



Mezőgazdasági Iskola
Topolya



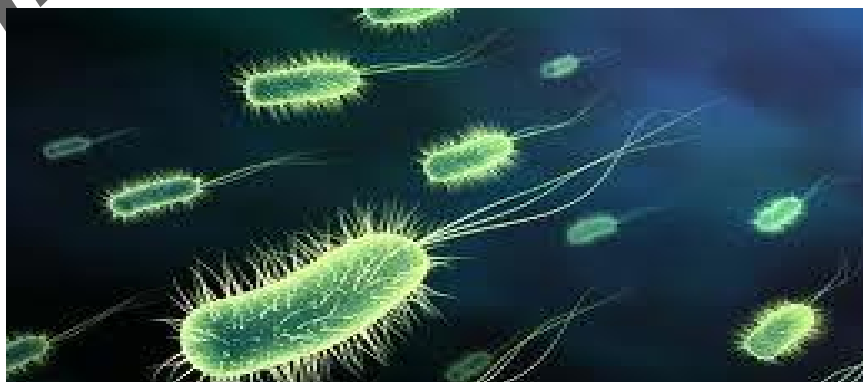
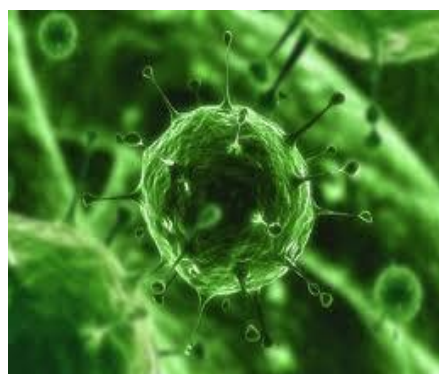
Készült a
Magyar Nemzeti Tanács
támogatásával

Cipó Ibolya

Epizootiológia I

(Általános mikrobiológia)

jegyzetfüzet a Mezőgazdasági Iskola diákjainak



Topolya, 2011

ÁLTALÁNOS MIKROBIOLÓGIA

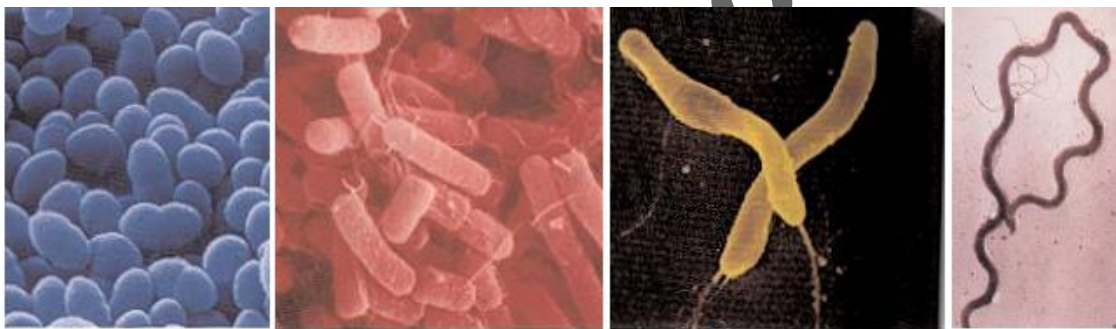
I. A mikroorganizmusok alakja és felépítése

1. A baktériumok alakja és felépítése

A baktériumok néhány mikrométer (μm) nagyságú, egysejtű mikroorganizmusok. Mikroszkóp segítségével tanulmányozzuk őket. A sejt felépítésének tanulmányozásához a baktériumok festését alkalmazzuk.

Alakjuk szerint három csoportba sorolhatók:

1. gömb alakú baktériumok – coccus
2. pálcika alakú baktériumok – bacillus
3. csavart vagy spirál alakú baktériumok



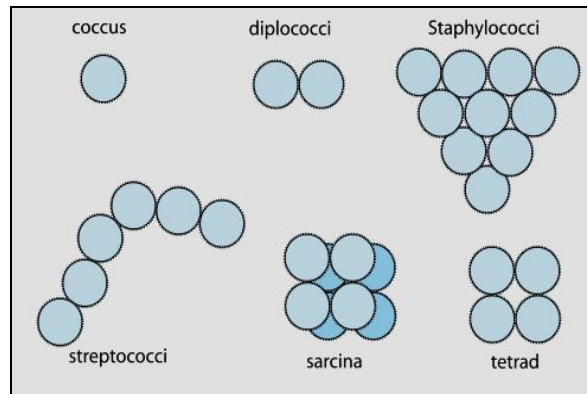
A baktérium sejtek alakjai

A **gömb** alakú baktériumok nem mindig szabályos gömb alakúak. Van, hogy kissé megnyúlnak, elipszis alakúak lesznek. Ezek a kokkobacillusok.

A baktériumok osztódásuk során több síkban is osztódhatnak. Attól függően, hogy osztódás után szétválnak-e vagy együtt maradnak az újonnan keletkezett sejtek, többféle gömb alakú baktériumot különböztetünk meg:

1. monococcus (micrococcus) – egyedülálló gömb alakú sejt
2. diplococcus – a sejtek egy síkban osztódnak, és osztódás után párosával összekapcsolódva maradnak
3. streptococcus – a sejtek szintén egy síkban osztódnak, de osztódás után összekapcsolódva maradnak, hosszabb-rövidebb láncot alkotva
4. tetracoccus – a sejtek két síkban osztódnak és négy sejtből álló csoportokat képeznek
5. staphylococcus – a sejtek három síkban osztódnak, rendszertelen módon és szabálytalan elrendeződésű, szőlőfürtszerű sejthalmazok alakulnak ki

6. sarcina – a sejtek szintén három síkban osztódnak, de szabályos rend szerint és nyolc vagy több sejt csomagszerű elrendeződését képezik.



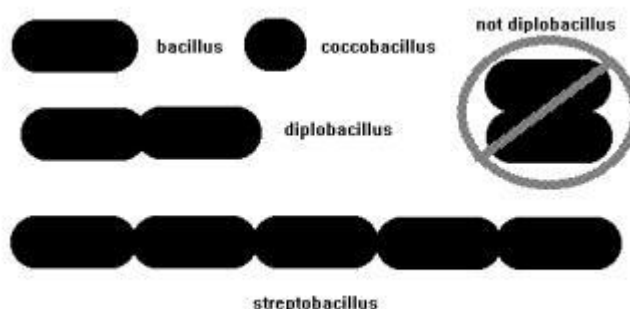
A gömb alakú baktériumok osztódás utáni formáinak vázlatos rajza.

A **pálcika** alakú baktériumok lehetnek rövid vagy hosszú, vékony vagy vastag pálcikák. A pálcikák végei lehetnek gömbölyűek, vágottak vagy hegyesek.

A gömb alakú baktériumokhoz hasonlóan, osztódás után gyakoriak az egyedülálló sejtek, vagy ők is jellegzetes alakzatokat alkotnak:

1. monobacillus – egyedülálló pálcika alakú sejt
2. diplobacillus – osztódás után végeikkel összekapcsolódva maradnak, párosával
3. streptobacillus – osztódás után végeikkel összekapcsolódva maradnak, hosszabb-rövidebb láncot alkotva
4. palisad – osztódás után egymás mellé rendeződnek a sejtek, szabályos halmazokba

Előfordulhat az is, hogy a pálcika alakú baktériumok osztódás után **H Y V** betű alakzatba rendeződnek.



A pálcika alakú baktérium osztódás utáni formái.

A **spirál** alakú baktériumok leginkább különálló sejtéként fordulnak elő. A csavarulatok száma és amplitúdója alapján lehetnek:

1. vibrio – rövid, nem teljes menetet képező, görbült vesszőszerű baktériumforma

2. spirillum – egy, de legtöbb 3-4-szeresen, enyhén csavarodott forma (dugóhúzóra emlékeztet)
3. spiroheta – több (10-15) éles, rugalmas csavarulattal rendelkező forma.



A spirál alakú baktériumok alakjai.

A baktérium sejt alapját a *sejtplazma* (citoplazma) képezi, ami áttetsző, félig folyékony, kocsonyás anyag. Ebben található a maganyag, a vakuólumok, riboszómák és más sejt szervecskék. A citoplazmát *sejthártya* (citoplazma hártya) veszi körül. Ez egy féligáteresztő hártya, ami szabályozza az anyagok ki- és beáramlását a sejtbe, és fontos szerepet játszik a baktériumok táplálkozásában. A *sejtfal* a sejthártyán kívül helyezkedik el, és egy erős, vékony, rugalmas burok. Biztosítja a sejt alakját, és szerepe van a baktériumsejt védelmében.

A sejtfal egyik alkotórésze a murein, ami valójában egy nagy glükopeptid molekula. Attól függően, hogy a baktériumsejt sejtfala mennyi mureint tartalmaz, a baktériumok két nagy csoportba oszthatók:

Gram + baktériumok–sejtfaluk 60-100% mureint tartalmaz (Gram festéskor sötétlilák, kékék),

Gram – baktériumok–sejtfal 10-20% mureint tartalmaz (Gram festéskor pirosak).

A sejtfal bizonyos vegyi anyagok (antibiotikumok, enzimek) hatására elveszítheti védő szerepét.

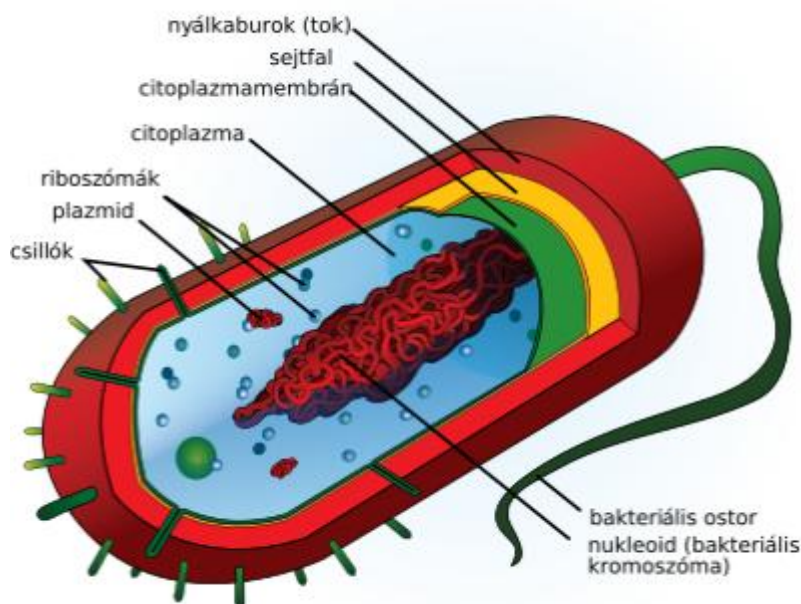
Egyes baktérium fajták rendelkeznek még *kapszulával* vagy tokkal. A tok egy vékonyabb vagy vastagabb nyálkás burok. Ez egyrészt, védi a baktérium sejtet a külső káros hatásoktól, másrészt, csökkenti a fagocitózis veszélyét. A tok főleg szénhidrátokból épül fel. Tokot csak azok a baktériumok termelnek, amelyek genetikailag rendelkeznek ezzel a tulajdonsággal.

