

**ZÁRÓVIZSGA TÉTELEK**  
**MIKROBIOLÓGUS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAKOS HALLGATÓK**  
**SZÁMÁRA**

(A záróvizsga tételsorát a törzsanyag 20 tétele,  
továbbá a választható anyagból a vizsgázó által megjelölt 10 tétel képezi.)

**I. Törzsanyag**

1. Mikroorganizmusok a bioszférában. A mikrobák szerveződési szintjei. Az élővilág három doménjének elkülönítése. A recens prokarióta sejt organizációja, prokarióta (Bacteria, Archaea) és eukarióta sejt összehasonlítása. A mikrobák rendszerezésének alapelvei. Fajkonceptiók a prokarióták világában.
2. A prokarióta sejtek felépítése. A citoplazma membrán típusai, szerkezete és működése. A nukleáris állomány, citoplazmatikus zárványok, tartalék tápanyagok, az endospóra képződése, szerepe, felépítése. A prokarióták sejtfalszerkezeti típusai, a sejtfal bioszintézise, glikokalix, S-layer. A baktériumok mozgása, a csilló felépítése és működése, taxisok, rajzás, fimbria, pilus.
3. A prokarióták anyagcsere típusait meghatározó tényezők. Tenyésztési eljárások. A baktériumok tenyészhetősége. Tenyésztési feltételek (pH, hőmérséklet, oxigén, ozmózis, nyomás, stb). Dúsítási eljárások, gradiens tenyésztés. Speciális tenyésztési technikák. Mikroorganizmusok fenntartása, tárolása. Izolátum, tiszta tenyészet, törzs, típus-törzs. Baktériumtörzsek morfológiai, biokémiai-fiziológiai-ökológiai és kemotaxonomiai vizsgálata.
4. A mikroorganizmusok szaporodásának korlátozása. A baktériumok pusztulása: statikus- és cid hatás, túlélési görbe. Sterilizáció (mechanikai eljárás, hőhatás, szűrés, sugárzás, gázsterilizálás). Fertőtlenítés, a fertőtlenítés hatásosságát befolyásoló tényezők. A kémiai fertőtlenítőszerkec csoportosítása. Sterilizálási és fertőtlenítési határfok ellenőrzése.
5. Antibiotikumok és kemoterápiás szerek. Az antimikrobiális szerek csoportosítása hatásmechanizmus és spektrum szerint. Az antibiotikum érzékenység vizsgálatának lehetőségei. A természetes és szerzett antibiotikum rezisztencia okai és terjedése. Körültekintő antibiotikum használat.
6. A mikroorganizmusok tenyésztéstől független vizsgáló módszerei. Mikroszkópia (fénymikroszkópok, fáziskontraszt mikroszkóp, pásztázó konfokális lézer (CSL) mikroszkópia. transzmissziós (TEM), pásztázó (SEM) elektronmikroszkópia). Genetikai diverzitásvizsgáló módszerek. Molekuláris klónkönyvtárak. Újgenerációs szekvenálási eljárások. Metagenomika, metatranszkriptomika, metaproteomika. Phylochip/Geochip technikák.
7. A prokarióta anyagcsere alapvonásai: az energiaszerzés és konzerválás típusai (a termodinamika alapjai, redoxpotenciál, oxidáció-redukció, fermentáció, légzés, fototrófia). A prokarióták légzési elektrontranszportlánc, elektronszállítók, ATP-szintézis. Az elektron donorok változatossága. Aerob/anaerob légzés, alternatív elektronakceptorok.
8. A szén biogeokémiai ciklusa. Autotróf széndioxid fixációs mechanizmusok (Calvin-ciklus, Fordított citromsav-ciklus, hidroxipropionát-ciklus). Metanogenezis, szintrófia, metanotrófia, metilotrófia, acetogenezis. Szervesanyagok biodegradációja: cellulóz- és ligninbontás. Szénhidrogének mikrobiális transzformációi. Xenobiotikumok biodegradációja, biotranszformációja, bioremediációja. Kometabolizmus-kooxidáció.

