****

**Kolegij:** Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom

**Voditelj:** izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić

**Katedra:** Centar za proteomiku

**Studij:** Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Farmacija

**Godina studija:** 2. godina

**Akademska 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 s genetičkim inženjerstvom je obvezni predmet na 2. godini Integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija Farmacija koji se održava u zimskom semestru, a sastoji se od 30 sati predavanja, 15 sati seminara i 30 sati vježbi, ukupno 75 sati (5 ECTS).  **Sadržaj predmeta je sljedeći:**  **Predavanja:**  P1. Uvod u predmet Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom.  P2. Molekularna osnova nasljeđivanja.  P3. Građa i svojstva nukleinskih kiselina.  P4. Organizacija genetičkog materijala prokariota i eukariota.  P5. Replikacija DNA.  P6. Oštećenja, popravak i mutacije u DNA.  P7. Ekspresija gena I – od DNA do RNA.  P8. Ekspresija gena II – od RNA do proteina.  P9. Transkripcijska regulacija ekspresije gena kod prokariota i eukariota.  P10. Post-transkripcijski mehanizmi regulacije ekspresije gena kod eukariota.  P11. Enzimi i vektori u genetičkom inženjerstvu.  P12. Lančana reakcija polimerazom (PCR).  P13. Tehnike za analizu nukleinskih kiselina i proteinskih interakcija.  P14. Sekvenciranje gena i genoma.  P15. Ciljano krojenje genoma.  **Seminari:**  S1. Uvodni seminar u laboratorijske vježbe.  S2. Bioinformatika I.  S3. Bioinformatika II.  S4. Uzgoj mikrobnih i staničnih kultura.  S5. Metode za unos egzogene DNA u stanicu.  S6. Strategije kloniranja i mutageneze.  S7. Metode genske analize.  S8. Završni seminar.  **Vježbe:**  V1. Uvodna vježba.  V2. Kloniranje gena u plazmidni vektor I.  V3. Kloniranje gena u plazmidni vektor II.  V4. Kloniranje gena u plazmidni vektor III.  V5. Izolacija i elektroforeza proteina.  V6. Western blot.  V7. Ames-ov test.  V8. Dijagnostika i otiskivanje DNA PCR-om.  **ISHODI UČENJA ZA PREDMET:**  **I. KOGNITIVNA DOMENA – ZNANJE**  Studenti će steći temeljna znanja o strukturi, organizaciji, stabilnosti, promjenjivosti, ekspresiji i modifikacijama genetičkog materijala. Kolegij treba potaknuti kritičko razmišljanje prilikom analize eksperimentalnih podataka; omogućiti usvajanje osnovnih laboratorijskih postupaka i metoda molekularne biologije i genetičkog inženjerstva; razvijanje samostalnosti u primjeni temeljnih znanja molekularne biologije i genetičkog inženjerstva potrebnih za istraživanje i razvoj lijekova.  **IUMBGI1**. *Objasniti i primjerima potkrijepiti značaj i ulogu molekularne biologije i genetičkog inženjerstva u razvoju i istraživanju lijekova i dijagnostici (IUSPF1, IUSPF31, IUSPF33).*  **IUMBGI2**. *Objasniti strukturu genetičkog materijala, procese replikacije, transkripcije i translacije, opisati i objasniti načine analize genoma, transkriptoma i proteoma, te obrazložiti osnove regulacije ekspresije gena kod prokariota i eukariota, kao i načine za modulaciju ekspresije gena (IUSPF1, IUSPF12, IUSPF31, IUSPF33*)*.*  **IUMBGI3**. *Objasniti organizaciju, stabilnost i promjenjivost genetičkog materijala i genoma, obrazložiti uzroke nastanka oštećenja u DNA, njihove biološke posljedice i mehanizme popravka, te objasniti i provesti osnovne postupke za ispitivanje citotoksičnosti i mutagenosti kemijskih spojeva ili smjese kemijskih spojeva (IUSPF1*, *IUSPF5, IUSPF12, IUSPF27, IUSPF29, IUSPF31, IUSPF33).*  **IUMBGI4**. *Objasniti najčešće materijale i postupke, te spoznati potencijalne rizike uvođenja ciljanih genetičkih modifikacija genoma, te predložiti, isplanirati i eksperimentalno provesti postupak za kloniranje i ekspresiju transgena u stanicama domaćina (IUSPF1, IUSPF7, IUSPF12, IUSPF25, IUSPF29, IUSPF31, IUSPF33) .*  **IUMBGI5**. *Samostalno rješavati numeričke i/ili problemske zadatke, planirati, provesti i kritički interpretirati rezultate pokusa koji uključuju uporabu osnovnih postupaka molekularne biologije i genetičkog inženjerstva u istraživanju i razvoju lijekova, te dijagnostičkim i forenzičkim analizama* (*IUSPF1, IUSPF25, IUSPF31, IUSPF33)*  **II.PSIHOMOTORIČKA DOMENA – VJEŠTINE**  Kroz laboratorijske vježbe, studenti će usvojiti osnove rada i potrebne vještine za snalaženje u laboratoriju za molekularnu biologiju, od planiranja pokusa do korištenja najčešće opreme i tehnika (gel elektroforeza, SDS PAGE, restrikcijska analiza itd). Kroz seminare, studenti će imati priliku naučiti osnove bioinformatičkih analiza i *in silico* planiranja konstrukata i kloniranja.  **Izvođenje nastave:**  Nastava se izvodi u obliku predavanja, interaktivnih seminara koji studente pripremaju za vježbe i praktičnih vježbi. Ukoliko zbog epidemiološke situacije ne bude moguće predavanja održati „u živo“, ista će se održati preko platforme MS Teams. Predavanja obuhvaćaju pregled područja, objašnjenja pojedinih tematskih jedinica i pojmova i predstavljaju podlogu koja će studentima omogućiti razumijevanje seminara i provedbu vježbi. Vježbe su djelom koncipirane kao projekt planiranja, kloniranja i ekspresije rekombinantnog proteina kroz kojeg će studenti naučiti sve osnovne tehnike koje se koriste u modernoj molekularnoj biologiji i genetičkom inženjerstvu, te ujedno naučiti kako se pristupa planiranju i izvedbi jednog takvog projekta. Nastava se održava u prostorijama Medicinskog fakulteta te Odjela za biotehnologiju.  Od studenta se očekuje da seminarima i vježbama pristupi sa osnovnim znanjima o molekularnoj biologiji i genetičkom inženjerstvu koji su prethodno pokriveni predavanjima. Seminari i praktične vježbe stoga će se izvoditi nakon održanih predavanja. |

