****

**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:** 2022/2023

**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.  **Nastavnik ocjenjuje sudjelovanje studenta u radu seminara i vježbi (pokazano znanje, razumijevanje, sposobnost postavljanja problema, zaključivanje, itd.).** |

**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 sekvenciranje DNA. 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.**   1. **Tijekom nastave vrednuje se (maksimalno do 70 bodova):**   Parcijalni ispit I: maksimalno 30 bodova  Parcijalni ispit II: maksimalno 30 bodova  Aktivnost na nastavi (vježbe): maksimalno 10 bodova  A) Parcijalni ispiti pišu se tijekom nastave iz gradiva obrađenog prethodnih tjedana.  Na kraju nastave studenti imaju mogućnost polaganja popravnih parcijalnih ispita ako na neki Parcijalni ispit nisu izašli ili nisu zadovoljni postignutim uspjehom. Svaki parcijalni ispit može se popravljati samo jednom i ocjena dobivena na popravku je konačna. Popravni parcijalni ispiti za koje se studenti moraju posebno prijaviti voditelju kolegija.  Testovi će se pisati na fakultetu ako epidemiološka situacija bude dozvolila, ili preko sustava Merlin. Vrijeme pisanja testova biti će objavljeno naknadno.  B) Aktivnost na nastavi – za aktivno sudjelovanje i pokazano znanje na nastavi, seminarima i vježbama, student može dobiti maksimalno 10 dodatnih bodova.  **II. Završni ispit (do 30 bodova)**  **Završni ispit** je **usmeni** i održava se na fakultetu po točno utvrđenom rasporedu koji se objavljuje dan prije ispita na osnovu prijava u ISVU.  Maksimalni broj bodova dobiven na usmenom ispitu je 30 (do 15 bodova = dovoljan, 16-20 bodova = dobar, 21-25 boda = vrlo dobar, 26-30 bodova = izvrstan).  Studenti s manje od 35 bodova ostvarenih tijekom nastave moraju upisati kolegij Molekularna biologija s genetičkim inženjerstvom ponovno u sljedećoj akademskoj godini.  **Tko može pristupiti završnom ispitu**:  Student koji je tijekom nastave ostvario minimalno 35 bodova .  **Tko ne može pristupiti završnom ispitu:**   * **Studenti koji su tijekom nastave ostvarili 0 do 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) | | E (40-49,9%) | dovoljan (2) | | F (studenti koji su tijekom nastave ostvarili manje od 30 bodova ili nisu položili završni ispit) | nedovoljan (1) |   **Termini održavanja testova tijekom nastave:**  Parcijalni ispit I 4.11.2022.  Parcijalni ispit II 2.12.2022. |

**Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:**

|  |
| --- |
| DA |

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

|  |
| --- |
|  |

**SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2022./2023. godinu)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datum** | **Predavanja (vrijeme i mjesto)** | **Seminari  (vrijeme i mjesto)** | **Vježbe  (vrijeme i mjesto)** | **Nastavnik** |
| 3.10.2022. | Predavanje 1  P6  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 7.10.2022. | Predavanje 2  Vijećnica  12:00-13:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 10.10.2022. | Predavanje 3  P5  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 14.10.2022. | Predavanje 4  P9  10:00-11:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 17.10.2022. | Predavanje 5  P9  08:00-10:30 |  |  | doc.dr.sc. Marina Babić Čač |
| 21.10.2022. | Predavanje 6  P9  12:00-13:30 |  |  | doc. dr. sc. Ilija Brizić |
| 24.10.2022. | Predavanje 7  P9  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 28.10.2022. | Predavanje 8  P9  08:00-09:30 |  |  | prof.dr.sc. Tihana Lenac Roviš |
| 31.10.2022. | Predavanje 9  P9  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 3.11.2022. | Predavanje 10  P7  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 7.11.2022 | Predavanje 11  P9  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 11.11.2022. | Predavanje 12  P9  10:00-11:30 |  |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 14.11.2022. | Predavanje 13  P9  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 17.11.2022. | Predavanje 14  P2  08:00-09:30 |  |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 21.11.2022. | Predavanje 15  P6  08:00-09:30 |  |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 24.11.2022. |  | Seminar 4  P2  08:00-09:30 |  | doc.dr.sc. Ilija Brizić |
| 24.11.2022. |  | Seminar 5  P5  15:00-16:30 |  | dr.sc. Jelena Železnjak |
| 25.11.2022. |  | Seminar 6  P8  12:00-13:30 |  | izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić |
| 25.11.2022. |  | Seminar 7  P8  14:00-15:30 |  | dr.sc. Paola Kučan Brlić |
| 02.12.2022. |  | Seminar 1  P9  09:00-09:45 |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 02.12.2022. |  | Seminar 2  P9  10:00-11:30 |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 02.12.2022. |  | Seminar 3  P9  12:00-13:30 |  | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić |
| 5.12.2022. |  |  | Vježba 1  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 8.12.2022. |  |  | Vježba 2  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 12.12.2022 |  |  | Vježba 3  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 15.12.2022. |  |  | Vježba 4  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 19.12.2022. |  |  | Vježba 5  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 22.12.2022 |  |  | Vježba 6  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 9.1.2023. |  |  | Vježba 7  8:00-11:00  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 12.1.2023. |  |  | Vježba 8  8:00-9:30  Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum | izv. prof. dr.sc Berislav Lisnić  izv. prof. dr.sc Vanda Juranić Lisnić  doc.dr.sc. Ilija Brizić  dr.sc. Jelena Železnajk  dr.sc. Paola Kučan Brlić  dr.sc. Maja Cokarić Brdovčak  dr.sc. Marina Pribanić Matešić  dr.sc. Marija Mazor |
| 13.1.2023. |  | Seminar 8  P8  17:00-18:30 |  | 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 | Vijećnica |
| P3 | | **Građa i svojstva nukleinskih kiselina.** | 2 | Predavaonica 5 |
| P4 | | **Organizacija genetičkog materijala prokariota i eukariota.** | 2 | Predavaonica 9 |
| P5 | | **Replikacija DNA** | 2 | Predavaonica 9 |
| P6 | | **Oštećenja, popravak i mutacije u DNA.** | 2 | Predavaonica 9 |
| p7 | | **Ekspresija gena I – od DNA do RNA.** | 2 | Predavaonica 9 |
| p8 | | **Ekspresija gena II – od RNA do proteina.** | 2 | Predavaonica 9 |
| p9 | | **Transkripcijska regulacija ekspresije gena kod prokariota i eukariota.** | 2 | Predavaonica 9 |
| p10 | | **Posttranskripcijski mehanizmi regulacije ekspresije gena kod eukariota.** | 2 | Predavaonica 7 |
| P11 | | **Enzimi i vektori u genetičkom inženjerstvu.** | 2 | Predavaonica 9 |
| P12 | | **Lančana reakcija polimerazom (PCR).** | 2 | Predavaonica 9 |
| P13 | | **Tehnike za analizu nukleinskih kiselina i proteinskih interakcija.** | 2 | Predavaonica 9 |
| P14 | | **Sekvenciranje gena i genoma.** | 2 | Predavaonica 2 |
| 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 2 |
| S5 | **Metode za unos egzogene DNA u stanicu.** | | 2 | Predavaonica 5 |
| S6 | **Strategije kloniranja i mutageneze.** | | 2 | Predavaonica 8 |
| S7 | **Metode genske analize.** | | 2 | Predavaonica 8 |
| S8 | **Završni seminar** | | 2 | Predavaonica 8 |
|  | **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 | Odjel za biotehnologiju  Kemijski praktikum |
|  | **Ukupan broj sati vježbi** | **30** |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **ISPITNI TERMINI (završni ispit)** |
| 1. | 08.02.2023. |
| 2. | 22.02.2023. |
| 3. | 19.06.2023. |
| 4. | 03.07.2023. |
| 5. | 06.09.2023. |
| 6. | 20.09.2023. |