9. A nitrogén biogeokémiai ciklusa. A biológiai nitrogén fixáció. Szabadon élő és szimbionta nitrogénkötők. A nitrogenáz rendszer. A nitrát asszimilatórikus és disszimilatórikus redukciója (dentrifikáció), nitrifikáció és ammonifikáció. Anaerob ammónia oxidáció.
10. A kén biogeokémiai ciklusa. A szulfát asszimilatórikus és disszimilatórikus redukciója, kén légzés. Redukált kénvegyületek oxidációja. Kénbaktériumok: zöld- és bíbor baktériumok (anoxikus fotoszintézis) és színtelen baktériumok (kemolitorófia). Szulfurétum. Biokorrózió.
11. Fajok közötti fajok közötti kooperatív és destruktív kölcsönhatások (mutualizmus, szintrofizmus, protokooperáció, kommenzalizmus, kometabolizmus, neutralizmus, amenzalizmus, kompetíció, parazitizmus, predáció). Biofilmek (képződés, érés, heterogenitás, gradiensek, diszperzió). Quorum sensing.
12. Növény-mikroba kölcsönhatások: rizoszféra, rizoplán. Állat-mikroba kölcsönhatások: biolumineszcencia, növényevők bakteriológiája. Az egészséges emberi szervezet (szájüreg, bőr, gyomor és bélrendszer, húgy és ivarszervek) normál mikrobiotája. A humán mikrobiom változása a születéstől a halálig. Az emberi mikrobiomhoz köthető rendellenességek (bél-agy tengely).
13. A bakteriális genom jellemzői. Az *E. coli* kromoszómája és replikációja; a bakteriális genom dinamikája. A mutációk típusai, DNS-hibajavítás baktériumokban; a mutagének és az Ames teszt. A génextpresszió szabályozása *E. coli*-ban. A transzkripció és a transláció mechanizmusa és szabályozása; a szigma faktorok és represszorok működése, a negatív és pozitív szabályozás a katabolit és anabolit folyamatokban, az attenuáció a *lac*, *ara* és *trp* operonok bemutatásán keresztül.
14. Rekombináció baktériumokban. Az *E. coli* rekombinációs apparátusa, a horizontális géntranszfer baktériumokban: a transzformáció, a transzdukció és konjugáció menete. A bakteriális plazmidok jellemzői; F-plazmidok és R-plazmidok; mozgó genetikai elemek típusai és transzpozíciója a baktériumokban; az antibiotikum rezisztencia mechanizmusa és kapcsolata a plazmidokkal és transzpozonokkal.
15. Géntechnológia. A hagyományos klónozás főbb lépései és elméleti háttere; a PCR elve, főbb típusai, gyakorlati eljárások; vektorok jellemzői, típusai; klónkönyvtárak; hibridizációs módszerek. Új típusú klónozási technológiák; a rekombináns technológiák alkalmazása baktériumokban. Genomikai és bioinformatikai eljárások a mikrobiális genetikában.
16. A bakteriofágok genetikája. A fágok általános jellemzése és fenntartásuk laboratóriumi körülmények között; lizogén és lítikus életciklus; fágtérképezés; a lambda fág litikus-lizogén ciklusának genetikai szabályozása; a CRISPR rendszer baktériumokban; rekombinációs térképezés fágokban.
17. A vírusok általános tulajdonságai. A virion, vírus szimmetriák. A vírusok szaporítása, "vírusszámlálás". A vírusok szaporodásának általános jellegzetességei. Vírusok rendszerezésének alapelvei. Vírus-gazda koevolúció.
18. Patogenitás, virulencia. Állati, humán és növényi kórokozók virulencia faktorai. Toxigenitás, endo és exotoxinok. Infekció és betegség. Fertőző és járványos betegségek. Járványtani terminológia. Vektorok szerepe betegségek terjedésében.
19. Az immunrendszer felépítése, az immunrendszer sejtjei, limfoid szervek és szövetek. A veleszületett és az adaptív immunrendszer általános jellemzése. Az antigén fogalma, szerkezete, antigenitás, immunogenitás, tolerancia.

20. Biotechnológia - ipari mikrobiológia – fermentációs technológia elemeinek ismertetése a kukorica-keményítő, illetve a lignocellulóz alapú etanoltermelés kapcsán. Probiotikumok, prebiotikumok, szinbiotikumok. Orvosi biotechnológiai fejlesztések: CRISPR, xenotranszplantáció, adenovírus alapú terápiás eljárások. SARS-CoV-2 vakcinák és rekombináns vakcinák.

