



Detaljni izvedbeni nastavni plan za kolegij:  
**Bioeseji u istraživanju lijekova**

**Akadska godina:** 2023./2024.

**Studij:** Preddiplomski sveučilišni studij Biotehnologija i istraživanje lijekova, III godina studija

**Kod kolegija:** BIL 305

**ECTS bodovi:** 5

**Jezik na kojem se izvodi kolegij:** hrvatski i engleski (dio predavanja)

**Nastavno opterećenje kolegija:** 49 sati (16P + 10S + 23V)

**Preduvjeti za upis kolegija:** nije primjenjivo

**Nositelji kolegija i kontakt podaci:**

Titula i ime: doc. dr. sc. Christian Reynolds

Adresa: Odjel za biotehnologiju Sveučilišta u Rijeci, Radmile Matejčić 2

e-mail: [christian.reynolds@biotech.uniri.hr](mailto:christian.reynolds@biotech.uniri.hr)

Titula i ime: doc. dr. sc. Jelena Ban

Adresa: Odjel za biotehnologiju Sveučilišta u Rijeci, Radmile Matejčić 2

tel: 051 584 576

e-mail: [jelena.ban@biotech.uniri.hr](mailto:jelena.ban@biotech.uniri.hr)

**Vrijeme konzultacija:** po dogovoru putem e-maila ([christian.reynolds@biotech.uniri.hr](mailto:christian.reynolds@biotech.uniri.hr) i [jelena.ban@biotech.uniri.hr](mailto:jelena.ban@biotech.uniri.hr))

**Izvođači i nastavna opterećenja** (suradnici, asistenti, tehničar/laborant):

1. doc. dr. sc. Jelena Ban (9P + 3S + 4V x 2 grupe)
2. doc. dr. sc. Christian Reynolds (7P + 7S x 2 grupe + 10V x 4 grupe + 4V x 2 grupe)
3. dr. sc. Marin Dominović, viši predavač (4V x 2 grupe)
4. Nada Birkic, asistent (5S x 2grupe + 6V x 4 grupe + 4V x 2 grupe )



### **Obavezna literatura:**

1. Assay development – Fundamentals and practices, Ge Wu, John Wiley & Sons, Inc. 2010

### **Preporučena dodatna literatura (izborna):**

1. PHARMACEUTICAL BIOASSAYS - Methods and Applications, Shiqi Peng & Ming Zhao, John Wiley & Sons, Inc., 2009
2. Medicinska biokemija, Mladen Mintas i Silvana Raić Malić, Medicinska naklada, Zagreb, 2009

### **Opis predmeta** (sažetak i ciljevi kolegija):

Kolegij obuhvaća znanja i principe o provođenju bioeseja te znanja o najvažnijim tehnikama koje se koriste u dizajniranju bioeseja u područjima biotehnologije i razvoja lijekova. Kolegij osigurava studentima mogućnost stjecanja eksperimentalnih i praktičnih znanja za provođenje pokusa i bioeseja. Tijekom provedbe kolegija objasnit će se i opisati osnovni koncepti iz područja primjene bioeseja, metode i instrumentacija koje se koriste u biokemijskim i staničnim esejima, osnove esejja sa staničnim kulturama, strategije i razvoj bioeseja temeljenih na metodama vezanja proteina i praćenja enzimske aktivnosti te bioeseji temeljeni na visokoprotocnim metodama analize. Tijekom kolegija student će steći znanje koje im je potrebno iz područja primijene bioeseja, mogućnost analize i interpretacije dizajna bioeseja, znanja i vještine za provedbu bioeseja te znanja za razumijevanje tradicionalnih metoda i instrumentacije koje se koriste u provedbi bioeseja i novih viskoprotocnih metoda i prateće instrumentacije.

### **Ishodi učenja:**

Nakon završenog programa iz predmeta studenti će moći:

- definirati i objasniti vrste, osnovne principe rada bioeseja
- opisati primjenu bioeseja i njihovu ulogu u razvoju lijekova
- interpretirati biokemijske procese u procesu dizajniranja odgovarajućeg bioeseja
- opisati principe na kojima se vrše mjerenja tijekom provedbe bioeseja
- suvereno razlikovati i tumačiti tradicionalne metode u bioesejima u odnosu na viskoprotocne metodologije analize
- analizirati i interpretirati znanstvene podatke iz znanstvenih radova temeljenih na bioesejima
- samostalno izraditi pisani tekst i prezentaciju pojedinog bioeseja na temelju podataka iz znanstvene literature
- sigurno i učinkovito izvesti laboratorijske vježbe što uključuje rad s uzorcima za analizu, pripremu radnih otopina, provedbu bioeseja prema unaprijed objašnjenom i demonstriranom protokolu, prikaz rezultata i provedba jednostavnih analiza/izračuna te izvođenje zaključaka iz dobivenih rezultata.



