

Sylaby štátnej skúšky pre bakalársky študijný program Bioinformatika

Školský rok 2017/18

[Matematická analýza](#)

[Algebra](#)

[Diskrétna matematika](#)

[Pravdepodobnosť a štatistika](#)

[Programovanie](#)

[Tvorba a analýza algoritmov a dátových štruktúr](#)

[Metódy v bioinformatike](#)

[Biochémia](#)

[Bunková biológia](#)

[Genetika](#)

Matematická analýza

1. **Limita reálnej funkcie jednej reálnej premennej** (definícia vlastnej a nevlastnej limity, vety o výpočte limit, číslo e , Cauchyho-Bolzanovo kritérium konverencie postupnosti).
2. **Spojité funkcie a ich základné vlastnosti** (definícia spojitosti funkcie, Darbouxova vlastnosť, vlastnosti spojitých funkcií na uzavretých ohraničených intervaloch).
3. **Derivácia funkcie a jej využitie na vyšetrovanie priebehu funkcie** (definícia derivácie, vety o výpočte derivácií, vety o strednej hodnote, derivácie vyšších rádov, vyšetrovanie monotónnosti, extrémov a konvexnosti pomocou derivácií).
4. **Primitívna funkcia a neurčitý integrál** (definícia neurčitého integrálu, metóda per partes a substitúcie, univerzálna trigonometrická substitúcia).
5. **Riemannov určitý integrál** (definícia riemannovsky integrovateľnej funkcie, integrovateľnosť monotónnych a spojitých funkcií, Newtonov-Leibnizov vzorec, integrál ako funkcia hranice).
6. **Číselné rady** (definícia číselného radu, Cauchyho-Bolzanovo kritérium konverencie radu, kritériá pre konvergenciu radov s nezápornými členmi, Leibnizovo kritérium, relatívne a absolútne konvergentné rady, prerovnanie radov).
7. **Mocninové a Taylorove rady** (definícia mocninového radu, polomer a interval konverencie, derivovanie a integrovanie mocninových radov, definícia Taylorovho radu, pojem analytickej funkcie).

Algebra

1. **Vektorové priestory, lineárne zobrazenia** [priestor, podpriestor, lineárna závislosť, báza a dimenzia. Steinitzova veta, súčty podpriestorov, lineárne zobrazenia, kompozícia lineárnych zobrazení, inverzné lineárne zobrazenia, matica lineárneho zobrazenia, jadro a obraz lineárneho zobrazenia]
2. **Matice a riešenia lineárnych rovníc nad poľom F** [matice, operácie s maticami (násobenie, sčítanie), elementárne riadkové operácie, trojuholníkový a redukovaný trojuholníkový tvar matice,

systémy lineárnych rovníc nad poľom F , množina riešení homogénnych a nehomogénnych systémov lineárnych rovníc, existencia a tvary riešení]

3. **Determinanty** [Determinant matice. Vlastnosti determinantov. Výpočty determinantov a ich použitie pri riešení lineárnych rovníc a hľadani inverznej matice]

Diskrétna matematika

(Predmety Úvod do diskretných štruktúr, Úvod do kombinatoriky a teórie grafov)