**Popis obvezne ispitne literature:**

|  |
| --- |
| 1. Bruce Alberts; Molecular Biology of the Cell (dostupno u knjižnici Medicinskog fakulteta) |

**Popis dopunske literature:**

|  |
| --- |
| * + - 1. Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction 6th Edition. 2016., ili novija izdanja.  1. Sambrook and Green: Molecular Cloning – A laboratory manual. 4th Edition 2012., ili novija izdanja |

**Nastavni plan:**

**Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):**

|  |
| --- |
| **Predavanje 1 Uvod u predmet Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom.**  **Ishodi učenja:** Upoznavanje studenata s nastavnicima, vidovima nastave, temama, obveznom i preporučenom literaturom, obvezama u praćenju nastave i svladavanja gradiva te načinom ocjenjivanja. Upoznavanje studenata (kroz odabrane primjere) s ulogom molekularne biologije i genetičkog inženjerstva u razvoju lijekova, dijagnostici i liječenju. Mendelovi pokusi.  **Predavanje 2. Molekularna osnova nasljeđivanja.**  **Ishodi učenja:** Razvoj molekularne biologije i otkriće DNA kao repozitorija biološke informacije. Kromosomska teorija nasljeđivanja. Pokusi Griffith-a, Avery–MacLeod–McCarty, Hershey-Chase.  **Predavanje 3. Građa i svojstva nukleinskih kiselina.**  **Ishodi učenja:** Tipovi kemijskih veza u nukleinskim kiselinama. Osnovne gradivne jedinice nukleinskih kiselina. Struktura i svojstva nukleotida. Struktura DNA. Forme DNA (A-DNA, B-DNA i Z-DNA). Sekundarne strukture u molekuli DNA. Struktura RNA. Kemijska i termodinamička svojstva nukleinskih kiselina (denaturacija, renaturacija, hibridizacija, modificirane baze u nukleinskim kiselinama).  **Predavanje 4. Organizacija genetičkog materijala prokariota i eukariota.**  **Ishodi učenja:** Tipovi sekvencija u humanom genomu. Kodirajuća DNA, nekodirajuća DNA, ponavljajući sljedovi, SINE, LINE, retrotranspozoni i pseudogeni. Objašnjenje pojmova transkriptom i proteom. Topologija DNA. Organizacija eukariotskog genoma, nukleosomi, kromatin i struktura kromosoma. Organizacija proakriotskog genoma. Regulacija strukture kromatina.  **Predavanje 5. Replikacija DNA.**  **Ishodi učenja:** Mehanizam replikacije DNA (inicijacija, elongacija, terminacija). Sličnosti i razlike između replikacije DNA kod prokariota i eukariota. Problem replikacije krajeva linearnih molekula DNA i skraćivanje telomera. Telomeraza. Vjernost replikacije DNA.  **Predavanje 6. Oštećenja, popravak i mutacije u DNA.**  **Ishodi učenja:** Definicija i tipovi mutacija. Izvori mutacija. Izvori i najčešći tipovi oštećenja molekule DNA. Tipovi i mehanizmi popravka oštećenja u DNA. Reverzija, ekscizija i zaobilaženje oštećenja, fotoreaktivacija, nukleotidni ekscizijski popravak, bazni ekscizijski popravak, translezijska sinteza, rekombinacijski popravak.  **Predavanje 7. Ekspresija gena I – od DNA do RNA.