

Kolegij: Molekularna biologija

Voditelj: doc.dr.sc. Marina Babić Čač, dipl. ing. biol.

Katedra: Zavod za histologiju i embriologiju

Studij: Preddiplomski sveučilišni studij medicinsko-laboratorijske dijagnostike

Godina studija: 2.

Akadska godina: 2023/2024

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):

Kolegij **Molekularna biologija** je obvezni predmet na **2.** godini **Preddiplomskog sveučilišnog studija medicinsko-laboratorijske dijagnostike** koji se održava u **zimskom** semestru, a sastoji se od **10** sati predavanja, **15** sati seminara i **35** sati vježbi, ukupno **60** sati (**5.0 ECTS**).

Cilj kolegija je omogućiti studentu upoznavanje sa osnovama molekularne biologije sa naglaskom na suvremene spoznaje i metode bitne u suvremenoj medicinskoj dijagnostici i biomedicinskim istraživanjima. Nakon završenog kolegija student bi trebao razumjeti i moći objasniti osnovne molekularno-biološke procese u stanici, te moći primjeniti metode koje se primjenjuju u laboratorijskoj dijagnostici i biomedicinskim istraživanjima.

Sadržaj predmeta je sljedeći:

Predmet se sastoji od predavanja, seminara i vježbi koji su međusobno komplementarni.

Predavanja će obuhvatiti glavne molekularno-biološke strukture i procese u organizmu: dijelove stanice, organizaciju prokariotskog i eukariotskog genoma, građu i funkciju nukleinskih kiselina i proteina, procese replikacije, rekombinacije i popravka DNA, transkripciju i translaciju kao i kontrolu ispoljavanja gena.

Seminari će obraditi suvremene metode u molekularnoj biologiji i dijagnostici fokusirajući se na principe funkcioniranja i razvoj metoda: upoznavanje lančane reakcije polimerazom, elektroforetskih i «blotting» tehnika koje omogućuju identificiranje i analizu DNA, RNA i proteina, hibridizacija, suvremene tehnike sekvencioniranja i analize ispoljavanja gena te kloniranje.

Vježbe za cilj imaju omogućiti studentu upoznavanje sa molekularno-biološkim tehnikama te sa životnim ciklusom malog istraživačkog projekta i rutinskog rada u istraživačkom laboratoriju. Obuhvaćaju umnažanje fragmenta DNA koji kodira za ciljni protein te njegovo kloniranje u plazmidni vektor, transformaciju bakterija, izolaciju plazmidne DNA te restriksijsku analizu dobivenog produkta; analizu proteina SDS-PAGE i Western blot metodom; izolaciju genomske DNA te lančanu reakciju polimerazom kao metodu genotipizacije.

ISHODI UČENJA ZA PREDMET:

I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE

Očekivani ishodi učenja su sljedeći:

- Student razumije i zna objasniti osnovne molekularno-biološke procese u stanici koji se prvenstveno odnose na građu i svojstva nukleinskih kiselina, replikaciju, rekombinaciju i popravak DNA, transkripciju gena, translaciju i modifikaciju proteina
- Student razlikuje, zna opisati, diskutirati i primjeniti molekularno-biološke metode koje se upotrebljavaju u znanstvenim istraživanjima i dijagnostici
- Student će znati prepoznati znanstveno-istraživački ili dijagnostički problem, ispravno dizajnirati i upotrijebiti metodu analize te znati vrednovati i interpretirati rezultate uporabljene metode

II. PSIHOMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE

- Student će naučiti rukovati laboratorijskim priborom i opremom (pipeta, epruveta, mikropipeta, Erlenmeyer tikvica, menzura, vaga, centrifuga, kadica za elektroforezu, nosač za agarozni gel)
- Student će izvesti, uz nadzor, projekt kloniranja virusnog gena u ekspresijski vektor
- Student će izvesti, uz nadzor, pripremu agaroznog gela i elektroforezu
- Student će izvesti, uz nadzor, pripremu poliakrilamidnog gela, elektroforezu i transfer na nitroceluloznu membranu (Western blot)
- Student će izvesti izolaciju genomske DNA iz mišjeg tkiva u projektu genotipizacije mišjeg soja

Izvođenje nastave:

Nastava se izvodi u obliku predavanja, seminara i vježbi. Predviđeno je da se nastava odvija uživo u prostorijama Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. U iznimnim slučajevima se može dogovoriti izvođenje u *online* formatu.