## **Detaljni sadržaj kolegija (teme/naslovi predavanja, seminara i vježbi):**

### *A. Predavanja (16h):*

#### **P1. Uvod u bioeseje i klasifikacija (1h, J.Ban):**

- Uvod u kolegij
- Što je uloga bioeseja u razvoju lijekova
- Klasifikacija i vrste bioeseja

#### **P2. Mjerenje i instrumentacija u bioesejima (1h, J.Ban):**

- Principi na kojima se temelje mjerenja u bioesejima
- Osnovna instrumentacija u bioesejima
- Mjerenje apsorbancije, luminiscencije, fluorescencije i radioaktivnosti

#### **P3. Bioeseji s izoliranim proteinima (1h, J.Ban):**

- Principi esejaja vezanja proteina

#### **P4. Separacijske tehnike u bioesejima I (1h, C. Reynolds):**

- Uklanjanje nečistoća ispiranjem
- Ekstrakcija organskim otapalima
- Centrifugiranje
- Membranska filtracija
- Dijaliza

#### **P5. Elektroforeza (1h, C. Reynolds)**

Nativna elektroforeza

Denaturirajuća elektroforeza

#### **P6. Separacijske tehnike u bioesejima II - tekućinska kromatografija (1h, C. Reynolds):**

Osnove tekućinske kromatografije (HPLC, engl. high-performance liquid chromatography)

#### **P7. Tehnike za obilježavanje proteina i analizu interakcija (1h, J.Ban):**

Fluorescentna mikroskopija

FRET, engl. Förster resonance energy transfer

TIRF, engl. total internal reflection fluorescence

FRAP, engl. fluorescence recovery after photobleaching

FISH, engl. fluorescence in situ hybridization

SPR, engl. surface plasmon resonance

ELISA, engl. enzyme-linked immunosorbent assay

#### **P8. Bioeseji sa staničnim kulturama (1h, J.Ban):**

- Stanične linije
- Primarne kulture stanica
- Osnovni principi bioeseja sa stanicama
- Pojmovi afiniteta i efikasnosti u bioesejima sa stanicama
- Diferencijacija stanica

#### **P9. Analiza vijabilnosti, proliferacije i citotoksičnosti (1h, J.Ban):**

- Vijabilnost
- Proliferacija
- Citotoksičnost
- Mjerenje stanične mobilnosti

#### **P10. Optičke metode analize stanica (1h, J.Ban):**

- Priprema uzorka za analizu stanične smrti
- Slikanje stanica
- Analiza i obrada podataka



**P11. Analiza ionskih kanala (1h, J.Ban):**

- Bioeseji za mjerenje aktivnosti ionskih kanala
- Elektrofiziološke metode
- Metode mjerenja protoka iona
- Metode mjerenja membranskog potencijala

**P12. Analiza funkcije i mehanizama proteina GPCR (1h, J.Ban):**

- Proteini skupine G i njihovi stanični receptori (GPCR, engl. G-protein coupled receptors)
- Aktivacija GPCR i signalna transdukcija
- Bioeseji za analizu aktivnosti GPCR

**P13. Analiza metabolizma (2h, C. Reynolds):**

- Analiza funkcije mitohondrija
- Analiza metabolizma glukoze

**P14. Masena spektrometrija (2h, C. Reynolds)**

- Primjene masene spektrometrije
- Osnove masene spektrometrije

*B. Seminari (10h):*

**S1. Programirana smrt stanice (apoptoza) u razvoju i liječenju bolesti (3h, J.Ban)**

- definicija i osnovna biokemijska obilježja stanica u apoptozi
- određivanje vijabilnosti stanica
- metode za praćenje apoptoze i vijabilnosti stanica: fragmentacija DNA, određivanje aktivnosti kaspaze-3, TUNEL esej, live/dead assay