**  **Ishodi učenja:** RNA polimeraze i osnove transkripcije. Transkripcija kod prokariota i eukariota. Procesiranje RNA. Modificiranje, transport i razgradnja RNA.  **Predavanje 8. Ekspresija gena II – od RNA do proteina.**  **Ishodi učenja:** Genetički kod i tRNA. Kako je razbijen genetički kod. Univerzalnost genetičkog koda. Ribosomi kao molekularni strojevi za sintezu proteina. Inicijacija, elongacija i terminacija translacije kod prokariota i eukariota. Uklanjanje defektnih mRNA tijekom translacije. Smatanje, kovalentne modifikacije i usmjeravanje proteina u stanične odjeljke.  **Predavanje 9. Transkripcijska regulacija ekspresije gena kod prokariota i eukariota.**  **Ishodi učenja:** Regulacija ekspresije gena na razini inicijacije transkripcije kod prokariota s primjerima: lac operon, trp operon (pozitivna regulacija, negativna regulacija, atenuacija). Riboprekidači. Transkripcijska regulacija ekspresije gena kod eukariota – uloga strukture kromatina, aktivatori, koaktivatori i opći transkripcijski faktori. Regulacijski mehanizmi jedinstveni za eukariote.  **Predavanje 10. Posttranskripcijski mehanizmi regulacije ekspresije gena kod eukariota**  **Ishodi učenja:** Alternativno prekrajanje, regulacija putem 5'-UTR i 3'-UTR. Uzvodni okviri čitanja, brzina razgradnje mRNA, RNA interferencija, stabilnost proteina.  **Predavanje 11. Enzimi i vektori u genetičkom inženjerstvu.**  **Ishodi učenja:** Definicije i primjeri najčešćih vektora i enzima koji se koriste za manipulacije genetičkim materijalom. Nukleaze, ligaze, polimeraze, kinaze, fosfataze, rekombinaze, restrikcijski enzimi. Prokariotski i eukariotski vektori za kloniranje: plazmid, fag, fagmid, kozmid, BAC, YAC, PAC, HAC. Genomske i cDNA knjižnice.  **Predavanje 12. Lančana reakcija polimerazom (PCR).**  **Ishodi učenja:** Osnovni principi i mehanizam lančane reakcije polimerazom. Smjernice za dizajn početnica i odabir programa za rutinski/standardni PCR. Učestalost pogrešaka u produktima PCR reakcije prilikom uporabe polimeraze Taq. Pregled različitih izvedbi PCR reakcije (Hot-start PCR, Touchdown PCR, Real-Time PCR, Multiplex PCR).  **Predavanje 13. Tehnike za analizu nukleinskih kiselina i proteinskih interakcija.**  **Ishodi učenja:** Southern blot, Northern blot, Slot/dot blot, colony blot, FISH, sustav dva hibrida u eukariotskim stanicama, FRET.  **Predavanje 14. Sekvenciranje gena i genoma.**  **Ishodi učenja:** Sekvenciranje DNA temeljeno na ireverzibilnoj terminaciji sinteze DNA – Sangerova dideoksi metoda. Masivno paralelno sekvenciranje DNA/RNA temeljeno na reverzibilnoj terminaciji sinteze DNA – sekvenciranje sintezom (SBS), Illumina. Sekvenciranje DNA/RNA pojedinačnih stanica.  **Predavanje 15. Ciljano krojenje genoma.**  **Ishodi učenja:** Principi i primjene metoda za uvođenje ciljanih promjena u genetički materijal: ZFN, TALEN i CRISPR/Cas9. |