A *citoplazma* a 80% víz mellett tartalmazza a nukleáris állományt, a riboszómákat, enzimeket, ásványi sókat, cukor-, zsír- és fehérjeszemcséket. Ezeket, az anyagokat a baktériumok saját sejtjük építésére és energiaforrásként használják.

Sejtmag (nucleus) – a baktériumok prokarióták, azaz sejtmag nélküli sejtek. A maganyag szétszórtan található a citoplazmában. A baktériumkromoszómát alkotó DNS molekula a sejt közepén gombolyagszerűen összetekeredve helyezkedik el.

Egyes pálcika alakú baktériumoknál megfigyelhetők *csillók* vagy *ostorok* (flagellum), melyek a baktérium aktív mozgásszervei. Elhelyezkedésük a sejten és számuk jellemző az egyes fajtákra.

A *fimbriák* vagy *pilusok* a baktériumon található szőröcskék. A csillóknál rövidebbek és nem játszanak szerepet a mozgásban, hanem segítik a baktérium tapadását a különböző anyagokra, növelik a testfelületét, és egyes fajoknál ivarszervként is szolgálnak az ivaros szaporodás során (konjugáció).



A baktérium sejt felépítése.

A csillók száma és elhelyezkedése alapján, az összes ostoros baktérium négy csoportba sorolható:

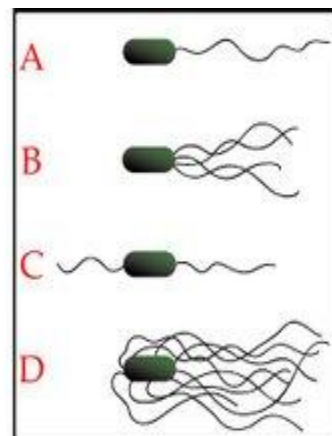
1. monotrich – egyetlen ostor a sejt egyik végén
2. lofotrich – több ostor a sejt egyik végén
3. amfitrich – egy-egy ostor van a sejt mindkét végén
4. peritrich – több ostor van a sejt egész felszínén

A – Monotrichous

B – Lophotrichous

C – Amphitrichous

D – Peritrichous



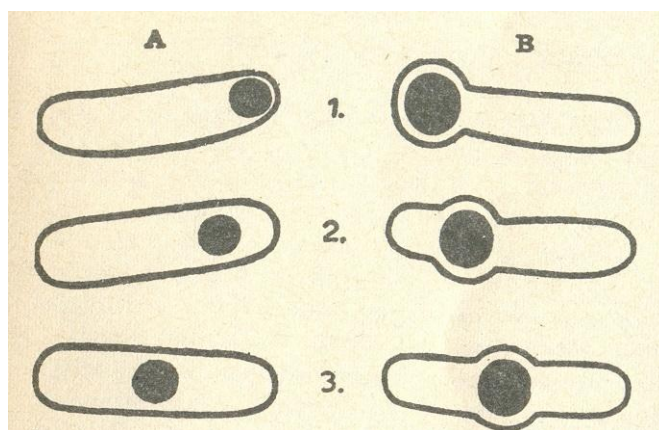
1.1. A baktériumok spórái

Egyes pálcika alakú baktériumok képesek vegetatív formából (melyben működő életfolyamatok vannak, szaporodik, táplálkozik) átalakulni ellenálló spórává. A spórák nem táplálkoznak, nem szaporodnak, az életfunkcióik pedig minimálisak.

Azokat a baktériumokat, amelyek spórákat termelnek *sporogén* baktériumoknak nevezzük. A spórák kedvezőtlen körülmények között keletkeznek. A spóratermelő képesség fajhoz kötött genetikai tulajdonság. A baktériumok csak egy spórát termelnek, és ez mindig a sejten belül képződik (endospóra). A spóra keletkezésének folyamatát *sporulációnak* hívják.

A spóra elhelyezkedhet a sejt közepén, a végében vagy a sejt egyik végéhez közelebb.

A spóra lehet kisebb a baktériumsejtnél (*Bactridium*), így nem okoz elváltozást a sejt alakjában vagy lehet nagyobb a baktériumsejtnél (*Clostridium*, *Plectridium*), amikor megváltozik a sejt alakja. Ez fontos azonosítási jellemzője a különféle spóráképző baktériumoknak.



A. A *Bactridium* típusú spóra különböző elhelyezkedése a baktériumsejtben.

B. A *Clostridium* és *Plectridium* típusú spórák elhelyezkedése a baktériumsejtben.

A spórák nagyon ellenállóak a magasabb hőmérséklettel, vegyszerekkel, kiszáradással stb. ellen. Amikor megfelelő körülmények közé kerülnek, a spórák kicsíráznak és újra vegetatív formává, élő sejté alakulnak vissza.

2. Az élesztőgombák alakja és felépítése

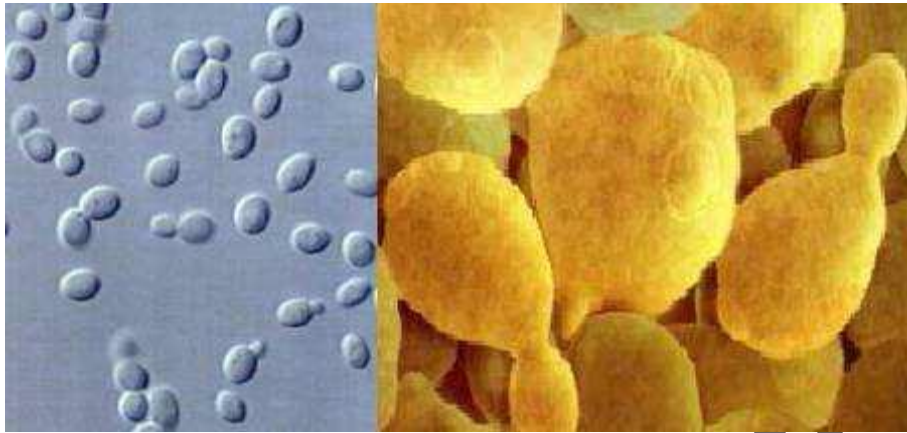
Az élesztőgombák kerek vagy ovális alakú egysejtű mikroorganizmusok. Nagyon elterjedtek a természetben. Megtalálhatók a talajban, a növények- és termésük felületén (szőlő, gyümölcs). Az állatoknál az emésztőrendszerben, a kérődzők előgyomrában találhatók.

Mivel, a baktériumokhoz hasonlóan nincsen klorofilljuk, ezért a magasabb rendű növényektől és állatoktól függenek, melyek biztosítják számukra a szükséges szerves anyagokat.

Az élesztőgombák jeletősége igen nagy, különösen az élelmiszeriparban (sör és borgyártás, pékipar, stb.) és a gyógyszeriparban (B vitaminok előállítása).

Káros hatásuk a különböző élelmiszerek romlásában, az ember és állatok betegségeinek előidézésében nyilvánul meg.

Az élesztőgombáknak valódi sejtmagjuk és növényi sejtekre jellemző sejtszervecskék vannak. A sejtfal a fiatal sejtekben vékony, színtelen, az idősebb sejtekben vastagabb. A sejtfal főleg poliszacharidokból áll (cellulóz). Nincsenek ostoraik, tehát önálló, aktív mozgásra képtelenek.



Élesztőgombák.

3. A penészgombák alakja és felépítése

A penészgombák többsejtű mikroorganizmusok, melyek laza gombafonalakból vagy *hifákból* állnak. Több hifa alkot tömöttebb fonalszövedéket-*micéliumot*, ami a gombatelepet képezi.

A gombatelepek akár több mint 10 cm nagyságúak is lehetnek. Pamutra, gyapjúra, pókhálóra, hasonlítanak, de lehetnek bőrszerű képződmények is. A telepek színe lehet fehér, fekete, zöld, szürke, stb.

A micélium egyik része behatol a táptalajba, és ez képezi a *vegetatív micéliumot*. Feladata a tápanyagok felvétele. A micélium másik része a táptalaj felett, a levegőben található, ez a *légmicélium*. Ezen jönnek létre az úgynevezett termőhifák, amelyek a penészgomba szaporodásához szükséges spórákat termelik.

A penészgombák hifafonalai általában nem tartalmaznak keresztfalakat (ezek egysejtű, nem szegmentált gombák), de vannak, amelyek hifái szegmentáltak, azaz válaszfalakkal sok részre tagolódnak (többsejtű, szegmentált gombák).



Penészgombák telepeinek sokfélesége.

4. A vírusok alakja és felépítése

A vírusok az élő és az élettelen határán elhelyezkedő parányi szervezetek, melyeknek felépítése és szaporodásmódja nagyon eltér a többi mikroorganizmusétól.

A vírusok nagyon elterjedtek és valódi sejtparaziták. Többségük nem okoz betegséget, de egy részük enyhébb vagy súlyosabb megbetegedéseket idézhet elő az élőlényeknél.

Nagyságuk 10-200 nm között mozog, ezért tanulmányozásuk csak elektronmikroszkóppal lehetséges, fénymikroszkóppal nem láthatók.

Önálló szaporodásra, mozgásra képtelenek, anyagcseréjük nincs. Élőlényként, csak élő gazdasejtben viselkednek.