1. **Základy matematickej logiky** [logické operácie, formuly, výrokové funkcie, kvantifikácia výrokov, tautológia, kontradikcia]
2. **Matematický dôkaz** [logický dôsledok, základné typy matematických dôkazov]
3. **Intuitívny pojem množiny** [základné pojmy a označenia, množinové operácie. Množinové identity]
4. **Karteziánsky súčin množín** [definícia usporiadanej dvojice, karteziánsky súčin dvoch a viacerých množín, množinové identity s karteziánskym súčinom, použitie karteziánskeho súčinu]
5. **Relácie** [skladanie relácií, inverzná relácia, relácie na množinách. Relácia ekvivalencie, rozklad množiny. Tranzitívny uzáver relácie, reflexívno-tranzitívny uzáver – definície, vlastnosti.]
6. **Usporiadania** [definícia čiastočného a úplného usporiadania množiny, ostré a neostré usporiadanie, minimálny, maximálny, prvý a posledný prvok množiny, lexikografické usporiadanie karteziánskeho súčinu]
7. **Zobrazenia** [definícia pomocou relácií, injektívne, surjektívne a bijektívne zobrazenia a ich skladanie]
8. **Mohutnosť množiny** [Základné vlastnosti mohutnosti a nerovnosti. Počítanie s mohutnosťami, súčet, súčin a mocnina.]
9. **Cantor-Bernsteinova veta a jej dôsledky** [formulácia vety, idea dôkazu, usporiadanie kardinálnych čísel]
10. **Konečné a nekonečné množiny** [definícia konečnej množiny, definícia nekonečnej množiny, existencia nekonečných množín, vlastnosti konečných a nekonečných množín]
11. **Spočítateľné a nespočítateľné množiny** [zjednotenie a karteziánsky súčin spočítateľných množín, existencia nespočítateľných množín, Cantorova diagonálna metóda]
12. **Potenčná množina a jej kardinalita** [formulácia Cantorovej vety o potenčnej množine, idea dôkazu, dôsledky pre nekonečné množiny]
13. **Prirodzené čísla a matematická indukcia, Dirichletov princíp** [definícia prirodzených čísel, vlastnosť dobrého usporiadania, dôkaz matematickou indukciou]
14. **Základné pravidlá kombinatorického počítania** [pravidlo súčtu, súčinu, mocnenia, počítanie prvkov množiny dvoma spôsobmi]
15. **Variácie a enumerácia zobrazení** [variácie s opakovaním a bez opakovania, permutácie, určenie ich počtu]
16. **Kombinácie a enumerácia podmnožín** [kombinácie bez opakovania a s opakovaním a určenie ich počtu, príklady kombinácií s opakovaniami]
17. **Binomická a polynomická veta** [znenie a dôkaz, dôsledky]
18. **Rovnosti a nerovnosti s kombinačnými číslami** [identity zahŕňajúce kombinačné čísla, metódy dokazovania identít]
19. **Princíp zapojenia a vypojenia** [formulácia, dôkaz a aplikácie: enumerácia surjektívnych zobrazení, počet permutácií bez pevných bodov]
20. **Hierarchia rastu funkcií, odhady čísla $n!$** [O-symbolika, rádová rovnosť, asymptotická rovnosť, odhady]
21. **Stromy a lesy, kostry, súvislé grafy, meranie vzdialeností v grafe** [definície, vlastnosti, rozličné charakterizácie stromov]
22. **Eulerovské a bipartitné grafy** [charakterizácie eulerovských a bipartitných grafov, algoritmus na nájdenie eulerovského ťahu]

23. **Meranie vrcholovej a hranovej súvislosti grafu** [definície, vzájomný vzťah, artikulácie, mosty, charakterizácia 2-súvislých grafov]
24. **Hamiltonovské grafy** [definícia, postačujúce podmienky, zložitosť problému]

Pravdepodobnosť a štatistika

(Predmety Pravdepodobnosť a štatistika, Integrácia dátových zdrojov, Metódy v bioinformatike)

1. **Definícia pravdepodobnostného modelu a základné vlastnosti pravdepodobnosti** (sigma algebra, pravdepodobnostná miera, princíp inklúzie-exklúzie)
2. **Nezávislosť udalostí, podmienená pravdepodobnosť a Bayesove vety**
3. **Diskrétné náhodné premenné** (distribučná funkcia, stredná hodnota, disperzia, binomické, Poissonovo a geometrické rozdelenie)
4. **Spojité náhodné premenné** (distribučná funkcia, hustota, stredná hodnota, disperzia, rovnomerné, exponenciálne a normálne rozdelenie)
5. **Zákon veľkých čísel a limitné vety** (Markovova a Čebyševova nerovnosť, slabý zákon veľkých čísel, centrálna limitná veta)
6. **Náhodné vektory** (distribučná funkcia, nezávislosť náhodných premenných, kovariancia, korelačný koeficient, stredná hodnota, multinomické a viacrozmerné normálne rozdelenie)
7. **Použitie štatistických testov** (Fisherov exaktný test, chí-kvadrát test, Welchov t-test, Mann-Whitneyho U-test, Bonferroniho korekcia viacnásobného testovania)