# Popis seminara s pojašnjenjem:

|  |
| --- |
| **Seminar 1. Uvodni seminar u laboratorijske vježbe.**  **Ishodi učenja:** Upoznavanje s planom, programom, ciljevima i izvedbom vježbi.  **Seminar 2. Bioinformatika I.**  **Ishodi učenja:**  Baze podataka. Pronalaženje sekvencije željenog gena u bazama podataka. Analiza sekvencije odabranog gena i proteinskih produkta prediktivnim bioinformatičkim alatima. Odabir vektora za kloniranje.  **Seminar 3. Bioinformatika II.**  **Ishodi učenja:**  Upoznavanje s bioinformatičkim alatima za *in silico* kloniranje. Dizajn početnica za ciljanu amplifikaciju odabranog gena. Odabir restrikcijskih enzima za linearizaciju vektora. Odabir restrikcijskih enzima za pripremu inserta. Ligacija vektora i inserta *in silico* i pregled osnovnih svojstava željenog finalnog konstrukta.  **Seminar 4. Uzgoj mikrobnih i staničnih kultura**.  **Ishodi učenja:** Mikrobne kulture. Tipovi hranjivih podloga, uzgoja i kinetika rasta bakterijskih stanica. Kulture animalnih stanica. Tipovi hranjivih medija i uvjeti rasta.  **Seminar 5. Metode za unos egzogene DNA u stanicu.**  **Ishodi učenja:** Transformacija bakterija i kvasca. Transfekcija animalnih stanica.  **Seminar 6. Strategije kloniranja i mutageneze.**  **Ishodi učenja:** Nasumična i ciljana mutageneza. PCR mutageneza. Inaktivacija gena.  **Seminar 7. Metode genske analize**  **Ishodi učenja:** Otiskivanje DNA. Utvrđivanje identiteta i srodstva genetičkim profiliranjem - SSR RFLP, RAPD, AFLP. Lokusi CODIS. Prenatalna dijagnostika.  **Seminar 8. Završni seminar.**  **Ishodi učenja:** Pregled i pojašnjenje pojedinih tematskih jedinica kolegija Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom i pripadnih zadataka, na temelju upita studenata. |