A vírusoknak két megjelenési formája van:

virion - a genetikai információ átvitelét szolgáló, életjelenséget nem mutató, sejten kívüli részecske

vegetatív vírus - vírussal fertőzött sejt, szaporodásra képes

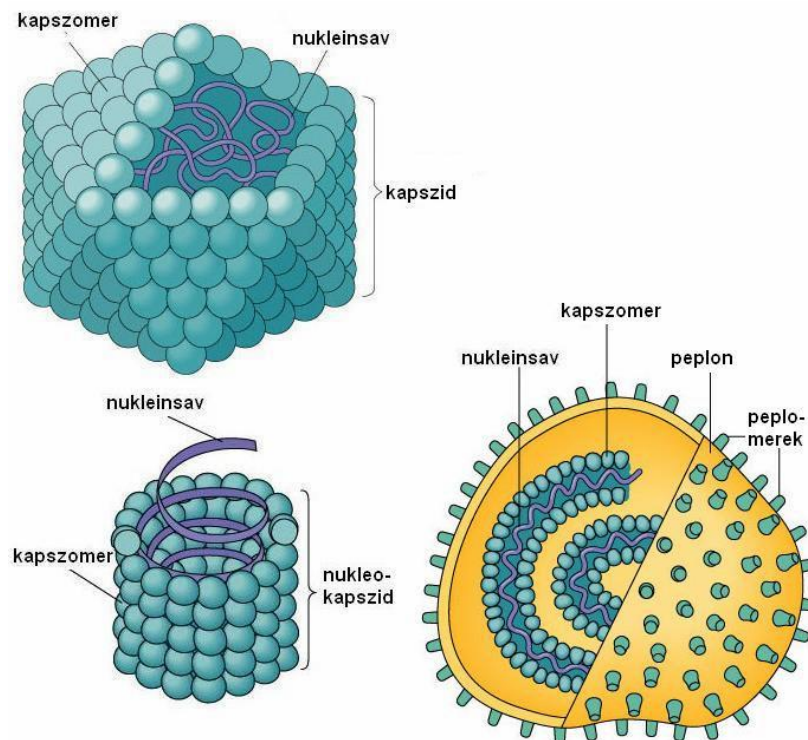
A vírusok felépítése egyszerű, egy fehérjeburok (kapszid) veszi őket körül, amin belül egyetlen nukleinsav molekula van, vagy DNS (dezoxiribonukleinsav) vagy RNS (ribonukleinsav).

Ennek alapján a vírusokat két nagy csoportba osztják:

- DNS vírusok,
- RNS vírusok.

A vírusokat körülvevő fehérjeburok lehet kettőzött. Belőle gyakran, szabályos elrendeződésű nyúlványok, tüskék emelkednek ki. A kapszid részecskéi a *kapszomérák*. A kapszomérák száma jellemző minden vírushajtásra.

A másik fehérjeburok a *peplos*, aminek a részecskéi a *peplomérák*.



A vírusok felépítése.

A **bakteriofágok** olyan vírusok, melyek a baktériumokat fertőzik, úgymond felfalják őket. Felfedezésük még 1917-re vezethető vissza, és D'Herelle francia kutató nevéhez fűződik. A fágok a természetben nagyon elterjedtek, szinte minden baktériumnak vannak fágjai. Mivel a fágok egy-egy meghatározott baktériumtörzsrre hatnak, és elpusztítják azokat, tehát azok természetes ellenségei, ezért a tudósok figyelme arra irányult, hogy miként lehetne ezt kihasználni a gyógyászatban, pl. antibiotikumok alkalmazása helyett, főleg az antibiotikumokra már rezisztens baktériumtörzseknél.

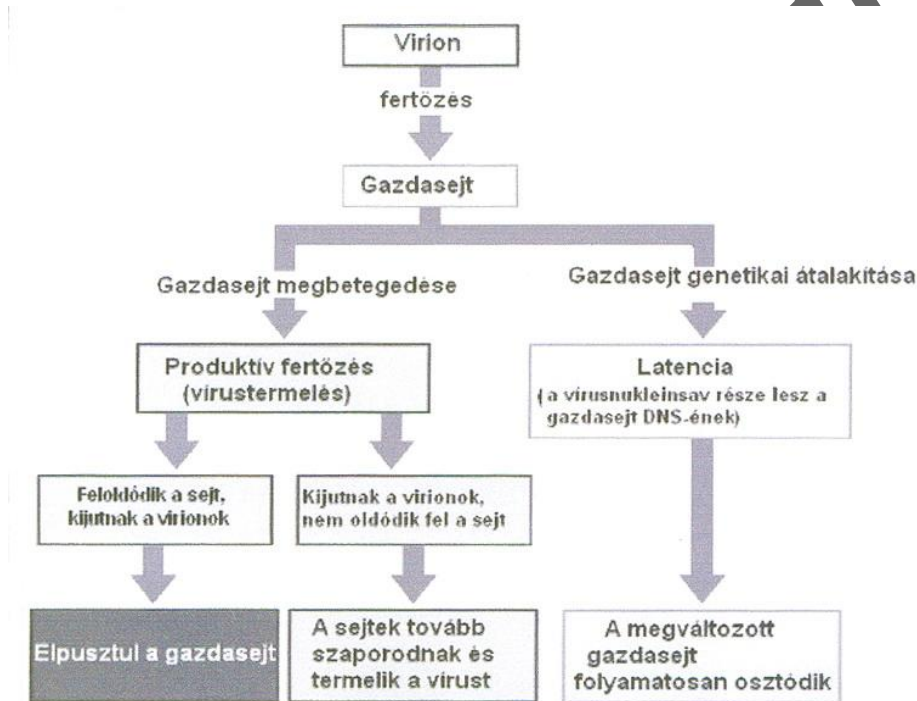
4.1. A vírusok szaporodása

A vírusok a természetben és laboratóriumi körülmények között is élő sejtben szaporodnak. Erre a célra mesterségesen fertőzött kísérleti állatokat, tojásembriókat, és szövettenyészeteket használnak.

A sejtbe bejutott vírus, a gazdasejtet átprogramozza, és arra kényszeríti, hogy új vírusokat hozzon létre. Ezt a folyamatot replikációnak vagy multiplikációnak nevezzük.

A sejtben létrejövő és onnan kiszabaduló vírusok újabb sejteket fertőznek meg.

A replikáció folyamán a vírus genetikai anyagában bekövetkezhetnek bizonyos változások, mutációk, melyek számos veszélyt hordozhatnak magukban. A mutálódott vírusok ellen a szervezetnek nincs védettsége (pl. a madárinfluenza).



A vírus szaporodásának folyamata.

5. Prionok és viroidok

A **prionok** fehérje eredetű fertőző kórokozók, melyek az ember és az emlősállatok központi idegrendszerét támadják. A gazdaszervezet fehérjéit képesek magukhoz hasonlóan hibás térszerkezetűvé, vagyis prionná alakítani. A prionnak nincs örökítőanyaga, tehát a nukleotid hiánya miatt a prion nem okoz gyulladást, és nem aktiválja a szervezet immunrendszerét. Csak fehérjéből áll, de sugárzásra, kémiai és enzimes kezelésre ellenáll, még a formaldehidre is rezisztens.

Prion okozza a szarvasmarhák szivacsos agyvelő sorvadását (BSE- bovine spongiform encephalopathia) vagy ismertebb nevén a kergemarhakórt, valamint a juhok sűrűlőrkórját (scrapie) és az emberi CJD – Creutzfeldt - Jakob szindrómát is.

A **viroidok** a vírusokhoz hasonló, de azoktól kisebb részecskék, amelyek nem tartalmaznak fehérjét, csak nukleinsavat (RNS). A viroidok genetikai információanyaga nem elegendő saját replikációjukhoz sem, mégis képesek a gazdasejt genetikai állományához kapcsolódva a replikáció beindítására.

A viroidok okozta fertőzések tünetei hasonlóak, mint a vírusok által okozott betegségeknek.

II. Mikroorganizmusok fiziológiája

A mikroorganizmusok fiziológiája tanulmányozza a bennük és a környezetükben játszódó biokémiai folyamatokat.

A mikroorganizmusok számos tevékenységükkel hozzájárulnak az anyagok körforgásának folyamataihoz a természetben (N, C, P, S és más anyagok körforgása).

1. A mikroorganizmusok sejtjének kémiai összetétele

A mikroorganizmusok sejtjének kémiai összetétele hasonlít más élőlények sejtjeihez. Felépítésükben szerves és szervetlen anyagok vesznek részt.

Víz alkotja a sejt 75-90 %-át. Szabadon vagy kötött állapotban fordul elő. A fiatalabb sejtekben több, az idősebbekben kevesebb víz van. Csak víz jelenlétében lehetséges a mikroorganizmusok életfunkcióinak fenntartása, mert a kémiai reakciók többsége nem tud nélküle lejátszódni. A sejt vizében vannak feloldódva a különböző szerves és ásványi anyagok, mivel csak oldott állapotban tudnak résztvenni az említett kémiai reakciókban.

A vízen kívül a mikroorganizmusok sejtje tartalmaz még fehérjéket, szénhidrátokat, zsírokat és ásványi anyagokat is.

Fehérjék	60 %
Szénhidrátok	3 %
Zsírok	15 %
Nukleinsavak	19 % (ebből 16 % RNS és 3 % DNS)
Ásványi és más anyagok	3 %

Egyes anyagok részvételi aránya a mikroorganizmusok sejtjében.

A *fehérjék* a sejt legfontosabb anyagai, a sejtek vázát alkotják. A baktérium sejt fehérjei albumin és globulin típusú makromolekulák formájában vannak jelen, és az enzimek, sejthártyák, sejtfal, mozgásszervek stb. összetételében vesznek részt. A baktérium sejtbe ezen kívül található még polipeptidek és aminosavak. Ezek a vegyületek általában szénhidrátokhoz és zsírokhoz kötődnek. A fehérjék és vegyületeik a baktériumfajra jellemzően, szigorúan specifikus anyagok, és ők adják a mikroorganizmusok antigén szerkezetét. Az antigén felépítésétől függ a szervezet immunológiai reakciója.

A *szénhidrátok* egyszerű cukrok, oligoszacharidok és poliszacharidok formájában vannak jelen. Energiaforrásként és építőanyagként is szolgálnak, mert részt vesznek a sejtfal és a tok kiépítésében.