**S2. Analiza staničnog metabolizma (2h, C. Reynolds):**

- Analiza funkcije mitohondrija (respirometrija)
- Analiza metabolizma glukoze

**S3. Masena spektrometrija (2h, Reynolds/Birkic):**

- Metode masene spektrometrije
- Metode ionizacije

**S4. Peptide mass fingerprinting using online databases (3h, Reynolds/Birkić):**

- Introduction to online databases for protein identification

*C. Vježbe (23h):*

**V1. Kolorimetrijsko i fluorimetrijsko mjerenje (3h, Reynolds/Birkić):** Određivanje koncentracije proteina po Lowry-ju, fluorimetrijsko određivanje koncentracije proteina

**V2-3. Elektroforeza (8h u 2 dana, Reynolds):** nativna poliakrilamid-gel elektroforeza; BN-PAGE (eng. Blue Native Polyacrylamide Gel Electrophoresis)

**V4. Analiza fiksiranih stanica u kulturi (4h, J.Ban):** fluorescencija i mikroskopiranje

**V5-6. Protien digestion and MALDI mass spectrometry (8h u 2 dana, Reynolds/Birkić)**

**Obveze, način praćenja i vrednovanje studenata:**

Nastava je organizirana u obliku predavanja, seminara i vježbi povezanih tematskim cjelinama, prema rasporedu objavljenom na web-stranici. Na predavanjima će se definirati i opisati osnovne postavke koje će se analizirati i razrađivati tijekom vježbi i seminara. Predviđeno vrijeme trajanja nastave je ukupno 4 tjedana.



Predavanja, seminari i vježbe su obvezni. O pohađanju nastave vodi se evidencija za svakog studenta. Svi oblici nastave započinju u točno naznačeno vrijeme navedeno u rasporedu, a zakašnjenje će se tretirati kao izostanak. Znanje će se kontinuirano provjeravati (testovi, seminari-prezentacije i pripreme za vježbe).

Studenti su dužni sudjelovati u radu korištenjem informacijske tehnologije, uključujući aktivno pretraživanje i korištenje materijala dostupnih na Internetu, u svrhu razvijanja sposobnosti pretraživanja, analize dobivenih rezultata te kritičkog procjenjivanja njihove vrijednosti. U tu svrhu studenti bi trebali suvereno koristiti računalne programe Microsoft Word, Microsoft Excel i Microsoft Power Point, te se aktivno služiti barem jednim stranim jezikom (preporuka: engleski jezik zbog znanstvene literature).

Na seminarima će studenti raspravljati određenu problematiku te učiti kritički i argumentirano raspravljati o pitanjima relevantnim za kolegij.

Vježbe će se organizirati u manjim grupama što će omogućiti individualizirani pristup studentima, povećati interaktivnost grupe i osigurati razvijanje praktičnih vještina. Na vježbama studenti trebaju nositi zaštitnu odjeću (bijela kuta, zaštitne rukavice), a sa sobom trebaju donijeti veliku bilježnicu koja će služiti kao laboratorijski dnevnik rada i kalkulator za rješavanje jednostavnih izračuna. Studenti su dužni redovito pohađati nastavu, odraditi i kolokvirati laboratorijske vježbe i proći kontinuiranu provjeru znanja koja uključuje izradu seminara, testove provjere znanja te položiti završni ispit.

Redovito pohađanje nastave, u ukupnoj ocjeni kolegija, studentima doprinosi sa najviše 3 boda po studentu.

Student može opravdano izostati sa 30% sati -predavanja, isključivo uz ispričnicu ili dogovor s nastavnikom.

Ako student opravdano ili neopravdano izostane sa više od 30% nastave, ne može nastaviti praćenje kolegija, odnosno gubi mogućnost izlaska na završni ispit.

### Ispitni rokovi:

1. ispitni rok održat će se **16.01.2024.** u prostoriji O-030 u 9:00.
2. ispitni rok održat će se **29.01.2024.** u prostoriji O-269 u 10:00.
3. ispiti rok održati će se u lipnju prema dogovoru sa studentima.
4. ispitni rok održati će se u rujnu prema dogovoru sa studentima.

### Formiranje ocjene (prema Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci):

Na primjeru kolegija u kojem studenti tijekom kontinuirane nastave mogu steći maksimalno 70% ocjenskih bodova, a na završnom ispitu 30%. Studenti koji su tijekom kontinuiranog dijela nastave ostvarili:

- od 0 do 34,9% ocjenskih bodova ne mogu pristupiti završnom ispitu
- više od 35% ocjenskih bodova mogu pristupiti završnom ispitu.