# Popis vježbi s pojašnjenjem:

|  |
| --- |
| Vježba 1. Uvodna vježba. **Ishodi učenja:** Upoznavanje s laboratorijem i s pravilima ponašanja u laboratoriju. Sigurnost u laboratoriju. Oprema i potrošni materijal. Rad s pipetama, mikrocentrifugama i aparaturom koja je pod naponom. Rad s mikropipetama i pravilno postupanje laboratorijskim otpadom. Vježba 2. Kloniranje gena u plazmidni vektor I. **Ishodi učenja:** Amplifikacija ciljnog gena iz cDNA lančanom reakcijom polimeraze (PCR), provjera uspješnosti PCR reakcije gel elektroforezom, digestija krajeva inserta restrikcijskim enzimima, pročišćavanje inserta na kolonicama i provjera uspješnosti pročišćavanja gel-elektroforezom. Vježba 3. Kloniranje gena u plazmidni vektor II. **Ishodi učenja:**  Izolacija i pročišćavanje plazmidne DNA, cijepanje DNA restrikcijskim enzimima, provjera uspješnosti cijepanja gel-elektroforezom, pročišćavanje lineariziranog vektora te provjera uspješnosti pročišćavanja gel-elektroforezom.  **Vježba 4. Kloniranje gena u plazmidni vektor III.**  **Ishodi učenja:**  Ligacija vektora i inserta. Transformacija bakterijskih stanica, probir klonova, restrikcijska analiza i objašnjenje sekvenciranja DNA u analizi konstrukata. Indukcija ekspresije transgena u bakterijskim stanicama.  **Vježba 5. Izolacija i elektroforeza proteina.**  **Ishodi učenja:** Izolacija ukupnih proteina iz bakterijskih stanica, razdvajanje proteina denaturirajućom elektroforezom u gelu poliakrilamida, bojanje bojom Coomassie Briliant Blue, prijenos proteina na membranu poliviniliden-difluorida (PVDF).  **Vježba 6. Western blot.**  **Ishodi učenja:** Detekcija rekombinantog proteina imobiliziranog na membrani PVDF-a. Blokiranje membrane, inkubacija membrane u otopinama s primarnim i sekundarnim protutijelom, ispiranje membrane i detekcija kemiluminiscentnim reagensom.  **Vježba 7. Ames-ov test.**  **Ishodi učenja:** Ispitivanje mutagenosti probranih kemijskih spojeva Ames-ovim testom pomoću preporučenih sojeva *S. enterica,* serovar *typhimurium*.  **Vježba 8. Dijagnostika i otiskivanje DNA PCR-om.**  **Ishodi učenja:** Primjer uporabe PCR-a za detekciju genoma respiratornih virusa u uzorku. |

**Obveze studenata:**

|  |
| --- |
| Studenti su obvezni redovito pohađati i aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave; na sve oblike nastave i provjere znanja dolaziti primjereno odjeveni (uz obavezno nošenje maski ukoliko to zahtijeva epidemiološka situacija). Na nastavu nije dozvoljeno unošenje jela i pića te nepotrebno ulaženje/izlaženje iz predavaona i vježbaonice. Uporaba mobitela za vrijeme nastave kao i za vrijeme provjera znanja nije dopuštena.  **Akademska čestitost**  Poštivanje načela akademske čestitosti očekuju se i od nastavnika i od studenata u skladu s Etičkim kodeksom Sveučilišta u Rijeci te Etičkim kodeksom za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci ( <https://uniri.hr/wp-content/uploads/2019/05/Etic48dki20kodeks20za20studente20i20studentice.pdf> ). |