Lipidek alatt értjük a zsírokat, olajakat, viaszanyagokat, zsírsavakat és más vegyületeket. A lipidek a sejtben, mint tartalék tápanyagok szerepelnek, de részt vesznek a sejt energetikai folyamataiban, és beépülnek a sejtfalba és sejthártyába is. A citoplazmában zsírszemcsék formájában találhatók. A lipidek a mikroorganizmusok sejtjében szabad és kötött formában vannak jelen. Leginkább a fehérjékkel és ásványi anyagokkal alkotnak komplex vegyületeket (foszfolipidek, lipoproteidek).

Az *ásványi anyagok* kötelező alkotórészei a mikroorganizmusok sejtjének. A sejt különböző részeinek és enzimjeinek felépítésében vesznek részt. Elősegítik a sejt és a környezete közötti anyagcserét, biztosítják az ozmózisnyomást, szerepük van egyes enzimrendszerek aktiválásában, hozzájárulnak az oxid-redukciós folyamatok szabályozásához stb.

Attól függően, hogy milyen mennyiségben vannak jelen, illetve mennyire szükségesek a sejtek számára megkülönböztetünk makroelemeket (C, N, S, P, O, H, K, Na, Ca, Mg) és mikroelemeket (Mn, Fe, Cu, Co, Zn, Mo).

A foszfornak különösen fontos szerepe van a sejt biokémiájában, ugyanis a mikroorganizmusok energiában gazdag vegyületeinek funkcionális alkotója, valamint a nukleinsavak szerkezeti elemét képezi.

2. A mikroorganizmusok táplálkozása

Mint minden más élőlénynek, hogy életfunkcióikat végezhessék, a mikroorganizmusoknak is táplálkozniuk kell. A táplálkozás során hozzájutnak a szükséges energiához és a fontos építőanyagokhoz. A baktérium sejtek nincsenek soha nyugalmi állapotban, mert állandóan élelmet vesznek fel, lebontják azt, növekednek, szaporodnak, változtatják molekuláris összetételüket stb.

A sejtjük nagyságához viszonyítva nagy energiára van szükségük. Ezt az energiát a baktériumok többsége nem tudja a környezetből felvenni, hanem maguknak kell azt előállítani. Ez főleg kémiai energiát és kis részben hőenergiát is jelent.

A tápanyag iránti igényük szerint, a mikroorganizmusok nagyon különböznek. Három csoportba oszthatók:

1. Autotróf mikroorganizmusok – azok, amelyek a széndioxidban lévő szervesetlen szenet használják fel. Igényeik szervesetlen anyagokkal teljesen kielégíthetők. Nitrogénszükségletüket légköri nitrogénnel, ammónium sókkal stb. fedezik.

Energia kinyerésük módja szerint feloszthatók *fototróf* és *kemotróf* mikroorganizmusokra.

A fototróf mikroorganizmusok a napfény energiáját használják.

A kemotróf mikroorganizmusok pedig az energiát különböző szerves vagy szervesetlen anyagok oxidációjából nyerik.

Az autotróf baktériumok főleg a talajban találhatók, és fontos szerepet játszanak a nitrogén körforgásába, a természetben.

2. Heterotróf mikroorganizmusok – azok, amelyek különböző szerves vegyületek szénét használják. Nem képesek széndioxidból szerves vegyületet előállítani. Ebbe a csoportba tartozik a mikroorganizmusok többsége, többek között az összes patogén baktérium is, melyek különböző betegségeket idéznek elő.

A heterotróf mikroorganizmusok feloszthatók *szaprofitákra* és *parazitákra*.

A szaprofiták táplálkozásukra különböző nem élő szerves anyagokat használnak, amelyek más élőlények lebontási termékei. Nagyon hasznosak, a földi élet nélkülözhetetlen résztvevői. Parazitáknak nevezzük azokat a mikroorganizmusokat, amelyek nem képesek elhalt szerves anyagokkal táplálkozni, hanem mindent, amire szükségük van az élő sejtekből, azaz az élőlényektől veszik el.

3. Mixotróf (fakultatív heterotróf) mikroorganizmusok – azok, amelyek meghatározott körülmények között szervesetlen vegyületeket használnak fel, míg más feltételek mellett szerveseket.

A mikroorganizmusok táplálékukat a környezetükből szilárd vagy oldott állapotban képesek felvenni.

Szilárd állapotú élelmet egyes véglények vesznek fel. Ezeknek a mikroorganizmusoknak a testében nyílások vannak, amelyeken keresztül az élelem bekerül a protoplazmába. A bejutott élelem köré vakuóla formázódik, amelyben különböző enzimek vannak, és ezeknek hatására a nagyobb

molekulatömegű vegyületek, kisebbekre bontódnak (pl. a fehérjék lebontódása aminosavakra). Ezeket azután a sejt bekapcsolja a saját metabolizmusába. Az újonnan keletkezett vegyületek egy részét az energiaszükséglet kielégítésére használják, míg a másik része elraktározódik, mint póttápanyag. A le nem bontott és meg nem emésztett élelem pedig távozik a sejtől.

Az oldott állapotú élelmet a mikroorganizmusok a citoplazma-hártyájukon keresztül veszik fel. A legtöbb mikroorganizmus ezt a táplálék felvételi módot alkalmazza. Ők nem tudják mechanikusan szétbontani a szilárd élelmet, hiszen nem rendelkeznek emésztőmechanizmussal. Az oldott élelmet teljes sejtfelületükön keresztül szívják be.

Amikor a környezetükben szilárd tápanyag van, akkor a mikroorganizmusok egzozimákat választanak ki, amelyek a sejten kívül lebontják a szilárd tápanyagot. A lebontás által vízben oldódó vegyületek keletkeznek, melyeket már a mikroorganizmus be tud fogadni.

A citoplazma-hártyának szerepe abban nyilvánul meg, hogy nem enged be a sejtbe minden anyagot (szelektál), viszont a metabolizmus termékeit képes kilőni azon keresztül. Ezért mondják, hogy szelektív, féláteresztő (szemipermeabilis) hártya.

A tápanyagok sejtbe való bejutásának legismertebb folyamatai az ozmózis, a diffúzió és az aktív transzport.

Ozmózis alatt, a víz molekulák mozgását értjük a citoplazma-hártyán keresztül, az oldott anyagok nagyobb koncentrációja felé.

Diffúzióval, a vízben oldott molekulák citoplazma-hártyán keresztül történő mozgása játszódik le, magasabb koncentrációjú közegből, a kisebb koncentrációjú sejtbe.

Az ozmózis és a diffúzió folyamatát *passzív transzportnak* nevezzük.

A tápanyagok bejutása a sejtbe valószínűleg mindig a koncentráció kiegyenlítődéséig történne, de az élő mikroorganizmusok sejtjében ez az állapot soha nincs jelen. A sejtben lévő tápanyagok mindig magasabb koncentrációban vannak jelen, mint a sejten kívüli közegben, ezért a tápanyagok szállítása, az úgynevezett *aktív transzport* szerint történik, „széllal szemben”.

Ez nagy energiafogyasztó folyamat, magát az energiát pedig az ATP (adenozin-trifoszfát) szolgáltatja. Az aktív szállításnak köszönhetően, a mikroorganizmusok képesek tápanyagot felvenni a kisebb koncentrációjú közegből is, és ezt a permeáz enzimek segítik elő. A természet így oldotta meg, hogy az aktív transzport által az élő sejt „sohase éhezzen ki”.

Azok az anyagok, amelyek bekerülnek a sejtbe, vagy lebontódnak a baktériumok által termelt endoenzimek segítségével, vagy új anyagok keletkeznek belőlük. A baktériumok szaporodáskor a tápanyagokat energiaforrásként vagy építőanyagként hasznosítják.

A baktériumok szaporodásához megfelelő mennyiségű vízre van szükség. Maga a sejt kb. 90 % vizet tartalmaz, de e mellett bizonyos szerves sók és ásványi anyagok is nélkülözhetetlenek számukra. Mindegyik elemnek meghatározott szerepe van a sejtben, de szénből és nitrogénből

sokkal nagyobb mennyiség szükséges, mint más ásványi anyagból. A nitrogén a fehérjékbe épül be, a foszfor az energetikai folyamatokban van szerepe, a vas és a kén némely enzimekben szükséges stb. Az elemek mellett, a tápláléknak vitaminokat, aminosavakat, purin és pirimidin bázisokat stb. kell tartalmaznia. Mindezeket *növekedési faktoroknak* nevezzük, mert közvetlenül nem szolgáltatnak energiát és nem szolgálják a szaporodást, de nélkülük a baktérium nem tud létezni.

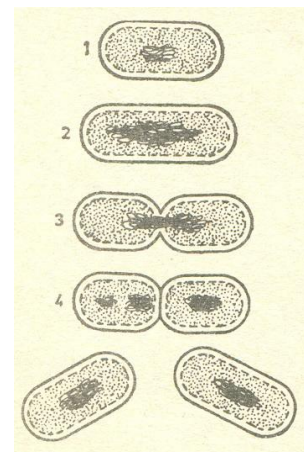
3. A baktériumok szaporodása

A mikroorganizmusok egyik alapvető életfunkciója a növekedés és szaporodás. Növekedés alatt értjük, a mikroorganizmusok tömegének, nagyságának, és számának növekedését. Szaporodás alatt pedig a sejt kettéosztódásának folyamatát értjük.

A növekedéshez és a szaporodáshoz is tápanyagokra, energiára és más tényezőkre van szükség, melyek közvetett vagy közvetlen módon befolyásolják a szaporodás folyamatát.

A baktériumok szaporodása *ivartalan (aszexuális) úton, egyszerű osztódással* történik, melynek során a baktériumsejt kettéhasad és két teljesen egyforma, új sejt keletkezik. Osztódás előtt a baktériumsejtben fokozott aktivitás észlelhető. A sejt megduzzad, a pálcika alakú sejtek megnyúlhatnak. A maganyag, azaz a DNS molekulája két részre osztódik és két egyforma DNS molekula alakul ki. Az így keletkezett nukleoidok köré betüremlik a kétrétegű citoplazma-hártya és a sejt belsejében egy válaszfal alakul ki. A két hártya között szintetizálódik a sejtfal. Miután kialakul az új sejtfal, az újonnan keletkezett sejtek gyakran szétválnak, de maradhatnak összekapcsolódva is.