## II. Választható tételek

1. A veleszületett immunrendszer működése. A komplementrendszer jellemzése és funkciói. Mieloid sejtek jellemzése és szerepük a kórokozók elleni védelemben. Gyulladás.
2. Az adaptív immunrendszer működése. A T-sejt alpopulációk és szerepük a kórokozók elleni védekezésben. Antigénbemutató és az MHC-molekulák jellemzése. A B-sejtek effektor mechanizmusai. Az ellenanyagok szerkezete és funkciója.
3. Intracelluláris kórokozók (vírusok, baktériumok, protozoonok) elleni immunválasz: a védekezésben fontos szerepet játszó sejtek, effektor mechanizmusok, citokinek, az intracelluláris patogének menekülési útvonalai. Immunizálás, aktív és passzív immunitás kialakulása, vakcináció.
4. Extracelluláris kórokozók (férgek, paraziták, baktériumok, gombák) elleni immunválasz: a védekezésben fontos szerepet játszó sejtek, effektor mechanizmusok, citokinek, az extracelluláris patogének menekülési útvonalai. Extracelluláris kórokozók elleni védelem kialakításának lehetőségei.
5. Az algák általános jellemzői és ökológiai szerepe: definíció, morfológia, fényhasznosítás, planktonikus életforma, táplálékhálózatok, eutrofizáció. Algavizsgálati módszerek: mintavétel, mikroszkópia, tenyésztés és fiziológiai vizsgálatok, DNS alapú módszerek. Algológia a gyakorlatban.
6. Az algák rendszerezésének alapelvei. Cianobaktériumok avagy a „kékalgák”. Eukarióta algák: zöldalgák, vörösmoszatok, heterokont algák, mészmoszatok és egyéb alga divíziók. Különböző vizes élőhelyek, élőbevonatok algái. Magyarország jellemző algái.
7. Egysejtűek az Eukarya doménben. A nagy eukarióta szuper csoportok rövid bemutatása. Az eukarióta egysejtűek jelentősége. Mozgás, mozgásformák: amőboid mozgás és állábtípusok, ostormozgás, csillók és szinciliumok. Reprodukció, sejtmag, szexualitás. Morfogenezis.
8. Az Opisthokonta, Amoebozoa, Rhizaria kládok fontosabb törzseinek rövid bemutatása példafajokkal. Heterotróf életmódú egysejtűek az Archaeplastida, Euglenozoa, Dinozoa, Stramenopila kládokban. Az Alveolata klád törzseinek ismertetése. A Discoba és Metamonada törzsei. Humán- vagy állategészségügyi, valamint ökológiai jelentőség hangsúlyozása a példafajoknál.
9. A gombák szerveződésének sajátosságai. Ivaros és ivartalan életciklusok. A gombák élettanának és ökológiájának alapjai.
10. A gombák filogenetikai rendszere. A fontosabb csoportok jellemzése. A mating típus váltás genetikája.
11. Parazitológiai alapfogalmak, a gazda-parazita kapcsolat jellemzői, parazitózisok diagnosztikájának alapelvei. Elősködő protozoonok.