**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):**  A) Pismeni parcijalni ispit I: maksimalno 30 bodova  Pismeni parcijalni ispit II: maksimalno 30 bodova  B) Aktivnost na nastavi: maksimalno 10 bodova  A) Parcijalni ispiti pišu se tijekom nastave iz gradiva obrađenog prethodnih tjedana. Ukoliko nisu bili u mogućnosti pristupiti nekom parcijalnom ispitu, ili nisu bili zadovoljni postignutim uspjehom, studenti imaju mogućnost polaganja popravnih parcijalnih ispita. Svaki parcijalni ispit može se popravljati samo jednom i ocjena dobivena na popravku je konačna. Za pojedini popravni parcijalni ispiti studenti se prethodno moraju javiti voditelju kolegija. Parcijalni ispiti će se održavati na Medicinskom fakultetu. Ukoliko zbog, primjerice nepovoljne epidemiološke situacije, to ne bude moguće, pismeni ispiti će se održavati *"on-line"*. Točno vrijeme održavanja parcijalnih pismenih testova biti će utanačeno naknadno u dogovoru sa studentima.  B) Nakon obrade pojedinih nastavnih jedinica, studentima će biti ponuđeni zadaci za vježbu/domaću zadaću. Nakon pregleda domaće zadaće, a na temelju broja točno riješenih zadataka, student može ostvariti maksimalno 10 bodova. Domaće zadaće valja predati najkasnije dva tjedna nakon njihova zadavanja.  Studenti koji tijekom nastave ostvare manje od 35 bodova moraju upisati kolegij Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom ponovno u sljedećoj akademskoj godini.  **II. Završni ispit (do 30 bodova)**  **Završni ispit** je **pismeni** i održava se na Medicinskom fakultetu po točno utvrđenom rasporedu koji se, na temelju prijava u sustavu ISVU, objavljuje najkasnije jedan dan prije termina ispita. Maksimalan broj bodova koji se može ostvariti na završnom ispitu je 30 (do 15 bodova = dovoljan, 16-20 bodova = dobar, 21-25 boda = vrlo dobar, 26-30 bodova = izvrstan).  Uvjet za pristupanje završnom ispitu jest prikupljenih minimalno 35 bodova tijekom nastave. Završnom ispitu ne mogu pristupiti studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 35 bodova (**0 - 34,9 bodova) ili koji imaju 30% i više izostanaka s 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 ECTS ocjene ostvarene tijekom nastave i na završnom ispitu:   |  |  | | --- | --- | | **Konačna ocjena** | | | A (90-100%) | izvrstan (5) | | B (75-89,9%) | vrlo-dobar (4) | | C (60-74,9%) | dobar (3) | | D (50-59,9%) | dovoljan (2) | | F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 35 bodova ili nisu položili završni ispit) | nedovoljan (1) |   **Termini održavanja testova tijekom nastave:**  Parcijalni ispit I 03.11.2023.  Parcijalni ispit II 04.12.2023. |

**Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

|  |
| --- |
| DA |

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

|  |
| --- |
|  |

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku godinu 2023./2024.)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datum** | **Predavanja (vrijeme i mjesto)** | **Seminari  (vrijeme i mjesto)** | **Vježbe  (vrijeme i mjesto)** | **Nastavnik** |
| 02.10.2023. | Predavanje 1  **P6**  16:30-18:00 |  |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić |
| 05.10.2023. | Predavanje 2  **P4**  16:30-18:00 |  |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić |
| 09.10.2023. | Predavanje 3  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić |
| 12.10.2023. | Predavanje 4  **P4**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 16.10.2023. | Predavanje 5  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić |
| 19.10.2023. | Predavanje 6  **P6**  16:00-17:30 |  |  | doc. dr. sc. Ilija Brizić |
| 23.10.2023. | Predavanje 7  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 26.10.2023. | Predavanje 8  **P6**  16:00-17:30 |  |  | prof. dr. sc. Tihana Lenac Roviš |
| 30.10.2023. | Predavanje 9  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 02.11.2023. | Predavanje 10  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 06.11.2023. | Predavanje 11  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić |
| 09.11.2023. | Predavanje 12  **P6**  16:00-17:30 |  |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 13.11.2023. | Predavanje 13  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 16.11.2023. | Predavanje 14  **P6**  16:00-17:30 |  |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 20.11.2023. | Predavanje 15  **P6**  16:00-17:30 |  |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 23.11.2023. |  | Seminar 4  **P1**  08:00-09:30 |  | dr.sc. Jelena Železnjak |
| 23.11.2023. |  | Seminar 5  **P2**  15:00-16:30 |  | izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 24.11.2023. |  | Seminar 6  **P9**  07:45-9:15 |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 24.11.2023. |  | Seminar 7  **P9**  09:30-11:00 |  | dr.sc. Paola Kučan Brlić |
| 01.12.2023. |  | Seminar 1  **P9**  07:45-08:30 |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 01.12.2023. |  | Seminar 2  **P9**  08:45-10:15 |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 01.12.2023. |  | Seminar 3  **P9**  10:15-11:45 |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 04.12.2023. |  |  | Vježba 1  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 07.12.2023. |  |  | Vježba 2  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 11.12.2023. |  |  | Vježba 3  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 14.12.2023. |  |  | Vježba 4  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 18.12.2023. |  |  | Vježba 5  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  red. prof. dr.sc. Tihana Lenac Roviš |
| 21.12.2023. |  |  | Vježba 6  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  red. prof. dr.sc. Tihana Lenac Roviš |
| 08.1.2024. |  |  | Vježba 7  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 11.1.2024. |  |  | Vježba 8  8:00-9:30  Centar za Proteomiku  Medicinski fakultet | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |
| 12.1.2024. |  | Seminar 8  P7  10:00-11:30 |  | izv. prof. dr. sc. Berislav Lisnić  izv. prof. dr. sc. Vanda Juranić Lisnić |