Popis obvezne ispitne literature:

- Cooper G.M i Hausman R.E.: Stanica., 5. Izdanje na hrvatskom jeziku, Medicinska naklada Zagreb, 2018, Stručni urednik hrvatskog izdanja: Prof. dr. sc. Gordan Lauc, odabrana poglavlja
- Cooper, G.M., Hausman, R.E., The Cell: A Molecular Approach, International 7th Edition, 2018.

Popis dopunske literature:

- Cox i Sinclair: Molekularna biologija u medicini, Medicinska naklada Zagreb, 2000.g., Stručni urednik hrvatskog izdanja: Prof.dr.sc. Stipan Jonjić, odabrana poglavlja
- Alberts B. i sur. Molecular Biology of the Cell, Garland Publishing Inc, New York and London, 2014

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

Predavanje 1: DNA kao genetički materijal

Uvod u molekularnu biologiju. DNA kao nositeljica genetičke informacije. Građa i organizacija DNA - od nukleotida do dvostruke uzvojnice. Prokariotski i eukariotski genom - ustroj.

Ishodi učenja:

- Znati opisati ključne pokuse u otkriću DNA kao nasljednog materijala (Griffith, Avery/Macleod/MacCarty, Hershey/Chase)
- Znati objasniti građu nukleinskih kiselina
- Znati razlike između prokariotskog i eukariotskog genoma, znati opisati građu kromatina i objasniti funkcije histona

Predavanje 2: Replikacija DNA

DNA polimeraze. Proces replikacije: inicijacija, elongacija, terminacija. Mehanizmi oštećenja i popravka DNA.

Ishodi učenja:

- Znati opisati proces i faze replikacije
- Znati objasniti pojmove replikacijske rašlje, Okazakijevog fragmenta te vodećeg i tromog lanca
- Znati objasniti mehanizme nastanka oštećenja i popravka DNA

Predavanje 3: Od DNA do proteina: transkripcija

Struktura i funkcija gena. Genski promotori i pojačivači ekspresije. RNA polimeraze. Transkripcija: inicijacija, elongacija, terminacija. Posttranskripcijske modifikacije.

Ishodi učenja:

- Znati opisati strukturu eukariotskog gena
- Znati navesti ključne faze transkripcije
- Znati objasniti ko-translacijske i posttranslacijske modifikacije RNA (capping, poliadenilacija, izrezivanje introna)

Predavanje 4: Od DNA do proteina: translacija

Struktura proteina. Ribosomi. Translacija i postranslacijske modifikacije.

Ishodi učenja:

- Znati opisati osnovnu građu proteina i ribosoma
- Znati opisati i diskutirati ključne faze u procesu translacije
- Znati nabrojati postranlacijske modifikacije proteina

Predavanje 5: Regulacija aktivnosti gena

Regulacija aktivnosti gena. Građa i uloga operona kod prokariota. Uloga procesa metilacije i acetilacije kod eukariotskih organizama.

Ishodi učenja:

- Znati opisati ključne procese u regulaciji ispoljavanja gena

Popis seminara s pojašnjenjem:

Seminar 1. Genomika I

Analiza i manipulacija DNK. Umnažanje gena (PCR). Plazmidi i kloniranje. Restriksijske endonukleaze. Ispoljavanje proteina u stanicama. Stvaranje (c)DNA knjižnica. Metode sekvencioniranja DNA.

Ishodi učenja:

- Znati definirati pojmove: restriksijske endonukleaze, vektor, tehnologija rekombinantne DNA, gel-elektroforeza, znati opisati metode umnažanja molekula DNA/RNA
- Znati opisati primjenu reverzne transkripcije
- Znati diskutirati metode sekvencioniranja

Seminar 2. Genomika II

Analiza i manipulacija DNK. Metode vizualizacije DNK. Obilježavanje DNK. Metode hibridizacije, Southern i Northern blot.

Ishodi učenja:

- Znati definirati pojmove: hibridizacijska proba
- Znati opisati primjenu Southern i Northern blot tehnike

Seminar 3. Genomika III

Genska osnova mutacija. Spontane i inducirane mutacije. Principi *forward* i *reverse* genetike. Mutageneza i genetički odabir. Nasumična mutageneza kao sredstvo proučavanja funkcije gena.