A gömb alakú baktériumok egy, kettő vagy három síkban osztódnak. A pálcika alakú baktériumok a sejt hosszanti tengelyére merőleges válaszfallal válnak ketté, de egyes nyálkás fajták, illetve a spirohéták osztódása hosszanti válaszfallal megy végbe.



A baktériumsejt osztódása.

Azt az időt, ami egy baktériumsejt keletkezésétől, a következő osztódásig telik el, *generációs vagy szaporodási időnek* nevezzük. Ez nem egyforma minden baktériumfaj számára, és 15-20 perctől, akár több mint 1000 percig is tarthat. A szaporodási időt befolyásolja a környezet összetétele, a tápanyagok mennyisége és különböző fizikai tényezők.

A baktériumok száma az új környezetben jelentősen megváltozik. Kezdetben, nagyobb számban elpusztulnak, a megmaradottak pedig, alkalmazkodnak az új életkörülményekhez.

Miután megszokták az új környezetet, elkezdnek osztódni, az osztódás felgyorsul, míg nem a baktériumok száma eléri a maximumot. Ez az *exponenciális szakasz*.

E szakasz végén az osztódás üteme lelassul, a tápanyagok hiánya és a káros anyagcsere termékek miatt, és ezért a baktériumok egy része elpusztul. Ekkor az újonnan keletkező és az elpusztult mikroorganizmusok száma majdnem azonos. Ez a *stacioner szakasz*.

Az életfeltételek további romlása a baktérium kolóniák gyors pusztulását eredményezi. Ez a hanyatló vagy *regresszív fázis*, ami a tenyészet kihalásához vezet és a táptalaj steril marad.

A baktériumok laboratóriumi körülmények között táptalajokon tenyészthetők. A szilárd táptalajon szaporított baktériumok nagyobb számban jönnek létre egy helyen, és jellegzetes képződmények, baktérium kolóniák alakulnak ki. A kolóniák alakja, színe, állaga, kinézete és nagysága fajonként változó.

Az ivartalan szaporodás mellett, egyes baktérium fajoknál megfigyelhető a konjugációval történő szaporodás, ami az öröklési anyag kicserélődését jelenti két baktérium sejt között.

4. Az élesztőgombák szaporodása

A baktériumoktól eltérően, az élesztőgombák többféle módon szaporodnak.

Náluk létezik *aszexuális (vegetatív)* szaporodás és *szexuális (generatív)* szaporodás.

Vegetatív szaporodásuk szerint megkülönböztetünk:

1. *Sarjadzó* élesztőgombákat
2. *Hasadó* élesztőgombákat

Sarjadzással szaporodik a legtöbb élesztőgomba. Ez úgy történik, hogy az anyasejt kis kidudorodást (bimbót) hoz létre, ami fokozatosan növekszik. Amikor teljesen kialakul, és elér egy bizonyos nagyságot (az anyasejt térfogatának kb. 1/3-át), akkor ez az úgynevezett leánysejt, lefűződik az anyasejtről. Ezután vagy teljesen különválnak tőle, vagy pedig összetapadva egy kis idő múlva, maga is újabb sarjadékot hoz létre, és sejtláncok alakulhatnak ki. A sejtláncok (sarjzláncok) kialakulásához, bőséges tápanyag mennyiség és kedvező szaporodási körülmények szükségesek.

Sarjadzás közben a sejtmag két leánysejtmagra szakad, amelyek közül az egyik visszamarad az anyasejtben, a másik pedig a sarjsejtbe (leánysejtbe) vándorol.

Hasadással (osztódással) történő szaporodásnál az élesztőgombák sejtje megnyúlik, szétesztódik a maganyag, középen válaszfal alakul ki, majd az újonnan keletkezett sejtek szétválnak. Ez a folyamat hasonló, mint a baktériumok szaporodása. Kedvezőtlen feltételek ellett az élesztőgombák is termelnek spórákat a túléléshez.



Sariadásos osztódás



Hasadásos osztódás.

Az élesztők generatív szaporodása valójában **spórák** képződése szexuális úton. Két szomszédos, ellentétes nemű élesztősejt egyesül (kopulálódik), miközben sejtmagjaik is egyesülnek, és a kettőből egy mag keletkezik. Az újonnan keletkezett sejt megnövekszik, és az új mag osztódása elindul. A keletkezett új sejtmagokat citoplazma veszi körül, és az így keletkezett spórák falat húznak maguk köré, úgynevezett *aszospórák* alakulnak ki.

A vegetatív és generatív úton létrejött aszospórák között, csak a keletkezésükben van különbség. Vegetatív úton ugyanis egy sejtből, ivaros úton viszont két sejtől keletkeznek.

5. A penészgombák szaporodása

A penészgombák kétféle módon szaporodnak: ivarosan és ivartalanul. A penészfaj fennmaradása függ a spórák képződésétől, és azok terjesztésétől.

Ahhoz, hogy a penészek fejlődési fázisa eddig eljusson, legelőször is a micélium keletkezésére van szükség.

A penészek fejlődésének ezt a fázisát, azaz a micélium kialakulását, *vegetatív növekedésnek* nevezzük.

A másik folyamatot, vagyis a szaporító struktúrák keletkezését pedig *fruktifikációnak* hívjuk.

A fruktifikáció kétféle lehet:

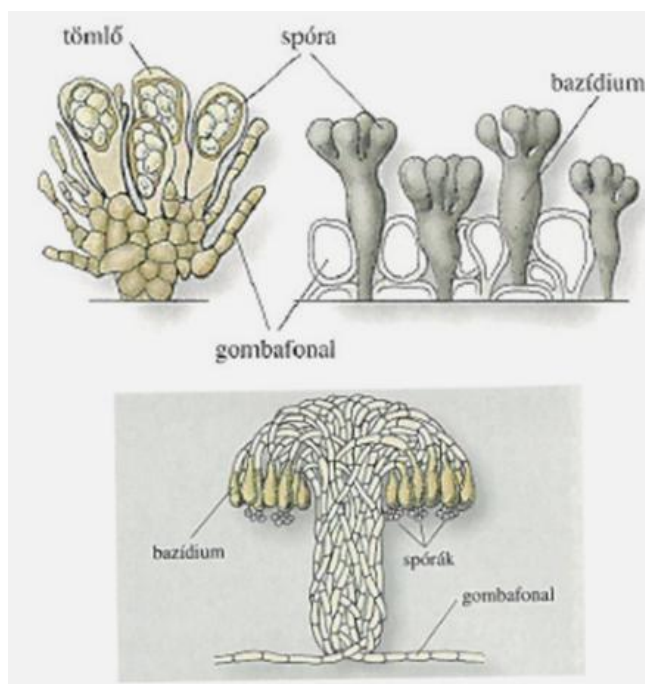
1. szexuális elemek kifejlődése, szexuális spórákkal
2. különböző aszexuális spóráképzési folyamatok

A *szexuális szaporodás* egyik módja, amikor két ivarilag különböző hifa, illetve azok genetikai anyaga egyesül, és így alakul ki a *zigospóra*.

Máskor a két sejt egyesülésekor egy tömlő (aszkusz) alakul ki, amelyben 4-8 vagy több *aszospóra* keletkezik.

A *Rhizopus* fajok esetében, a spóratartók rizoidokkal ellátott indákon, csomókban keletkeznek. Ivaros szaporodásuk jellemzője, hogy két szomszédos hifa sejtjei egyesülnek, és a keletkezett zigóta vagy micéliumot fejleszt, vagy spórákat.

A basidiumok *basidiospórákkal* olyan hifákon keletkeznek, amelyek sejtjei két sejtmaggal rendelkeznek. A sejtek előzőleg összetapadnak, majd a sejtmagok egyesülése játszódik le. A közös sejtmag osztódik, miközben basidiospórákat hoz létre, leggyakrabban négyet a basidium csúcsán.



Bazídiumosgomba termőtestének felépítése.

Az *aszexuális* szaporodás kétféle lehet:

1. fragmentálással
2. spóráképzéssel

Fragmentálással úgy szaporodnak, hogy a micélium minden leszakadt része táptalajra kerülve tovább fejlődik, szaporodik, új telepeket hozva létre. Ezt a módszert a laboratóriumok alkalmazzák, a penészek táptalajról-táptalajra való átültetésére.

A *spóráképzés* ivartalan szaporodásra az jellemző, hogy a spórák megtermékenyítés nélkül keletkeznek, a nemileg nem elkülönült szaporítószerveken. A spóráképződésnek több módja van.

Ha a spóra hifán belül keletkezik, *tallospóra* a neve. Kétféle lehet:

1. *klamidiospóra*
2. *artrospóra*.

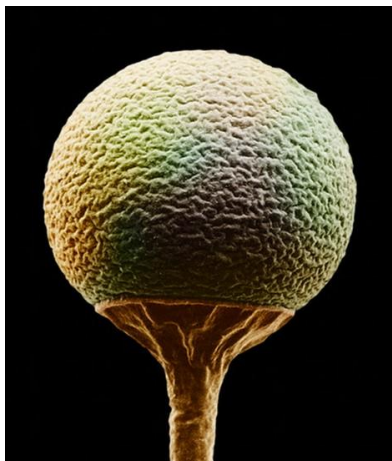
A klamidiospórák képződésénél a hifa egyik sejtje megduzzad, vastag fal veszi körül.

Az artrospórák esetében pedig a hifák feldarabolódnak, és spórákra esnek szét.

A hifán kívül is keletkezhet spóra, amely szintén kétféle lehet:

1. *sporangiospóra*

2. *konidiospóra*.



Fejespenész

Sporangiospórák az alacsonyabb rendű penészeknél keletkeznek. A termő hifák (sporangiofor) végén különleges kiszélesedés történik, amit sporangiumnak nevezünk. Ebben alakulnak ki az úgynevezett *endospórák*. Ezek száma, nagysága, és alakja penészfajonként különbözik. Mivel a penésztelepeken apró fejecskék alakjában jelennek meg a sporangiumok, ezért az ide tartozó penészeket „*fejespenészeknek*” nevezik.