Programovanie

1. **Objektovo orientované programovanie** (zapúzdrenie, dedičnosť, polymorfizmus, trieda, modifikátory prístupu, konštruktory, abstraktné triedy a rozhrania), **vnorené triedy** (nested classes), **garbage collection**.
2. **Výnimky** (exceptions) - vyhodenie výnimky, zachytenie a spracovanie výnimiek (try, catch, finally), vlastné triedy výnimiek, checked a unchecked výnimky.
3. **Vlákná (threads)** – stav vlákna (new, runnable, blocked, waiting, timed_waiting, terminated), **životný cyklus vlákna** (vytvorenie, spustenie, zastavenie, ...), **plánovanie vlákien** (fixed-priority scheduling, yield, time-slicing). **Synchronizácia vlákien** (kritické úseky, wait a notify, explicitné zámky a podmienkové premenné).
4. **Generics** (formálne typové parametre, parametrizovaný typ, wildcards, ohraničené wildcards, generic methods).
5. **Návrhové vzory: Composite, Strategy**
6. **Návrhové vzory: Decorator, Abstract Factory**
7. **Návrhové vzory: Bridge, Memento**
8. **Návrhové vzory: Iterator, Visitor**

Tvorba a analýza algoritmov a dátových štruktúr

(Predmety Programovanie, Algoritmy a dátové štruktúry, Tvorba efektívnych algoritmov)

1. **Analýza časovej zložitosti algoritmov.** (Definícia časovej zložitosti. O-notácia. Odhad časovej zložitosti rekurzívnych algoritmov používajúcich metódu rozdeľ a panuj.)
2. **Algoritmy pre triedenie.** (Efektívne algoritmy triedenia porovnávaním. Triedenie v lineárnom čase. Dolný odhad časovej zložitosti každého triedenia porovnávaním.)
3. **Dátové štruktúry v poli.** (Pole s dynamickou veľkosťou – vektor. Zásobník, fronta. Binárna halda a implementácia prioritnej fronty pomocou nej.)
4. **Usporiadané dátové štruktúry.** (Binárne vyhľadávacie stromy. Usporiadaná množina, usporiadané asociatívne pole – slovník. Vyvažovanie binárnych stromov.)

5. **Hešovanie.** (Kolízie a rôzne spôsoby ich riešenia. Narodeninový paradox. Množina, asociatívne pole.)
6. **Základné grafové algoritmy.** (Reprezentácie grafu v pamäti. Prehľadávanie do hĺbky a do šírky. Topologické triedenie.)
7. **Najkratšie cesty v grafe.** (Dijkstrov algoritmus, Floydov-Warshallov algoritmus.)
8. **Najlacnejšia kostra grafu.** (Algoritmus Union-FindSet. Kruskalov algoritmus.)
9. **Násobenie matíc.** (Naivný algoritmus. Strassenov algoritmus. Efektívne umocňovanie matice. Tranzitívny uzáver grafu pomocou umocňovania matíc.)
10. **Dynamické programovanie** (Konkrétne príklady použitia. Charakterizácia problémov riešiteľných dynamickým programovaním. Porovnanie iteratívneho prístupu a rekurzcie s memoizáciou.)
11. **Ďalšie princípy tvorby efektívnych algoritmov.** (Rozdeľuj a panuj, pažravé algoritmy, princíp vyváženosti, voľba vhodnej dátovej štruktúry. Konkrétne príklady použitia.)