**Popis predavanja, seminara i vježbi:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **PREDAVANJA (tema predavanja)** | **Broj sati nastave** | **Mjesto održavanja** |
| P1 | | **Uvod u predmet Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P2 | | **Molekularna osnova nasljeđivanja.** | 2 | Predavaonica 4 |
| P3 | | **Građa i svojstva nukleinskih kiselina.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P4 | | **Organizacija genetičkog materijala prokariota i eukariota.** | 2 | Predavaonica 4 |
| P5 | | **Replikacija DNA.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P6 | | **Oštećenja, popravak i mutacije u DNA.** | 2 | Predavaonica 6 |
| p7 | | **Ekspresija gena I – od DNA do RNA.** | 2 | Predavaonica 6 |
| p8 | | **Ekspresija gena II – od RNA do proteina.** | 2 | Predavaonica 6 |
| p9 | | **Transkripcijska regulacija ekspresije gena kod prokariota i eukariota.** | 2 | Predavaonica 6 |
| p10 | | **Posttranskripcijski mehanizmi regulacije ekspresije gena kod eukariota.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P11 | | **Enzimi i vektori u genetičkom inženjerstvu.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P12 | | **Lančana reakcija polimerazom (PCR).** | 2 | Predavaonica 6 |
| P13 | | **Tehnike za analizu nukleinskih kiselina i proteinskih interakcija.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P14 | | **Sekvenciranje gena i genoma.** | 2 | Predavaonica 6 |
| P15 | | **Ciljano krojenje genoma.** | 2 | Predavaonica 6 |
|  | | **Ukupan broj sati predavanja** | **30** |  |
|  | **SEMINARI (tema seminara)** | | **Broj sati nastave** | **Mjesto održavanja** |
| S1 | **Uvodni seminar u laboratorijske vježbe.** | | 1 | Predavaonica 9 |
| S2 | **Bioinformatika I.** | | 2 | Predavaonica 9 |
| S3 | **Bioinformatika II.** | | 2 | Predavaonica 9 |
| S4 | **Uzgoj mikrobnih i staničnih kultura**. | | 2 | Predavaonica 1 |
| S5 | **Metode za unos egzogene DNA u stanicu.** | | 2 | Predavaonica 2 |
| S6 | **Strategije kloniranja i mutageneze.** | | 2 | Predavaonica 9 |
| S7 | **Metode genske analize.** | | 2 | Predavaonica 9 |
| S8 | **Završni seminar.** | | 2 | Predavaonica 7 |
|  | **Ukupan broj sati seminara** | | **15** |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **VJEŽBE (tema vježbe)** | **Broj sati nastave** | **Mjesto održavanja** |
| V1 | **Uvodna vježba.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V2 | **Kloniranje gena u plazmidni vektor I.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V3 | **Kloniranje gena u plazmidni vektor II.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V4 | **Kloniranje gena u plazmidni vektor III.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V5 | **Izolacija i elektroforeza proteina.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V6 | **Western blot.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V7 | **Ames-ov test.** | 4 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
| V8 | **Dijagnostika i otiskivanje DNA PCR-om.** | 2 | Centar za Proteomiku Medicinski fakultet |
|  | **Ukupan broj sati vježbi** | **30** |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **ISPITNI TERMINI (završni ispit)** |
| 1. | 07.02.2024. |
| 2. | 21.02.2024. |
| 3. | 17.06.2023. |
| 4. | 01.07.2023. |
| 5. | 04.09.2023. |
| 6. | 18.09.2023. |