Ishodi učenja:

- Znati objasniti mehanizme nastanka mutacija
- Znati diskutirati ulogu mutacija u metodama proučavanja funkcije gena
- Znati opisati principe *forward* i *reverse* genetike

Seminar 4. Transkriptomika I

Reverzna genetika. RNA interferencija, anti-sense RNA. Genetski inženjering. CRISPR/Cas9 tehnologija. Genetski izmijenjeni organizmi.

Ishodi učenja:

- Znati objasniti metode koje se koriste u reverznoj genetici
- Znati diskutirati mehanizme na kojima počiva CRISPR/Cas9-posredovana manipulacija gena
- Znati opisati ulogu genetski izmijenjenih organizama u znanstvenim istraživanjima

Seminar 5. Transkriptomika II

Reporterski geni i in situ hibridizacija. Kvantitativni PCR, microarrays, proučavanje ispoljavanja gena na razini jedne stanice.

Ishodi učenja:

- Znati objasniti ulogu reporterskih gena
- Znati objasniti principe in situ hibridizacije
- Znati opisati metode kvantificiranja ekspresije gena
- Znati diskutirati tehnologije na kojima počivaju microarrays te sekvencioniranje RNA

Seminar 6. Proteomika I

Pročišćavanje, identifikacija i metode analize proteina. Odvajanje proteina metodom kromatografije.

Ishodi učenja:

- Znati prepoznati i u teoriji primijeniti metode analize proteina
- Znati prepoznati i u teoriji primijeniti metode pročišćavanja proteina
- Znati objasniti principe afinitetne kromatografije

Seminar 7. Proteomika II

Afinitetni privjesci. SDS-PAGE i Western blot. 2D elektroforeza i izoelektrično fokusiranje.

Ishodi učenja:

- Znati prepoznati i u teoriji primijeniti metode analize proteina
- Znati prepoznati i u teoriji primijeniti metode pročišćavanja proteina
- Znati opisati metodu Western blot analize

Seminar 8. Proteomika III

Metoda proizvodnje protutijela – tehnologija hibridoma.

Ishodi učenja:

- Znati opisati princip proizvodnje protutijela

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Popis vježbi s pojašnjenjem:

Praktični dio nastave odvija se u studentskim grupama (grupe do 8 studenata) i obuhvaća izvođenje pojedinih metoda uz nadzor nastavnika te raspravu o njima s voditeljem vježbe. Studenti trebaju doći teoretski pripremljeni na vježbe (literatura i prethodno pripremljeni materijali za vježbe) i diskutirati s nastavnikom izvođenje pojedinih metoda.

Studenti će kroz 35 sati u 6 termina naučiti primijeniti odabrane molekularno-biološke metode kroz 3 projekta:

Projekt 1: Kloniranje gena za toksin difterije u ekspresijski vektor.

Projekt 2: Izolacija genomske DNA iz mišjeg tkiva u svrhu genotipiziranja mišjeg soja metodom PCR.

Projekt 3: Analiza ispoljavanja proteina metodom SDS-PAGE i Western blot.

Ishodi učenja:

- In silico kloniranje i dizajniranje početnica
- Umnažanje fragmenta DNA lančanom reakcijom polimeraze
- Endonukleazna restrikcija plazmidne DNA ekspresijskog vektora
- Ligacija plazmidne DNA i transformacija bakterija
- Uzgoj bakterija i izolacija plazmidne DNA
- Analiza uspješnosti kloniranja gel elektroforezom DNA
- Izolacija genomske DNA i genotipizacija mišjih sojeva metodom PCR-a
- Priprema uzoraka za SDS-PAGE, prijenos proteina na membranu, kemiluminiscentna detekcija i analiza proteina metodom Western blota
- Vođenje laboratorijskog dnevnika

Obveze studenata:

Studenti su obvezni redovito pohađati nastavu pri čemu će prisutnost na nastavi biti evidentirana na svim oblicima nastave. Od studenata se očekuje da na sve oblike nastave i provjere znanja dolaze primjereno odjeveni te su na vježbama studenti obvezni imati prikladnu laboratorijsku odjeću i voditi dnevnik rada. Unošenje hrane i pića kao i nepotrebno napuštanje iz predavaonica i laboratorije nije dozvoljeno. Upotreba mobilnih i drugih oblika elektroničkih uređaja za vrijeme nastave i za vrijeme provjere znanja nije dozvoljena.