Metódy v bioinformatike

1. **Sekvenovanie, zostavovanie genómov** [sekvenovanie DNA a jeho využitie, čítanie (read), párové čítania, kontig, problém najkratšieho spoločného nadslova, de Bruijnov grafy]
2. **Zarovňavanie sekvencií** [Problém lokálneho a globálneho zarovnanie dvoch sekvencií, jeho riešenie pomocou dynamického programovania, skórovacia matica a jej pravdepodobnostný význam, štatistická významnosť (E-value, P-value), heuristické hľadanie lokálnych zarovnaní (BLAST), celogenómové a viacnásobné zarovnania]
3. **Hľadanie génov** [Gén, exón, intrón, mRNA, zostrih a alternatívny zostrih, kodón, genetický kód, skrytý Markovov model (HMM), jeho stavy, pravdepodobnosti prechodu a emisie, Viterbiho a dopredný algoritmus, použitie HMM na hľadanie génov]
4. **Evolúcia a komparatívna genomika** [Fylogenetický strom, zakorenenie stromu, metóda maximálnej úspornosti (parsimony), metóda spájania susedov (neighbor joining), metóda maximálnej vierohodnosti (maximum likelihood), Felsensteinov algoritmus, Jukes-Cantorov model substitúcií a zložitejšie substitučné matice, homológ, paralóg, ortológ, detekcia pozitívneho a negatívneho výberu, fylogenetické HMM, test pomerov vierohodností (likelihood ratio test)]
5. **Expresia génov, regulácia, motívy** [Určovanie génovej expresie pomocou microarray alebo sekvenovaním RNA-seq, hierarchické zhľukovanie, klasifikácia, reprezentácia sekvenčných motívov (väzobné miesta transkripčných faktorov) ako konsenzus, regulárny výraz a PSSM, hľadanie nových motívov v sekvenciách, consensus pattern problem, hľadanie motívu pomocou pravdepodobnostných modelov (EM algoritmus)]
6. **Proteíny** [Primárna, sekundárna a terciálna štruktúra proteínov, proteínové domény a rodiny, reprezentovanie rodiny pravdepodobnostným profilom a profilovým HMM, protein threading, gene ontology]
7. **RNA** [Sekundárna štruktúra RNA, pseudouzol a dobre uzátvorkovaná štruktúra, Nussinovovej algoritmus, minimalizácia energie, stochastické bezkontextové gramatiky, kovariančné modely]
8. **Populačná genetika** [Polymorfizmus, SNP, alela, homozygot, heterozygot, rekombinácia, frekvencia polymorfizmu ako markovovský reťazec, náhodný genetický drift, väzbová nerovnováha (linkage disequilibrium), mapovanie asociácií, LD blok, subpopulácia]

Biochémia

1. **Chémia ako logický základ biologického fenoménu.** Základné vlastnosti živých systémov. Biomolekuly. Vlastnosti biomolekúl. Vlastnosti vody. Typy a význam slabých interakcií v biologických štruktúrach. Hydrofóbne interakcie.
2. **Aminokyseliny a proteíny.** Všeobecný vzorec AK, klasifikácia AK, vzorce AK, optická aktivita, spektroskopické vlastnosti AK, acidobázické vlastnosti AK, zwitterióny, amfotérny charakter AK, izoelektrický bod, štruktúra a vlastnosti peptidovej väzby. Trojrozmerná štruktúra proteínov – primárna, sekundárna (α -helix, β -skladaný list, β -otáčka), terciárna, kvartérna; väzby (interakcie) a

funkčné skupiny uplatňujúce sa pri jednotlivých štruktúrach. Rozdelenie proteínov podľa štruktúry a rozpustnosti (fibrilárne, globulárne, membránové proteíny). Biologická funkcia proteínov, natívna konformácia, denaturácia, renaturácia.