A sporangiumtartónak a sporangiumba betüremelő része a kolumella, amelynek alakja lehet ovális, hosszúkas stb., és jellemző az illető penészfajra. Az érett sporangium burka felszakad, és kiszabadul a több ezer spóra. Szél segítségével különféle környezetbe kerülnek, ahol megtelepednek, a spórák kicsíráznak, majd hifát alkotnak, micéliumot

képeznek, és az tovább folytatja a fejlődést a szaporítószerv keletkezéséig.

A konidiospórák (konidiumok) a termőhifák (konidiofor) végein keletkeznek. Kötődhetnek közvetlenül a konidioforhoz, vagy külön sejtekhez, az úgynevezett sterigmákhoz, még hozzá láncokban, csoportokban vagy egyesével. Ezek *egzospórák*. Pálcika alakú, úgynevezett sterigmákon keletkeznek, sorokba fűződve, és mivel némileg a teáskannához hasonlítanak, ezért a „*kannapenész*” nevet viselik.

Vannak olyan konídiumos penészek is, amelyek konidiumtartója ecetszerűen elágazik. Innen származik az „*ecsetpenész*” elnevezés (pl. *Penicillium*ok). Az ecset a konidiumsorokat lefűző, palack alakú sterigmákból és az ezek alatt lévő úgynevezett metulákból áll. Ezt követik az ágak, majd a szűkebb értelemben vett konidiumtartók.



Ecsetpenész.

A konidiumok képződése megjelenik az alacsonyabb és magasabb rendű gombáknál is. Alakjuk, nagyságuk és színük penészenként különbözhet. Lehetnek egysejtű és többsejtű konidiumok.

6. A baktériumsejt enzimelei

A baktériumsejt metabolizmusát egy sor biokémiai folyamat képezi, amelyből a sejt a számára szükséges anyagokat és energiát nyeri.

Az anyagcsere folyamatokban két fázist különböztetünk meg:

1. anabolizmus - ide soroljuk az asszimilációt és a vegyületek szintézisét
2. katabolizmus - ide tartoznak a disszimilációs folyamatok, az anyagok lebontása

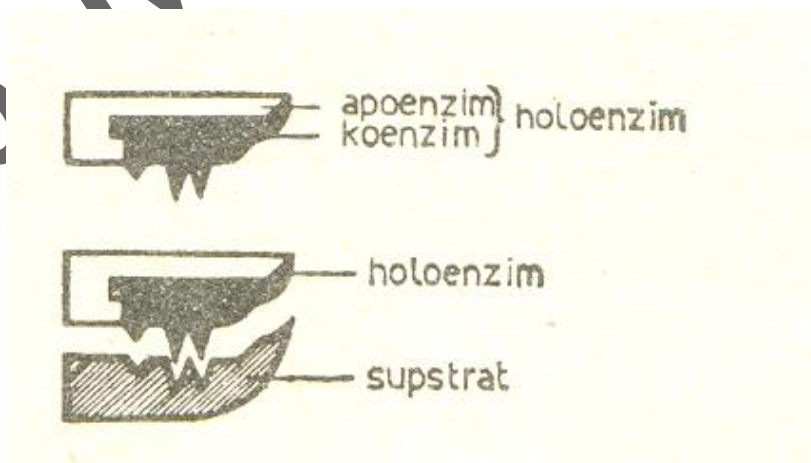
A baktériumsejtek az anyagok lebontását végezhetik a sejten belül vagy a sejten kívül a környezetükben.

Az anyagcsere folyamatokban legfontosabb szerepet az enzimek játszanak, amelyek a baktériumsejt termékei. Egyes enzimek állandóan termelődnek, míg mások csak akkor, ha szükség van rájuk, vagyis csak ha megfelelő anyag van jelen.

Az enzimeknek katalizátor szerepük van. Irányítják és gyorsítják a biokémiai reakciókat a mikroorganizmusok sejtjében és azon kívül, ezért *biokatalizátoroknak* is hívják őket. Nélkülük elképzelhetetlen a mikroorganizmusok aktivitása.

Vannak egykomponensű és kétkomponensű enzimek. Az egykomponensűek csak fehérjerészből állnak.

A kétkomponensű enzimek fehérjerészből (*apoenzim*) és nem fehérjerészből (*koenzim*, prosztétikus csoportból) tevődnek össze. A kettő együtt alkotja a biológiailag aktív enzimet (*holoenzim*).



Az enzim összetétele.

Az apoenzim határozza meg az enzim specifikusságát, azaz, hogy mely anyagra fog hatni.

A koenzim szerepe pedig az enzim katalitikus képességében nyilvánul meg, vagyis irányítja a reakciókat.

A baktériumok enzimjei kifejthetik hatásukat a sejtben (*endoenzimek*) vagy a sejtben kívül (*egzoenzimek*).

Az egzoenzimek feladata, hogy a nagy molekulákat lebontsák, és így a baktériumok számára értékesíthetővé tegyék (pl. Fehérjelancokat - aminosavakra). Így a lebontott kisebb molekulák

már be tudnak jutni a citoplazma hártáján keresztül a sejt belsejébe, amelyeket az endoenzimek egy csoportja tovább bont, és ilyenkor energia szabadul fel.

Az endoenzimek egy másik csoportja pedig, a lebontott molekulákból olyan anyagokat szintetizál, amelyek a baktériumsejt szaporodásához szükségesek.

Az enzimek úgy hatnak, hogy először az apoenzim kapcsolódik az anyag megfelelő részéhez. A kapcsolódási helyén az anyagban meglazulnak az egyes kötések, és ennek hatására az anyag elveszíti a fizikai-kémiai homogenitását. Ez a zavar aktiválja a koenzimet, amely reakcióba lép az anyag szigorúan meghatározott részével, és kiszakítja azt. A létrejött kapcsolat egy laza kötődés az anyag részecskéje és az enzim között, ami egy meghatározott pillanatban megszakad. Amikor az anyag részecskéi megszabadulnak az enzimtől, szabadon lebegnek a folyadékban. Ilyenkor a koenzim is szabaddá válik, és újra reakcióba léphet.

A baktériumok enzimjei leginkább sorozatban hatnak, vagyis az egyik enzim elkezd bontani az anyag egyik részét, a másik enzim pedig folytatja az anyag másik részének a bontását. Tehát, az anyag egyik részének a bontása aktiválja a következő enzim hatását.

Ahhoz, hogy az enzim hatni tudjon, optimális feltételekre van szüksége, mint pl. megfelelő hőmérséklet, pH érték, megfelelő enzim koncentráció.

Bizonyos anyagok gátolják az enzim működését. Ezek lehetnek fizikai eredetűek (nehézfémek sói, UV sugarak, fertőtlenítőszer) és vegyi eredetűek (antibiotikumok).

Az enzimek elnevezésüket általában a szubsztrátum (anyag) alapján kapják (amelyre hatnak), úgy, hogy az „áz” szóvégződést írják utána. Például:



7. A baktériumok légzése

A mikroorganizmusok légzése alatt azokat a folyamatokat értjük, amelyekben energia szabadul fel a sejt működésének elősegítéséhez. Ehhez szükség van valamilyen energiaforrásra, amelyből majd a légzés folyamán felszabadul a már említett energia.

Energiaforrásként a mikroorganizmusok különböző szerves vegyületeket használnak fel. Az energiát többnyire szénhidrátokból nyerik, aerób (oxidatív) és anaerób (fermentatív) folyamatok során.

A baktériumoknál az energia felszabadításának háromféle metabolizmusát ismerjük. Ezek a *légzés*, az *erjedés* és a *fotoszintézis*. Mindazokat a folyamatokat, amelyek által a mikroorganizmusok energiához jutnak, biológiai oxidációs folyamatoknak nevezzük, és a sejtben játszódnak le.

A baktériumok légzése oxido-redukciós folyamat, ami aerób vagy anaerób körülmények között játszódik le.

Ennek alapján három baktérium csoportot különböztetünk meg:

1. *aerób* – oxigénre van szüksége a szaporodáshoz
2. *anaerób* – csak oxigén nélkül képesek szaporodni
3. *feltételesen (fakultatív) anaerób* – jól szaporodnak az oxigén jelenlétében, de oxigén nélkül is tudnak élni.

A *mikroaerofil* baktériumok szaporodásához kisebb mennyiségű oxigénre van szükség, amit zárt környezetben, a baktérium kultúrák inkubációja során széndioxid hozzáadásával lehet elérni.

8. A baktériumok szerepe a nitrogén körforgásában a természetben

A természetben a nitrogén elemi formában, ammóniák, nitritek és nitrátok formájában és szerves vegyületek alakjában van jelen.

A növényi és állati eredetű szerves anyagok a mikroorganizmusok enzimjeinek hatására lebontódnak, és közben egy fekete színű anyag keletkezik, amit *humusznak* nevezünk. A humusz keletkezésének folyamatát humifikációnak hívják. A humusz egyszerű szerves anyagokat tartalmaz, melyek a baktériumenzimek hatására, ammóniákká alakulnak.

Az ammóniák keletkezésének folyamata az ammonifikáció. Ennek lejátszódásához szükség van

30 °C-ra, meghatározott pH értékű környezetre és nedvességre.

A továbbiakban az ammóniákból nitritek és nitrátok keletkeznek, levegő és az aerób baktériumok jelenlétében. A nitrifikáció folyamatát speciális, talajban élő baktériumok végzik (*Azotobacter*).

A növények a nitrogént nitrátok alakjában használják, és így az a talajból bekerül a növényekbe. Az állatok egy része növényekkel táplálkozik, így a nitrogénnek egy része a növényi szervezetből az állati szervezetbe vándorol.

Az állati szervezet anyagcsere folyamatai során, a nitrogén egy része az ürülék és vizelet útján visszakerül a talajba. A másik része, az állat halála után az aerób és anaerób baktériumok hatására, a rothadás folyamán újra humusszá alakul.

III. Mikroorganizmusok ökológiája

Mint minden élőlény, így a mikroorganizmusok fejlődését és aktivitását is a környezetük befolyásolja. Számos kedvező és kedvezőtlen tényező van hatással rájuk. A közeg bármely változása a mikroorganizmusokat különbözőképpen érinti. A magasabb rendű élőlényektől eltérően, a mikroorganizmusok sokkal nagyobb mértékben képesek alkalmazkodni a megváltozott feltételekhez. A környezet hatása lehet olyan természetű, ami lelassítja a mikroorganizmusok aktivitását, vagy akár a pusztulásukat okozza.

