

Kolegij: Biokemija lijekova

Voditelj: naslovni izv. prof. dr. sc. Ivana Vinković Vrček

Suradnici: naslovna viša asistentica dr.sc. Lucija Božičević, mag. pharm.

Katedra: Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju

Studij: Integrirani prijediplomski i diplomski sveučilišni studij farmacije

Godina studija: 4. godina

Akadska godina: 2024./2025.

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podatci o kolegiju:

Kolegij **Biokemija lijekova** je obvezni kolegij na Integriranom prijediplomskom i diplomskom sveučilišnom studiju farmacije. Nastava se odvija u osmom semestru četvrte godine studija, a sastoji se od **45 sati predavanja, 15 sati seminara i 30 sati vježbi**, odnosno ukupno 90 nastavnih sati (**7 ECTS**). Pojedine tematske cjeline predavanja nastavnik obrađuje u cijelosti dok temelj za rad tijekom seminara ili vježbi predstavlja samostalno učenje odnosno prethodna priprema studenta. Na vježbama studenti povezuju temeljna znanja usvojena na predavanjima i seminarima s laboratorijskim radom. Nastava kolegija izvodi se u predavaonama Medicinskog fakulteta i Odjela za biotehnologiju Sveučilišta u Rijeci, te u Praktikumu Zavoda za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju Medicinskog fakulteta.

Cilj kolegija

Cilj nastave predmeta **Biokemija lijekova** je stjecanje osnovnih znanja o apsorpciji, distribuciji, metabolizmu i izlučivanju ljekovitih tvari, ksenobiotika i endobiotika kao i o učincima njihovih metabolita na ljudski organizam, te primjenjivanje stečenog znanja na prepoznavanje učinkovitosti i toksičnosti lijekova, njihovih metaboličkih međuprodukata i produkata.

Sadržaj kolegija

Kolegij sadržava područja koja su obuhvaćena sljedećim poglavljima:

- Osnove o apsorpciji, distribuciji, metabolizmu i izlučivanju ljekovitih tvari, ksenobiotika i endobiotika (pregled, ADME baza podataka)
- QSAR i teorija grafa
- Lipofilnost
- Metabolički putevi prve i druge faze metabolizma Reakcije prve faze (oksidacije, hidroksilacije, redukcije, hidrolize, ciklizacije)
- Sustav citokroma P450
- Reakcije druge faze (metilacije, acetilacije, sulfokonjugacije, glukuronidacije, reakcije s reduciranim oblikom glutationa)
- Stereoselektivnost metabolizma
- Prolijekovi
- Transportni proteini i vezanje lijekova na proteine plazme
- Indukcije i inhibicije enzima
- Interakcije lijek-lijek i lijek-ostali ksenobiotici
- Reakcije biotransformacije odabranih lijekova

Ishodi učenja:

IUFAR8011. Predvidjeti metaboličke putove lijeka i endogene tvari te njihove metabolite (IUSPF2, IUSPF6)

IUFAR8012. Imenovati i opisati reakcije prve i druge faze metabolizma lijekova (IUSPF2)

IUFAR8013. Objasniti način biokemijske aktivacije i ulogu prolijekova (IUSPF2)

IUFAR8014. Objasniti parametre koji utječu na apsorpciju, distribuciju, metabolizam i izlučivanje ljekovitih tvari (IUSPF2, IUSPF6, IUSPF31)
IUFAR8015. Predvidjeti potencijalnu toksičnost lijeka (IUSPF2, IUSPF6, IUSPF28, IUSPF31)
IUFAR8016. Predvidjeti potencijalne interakcije lijekova (IUSPF2, IUSPF6, IUSPF28)

Popis obvezne ispitne literature:

1. S. Rendić, M. Medić-Šarić Metabolizam lijekova i odabranih ksenobiotika. Medicinska naklada, Zagreb 2012.
2. B. Testa, S.D. Krämer, The Biochemistry of Drug Metabolism: Volume 1: Principles, Redox Reactions, Hydrolyses, Wiley-VCH, Verlag GmbH, Weinheim, 2008.
3. B. Testa, S.D. Krämer, The Biochemistry of Drug Metabolism: Volume 2: Conjugations, Consequences of Metabolism, Influencing Factors, Wiley-VCH, Verlag GmbH, Weinheim, 2010.
4. M. Jadrijević-Madar Takač, Vježbe iz biokemije lijekova, FBF 2015. (ISBN 978-953-6256-84-6)