3. **Sacharidy.** Rozdelenie sacharidov, aldózy, ketózy. Vzorce (lineárne – Fischerove, cyklické – Haworthove): glukóza, manóza, galaktóza, ribóza. Pojmy: konfigurácia, konformácia, enantiomér, epimér, diastereomér, poloacetál, poloketál, mutarotácia, α -, β -anoméry. Vznik glykozidovej väzby. Deriváty sacharidov (kyseliny, alkoholy, deoxysacharidy – deoxyribóza, estery sacharidov, aminosacharidy – glukozamín, acetály, ketály, glykozidy). Disacharidy (redukujúce, neredukujúce disacharidy, príklady - laktóza, sacharóza, trehalóza). Štruktúrne polysacharidy – celulóza, chitín (väzby, štruktúra). Zásobné polysacharidy – škrob, glykogén (väzby, štruktúra). Heteropolysacharidy – peptidoglykán, hyaluronát, proteoglykány (základná charakteristika). Sacharidy ako informačné molekuly. Lektíny
4. **Lipidy a biologické membrány.** Funkcie lipidov. Štruktúra a vlastnosti mastných kyselín (kyselina palmitová, steárová, olejová, linolová, linolénová). Triacylglyceroly (tuky, oleje), glycerofosfolipidy (fosfatidyletanolamín, fosfatidylcholín, fosfatidylserín, fosfatidylglycerol, fosfatidylinozitol, kardiolipín), sfingolipidy (sfingomyelíny, cerebrozidy, ceramidy, gangliozidy), vosky, cholesterol – štruktúra a funkcia. Amfipatický charakter niektorých lipidov, agregované formy lipidov - micely, dvojvrstvy. Princíp samovoľného vzniku lipidových agregátov. Biomembrány, membránové proteíny, model tekutej mozaiky. Úloha cholesterolu pri ovplyvňovaní fluidity membrán. Transport cez membrány (pasívny, aktívny). Na^+/K^+ pumpa.
5. **Enzymy.** Význam enzymovej katalýzy. Pojmy – holoenzým, apoenzým, kofaktor, koenzým, prostetická skupina. Klasifikácia enzýmov. Aktívne miesto, špecificita enzýmov. Jednotka enzymovej aktivity – katal. Mechanizmus účinku enzýmov – teória komplementarity, teória indukovaného prispôsobenia. Termodynamické hľadisko priebehu enzymaticky katalyzovaných reakcií, aktivačná energia, prechodný stav. Kinetické hľadisko priebehu enzymaticky katalyzovaných reakcií, faktory ovplyvňujúce rýchlosť enzymovej reakcie, Michaelis – Mentenovej rovnica, parametre K_m a V_{max} ; inhibícia enzýmov – ireverzibilná, reverzibilná – kompetitívna, nekompetitívna. Regulácia enzýmov – alosterickou modifikáciou, kovalentnou modifikáciou, regulačnými proteínmi, proteolytickým štiepením (zymogény).
6. **Základy metabolizmu.** Zdroj a premeny energie v biosfére. I. a II. zákon termodynamický. Chemická energia – entalpia, voľná (Gibbsova) energia, entropia. Endergonické, exergonické reakcie. Podmienka samovoľnosti priebehu chemických dejov. Význam prenášačov energie, úloha, vznik (substrátová fosforylácia, oxidačná fosforylácia, fotofosforylácia) a premeny ATP. Katabolické a anabolické metabolické dráhy, ich význam. Energetické vzťahy medzi katabolickými a anabolickými dráhami. Oxidácia biomolekúl.
7. **Metabolizmus sacharidov.** Glukóza ako zdroj metabolickej energie. Glykolýza – význam, lokalizácia, 2 fázy glykolýzy, jednotlivé reakcie, medziprodukty a enzýmy glykolýzy. Spotreba a vznik ATP počas glykolýzy, substrátová fosforylácia. Osud pyruvátu a regenerácia NAD^+ , anaeróbne - mliečne kvasenie, alkoholové kvasenie, aeróbne – v dýchanom reťazci. Glukoneogenéza – význam, substráty, tri unikátne glukoneogenetické kroky (4 enzýmy), lokalizácia. Coriho cyklus, prenos laktátu zo svalu do pečene, vznik glukózy z laktátu procesom glukoneogenézy. Pentózová dráha: význam, východisková zlúčenina, vznik NADPH, ribulóza-5-fosfátu, reakcie katalyzované dehydrogenázami, izomerázou, epimerázou, transaldolázami, transketolázami.
8. **Citrátový cyklus. Glyoxylátový cyklus.** Vznik acetyl-koenzýmu A z kyseliny pyrohroznovej. Citrátový cyklus – zdroj energie a biosyntetických prekursorov, bunková lokalizácia cyklu. Reakcie citrátového cyklu, jednotlivé medziprodukty a enzýmy. Vznik redukovaných koenzýmov. Tvorba GTP – substrátová fosforylácia. Amfibolický charakter citrátového cyklu, anaplerotické reakcie (pyruvátkarboxyláza). Glyoxylátový cyklus – význam pre rastliny a baktérie, lokalizácia (spolupráca glyoxyzómov a mitochondrií), enzýmy.