Prije pristupanja vježbama studenti su dužni pripremiti teorijski dio gradiva kako bi mogli aktivno sudjelovati u izvođenju nastave.

Poštivanje načela akademske čestitosti očekuje se i od nastavnika i od studenata u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Rijeci te Etičkim kodeksom za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci.

Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

ECTS bodovni sustav ocjenjivanja: Ocjenjivanje studenata provodi se prema važećem **Pravilniku o studijima Sveučilišta u Rijeci**, te prema **Pravilniku o ocjenjivanju studenata na Medicinskom fakultetu u Rijeci** (usvojenog na Fakultetskom vijeću Medicinskog fakulteta u Rijeci).

Rad studenata vrednovat će se i ocjenjivati tijekom izvođenja nastave, te na završnom ispitu. Od ukupno **100 bodova**, tijekom nastave student može ostvariti **70 bodova**, a na završnom ispitu **30 bodova**.

I. Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 bodova):

Bodovi tijekom nastave stječu se aktivnim sudjelovanjem na seminarima i vježbama te urednim vođenjem dnevnika rada i domaćim zadaćama koji moraju bit predan na uvid nastavniku (maksimalno **20 bodova**) te 2 test-kolokvija (2 kolokvija – maksimalno **50 bodova**).

Aktivnost na nastavi: Nastavnik ocjenjuje sudjelovanje studenta u radu (pokazano znanje, razumijevanje, sposobnost postavljanja problema, zaključivanje, itd.) sa maksimalno 2 boda po terminu vježbi (6x2=12), sa dodatna 2 boda za uredno vođen dnevnik rada te 6 bodova iz uredno izvršenih domaćih zadaća sa seminara ili vježbi.

Test-kolokviji: Svaki test-kolokvij se sastoji od 25 pitanja/zadataka koji se odnosi na gradivo obrađeno prethodnih tjedana. Student mora ostvariti ≥ 13 bodova kako bi imao pozitivno ocijenjen test. Svaki student ima pravo na popravak jednog negativnog testa (u terminu po dogovoru s nastavnikom). Ukoliko student nije skupio pozitivan broj bodova na dva testa, nema pravo izlaska na završni ispit. Pozitivni bodovi skupljaju se po principu 1 točan odgovor = 1 bod i pribrojavaju završnoj ocjeni.

Točni odgovori	Bodovi
25	25
24	24
23	23
22	22
21	21
20	20
19	19
18	18
17	17
16	16
15	15
14	14
13	13
≤ 12	0

Termini održavanja testova tijekom nastave:

Testovi se održavaju u sklopu seminarske nastave, po dogovoru između nastavnika i studenata. Predviđeni termini testova su T1: 27.11.2023, T2: 15.12.2023; eventualni popravak Tp: siječanj 2024 (po dogovoru).

T1 obuhvaća gradivo: P1-P5.

T2 obuhvaća gradivo: S1-S8.

II. Završni ispit (do 30 bodova):

Završni ispit je pismeni ispit i sastoji se od 50 pitanja te se vrednuje prema navedenom:

Točni odgovori	Bodovi
46-50	30
41-45	25
36-40	20
31-35	15
26-30	10
<=25	0

Tko može pristupiti završnom ispitu:

Da bi pristupili završnom ispitu studenti moraju na oba test-kolokvija imati pozitivan broj bodova.

Tko ne može pristupiti završnom ispitu:

Studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 35 bodova ili koji imaju 30% i više (opravdanih i/ili neopravdanih) izostanaka s pojedinog oblika nastave. Takav student je **neuspješan (1) F** i ne može izaći na završni ispit, tj. mora predmet ponovno upisati naredne akademske godine.