Nastavni plan:

Popis predavanja:

- P1 Uvod u predmet.
- P2 Pregled metaboličkih reakcija I. i II. faze.
- P3 Reakcije I. faze; oksidacije - alkoholi, aldehidi, ketoni.
- P4 Hidroksilacije zasićenih i nezasićenih ugljikovodika.
- P5 Hidroksilacije sustava heteroatom-ugljik i heteroatom-heteroatom.
- P6 Redukcije.
- P7 Hidroliza (esterei i amidi).
- P8 Hidroliza ostalih spojeva.
- P9 Ciklizacija i druge manje zastupljene metaboličke reakcije.
- P10 Enzimi citokrom P450.
- P11 Ostale oksidoreduktaze.
- P12 Reakcije II. faze, metilacije.
- P13 Acetilacije.
- P14 Sulfokonjugacije.
- P15 Glukuronidacije.
- P16 Reakcije s reduciranim oblikom glutaciona.
- P17 Stereoselektivnost metabolizma lijekova.
- P18 Prolijekovi.
- P19 Transportni proteini.
- P20 Indukcija enzima.
- P21 Inhibicija enzima.
- P22 Interakcije lijek-lijek i lijek-ostali ksenobiotici.
- P23 Reakcije biotransformacije fizioloških tvari.
- P24 Reakcije biotransformacije odabranih lijekova; amfetamin, aminopirin, antipirin, diazepam, heksobarbiton, imipramin, indometacin, kloramfenikol, klorpromazin, kodein.
- P25 Reakcije biotransformacije odabranih lijekova; lidokain, metadon, prokainamid, propranolol, trimetoprim, acetilsalicilna kiselina, sildenafil, kofein, terfenadin i feksofenadin.
- P26 Biotransformacija i toksičnost lijekova; halotan, izoniazid, fenacetin, paracetamol.
- P27 Biotransformacija i toksičnost lijekova; sulfametoksazol, karbamazepin, estradiol, nikotin.
- P28 Biotransformacija i toksičnost odabranih ksenobiotika.

Popis seminara:

- S1 Pregled ADME baza podataka.
- S2 QSAR i teorija grafa.
- S3 Lipofilnost, eksperimentalni i računalni pristup.
- S4 Vežanje lijekova na proteine plazme.
- S5 Interakcije između lijekova.

Popis vježbi:

- V1 Istraživanje odnosa između kemijske strukture lijekova, fizičko-kemijskih svojstava, sličnosti s lijekovima poznatog farmakološkog učinka i biološke aktivnosti (QSAR)
- V2 Predviđanje metaboličkih reakcija antimikrobnih sulfonamida kataliziranih s CYP enzimima uz pomoć računalnog programa MedChem Studio i ADMET Predictor™.
- V3 Ispitivanje vezivanje lijekova na proteine plazme – Vezivanje lijekova na humani serumski albumin (HSA).
- V4 Biotransformacija acetilsalicilne kiseline i salicilamida.
- V5 Ispitivanje potencijalnih lijek-lijek interakcija na temelju predviđenih metaboličkih reakcija kataliziranih CYP enzimima.

Obveze studenata:

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

Da bi položili kolegij, student mora redovito pohađati sve oblike nastave (minimalni postotak prisutnosti na predavanjima i seminarima iznosi 70%, a na vježbama 100%) te pristupiti provjerama znanja na međupitima 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 ne može pristupiti završnom ispitu. Time je prikupio 0 ECTS bodova, ocjenjuje se ocjenom F i mora ponovno upisati kolegij.

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. 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, tehničar i demonstrator. Za rad u laboratoriju student mora imati propisanu radnu odjeću (bijelu kutu dugih rukava), potreban pribor (kalkulator, crtači pribor) i Priručnik. Nakon izrade svake pojedine vježbe u Priručniku student treba napisati izvješće o praktičnom radu koje se predaje nakon odrađene vježbe.