A mikroorganizmusokra ható tényezőket feloszthatjuk: *abiotikus és biotikus tényezőkre*.

1. Abiotikus tényezők

Az abiotikus tényezők *élettelen* tényezők. Feloszthatók:

- fizikai tényezőkre,
- kémiai tényezőkre.

A **fizikai tényezők** közé sorolhatók:

- a hőmérséklet (alacsony és magas hőmérséklet),
- a víz,
- a fény,
- a sugárzások,
- az ozmotikus nyomás.

Hőmérséklet hatása a mikroorganizmusokra

Egyes állatoktól eltérően a mikroorganizmusok nem rendelkeznek hőszabályzó mechanizmussal. A baktériumsejt hőmérsékletét a környezetében uralkodó hőmérséklet határozza meg.

Mivel a természetben különböző hőmérsékleti értékek uralkodnak, a mikroorganizmusok igyekeznek alkalmazkodni hozzájuk, és ilyen feltételek mellett is normálisan tudnak élni és szaporodni.

A hőmérsékleti határértékek, amelyek között a baktériumok életben tudnak maradni – 25,2 °C és 90 °C között mozog. A baktériumok 0 °C alatt nem szaporodnak. Egyes baktériumok azonban, képesek 50° C felett is szaporodni. A baktériumok többsége azonban 25 °C és 37 °C között szaporodik legjobban.

Minden mikroorganizmusra jellemző egy hőmérsékleti intervallum, amelyen belül kifejti élettevékenységét. Ezen belül megkülönböztetünk minimális, optimális és maximális hőmérséklet. *Minimális hőmérséklet* az a legkisebb hőmérséklet, amelyen még növekszik és szaporodik az adott mikroorganizmus. Ha a hőmérséklet ezen érték alá süllyed, akkor a mikroorganizmus latens állapotba kerül. Ebben az állapotban, ha bár még él, nem képes szaporodni, és a sejt életfolyamatai a minimumra csökkennek.

Optimális hőmérséklet az, amelyen a mikroorganizmusok növekedése és szaporodása a leggyorsabban megy végbe.

Maximális hőmérsékletnek nevezzük azt a legmagasabb hőmérsékletet, amelyen a mikroorganizmus még mindig képes fejlődni és szaporodni.

Az optimális hőmérsékletre való tekintettel, a mikroorganizmusok három csoportba sorolhatók:

1. Psychrophil (pszihrofil = hidegtűrő)
2. Mesophil (mezofil = közepes hőmérsékletet kedvelő)
3. Thermophil (termofil = hőtűrő)

A *pszihrofil* mikroorganizmusok természetes közegekben főleg az északi tengerekben és tavakban fordulnak elő, valamint az élelmiszeriparban, a hűtők lakói. Az optimális hőmérséklet számukra 15-20° C.

A *mezofil* mikroorganizmusok számára az optimális hőmérséklet 30-37° C. Ebbe a csoportba tartozik a legtöbb szaprofita és patogén baktérium, az élesztők és a penészek. Közülük egyesek az ember, az állatok és a növények megbetegedését, míg mások az élelmiszerek romlását okozzák. Megtalálhatók a talajban, vízben és a bomló anyagokban.

A *termofil* mikroorganizmusok számára az optimális hőmérséklet 50-60° C. Megtalálhatók a hőforrásokban, a talaj mélyebb rétegeiben és a bomló szerves anyagban. Ezek főleg szaprofita mikroorganizmusok, nagyon gyors szaporodásúak és különféle biokémiai változásokat idéznek elő a közegben, amelyben élnek.

	Minimális	Optimális	Maximális
Pszihirofil	0° C	15-20° C	30-35° C
Mezofil	10-15° C	30-37° C	40-45° C
Termofil	25-45° C	50-60° C	60-90° C

Hőmérsékleti értékek összehasonlítása.

A baktériumok külön csoportját alkotják a *termogén baktériumok*, amelyek 50-60° C fokon szaporodnak és e közben jelentős mennyiségű hőt termelnek, ami elérheti akár a 100° C is.

E baktériumoknak szaporodása a trágyában, elősegíti a trágya természetes hőkezelését.

A magas hőmérséklet hatása a baktériumsejtre a fehérjék denaturációjában nyilvánul meg, aminek következtében a sejt elpusztul. Azt a hőmérsékletet, amelyen egyes mikroorganizmusok megszűnnek élni, *letális* (halálos) hőmérsékletnek nevezzük.

A hőmérséklet hatásának gyorsasága és hatékonysága a mikroorganizmusokra, különböző tényezőktől függ. A környezet páratartalma kihatással van a baktériumsejt életére. Ha a baktériumok magasabb páratartalommal rendelkező környezetben vannak, alacsonyabb hőmérséklet is elegendő az elpusztításukra. Tehát, a párás meleg hatásosabb a mikroorganizmusok elpusztításában, mint a száraz meleg.

Páratartalom %	A fehérjék denaturációjának hőmérséklete (° C)
50	56
25	74-80
18	80-90
6	145
0	160-170

A páratartalom és a hőmérséklet viszonya.

A baktériumok elpusztítása magas hőmérséklet segítségével- a sterilizálás folyamatában jelentős.

A sterilizálás (sterilizálás, csíramentesítés) az a folyamat, melynek során *minden élő mikroorganizmus* vegetatív formái és sporogén alakjai elpusztulnak, száraz vagy nedves hő segítségével.

A dezinfekció (fertőtlenítés) alatt a *patogén* mikroorganizmusok vegetatív alakjainak elpusztítását értjük. Célja a fertőző kórokozók terjedésének megakadályozása.

Sterilizés száraz hő segítségével-ennél az eljárásnál a mikroorganizmusokat száraz forró levegő segítségével pusztítják el. Ez többféle módon történhet:

- Elégetéssel – ez a leghatásosabb módszer a mikroorganizmusok megsemmisítésére. Kevésbé értékes fertőzött dolgok és tárgyak esetében alkalmazzák, amikor is ezeket elégetik és ezzel együtt a mikroorganizmusokat is megsemmisítik (pl. szalma, kötszer, tetemek, kevésbé értékes eszközök, stb.).
 - Hevítés – ennél a módszernél közvetlen hőhatásnak teszik ki a tárgyakat, egészen az izzásig. Ilyen módon fertőtleníthetők bizonyos fémeszközök. A kifejtett hő elérhet, több mint 500° C fokot.
 - Leégetés – nem a legbiztonságosabb sterilizációs módszer. A tárgyakat rövid ideig nyílt láng hatásának tesszük ki, amit szpiritusz vagy alkohol égetésével érünk el. Ilyen módon fertőtleníthetők egyes fémeszközök vagy a kémcsövek és üvegedények szélei.
 - Hőlég-sterilizátor (száraz sterilizátor) – ezekben a készülékekben száraz forró levegő végzi a csíramentesítést, olyan nem gyúlékony laboratóriumi és sebészeti eszközökön (fém, porcelán és üveg tárgyak) amelyek elviselik a magas hőmérsékletet. A levegő hőmérséklete eléri a 160-180° C fokot, és az eljárás 1-2 óráig tart.
 - *Sterilizés nedves hő segítségével*- ennél az eljárásnál a mikroorganizmusok a párás, forró levegő hatása miatt pusztulnak el. A nedves meleg gyorsabban behatol a mikroorganizmusok belsejébe, ahol a fehérjék kicsapódását, és ezzel a sejt halálát okozza. Ennek az eljárásnak is többféle módszere van:
 - 100 °C fok alatti nedves meleg (pasztörözés, paszterizálás) – a nedves meleg alkalmazásának legenyhébb formája, amellyel részleges csírátlantítást érnek el. A kezelt folyadék csíraszám jelentősen lecsökken, de nem érhető el vele sterilitás. Ez egy ideglenesen tartósító eljárás, melyet az élelmiszeriparban alkalmaznak (tej, gyümölcslevek, sör).
- Alkalmaznak gyors és lassú pasztörözési eljárást. A gyors eljárásnál 71 °C fokon 15 percig tart a pasztörözés, míg a lassú módszernél 60 °C fokon 30 percig tart.
- Frakcionált sterilizáció (Tindallozás) – a hőre érzékeny táptalajok, szérumok és oldatok sterilizálására alkalmazzák. Három napon át, 30 percre 50-80 °C melegítik őket, utána 37 °C tartják. Az első melegítés megöli a vegetatív mikrobákat, a további hevítések pedig, elpusztítják az időközben kicsírázó spórákat.
 - Kifőzés - a hővel való sterilizáció egyik legrégebbi módja, amellyel ruhaneműk, műszerek és laboratóriumi eszközök csírátlantíthatók. A 100 °C fokos forró víz, 10-15 perc alatt megsemmisíti a baktériumok vegetatív formáit, valamint a spórák többségét.
 - Nedves sterilizátor – itt a sterilizációt a készülékben szabadon áramló forró vízpára végzi, 90-100 °C fokon, 30-60 percig. Ilyen készülék pl. a Koch – fazék.

- Autokláv – az autoklávok szelepekkel ellátott készülékek, amelyekben nagynyomású forró gőzzel történik a sterilizálás. A nagynyomású, túlhevített gőz (112-121° C) még a legellenállóbb mikrobákat és spóráikat is elpusztítja. A hőmérséklet és a nyomás növelésével a sterilizálás ideje lerövidíthető. Az autoklávban laboratóriumi eszközök, táptalajok, kötszerek egyaránt csíráztathatók.



Autokláv

A baktériumok elpusztítása alacsony hőmérséklet segítségével- egyes baktériumok képesek elviselni nagyon alacsony hőmérsékleteket is. A mikroorganizmusok környezetének hőmérséklet csökkenése, a kémiai reakciók lelassulását idézi elő a sejten belül.

Amikor a hőmérséklet 0 °C fok alá süllyed, a víz a sejten belül és a környezetében egyaránt megfagy. A megfagyott sejten belül megszűnik az anyagcsere folyamat.

Fagyasztással a baktériumok egy része elpusztul, mert a sejten belül jégkristályok képződnek, amelyek szétroncsolják a sejtet. Ha a fagyasztás hirtelen történik, alacsonyabb hőmérsékleten, a jégkristályok képződése kimarad, amorf kristályok keletkeznek, melyek nem roncsolják a sejtet. A fagyasztási eljárást a baktériumkultúrák tárolására alkalmazzák.