Prema postignutom ukupnom broju ocjenskih bodova dodjeljuju se sljedeće konačne ocjene:

Postotak usvojenog znanja i vještina	ECTS ocjena	Brojčana ocjena
90% do 100%	A	Izvrstan (5)
75% do 89,9%	B	Vrlo dobar (4)
60% do 74,9%	C	Dobar (3)
50% do 59,9%	D	Dovoljan (2)
0% do 49,9%	F	Nedovoljan (1)

Konačna ocjena je zbroj bodova ostvarenih tijekom nastave i bodova ostvarenih na završnom ispitu, a prolazne ocjene su izvrstan (5), vrlo dobar (4), dobar (3) i dovoljan (2).



Ocjenjivanje pohađanja nastave, bit će vrednovano prema sljedećem principu:

**Eksperimentalni rad (najviše 30 bodova)**

Tijekom izvođenja praktičnog dijela nastave u laboratoriju bit će provjereno znanje na ulaznim kolokvijima (po dva boda za svaku vježbu) te znanje na izlaznom kolokviju (po tri boda za svaku vježbu). Studenti koji ne pokazuju dostatno znanje iz pojedinih praktičnih aktivnosti, neće ostvariti pravo izlaska na završni kolokvij. Izostanak sa eksperimentalnih vježbi neće se tolerirati, odnosno, neće biti mogućnosti nadoknade eksperimentalnih vježbi.

**Seminarski rad (ukupno 7 bodova)**

ECTS bodove student stječe sudjelovanjem na seminarima.

**Ocjenjivanje kolokvija:**

Tijekom nastave provoditi će se kontinuirana provjera znanja provedene nastave pismenim testom (ukupno 2 testa; T1 i T2). Studenti će moći kontinuiranom provjerom znanja prikupiti najviše 37 bodova (15 bodova po testu i 7 sa seminarima).

Na kraju kolegija studenti polažu završni pismeni ispit koji nosi najviše 30 bodova i koji će se ocjenjivati na sljedeći način:

% ostvarenih bodova	Broj bodova
90-100%	27-30
75-89,90%	25-26
60-74,9%	22-24
50-59,9%	16-21
40-49,9%	14-15
0-39,9%	0-13

**Tablica 1. Potrebne aktivnosti i bodovanja kolegija BIL305 Bioeseji u istraživanju lijekova**

Vrsta aktivnosti	Ishodi učenja	Specifična aktivnost studenta	Metoda procjenjivanja	Bodovanje Maks.
<b>Pohađanje nastave</b>				<b>3</b>
<b>Laboratorijski rad</b>	- sigurno i djelotvorno rukovati uzorcima, - provesti analizu prema protokolu, - prikazati rezultate analize, - analizirati rezultate	Izvođenje eksperimenata prema zadanom protokolu, samostalno izračunavanje koncentracija i rezultata eseja	- prethodna pripremljenost za izvođenje vježbi (ulazni kolokvij), - samostalnost izvođenja vježbi, - točnost rezultata, - završetak vježbe i predaja izvješća u zadanom vremenu	<b>30</b>



<b>Kontinuirana provjera znanja</b>	- samostalno analiziranje i prezentiranje teme seminara i/ili rješavanje zadataka (usmene i pismene vještine)	- objektivno mjerenje znanja provodi se zadacima na zaokruživanje ili nadopunom teksta - izrada prezentacije i stručnog eseja	<b>1 testa i seminar</b>	<b>37</b> Test nosi maksimalno 30 bodova. Pohađanje nastave i aktivnosti na seminarima: 7 bodova
<b>Završni ispit</b>		<i>Pismeni ispit</i>	<b>Završni ispit</b> uključuje sadržaj predavanja, seminara i vježbi	<b>30</b> 20 pitanja-na zaokruživanje i/ili esejski tip
<b>Ukupno</b>				<b>100</b>

### Raspored nastave:

Datum	Grupa	Vrijeme	Broj sati nastave	Mjesto (oznaka učionice ili online*)	Oblik nastave	Izvođač
11.12.2023.	svi	11:30-12:15	1	O-030	P1	Jelena Ban
11.12.2023.	svi	12:30-14:00	2	O-030	P2-3	Jelena Ban
12.12.2023.	1	9-10:30	2	O-352	V1	Christian Reynolds/Nada Birkić
12.12.2023.	2	10:30-12	2	O-352	V1	Christian Reynolds/ Nada Birkić
12.12.2023.	3	13-14:30	2	O-352	V1	Christian Reynolds/ Nada Birkić