Uvjeti za upis predmeta:

Za upis predmeta Biokemija lijekova (FAR801), uvjeti su položeni ispiti iz predmeta Farmaceutska i medicinska kemija I (FAR401) i Biokemija (FAR403) te odslušana nastava na predmetu Farmaceutska i medicinska kemija II (FAR502).

Ispit:

Rad i postignuća studenata izražavaju se postignutim % ocjenskim bodovima na temelju kojih se formira završna ocjena. Studenti mogu steći ukupno 100 % ocjenskih bodova, najviše 60 % ocjenskih bodova tijekom nastave i najviše 40 % ocjenskih bodova na završnom ispitu. Studenti mogu pristupiti završnom ispitu ako tijekom nastave steknu najmanje 30 ocjenskih bodova (50% mogućih) od kojih je najmanje 15 ocjenskih bodova (50% mogućih) s vježbi. Završni ispit, koji ima najviše 40 % ocjenskih bodova, sastoji se od pismenog (najviše 30 % ocjenskih bodova) i usmenog dijela (najviše 10 % ocjenskih bodova). Na pisanom dijelu ispita student mora steći najmanje 15 ocjenskih bodova (50% mogućih) da bi mogao pristupiti usmenom dijelu završnog ispita. Konačna ocjena donosi se temeljem ukupnog broja ostvarenih % ocjenskih bodova, a sukladno čl. 43 Pravilnika o studijima Sveučilišta u Rijeci.

Pojedine nastavne aktivnosti studenata za kolegij Biokemija u akademskoj godini 2020./2024. vrednuju se raspodjelom ocjenskih bodova na način prikazan u **tablici 1**.

Tablica 1. Vrednovanje nastavnih aktivnosti studenata

	VREDNOVANJE	MAKS. BROJ OCJENSKIH BODOVA
Pismeni međuispiti	1. kolokvij (test, 14 pitanja)	14
	2. kolokvij (test, 14 pitanja)	14
	Ukupno	28
Vježbe	Praktični dio i pismeno izvješće	30
Seminari	Aktivno sudjelovanje u nastavi	2
UKUPNO		60
Završni ispit	Pisani ispit (test, 20 pitanja)	30
	Usmeni ispit	10
	Ukupno	40
UKUPNO		100

Međuispiti

Tijekom semestra planirane su dvije pismene provjere znanja (1. i 2. kolokvij) na kojima se provjerava usvojenost gradiva s predavanja, seminara i vježbi obuhvaćenog sadržajem kolegija. Pristupanje međuispitima je obvezno. Položeni međuispiti vrijede tijekom tekuće akademske godine.

Na **1. kolokviju** provjerava se gradivo predavanja P1-P8, seminara S1-S4 te vježbi V1-V4.

Na **2. kolokviju** provjerava se gradivo predavanja P9-P17 i seminara S5-S8.

Laboratorijske vježbe

U semestru je planirano pet laboratorijskih vježbi tijekom kojih student može prikupiti maksimalno 30 ocjenskih bodova. Vrednovanje vježbovne nastave podrazumijeva točno odrađenu vježbu (maksimalno 3 ocjenska boda) te ispunjen i priznat referat za odrađenu vježbu (maksimalno 2 ocjenska boda). Tijekom praktičnog rada student može biti pitan i usmeno.

Seminari

Na seminarima student može prikupiti maksimalno 2 ocjenska boda, a vrednovanje uključuje aktivno sudjelovanje tijekom seminarske nastave.

Popravni međuispit

Ponovno pristupanje kolokvijima 1. ili 2. 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.

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 40 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 39,99 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 obvezan, a sastoji se od *pismenog* i *usmenog dijela* i donosi maksimalno 40 ocjenskih bodova, a od toga 30 ocjenskih bodova na pismenom dijelu te 10 ocjenskih bodova na usmenom dijelu završnog ispita. Na pismenom i usmenom dijelu završnog ispita provjera se usvojenost cjelokupnog gradiva predviđenog nastavnim planom i sadržajem kolegija.

