dušikov(I) oksid. Glutation. Biogeni amini.

Ishodi učenja:

Navesti preteče i međuprodukte u biosintezi porfirinskog sustava i povezati smetnje u toj biosintezi s porfirijama. Izložiti proces razgradnje hemoglobina i njegove (pato)fiziološke 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. Pojasniti sintezu i ulogu glutatona, dušikovog(I) oksida i kateholamina.

S10 Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Ponavljanje.

Sadržaj seminara:

Metaboličku ustroj organa: mozak, mišić, masno tkivo, jetra. Reakcije biotransformacije. Ponavljanje: metabolički tok molekula.

Ishodi učenja:

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

Popis vježbi s pojašnjenjem:

V1 Kvalitativna i kvantitativna analiza proteina.

Sadržaj vježbi:

Kvalitativne reakcije na proteine. Kvantitativno određivanje ukupnih proteina u serumu metodom po Lowry-ju. Izoelektrični pH. Proteini seruma (teorijski).

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. Objasniti princip elektroforeze. Navesti frakcije i glavne predstavnike pojedinih klasa proteina seruma te ukazati na njihovu ulogu.

V2 Čimbenici enzimske aktivnosti.

Sadržaj vježbi:

Utjecaj pH i temperature na aktivnost α -amilaze. Određivanje aktivnosti α -amilaze u serumu.

Ishodi učenja:

Primijeniti stečeno znanje o ulozi enzima iz skupine hidrolaza. Praćenjem tijeka razgradnje škroba djelovanjem α -amilaze ustanoviti utjecaj pH i temperature na aktivnost enzima. Protumačiti metode određivanja aktivnosti enzima 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. Primijeniti 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-kolesterola 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 kolegijai biti ocijenjen pozitivnom konačnom ocjenom.

Da bi položili kolegij, student mora redovito pohađati sve oblike nastave te pristupiti provjerama znanja nameđuiipitima i završnom ispitu.

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 samostalnim rješavanjem zadanih uradaka, samostalnim uključivanjem pitanjima i prijedlozima i/ili na poticaj nastavnika. Stoga se student upućuje na samostalno pripremanje za temu predviđenu nastavnim planom i programom prema zadanoj literaturi te na utvrđivanje i ponavljanje gradiva iznijetog na predavanjima/seminarima/vježbama prethodnog tjedna. Za nastavu student mora imati metaboličku kartu i/ili odgovarajuće sheme metaboličkih putova. 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, crtači pribor, krpu), 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 Priručnik za seminare i vježbe iz biokemije student treba napisati izvješće o praktičnom radu koje se predaje nakon odrađene vježbe.

Studentima se preporučuje voditi dnevnik učenja u kojem bilježe sve što su spoznali, usvojili i primjenili u praktičnom radu, svoje nedostatke i sve ono što još treba naučiti. Dnevnik učenja ima teorijsku osnovu i, gdje je moguće, usmjeren je na praktični rad, a piše se individualnim stilom, koji je studentu zanimljiv i potiče ga da iz njega nešto nauči. 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 nastave te na završnom ispitu. Tijekom nastave studenti mogu ostvariti do najviše **70 ocjenskih bodova** te do najviše **30 ocjenskih bodova** na završnom ispitu, odnosno ukupno maksimalno **100 ocjenskih bodova**.

Pojedine nastavne aktivnosti studenata za kolegij Biokemija u akademskoj godini 2020./2021. vrednuju se raspodjelom ocjenskih bodova na način prikazan u **tablici 1**.

Tablica 1. Vrednovanje nastavnih aktivnosti studenata

| N A S T A V N A A K T I V N O S T | VREDNOVANJE | | MAKSIMALAN BROJ OCJENSKIH BODOVA |
|---|--|-------------------|---|
| | | | |
| M e đ u i s p i t i | Međuispit I | 1. cjel ina | 20 |
| | | 2. cjel ina | 5 |
| | Međuispit II | 1. cjel ina | 20 |
| | | 2. cjel ina | 5 |
| | Ukupno | | 50 |
| V j e ž b e | Ulazni kolokvij (5×1 ocjenska boda) | | 5 |
| | Praktični dio i pismeno izvješće (5×1 ocjenska boda) | | 5 |
| | Ukupno | | 10 |
| S e m i n a r i | Kratka pisana provjera znanja (3×2) | | 6 |

| | | |
|--|----------------------------|------------|
| | Aktivnosti u nastavi (4x1) | 4 |
| | | 10 |
| U K U P N O | Ukupno | 70 |
| Z a v r š n i s p i t | Pisani dio | 15 |
| | Usmeni dio | 15 |
| | Ukupno | 30 |
| UKUPNO | | 100 |

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-P15, seminara S1-S4 te vježbi V1-V3. Na **međispitu II** provjerava se gradivo predavanja P16-P30, seminara S5-S10 te vježbi V4-V5.