12.12.2023.	4	14:30-16	2	O-352	V1	Christian Reynolds/ Nada Birkić
13.12.2023.	svi	9-10:30	2	O-030	P4-5	Christian Reynolds
13.12.2022	1	13-16	4	O-352	V2-3	Christian Reynolds
14.12.2023.	2	9-12	4	O-352	V2-3	Christian Reynolds
14.12.2023.	3	13-16	4	O-352	V2-3	Christian Reynolds
15.12.2023.	4	9-12	4	O-352	V2-3	Christian Reynolds
16-17.12.2023.	Weekend					
18.12.2023.	svi	9-11:30	3	O-030	P6	Christian Reynolds
18.12.2023.	svi	13-15:30	3	O-030	P7-9	Jelena Ban
19.12.2023.	svi	13-15:30	3	O-030	P10-12	Jelena Ban
20.12.2023.	1-2	9-12	4	O-352	V4	Jelena Ban i Marin Dominović
20.12.2023.	3-4	13-16	4	O-352	V4	Jelena Ban i Marin Dominović
21.12.2023.	svi	13-16	3	O-030	S1	Jelena Ban
22.12.2023.	svi	10-11	1	O-030	T	Jelena Ban
23.12.-01.01.2023.	Holidays					
04.01.2023.	svi	13-15	2	Online	P13	Christian Reynolds
05.01.2023.	svi	9-10:30	2	Online	P14	Christian Reynolds
06-07.01.2023.	Weekend					





08.01.2023.	1-2	11-12:30	2	O-269	S2	Christian Reynolds/ Nada Birkić
08.01.2023.	3-4	13-14:30	2	O-269	S2	Christian Reynolds/ Nada Birkić
09.01.2023.	1-2	9-10:30	2	O-275	S3	Christian Reynolds
09.01.2023.	3-4	13-14:30	2	O-275	S3	Christian Reynolds
10.01.2023.	1-2	9-12	4	O-352	V5	Christian Reynolds/ Nada Birkić
10.01.2023.	3-4	13-16	4	O-352	V5	Christian Reynolds/ Nada Birkić
11.01.2023.	1	9-12	4	O-352	V6	Christian Reynolds/ Nada Birkić
11.01.2023.	2	13-16	4	O-352	V6	Christian Reynolds/ Nada Birkić
12.01.2023.	3	9-12	4	O-352	V6	Christian Reynolds/ Nada Birkić
12.01.2023.	4	13-16	4	O-352	V6	Christian Reynolds/ Nada Birkić
13.- 14.01.2023.	Weekend					
15.01.2023.	1-2	9:00- 11:15	3	Computer lab	S4	Christian Reynolds/ Nada Birkić
15.01.2023.	3-4	13:00- 15:15	3	Computer lab	S4	Christian Reynolds/ Nada Birkić
16.01.2023.	1-2	13:00- 14:30	2	O-268	Završni ispit	Jelena Ban
16.01.2023.	3-4	13:00- 14:30	2	O-269	Završni ispit	Christian Reynolds/ Nada Birkić



Sveučilište u Rijeci  
University of Rijeka



Odjel za biotehnologiju  
51000 Rijeka, Radmile Matejčić 2  
Tel. +385 51 584 550  
Fax. +385 51 584 599  
e-mail: ured@biotech.uniri.hr

### **Dodatne informacije:**

Mole se svi studenti da se odazovu vrednovanju kvalitete nastavnog rada nastavnika i suradnika kako bi se na temelju procjena i sugestija mogla unaprijediti nastava na ovom kolegiju. Vrednovanje nastave putem ISVU sustava provodi se aplikacijom „studomat“ na obrascu definiranom na razini Sveučilišta u Rijeci, a rezultati su anonimni. Više informacija o svim aspektima ovog procesa možete pronaći u Priručniku za kvalitetu studiranja Sveučilišta u Rijeci.

### **Akadska čestitost**

Studenti su dužni poštovati načela akademske čestitosti te se upućuju na dokumente Sveučilišta u Rijeci: *Etički kodeks Sveučilišta u Rijeci* te *Etički kodeks za studente*.