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

Konačna ocjena	
A (85-100%/bodova)	izvrstan (5)
B (70-84,9%/bodova)	vrlo dobar (4)
C (60-69,9%/bodova)	dobar (3)
D (50-59,9%/bodova)	dovoljan (2)
F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 35 bodova ili nisu položili završni ispit)	nedovoljan (1)

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

/

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Sve potrebne informacije studenti mogu dobiti u tajništvu **Zavoda za histologiju i embriologiju** u uredovno vrijeme ili putem mail-a direktno s nastavnikom. Konzultacije s nastavnicima odvijaju se prema dogovoru. Ispiti se prijavljuju i odjavljuju u ISVU sustavu.

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2023/2024 godinu)

Tjedan	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
6	06.11.2023	P1 08.15-10.00 Predavaona 9			Doc.dr.sc. Marina Babić Čač
6	10.11.2023	P2 10.15-12.00 Predavaona 7			Doc.dr.sc. Marina Babić Čač
7	13.11.2023	P3 08.15-10.00 Predavaona 4			Doc.dr.sc. Marina Babić Čač
7	16.11.2023	P4 12.15-14.00 Predavaona 2			Doc.dr.sc. Marina Babić Čač
8	20.11.2023	P5 08.15-10.00 Predavaona 9			Doc.dr.sc. Marina Babić Čač

8	23.11.2023		S1 12.00-14.00 Predavaona 15		Doc.dr.sc. Marina Babić Čač
9	27.11.2023		S2 08.15-10.00 Predavaona 7		Dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak
9	29.11.2023			V1 Grupa IV: 08.00- 12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
9				V1 Grupa III: 12.00- 16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
9	30.11.2023			V1 Grupa I: 08.00- 12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
9				V1 Grupa II: 12.00- 16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
9	01.12.2023		S3 14.15-16.00 Predavaona 8		Doc. dr. sc. Vedrana Jelenčić
10	04.12.2023		S4 08.15-10.00 Predavaona 6		Doc. dr.sc. Marina Babić Čač
10	06.12.2023 SRI			V2 Grupa III: 08.00- 12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
10				V2 Grupa IV: 12.00- 16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
10	07.12.2023 ČET			V3 Grupa III: 08.00- 12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
10				V3 Grupa IV: 12.00- 16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
10	08.12.2023		S5 08.15-10.00 Predavaona 9		Doc.dr.sc. Ilija Brzić
11	11.12.2023		S6 08.15-10.00 Predavaona 4		Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
11	13.12.2023			V2 Grupa I: 08.00- 12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić

11				V2 Grupa II: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
11	14.12.2023			V3 Grupa I: 08.00-12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
11				V3 Grupa II: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
11	15.12.2023		S7/S8 08.00-10.30 Predavaona 15		Doc.dr.sc. Marina Babić Čač Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
12	20.12.2023			V4 Grupa I: 08.00-12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
12				V4 Grupa II: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
12	21.12.2023			V4 Grupa III: 08.00-12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
12				V4 Grupa IV: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
13	10.01.2024			V5 Grupa I: 08.00-12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
13				V5 Grupa II: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
13	11.01.2024			V6 Grupa I: 08.00-11.45 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
13				V6 Grupa II: 12.00-15.45 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.

14	17.01.2024			V5 Grupa III: 08.00-12.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Marina Pribanić Matešić
14				V5 Grupa IV: 12.00-16.30 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Dr. sc. Maja Cokarić Brdovčak
14	18.01.2024			V6 Grupa III: 08.00-11.45 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.
14				V6 Grupa IV: 12.00-15.45 Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)	Sanja Mikašinić, mag.biotech in med.

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1	DNA kao genetički materijal Uvod u molekularnu biologiju. DNA kao nositeljica genetičke informacije. Građa i organizacija DNA - od nukleotida do dvostruke uzvojnice. Prokariotski i eukariotski genom - ustroj.	2	Predavaonica br. 9
P2	Replikacija DNA DNA polimeraze. Proces replikacije: inicijacija, elongacija, terminacija. Mehanizmi oštećenja i popravka DNA.	2	Predavaonica br. 7
P3	Od DNA do proteina: transkripcija Struktura i funkcija gena. Genski promotori i pojačivači ekspresije. RNA polimeraze. Transkripcija: inicijacija, elongacija, terminacija. Posttranskripcijske modifikacije.	2	Predavaonica br. 4
P4	Od DNA do proteina: translacija Struktura proteina. Ribosomi. Translacija i postranslacijske modifikacije. Regulacija ispoljavanja gena.	2	Predavaonica br. 2
P5	Regulacija aktivnosti gena Regulacija aktivnosti gena. Građa i uloga operona kod prokariota. Uloga procesa metilacije i acetilacije kod eukariotskih organizama.	2	Predavaonica br. 9
	Ukupan broj sati predavanja	10	