Na međuispitima I-II student može ostvariti ukupno 50 ocjenskih bodova. Na svakoj takvoj provjeri znanja student od ukupnog broja zadataka mora ostvariti minimalno 50% točnih odgovora kako bi zadovoljio kriterije za dobivanje ocjenskih bodova.

Međuispiti I i II sastoje se od dvije cjeline.

Prva cjelina obuhvaća 40 zadataka višestrukog izbora. Rješavanjem prve ispitne cjeline svakog međuispita 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 svakog međuispita 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.

| Broj točno riješenih zadataka | Postotak točno riješenih zadataka (%) | Ocjenski bodovi |
|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 20 | 50 | 10 |
| 21 | 52,5 | 10,5 |
| 22 | 55 | 11 |
| 23 | 57,5 | 11,5 |
| 24 | 60 | 12 |
| 25 | 62,5 | 12,5 |
| 26 | 65 | 13 |
| 27 | 67,5 | 13,5 |
| 28 | 70 | 14 |
| 29 | 72,5 | 14,5 |
| 30 | 75 | 15 |
| 31 | 77,5 | 15,5 |
| 32 | 80 | 16 |
| 33 | 82,5 | 16,5 |
| 34 | 85 | 17 |
| 35 | 87,5 | 17,5 |
| 36 | 90 | 18 |
| 37 | 92,5 | 18,5 |

| | | |
|----|------|------|
| 38 | 95 | 19 |
| 39 | 97,5 | 19,5 |
| 40 | 100 | 20 |

Tablica 3. Vrednovanje druge cjeline međuispita I-II.

| Broj točno riješenih zadataka | Ocjenski bodovi |
|-------------------------------|-----------------|
| 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 ocjenska boda 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 ocjenski bod: - 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

Student nema mogućnost nadoknaditi izostanak s vježbi.

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 ocjenski boda).

Na pismenim provjerama znanja provjerava se usvojenost gradiva predavanja obrađenog tijekom pojedine nastavne cjeline. Pismena provjera znanja u pravilu se sastoji iz zadataka višestrukog izbora, zadataka dopunjavanja i zadataka esejskog tipa, a vrednuje se ovisno o stupnju točnosti i potpunosti prema kriterijima s kojima će studenti biti upoznati tijekom nastave. Student od ukupnog broja zadataka mora ostvariti minimalno 50% točnih odgovora kako bi zadovoljio kriterije za dobivanje ocjenskih bodova. Izostanak s provjere znanja nije moguće nadoknaditi.

Aktivnost u nastavi odnosi se na samostalno uključivanje pitanjima i prijedlozima i/ili na poticaj nastavnika, sudjelovanje uz korištenje ploče/informacijske tehnologije te na samostalne uradke. Samostalni uradci podrazumijevaju samostalno rješavanje problemskih zadataka vezanih uz nastavno gradivo predviđeno nastavnim planom i sadržajem kolegija koje zadaje nastavnik, a vrednuju se ovisno o stupnju točnosti i potpunosti prema kriterijima koje će studenti dobiti tijekom nastave.

Propušteno nastavno gradivo seminara mora se usmeno kolokvirati u dogovoru s nastavnikom.

Popravni međuispiti

Ponovno pristupanje međuispitu I i međuispitu II omogućiti će se onom studentu koji tijekom nastave ostvari manje od 35 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

Student koji je uredno obavio sve oblike nastave i ostvario ukupno najmanje 35 ocjenskih bodova tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita stekao je pravo pristupiti završnom ispitu.

Student koji tijekom nastave i/ili nakon popravka međuispita ostvari od 0 do 34,99 ocjenskih bodova i/ili je izostao s više od 30% svih oblika nastave ocjenjuje se ocjenom F (neuspješan), ne može steći ECTS bodove i mora ponovo upisati kolegij Biokemija.

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 ispita 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.