9. **Oxidačná fosforylácia.** Štruktúra a funkcia mitochondrií. Zloženie a funkcia dýchacieho reťazca, prenášače elektrónov – cytochrómy, bielkoviny s nehemovo viazaným železom, ubiquinón, flavoproteíny. Zdroj elektrónov vstupujúcich do dýchacieho reťazca. Prenos elektrónov v dýchacom reťazci (komplexy I, II, III, IV, cyt c, ubiquinón). Vznik protónového gradientu. Využitie protónového gradientu na syntézu ATP, enzým ATP-syntáza. Chemiosmotická teória. Ďalšie možnosti využitia protónového gradientu – termogenéza, pohyb baktérií, transport metabolitov.
10. **Fotosyntéza.** Fotofosforylácia ako súčasť fotosyntézy. Štruktúra a funkcia chloroplastov. Pigmenty a ich úloha v procese fotosyntézy. Fotochemické reakčné centrum a deje, ktoré v ňom prebiehajú. Prenos elektrónov fotosystémami I a II. Necyklická a cyklická fotofosforylácia. Fotolýza vody. Vznik NADPH a ATP. Spoločné a rozdielne znaky fotofosforylácie a oxidačnej fosforylácie. Syntéza sacharidov počas fotosyntézy. Tri štádiá asimilácie CO₂. Základné reakcie a funkcia Calvinovho cyklu.
11. **Metabolizmus lipidov.** Mastné kyseliny ako zdroj metabolickej energie. Trávenie tukov – význam žlčových kyselín, enzýmov lipáz; chylomikrónov. Osud mastných kyselín vo svaloch a v tukovom tkanive. Uvoľnenie mastných kyselín z tukového tkaniva a ich prenos do tkanív (funkcia sérumalbumínu). β -oxidácia mastných kyselín – lokalizácia v bunke, prenos mastných kyselín do mitochondrií (funkcia karnitínu). Reakcie β -oxidácie – dehydrogenácia, hydratácia, dehydrogenácia, štiepenie, vznik acetyl-koenzýmu A. Osud acetyl-koenzýmu A – vstup do citrátového cyklu; vznik ketolátok, ich význam. Biosyntéza mastných kyselín – porovnanie s β -oxidáciou, východiskové zlúčeniny, reakcie kondenzácia, redukcia, dehydratácia, redukcia. Zdroje NADPH. Transport triacylglycerolov a cholesterolu u ľudí, lipoproteíny.
12. **Degradácia aminokyselín.** Aminokyseliny ako zdroj metabolickej energie. Odbúranie aminokyselín – odstránenie aminoskupiny transamináciou a deamináciou (enzýmy transaminázy, glutamátdehydrogenáza). Význam glutamínu pri odbúraní AK (enzýmy glutamínsyntetáza, glutamináza.). Formy vylučovania aminoskupiny u rôznych stavovcov. Močovinový cyklus – orgánová a bunková lokalizácia, význam. Osud uhlíkovej kostry aminokyselín, glukogénne, ketogénne aminokyseliny.