	SEMINARI (tema seminara)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
S1	Genomika I Analiza i manipulacija DNK. Metode vizualizacije DNK. Obilježavanje DNK. Metode hibridizacije, Southern i Northern blot. In situ hibridizacija.	2	Predavaonica br. 15
S2	Genomika II Umnažanje gena (PCR). Plazmidi i kloniranje. Restriksijske endonukleaze. Ispoljavanje proteina u stanicama. In vitro (cell free) transkripcija i translacija. Stvaranje (c)DNA knjižnica. Metode sekvencioniranja DNA.	2	Predavaonica br. 7
S3	Genomika III	2	Predavaonica br. 8

	Genska osnova mutacija. Spontane i inducirane mutacije. Principi <i>forward</i> i <i>reverse</i> genetike. Mutageneza i genetički odabir. Nasumična mutageneza kao sredstvo proučavanja funkcije gena.		
S4	Transkriptomika I Reverzna genetika. RNA interferencija, anti-sense RNA. Genetski inženjering. CRISPR/Cas9 i TALEN tehnologija. Genetski izmijenjeni organizmi.	2	Predavaonica br. 6
S5	Transkriptomika II Reporterski geni i in situ hibridizacija. Kvantitativni PCR, microarrays, proučavanje ispoljavanja gena na razini jedne stanice.	2	Predavaonica br. 9
S6	Proteomika I Pročišćavanje, identifikacija i metode analize proteina. Razdvajanje staničnih odjeljaka. Odvajanje proteina metodom kromatografije.	2	Predavaonica br. 4
S7	Proteomika II Afinitetni privjesci. SDS-PAGE i Western blot. 2D elektroforeza i izoelektrično fokusiranje.	2	Predavaonica br. 15
S8	Proteomika III Metoda proizvodnje protutijela – tehnologija hibridoma.	1	Predavaonica br. 15
	Ukupan broj sati seminara	15	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1	Projekt 1: Kloniranje gena za toksin difterije u ekspresijski vektor. Izbor plazmida. Dizajn početnica. Izračun i priprema otopina. Lančana reakcija polimerazom – umnažanje fragmenta. Endonukleazna restrikcija plazmida.	6	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)
V2	Projekt 1: Kloniranje gena toksin difterije u svrhu ekspresije. Analiza fragmenata na gelu. Izrezivanje fragmenta za kloniranje. Pročišćavanje PCR fragmenta i fragmenta plazmida. Ligacija. Transformacija bakterija. Nasađivanje na ploče s rezistencijom.	6	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)
V3	Projekt 1: Kloniranje gena za toksin difterije u svrhu ekspresije. Mini prep – izolacija plazmidne DNA iz bakterijske suspenzije. Restrikcija plazmida.	6	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)
V4	Projekt 1: Kloniranje gena XY u svrhu ekspresije. Priprema agaroznog gela. Analiza pocijepanog plazmida i uspješnosti kloniranja na agaroznom gelu. Projekt 2: PCR kao metoda genotipiziranja mišjih sojeva. Izolacija genomske DNK. Umnožavanje fragmenata DNK.	6	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)
V5	Projekt 2: PCR kao metoda genotipiziranja mišjih sojeva. Gel elektroforeza i analiza rezultata. Projekt 3: Analiza ekspresije proteina metodom Western blota. Priprema uzoraka za SDS-PAGE. Priprema SDS-PAGE gela, nanošenje uzoraka na gel i razdvajanje proteina SDS-PAGE metodom. Prijenos proteina na membranu – Western blot. Blokiranje membrane. Ispiranje i bojanje primarnim protutijelom.	6	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)

V6	Projekt 3: Analiza ekspresije proteina metodom Western blota. Bojanje sekundarnim protutijelom. Kemiluminiscentna detekcija i analiza dobivenih signala.	5	Laboratoriji Zavoda za histologiju i embriologiju (Lab 6)
Ukupan broj sati vježbi		35	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	25.01.2024
2.	15.02.2024
3.	27.06.2024
4.	05.09.2024