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

Tablica 4. Vrednovanje pisanog dijela završnog ispita.

| Broj točno riješenih zadataka | Postotak točno riješenih zadataka (%) | Ocjenski i bodovi |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 15 | 50,00 | 7,5 |
| 16 | 53,33 | 8 |
| 17 | 56,67 | 8,5 |
| 18 | 60,00 | 9 |
| 19 | 63,33 | 9,5 |
| 20 | 66,67 | 10 |
| 20 | 66,67 | 10 |
| 21 | 70,00 | 10,5 |
| 22 | 73,33 | 11 |
| 23 | 76,67 | 11,5 |
| 24 | 80,00 | 12 |
| 25 | 83,33 | 12,5 |
| 26 | 86,67 | 13 |
| 27 | 90,00 | 13,5 |
| 28 | 93,33 | 14 |
| 29 | 96,67 | 14,5 |
| 30 | 100,00 | 15 |

Vrednovanje *usmenog dijela* završnog ispita je sljedeće:

7,5 – 8,5 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

9,0 – 11,0 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama 11,5 – 13,0

dobar odgovor s neznatnim pogreškama 13,5 – 15,0

ocjenskih bodova: vrlo

ocjenskih bodova: izniman odgovor

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 - 90-100 ocjenskih bodova
B - 75-89,9 ocjenskih bodova
C - 60-74,9 ocjenskih bodova
D - 50-59,9 ocjenskih bodova
F - 0-49,9 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)

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. Za vrijeme nastave te tijekom vremenoprovera znanja zabranjena je uporaba mobitela i drugih komunikacijski uređaji te ostalih pomagala koje nisu eksplicitno dozvoljene u nastavnom procesu/provjeri znanja. Ukoliko student ne bude poštivao odluku, biti će udaljen s nastave/ispita, a ispit studenta ocijenit će se ocjenom nedovoljan.

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 putem elektronske pošte nastavnika i *Merlin* sustav za e-učenje (*forum, chat*). Mole se studenti da upite elektroničkim putem šalju isključivo radnim danima jer na taj način poštuju vrijeme tjednog odmora nastavnika.

doc. dr. sc. Jelena Marinić, dipl. ing. preh. teh.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, 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

red. prof. dr. sc. Robert Domitrović, dipl.ing.med.biokem.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, 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

izv. prof. dr.sc. Marin Tota, mr. ph.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet Vrijeme konzultacija: utorak 9,00-10,00 (i prema dogovoru sa studentima)

Tel. 051 651 133

e-mail: rmarin.tota@medri.uniri.hr

Lidija Šimić, mag. sanit. ing.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet Vrijeme konzultacija: utorak 9,00-10,00 (i prema dogovoru sa studentima)

Tel. 051 651 159

e-mail: lidija.simic@medri.uniri.hr

Informiranje o predmetu

Studenti će na uvodnom predavanju biti upućeni na korištenje aktivnosti i resursa iz sustava za e-učenje *Merlin* na kojem će se objavljivati službene informacije vezane uz nastavu. Sustavu *Merlin* pristupa se na sljedećoj adresi: <http://https://moodle.srce.hr/2020-2021/>. Za prijavu je potreban elektronički identitet iz sustava AAI@EduHr.

Osobna je odgovornost svakog studenta da bude redovito informiran.

Očekivane opće kompetencije studenata/studentica

Biokemija je interdisciplinarna znanost koja se nadovezuje na dvogodišnju nastavu iz biologije, kemije i srodnih znanosti. Ovakava priprema omogućuje studentima integrirati znanja na molekularnoj i staničnoj razini te razmišljati i rješavati pitanja koja su u podlozi biokemijske/biomedicinske znanosti. Stoga su potrebna temeljna znanja iz organske kemije (kemijska svojstva organskih molekula relevantnih za biološke sustave; mehanizmi kemijskih reakcija u kojima te molekule sudjeluju) i opće i anorganske kemije (kemijska termodinamika; kemijska ravnoteža i slobodna energija).

Od studenta se očekuje sudjelovati u radu korištenjem informacijsko-komunikacijske tehnologije.

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2020./2021. godinu)

| Dat um | Pred avanja (vrijeme i mjesto) | Se minari (vrijeme i mjesto) | Vj ežbe (vrijeme i mjesto) | Nastavni k |
|---------------------------------|--|--|---|------------------------|
| 2. 3. 2021 · (1. tjeda n) | P 1,2 10,00-12,00 Predavao na 5 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 4. 3. 2021 · | | S1 (11,00-14,00 Predavao na 9 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 9. 3. 2021. (2. tjeda n) | P 3,4 10,00-12,00 Predavao na 4 | | | Prof.dr.sc.M. Tota |
| 10. 3. 2021. | | | V1 (grupa I)08,00-11,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |
| 10. 3. 2021. | | | V1 (grupa II)12,00-15,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |
| 11. 3. 2021. | | S2 11,00-14,00 Predavao na 1 | | Prof.dr.sc. M. Tota |
| 16. 3. 2021. (3. tjeda n) | P 5,6 10,00-12,00 Predavao na 7 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 17. 3. 2021. | | | V2 (grupa I)08,00-11,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |
| 17. 3. 2021. | | | V2 (grupa II)12,00-15,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |
| 23. 3. 2021. (4. | P 7,8 10,00-12,00 Predavaon | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |

| | | | | |
|-----------------------------|---|--|---|---------------------------|
| tjedan) | a4 | | | |
| 25. 3. 2021. | | S3 13,30-16,30 Predavaonica 6 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 30. 3. 2021. (5. tjedan) | P 9,10 10,00-12,00 Predavaonica 9 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 6. 4. 2021. (6. tjedan) | P 11,12 10,00-12,00 Predavaonica 4 | | | Prof.dr.sc.R.Domitrović |
| 7. 4. 2021. | | | V3 (grupa I)08,00-11,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |
| 7. 4. 2021. | | | V3 (grupa II)12,00-15,00 Praktikum Zavoda | L. Šimić, mag.san.ing. |

| | | | | |
|--|--|--|---|-----------------------------|
| 13. 4. 2021. (7. tjeda n) | P 13,14 10,00- 12,00 Predavaon a4 | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović |
| 15. 4. 2021. | | S4 11,00- 14,00 Predavao na 4 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 20. 4. 2021. (8. tjeda n) | P15,16 10,00- 12,00 Predavao na 1 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 22. 4. 2021. | | S5 11,00- 14,00 Predavao na 4 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 27. 4. 2021. (9. tjeda n) | P17,18 10,00- 12,00 Predavaon a4 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 29. 4. 2021. | Meduispit I 11,00-14,00 Predavaona 1 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 4. 5. 2021. (10. tjeda n) | P 19, 20 Predavaon a5 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 6. 5. 2021. | | S6 11,00- 14,00 Predavao na 6 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 11 .5. 2021. (11. tjeda n) | P 21, 22 10,00- 12,00 Predavao na 4 | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović |
| 12. 5. 2021. | | | V4 (grupa I)08,00- 11,00 Praktikum Zavoda | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 12. 5. 2021. | | | V4 (grupa II)12,00- 15,00 Praktikum Zavoda | Doc.dr.sc. J. Marinić |

| | | | | |
|--|--|--|--|-----------------------------|
| 13. 5. 2021. | | S7 10,00- 13,00 Predavao na 5 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 18. 5. 2021. (12. tjeda n) | P 23, 24 10,00- 12,00 Predavao na 4 | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović |
| 20. 5. 2021. | | S8 11,00- 14,00 Predavao na 4 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 25. 5. 2021. (13. tjeda n) | P 25, 26 10,00- 12,00 Predavao na 4 | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović |
| 27. 5. 2021. | | S9 11,00- 14,00 Predavao na 4 | | Doc.dr.sc. J. Marinić |

| | | | | |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| 1. 6. 2021. (14. tjedan) | P 27, 28 10,00-12,00 Predavaon a 15 (Vijećnica) | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović |
| 2. 6. 2021. | | | V5 (grupa I) 08,00-11,00 Praktikum Zavoda | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 2. 6. 2021. | | | V5 (grupa II) 12,00-15,00 Praktikum Zavoda | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 4. 6. 2021. | | S10 11,00-14,00 Predavaon a 8 (Tijelovo, nadoknada) | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 8. 6. 2021. (15. tjedan) | P 29, 30 10,00-12,00 Predavaon a 1 | | | Prof.dr.sc.R.Do mitrović Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 10. 6. 2021. | Međuispit II 9,00-11,00 Predavaona 1 | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 15. 6. 2021. | Popravak međuispita I-II | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |
| 30. 6. 2021. | Popravak međuispita I-II | | | Doc.dr.sc. J. Marinić |

| | ISPITNI TERMINI (završni ispit) |
|---|--|
| 1 | 15. 6. 2021. |
| 2 | 30. 6. 2021. |
| 3 | 14. 7. 2021. |
| 4 | 6. 9. 2021. |
| 5 | 20. 9. 2021. |