Bunková biológia

1. **Vnútrotná organizácia buniek a ich pôvod v evolúcii.** História a kľúčové objavy bunkovej biológie. Bunková teória. Porovnanie prokaryotických a eukaryotických buniek. Komplexná organizácia eukaryotickej bunky. Význam intracelulárnej kompartmentalizácie a vnútrobunkový dialóg. Vznik buniek v evolúcii. Pôvod komplexnej (eukaryotickej) bunky.
2. **Bunkové jadro: štruktúra a dynamika chromozómov.** Prokaryotické, eukaryotické a organelové chromozómy. DNA a proteínové komponenty chromozómov. Distribúcia chromozómov pri delení buniek. Objav úlohy DNA. Replikačné stratégie DNA. Experimenty Meselsona a Stahla. Semikonzervatívny mechanizmus syntézy DNA. Iniciácia, elongácia a terminácia replikácie (replikačné počiatky, replikačné bubliny. Okazakiho fragmenty, leading a lagging vlákno). Replizóm. Kľúčové enzýmy v replikácii: DNA polymerázy, primázy, ligázy, helikázy, topoizomerázy, ssb proteíny.
3. **Mechanizmy opravy poškodenej DNA.** Poškodenia chromozomálnej DNA. Fyzikálne, chemické a biologické mutagény. Príčiny vzniku spontánnych mutácií. Reparačné mechanizmy (fotoreaktivácia, bázo- a nukleotidová excízná reparácia, rekombinačná oprava, SOS odpoveď). Ochorenia spôsobené defektmi v oprave DNA.
4. **Transkripcia a úlohy RNA v bunke.** Úloha RNA v interpretácii genetickej informácie. Typy RNA (mRNA, rRNA, tRNA, malé RNA). Katalytické vlastnosti RNA. Svet RNA a evolúcia živých systémov. Transkripcia. Iniciácia, elongácia a terminácia transkripcie. RNA polymerázy. Transkripčné faktory. Porovnanie transkripcie v prokaryotoch a eukaryotoch.

5. **Syntéza a distribúcia proteínov v bunkách.** Objav a vlastnosti genetického kódu. Štruktúra a vlastnosti tRNA. Štruktúra a funkcie ribozómov. Ribozomálne RNA a proteínové komponenty ribozómu. Základné etapy translácie (iniciácia, elongácia a terminácia). Porovnanie prokaryotickej a eukaryotickej proteosyntézy. Inhibítory proteosyntézy. Vnútrobunková lokalizácia proteosyntézy. Distribúcia proteínov v bunke.
6. **Princípy kontroly expresie génov.** Definície génu. Úrovnne kontroly expresie génov. Operónový model. Pokusy Jacoba a Monoda. Negatívna a pozitívna kontrola expresie. Katabolická represia. Atenuácia. Regulácia životného cyklu fága lambda. Porovnanie kontroly génovej expresie v prokaryotických a eukaryotických bunkách. Kontrola na úrovni transkripcie a posttranskripčné úpravy RNA. Kontrola na úrovni translácie a posttranslačné úpravy proteínov.
7. **Úloha biologických membrán v eukaryotickej bunke.** Kompartimentalizácia bunky. Štruktúra a funkcie membrán. Transport cez membrány. Vektorové procesy viazané na membrány. Úloha membrán v prenose nervového signálu.
8. **Mitochondrie a chloroplasty.** Ultraštruktúra a funkcie semiautonómnych organel. Špecifické úlohy membrán mitochondrií a chloroplastov. Organelové genómy. Oxidatívna fosforylácia. Fotosyntéza-fotofosforylácia.
9. **Endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát.** Štruktúra, funkcie, biogenéza a distribúcia. Hladké a drsné endoplazmatické retikulum, sarkoplazmatické retikulum. Vezikulárny transport. Úloha v distribúcii a transporte proteínov v eukaryotickej bunke.
10. **Vakuoly, lyzozómy a peroxizómy.** Štruktúra, funkcie, biogenéza a distribúcia. Metabolizmus. Klinický význam lyzozómov a peroxizómov.
11. **Cytoskelet ako dynamická štruktúra.** Komponenty cytoskeletu. Cytoskelet ako pohybový aparát: vezikulárny transport, bunková motilita a delenie buniek.
12. **Od jednotlivých buniek k tkanivám a mnohobunkovým organizmom.** Bunkové povrchy. Cytoplazmatická membrána a bunková stena. Extracelulárna matrix. Bunky v sociálnom kontexte. Biofilmy. Bunky ako súčasť tkanív. Epitely a medzibunkové spojenia. Quorum sensing. Medzibunková komunikácia a bunková smrť.