12. Élősködő laposférgek (pl. májmetely, galandférgek), fonálférgek (pl. *Dirofilaria*, *Trichinella* spp.) fontosabb csoportjainak ismertetése példákon keresztül.
13. Élősködő ízeltlábúak (pl. kullancsok, kétszárnyúak, tetvek, bolhák) fontosabb csoportjainak ismertetése példákon keresztül.
14. A bakteriális infekciók diagnosztikája. Patogén baktériumok tenyésztése és azonosítása. Immunológiai módszerek. Az antibiotikum érzékenység in vitro vizsgálata. Nukleinsav alapú technikák a bakteriális fertőzések diagnosztikájában.
15. Légúti bakteriális fertőzések. *Corynebacterium* fajok, *Streptococcus* és *Mycobacterium* fajok által okozott megbetegedések. Legfontosabb nem-fermentáló Gram-negatív baktériumok (*Pseudomonas* spp. és *Acinetobacter* spp.) által okozott megbetegedések.
16. A bélrendszer bakteriális kórokozói. Ételfertőzést és ételmérgezést okozó mikrobák. Legfontosabb bélbaktériumok és általuk okozott human betegségek (*E. coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Yersinia* spp., *KES csoport*, *Vibrio*, *Listeria*, *Helicobacter* és *Campylobacter* fajok és általuk okozott human betegségek).
17. Szisztémás fertőzést és agyhártyagyulladást okozó leggyakoribb baktériumok. *Staphylococcus* spp., *Neisseria* spp. által okozott leggyakoribb human fertőzések.
18. A húgy és ivarszervek bakteriális kórokozói, szexuális úton terjedő baktériumfertőzések. (Bélbaktériumok, *Enterococcus* fajok, *Staphylococcus saprophyticus* és *Treponema* spp., *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis*). A leggyakoribb anaerob baktériumok (*Clostridium*ok, *Bacteroides* spp., *Fusobacterium* spp. és anaerob coccusok) és az általuk okozott megbetegedések.
19. Zoonózisok. Hazai és trópusokról importálható arbovírus fertőzések, robovírusok, vérzéses lázak, veszettség, ornithosis, Q-láz, yersiniosis, brucellosis, tularémia, Lyme-kór, rickettsiosis.
20. Vírusbetegségek diagnosztikája. A humán virológiában használatos módszerek. Jellegzetes növényi vírusbetegségek. A növényi vírus rezisztencia kialakításának lehetőségei.
21. Haszonállatokban bejelentési kötelezettség alá tartozó betegséget okozó vírusok jellemzése (afrikai sertéspestis vírus, klasszikus sertéspestis vírus, ragadós száj- és körömfájás vírus, kéknyelv-betegség vírus, Aujeszky-betegség vírus, amerikai lóencephalitis vírusok, sűrűlókór és kergemarhakór kórokozói, influenzavírusok, baromfipestis vírus, nyugat-nílusi vírus).
22. Kisállatok legfontosabb vírusainak jellemzése (veszettség vírusa, kutya parvovírus, nyúl vérzéses betegségét okozó vírus, myxomatosis vírus, szopornyica vírus, macska leucosis és immundeficiencia vírusok, kutya herpeszvírus, macska fertőző hashártyagyulladását okozó vírus).
23. Légutakon terjedő vírusok (influenzavírusok, coronavírusok RSV, parainfluenzavírusok, humán metapneumovírus, mumpszvírus, kanyaróvírus, rubeolavírus, parvovírusB19, VZV, feketehimlő).
24. Enterálisan terjedő vírusok (calivírusok, rotavírusok, astrovírusok, adenovírus 40 és 41, hepatitis A és E vírusok, enterovírusok).
25. Kontakt módon és vérrel terjedő vírusok (HIV, HBV, HCV, HDV, herpeszvírusok, papillomavírusok).

26. Fizikai, kémiai és biológiai tartósítási műveletek (hőkezelés, hőelvonás, vízelvonás, szabályozott és módosított légterű tárolás; adalékanyagok, szerves és szervetlen tartósítószer, természetes antimikrobás anyagok). Élelmiszer fermentációk.

27. Kombinált és új tartósítási eljárások (módosított légterű tárolás, sous-vide, ionizáló sugárzás, HHP, PEF, kombinált tartósítási példák). Biokontroll az élelmiszeriparban (probiotikumok, bakteriocinek, antagonisták mikrobák).

28. Élelmiszerhigiéniák; tisztítás-fertőtlenítés (az üzem telepítése és építészet, feldolgozás, személyi higiénia, karbantartás, kártevő mentesítés). Élelmiszer-biztonság (komplex élelmiszer-minőség elemei, kémiai veszélyek, jelölések, allergia-intolerancia) és HACCP.

29. Az állati és növényi sejt- és szövettenyésztés alapfogalmai, munkafolyamatai. A sejt- és szövettenyésztés munkakörnyezetének kialakítása, tárgyi eszközei. A tápközégek jellemzői. A kialakított sejt-kultúrák típusai, jellemzői, felhasználási lehetőségei.

30. A növényi mikroszaporítás fogalma, menete (inokulum sterilizálás, tenyészet indítás, felszaporítás, gyökeresítés, akklimatizálás), egyéb felhasználási lehetőségei (génbank, vírusmentesítés). A protoplaszt fogalma, létrahozása, tenyésztése, felhasználási területei.