Popis predavanja, seminara i vježbi:

| | PREDAVANJA (tema predavanja) | Br oj sa ti na st av e | Mjesto održavanja |
|-------------|---|---|------------------------------|
| P 1 | Uvod u kolegij. Proteinogene aminokiseline. | 1 | Predavaona 5 |
| P 2 | Peptidi i proteini: primarna struktura i funkcija. | 1 | Predavaona 5 |
| P 3 | Hem-proteini: mioglobin i hemoglobin. | 1 | Predavaona 4 |
| P 4 | Enzimi: svojstva i mehanizam djelovanja. | 1 | Predavaona 4 |
| P 5 | Kinetika enzimskih reakcija. | 1 | Predavaona 7 |
| P 6 | Enzimi: regulacijske strategije. | 1 | Predavaona 7 |
| P 7 | Metabolizam: osnovni pojmovi i svojstva. | 1 | Predavaona 4 |
| P 8 | Probava i apsorpcija ugljikohidrata. Metabolički putovi ugljikohidrata. | 1 | Predavaona 4 |
| P 9 | Glikoliza i glukoneogeneza. | 1 | Predavaona 9 |
| P 1 0 | Metabolizam glikogena. | 1 | Predavaona 9 |
| P 1 1 | Oksidacijska dekarboksilacija piruvata. | 1 | Predavaona 4 |
| P 1 2 | Ciklus limunske kiseline. | 1 | Predavaona 4 |

| | | | |
|-------------|--|---|---------------|
| P 1 3 | Redoks sustavi i biološke oksidacije. | 1 | Predavaona 4 |
| P 1 4 | Respiracijski lanac. | 1 | Predavaona 4 |
| P 1 5 | Put pentoza-fosfata. | 1 | Predavaona 1 |
| P 1 6 | Probava i mobilizacija triacilglicerola. | 1 | Predavaona 1 |
| P 1 7 | β -oksidacija masnih kiselina. | 1 | Predavaona 4 |
| P 1 8 | Ketogeneza i ketoliza. | 1 | Predavaona 4 |
| P 1 9 | Biosinteza masnih kiselina. | 1 | Predavaona 5 |
| P 2 0 | Biosinteza neutralnih masti. | 1 | Predavaona 5 |
| P 2 1 | Razgradnja proteina. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 2 | Neproteinski dušikovi spojevi. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 3 | Katabolizam dušika amino-skupine aminokiselina. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 4 | Ciklus uree. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 5 | Struktura i funkcija nukleinskih kiselina.Replikacija. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 6 | Transkripcija. Biosinteza proteina. | 1 | Predavaona 4 |
| P 2 7 | Post-translacijske modifikacije. | 1 | Predavaona 15 |
| P 2 8 | Signalne molekule. | 1 | Predavaona 15 |
| P 2 9 | Načela stanične signalizacije. | 1 | Predavaona 1 |
| P 3 0 | Integracija metabolizma. | 1 | Predavaona 1 |

| | SEMINARI (tema seminara) | Broj sati nastave | Mjesto održavanja |
|--------|--|--------------------------|--------------------------|
| S 1 | Struktura proteina. | 3 | Predavaona 9 |
| S 2 | Biokemijske reakcije. | 3 | Predavaona 1 |
| S | Glikoliza i glukoneogeneza. Metabolizam ostalih heksoza. | 3 | Predavaona 6 |

| | | | |
|---------|--|-----------|--------------|
| 3 | | | |
| S 4 | Regulacija metabolizma glikogena. Ponavljanje. | 3 | Predavaona 4 |
| S 5 | Biološki važni lipidi. Metabolički putovi acetil-CoA. | 3 | Predavaona 4 |
| S 6 | Metabolizam složenih lipida. Metabolizam kolesterola. | 3 | Predavaona 6 |
| S 7 | Derivati kolesterola. Metabolizam lipoproteina: integracija/ponavljanje. | 3 | Predavaona 5 |
| S 8 | Metabolizam ugljikova kostura aminokiselina. Ponavljanje. | 3 | Predavaona 4 |
| S 9 | Specifični produkti nastali iz aminokiselina. | 3 | Predavaona 4 |
| S 10 | Metaboličke osobitosti pojedinih organa. Ponavljanje. | 3 | Predavaona 8 |
| | | 30 | |

| | VJEŽBE (tema vježbe) | Broj sati nastave | Mjesto održavanja |
|--------|---|--------------------------|--------------------------|
| V 1 | Kvalitativna i kvantitativna analiza proteina. | 3 | Praktikum Zavoda |
| V 2 | Čimbenici enzimske aktivnosti. | 3 | Praktikum Zavoda |
| V 3 | Kvalitativna i kvantitativna analiza ugljikohidrata. | 3 | Praktikum Zavoda |
| V 4 | Kvalitativna i kvantitativna analiza lipida. | 3 | Praktikum Zavoda |
| V 5 | Kvalitativna i kvantitativna analiza neproteinskih dušikovih spojeva. | 3 | Praktikum Zavoda |
| | Ukupan broj sati vježbi | 15 | |