Pismeni dio završnog ispita sastoji se od 20 pitanja. Student koji riješi 50% pismenog dijela ispita zadovoljava minimalne kriterije za dodjeljivanje ocjenskih bodova te može pristupiti usmenom dijelu ispita. Ocjenki bodovi dodjeljuju se prema skali ocjenjivanja navedenoj u tablici 2.

Tablica 2. Vrednovanje pismenog dijela završnog ispita.

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50,00-59,99	14
60,00-64,99	16
65,00-69,99	18
70,00-74,99	20
75,00-79,99	22
80,00-84,99	24
85,00-89,99	26
90,00-94,99	28
95,00-100,00	30

Student koji na pismenom 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.

Vrednovanje *usmenog dijela* završnog ispita je sljedeće:

4,5 – 5,5 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

6,0 – 7,5 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama

8,0 – 9,0 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama

9,5 – 10,0 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, te se brojevi sustav uspoređuje se s ECTS sustavom na sljedeći način:

A – 90-100 ocjenskih bodova - izvrstan (5)

B – 75-89,9 ocjenskih bodova - vrlo dobar (4)

C – 60-74,9 ocjenskih bodova - dobar (3)

D – 50-59,9 ocjenskih bodova - dovoljan (2)

F – 0-49,9 ocjenskih bodova - 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 vrijeme provjera 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. Mole se studenti da upite elektroničkim putem šalju isključivo radnim danima jer na taj način poštuju vrijeme tjednog odmora nastavnika.

Naslovni izv. prof. dr. sc. Ivana Vinković Vrček, znan. savj. u tr. iz.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet, Rijeka

Vrijeme konzultacija: prema dogovoru sa studentima

e-mail: ivinkovic@imi.hr

naslovna viša asistentica dr.sc. Lucija Božičević, mag. pharm.

Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet, Rijeka

Vrijeme konzultacija: prema dogovoru sa studentima

e-mail: lbzicevic@imi.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. Za prijavu je potreban elektronički identitet iz sustava AAI@EduHr. Osobna je odgovornost svakog studenta da bude redovito informiran.

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

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
6.3.2025.	P1, P2 i P3 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
7.3.2025.	P4, P5 i P6 13,00-17,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
13.3.2025.	P7, P8 i P9 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
14.3.2025.	P10 14,00-18,00 online			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
20.3.2025.	P10, P11 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
21.3.2025.	P12 14,00-18,00 online			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
27.3.2025. (4. tjedan)	P12, P13, P14 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
28.3.2025.			V1 i V2 08,00-16,00 Dvorana SC-a, Kampus	Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
3.4.2025.	P15, P16 i P17 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
4.4.2025.		S1 i S2 14,00-18,00 P8, MEDRI		Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
8.4.2025.		S3 13,00-17,00 P7, MEDRI		Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
9.4.2025.	P18, P20 8,00-12,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček

15.4.2025.	P21, P22, P23 13,00-17,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
16.4.2025.	1. KOLOKVIJ 8,00-12,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
23.4.2025.	P25, P26, P27 8,00-12,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
2.5.2025.			V3 14,00-18,00 Praktikum Zavoda, P2	Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
8.5.2025.		S4 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus		Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
9.5.2025.		S5 14,00-18,00 P1, MEDRI		Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
12.5.2025.	P28, P29 8,00-12,00 ONLINE			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
15.5.2025.			V4 14,00-18,00 Praktikum Zavoda, P2	Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
16.5.2025.			V5 14,00-18,00 Praktikum Zavoda, P2	Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
22.5.2025.	P30 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovni izv. prof. dr.sc. Ivana Vinković Vrček
29.5.2025.	2. KOLOKVIJ 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovna viša asistentica Lucija Božičević
5.6.2025.	Popravak KOLOKVIJA 1 ILI 2 14,00-18,00 Dvorana SC-a, Kampus			Naslovna viša asistentica Lucija Božičević

- **Praktikum Zavoda - Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, MEDRI**

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	17.6.2025.
2.	2.7.2025.
3.	14.7.2025.

4.	8.9.2025.
5.	22.9.2025.