Genetika

1. **Molekulárne základy dedičnosti** – štruktúra a replikácia DNA, transkripcia, translácia, regulácia génovej expresie na transkripčnej a post-transkripčnej úrovni.
2. **Cytologické základy dedičnosti** – štruktúra chromozómov na mikroskopickej a molekulovej úrovni; funkcia chromozómov; distribúcia genetických štruktúr pri delení buniek eukaryotov (mitóza a meióza). Spôsoby rozmnožovania organizmov a ich úloha v udržiavaní genetickej variability.
3. **Mendelistická dedičnosť** - monohybridné, dihybridné a polyhybridné kríženie s úplnou dominanciou; princípy a možnosti genetickej analýzy u človeka;
4. **Rozšírená mendelistická genetická analýza** - neúplná dominancia a kodominancia; mnohonásobný alelizmus; letálne gény; interakcie génov; penetrancia a expresivita.
5. **Dedičnosť a pohlavie** – genetická determinácia pohlavia u mikroorganizmov, rastlín, živočíchov a človeka; štruktúra a funkcia pohlavných chromozómov; dedičnosť znakov, ktorých gény sú uložené na pohlavných chromozómoch (dedičnosť znakov viazaných na pohlavie); dedičnosť znakov pohlavím ovládaných a ovplyvnených.
6. **Väzba génov** - väzbové skupiny; priebeh dedičnosti znakov pri väzbe génov (úplnej a neúplnej); väzbové fázy; techniky mapovania génov; "trojbodový test" (kríženie trihybrida s homozygotne recesívnym rodičom); interferencia a koincidencia.
7. **Mimojadrová dedičnosť** - štruktúra a funkcia mitochondriálneho a chloroplastového genómu; genetický kód v DNA mitochondrií; dedičnosť znakov determinovaných mimojadrovými genómami; charakteristické znaky mimojadrovej dedičnosti; symbionty a ich úloha v mimojadrovej dedičnosti; matriklínný efekt.

8. **Genetická analýza u prokaryotov** - štruktúra chromozómu; plazmidy a pohyblivé elementy u prokaryotov; konjugácia, transformácia a transdukcia – priebeh a spôsoby genetickej analýzy.
9. **Dedičná a nededičná premenlivosť** - modifikácie a norma reakcie; mutácie – klasifikácia; génové mutácie, chromozómové aberácie, polyploidia; mechanizmus vzniku mutácií na molekulárnej úrovni – DNA (zámena báz a posun čítania genetického kódu); spontánne mutácie – príčiny a mechanizmus vzniku mutácií; indukovaná mutagenéza alkylačnými látkami, analógmi báz a interkalačnými činidlami; detekcia mutácií; reparačné mechanizmy.
10. **Populačná a kvantitatívna genetika** - génové a genotypové frekvencie; Hardy-Weinbergov zákon; činitele meniace génové frekvencie v populácii – mutácie, selekcia, migrácia, génový posun (drift), inbríding (príbuzenské kríženie); charakteristika kvantitatívnych znakov; polygénna dedičnosť; zložky fenotypovej variability; dedivosť (heritabilita).
11. **Evolúcia ako biologický fenomén** – predstavy o evolúcii pred Darwinom, základné prvky a postuláty Darwinovej evolučnej teórie
12. **Mutácie a selekcia ako základné evolučné činitele.** – r-selekcia a K-selekcia; základné populačno-genetické selekčné modely, hypotéza „červenej kráľovnej“
13. **Genetický drift ako evolučný činiteľ** – náhodné zmeny génových frekvencií v malých populáciách, Kimurova teória neutrálnej evolúcie
14. **Mikroevolúcia a makroevolúcia** – vznik nových druhov (speciácia), reprodukčné bariéry; analýza fylogénzy a konštrukcia dendrogramov – fylogenetika, fenetika, kladistika
15. **Molekulárna evolúcia** – gény ako historické dokumenty, molekulové hodiny, univerzálny fylogenetický strom
16. **Vznik života** – chemická evolúcia, pôvod a evolúcia prokaryotickej a eukaryotickej bunky – kedy, kde a ako?; svet RNA; extrémofilné organizmy; mitochondrie a plastidy – endosymbiotická teória