Fagyasztásra érzékenyebbek a fiatal sejtek.

A víz hatása a mikroorganizmusokra

A víznek nagy szerepe van a mikrobák fejlődésében és aktivitásában. A környezet víztartalmának növekedése vagy csökkenése változásokat okoz a mikroorganizmusok sejtjében.

Amikor a víztartalom egy minimum alá csökken, akkor a mikroorganizmusok életfunkciói leállnak, és úgynevezett *latens állapotba* mennek át, amelynek a neve *anabiózis*. Ekkor leáll a szaporodás, megszűnik a táplálkozás, mert víz nélkül a tápanyagok nem kerülhetnek be a sejtekbe, illetve a metabolizmus termékek sem távozhatnak a sejtől.

Vízigényük szerint a mikroorganizmusok nagyban különböznek. A penészek fejlődéséhez 15% víztartalom szükséges, míg a baktériumok fejlődéséhez átlagosan 30%.

Szárazított állapotban a mikroorganizmusok folytathatják életképességüket. A kiszáradással szemben különösen ellenállóak a baktériumspórák és penészek. Ezek akár 10 évnél hosszabb ideig is képesek megtartani csíráképességüket.

A fagyasztás és szárítás egyidejű alkalmazását *liofilizációnak* nevezzük. Maga a módszer abból áll, hogy a baktériumokat -70° C fokon ampullákban hirtelen lefagyasztják, majd vákuum alatt kiszáritják. Ezt követően az ampullákat beforrasztják, és így a mikroorganizmusok több évig eltarthatók.

A fény hatása a mikroorganizmusokra

Csak kevés baktérium rendelkezik pigmentekkel, melyeknek segítségével a napfényt, mint energiaforrást tudja hasznosítani. A baktériumok többségére a közvetlen napfény károsan hat, és baktériumölőként használják (*baktericid hatás*). A napfény különböző hullámhosszú sugarakból áll, melyek közül az ultraibolya sugarak (UV-sugarak) vannak hatással a baktériumokra. A napfényre legérzékenyebbek a patogén baktériumok, valamivel ellenállóbbak a penészesek és az élesztőgombák.

Az UV-sugarak baktériumölő hatását mesterségesen is alkalmazzák a levegő, az élelmiszerek és helyiségek fertőtlenítésére.

Attól függően, hogy a napfény milyen hatással van a mikroorganizmusokra, három csoportba sorolhatjuk őket:

1. *Fotofób mikroorganizmusok* – azok, amelyekre a fény károsan hat. Érzékenyek a közvetlen és a szórt napfényre is.
2. *Fotofil mikroorganizmusok* – ezekre a napfény kedvezően hat vagy létfontosságú a sejtben játszódó folyamatokhoz.
3. *Fotoindiferens mikroorganizmusok* – számukra a fény nem szükséges, de nem is káros, azonban fény jelenlétében nem tudnak szaporodni.

Sugárzások hatása a mikroorganizmusokra

Habár a mikroorganizmusok a rövid hullámhosszú sugárzásoknak jobban ellenállnak, mint a többi élőlények, a nagyobb dózisú ilyenfajta sugárzások a mikroszervezeteket is megölik. Kisebb, nem letális adagú sugárzás a mikroorganizmus sejtekben változásokat idéz elő.

Az UV-sugárzás kettős hatású: letálisán hat a mikroorganizmusok sejtjére, illetve a sejt örökítőanyagában okoz elváltozásokat (mutagén hatás).

A Röntgen-sugárzásnak (X-sugarak) sokkal letálisabb hatása van a mikroorganizmusokra, mint az UV-sugaraknak. Nem csak felületileg hatnak a sejtre, hanem mélyebbre is hatolnak. Kis adagban serkentő hatásúak a sejtben lejátszódó életfolyamatokra, a nagyobb dózis azonban leállítja azok növekedését és szaporodását, majd végül elpusztulnak.

A radioaktív sugarak közül legnagyobb áthatoló képessége a γ -sugárzásnak van. A mikroorganizmusok sokkal nagyobb mennyiségű rádióaktív sugárzást tudnak elviselni, mint a felsőbb élőlények. Így például a sporogén baktériumokra letálisán ható dózis, 600-5000-szerese az emberre veszélyes (halálos) sugármennyiségnek.

Ozmotikus nyomás hatása a mikroorganizmusokra

Az ozmózist két folyadék félígáteresztő hárt्यान keresztül történő keveredése jellemzi. Az „ozmotikus nyomás” kifejezés, a folyadékok koncentrációkülönbsége kiváltotta nyomáskülönbségre vonatkozik.

Amikor a hártya mindkét oldalán az ionok és a molekulák koncentrációja megegyezik, akkor az ozmotikus nyomásokban nincs különbség. Ellenben, ha az egyik oldalon nagyobb az elektrolitok koncentrációja, akkor beindul a nyomáskiegyenlítődé a koncentrációk kiegyenlítődé által. Ehhez pedig a vízmolekulák mozgása indul be a nagyobb elektrolit-koncentrációt tartalmazó hártya túloldalára.

Amikor a mikroorganizmusok olyan közegbe kerülnek, amelyben nagyobb az ozmotikus nyomás, mint a sejtjükben, akkor sejtjükből a sejthárt्यान keresztül vízmolekulák fognak távozni az őket körülvevő közegbe. Ez a folyamat addig tart, még ki nem egyenlítődik a sejtben lévő nyomás a külső nyomással. Mivel a sejt belső tartalmának csökkenése lép fel, ezért a citoplazma-hártya és a citoplazma zsugorodási folyamata játszódik le. Ezt a folyamatot a sejt *plazmolízisének* nevezzük, és az ilyen sejtek egy bizonyos ideig életben maradnak, de hosszabb idő után elpusztulnak.

Amikor a mikroorganizmusok olyan közegbe kerülnek, amelyben kisebb az ozmotikus nyomás, mint a sejtben, akkor vízmolekulák áramlanak a sejtbe. Ilyenkor a sejt duzzadni kezd, és a belső tartalma mind nagyobb lesz. Ez a folyamat addig tart, míg ki nem egyenlítődik a sejten belül és kívül a nyomás, illetve a koncentráció. Ha nagy a nyomáskülönbség, akkor a sejt duzzadása hosszú ideig tart, aminek eredményeként a citoplazmahártya megreped, és a sejt tartalom kiömlik. Ez a folyamat a *plazmoptízis*, és ilyenkor a sejt számára nincs visszaút, vagyis teljesen megsemmisül.

Egyes baktériumoknak nagy a toleranciájuk a konyhasó koncentrációval szemben és normálisan tudnak viselkedni 12-30 %-os konyhasóoldatban is. Ezeket *halofil* baktériumoknak nevezzük.

A kémiai tényezők

Lehetnek károsak vagy hasznosak a mikroorganizmusok számára. Káros hatásuk többféle módon megnyilvánulhat.

Azokat a vegyi anyagokat, amelyek *elpusztítják* a mikroorganizmusokat, *mikrobicid anyagoknak* nevezzük.

Amennyiben csak *megakadályozzák a mikrobák további fejlődését és szaporodását*, akkor *mikrobisztatikus szerekről* beszélünk.

Attól függően, hogy a vegyi anyagok melyik mikroorganizmus csoportra hatnak, megkülönböztetünk:

1. baktericid = baktériumölő szerek,

2. bakteriosztatikus = megállítja a baktériumok fejlődését és szaporodását,
3. virocid = vírusölő szerek,
4. virosztatikus = megállítja a vírusok fejlődését és szaporodását,
5. fungicid = gombaölő szerek,
6. fungisztatikus = megállítja a gombák fejlődését és szaporodását.

*Dezinficiens*ek vagy *fertőtlenítőszer*ek azok a vegyi anyagok, amelyek elpusztítják a patogén mikroorganizmusokat. Ezek alkalmazását *fertőtlenítésnek* vagy *dezinfekciónak* nevezzük.

A fertőtlenítőszereket élettelen felszíneken, eszközökön alkalmazzák oldatok formájában.

Az *antiszeptikumok* korlátozott hatékonyságú, enyhébb fertőtlenítőszer

A *kemoterápiás szerek* és *antibiotikumok* a szervezetbe jutott kórokozók elpusztítására használatos anyagok, amelyek elősegítik a gyógyulást anélkül, hogy komolyabban károsítanák a gazdaszervezetet. Alapvető különbség a kemoterápiás és a fertőtlenítőszer

Az *antibiotikumok* is kemoterápiás szerek, melyek a fertőző betegségek gyógyítására szolgálnak. Az antibiotikumokat mikroorganizmusok termelik vagy szintetikus

A fertőtlenítőszer

A jó fertőtlenítőszerek mikrobicid hatása mellett, más feltételeknek is meg kell felelnie:

- alacsony koncentrációban hasonló a mikroorganizmusokra,
- vízdoldékony legyen,
- ne legyen korróziós hatású,
- ne legyen mérgező a szervezet számára,
- vegyileg stabil legyen,
- rövid idő alatt fejtsen ki hatását.

A fertőtlenítőszer azonnal elkezdheti kifejteni hatását, amint kapcsolatba kerül a mikroorganizmussal. A fertőtlenítőszer részecskéi kötődnek a sejt egyes részeihez, ahol különböző változásokat idéznek elő, ami megnyilvánulhat a fehérjék denaturációjában, a sejthártya és sejtfal áteresztőképességének megváltozásában, az oxid-redukciós folyamatok zavarában és az enzimek működésének zavarában.

A fertőtlenítőszer hatására kihatással lehetnek bizonyos fizikai és kémiai tényezők. Egyes tokkal rendelkező baktériumok ellenállóbbak a fertőtlenítőszerrel szemben. Minél nagyobb a baktériumok száma, annál nagyobb fertőtlenítőszer koncentrációra van szükség.

Savak – a baktériumok érzékenyek a savakkal szemben. A szervetlen savak (sósav, kénsav) erősebb baktericid hatású, mint a szerves savak, azonban korrozív hatásuk miatt, ritkábban alkalmazzák őket a gyakorlatban. A savak közül a gyakorlatban leginkább az 1-2 % - os bórsavat használják a nyálkahártya fertőtlenítésére, az ecetsavat és a szalicilsavat pedig az élelmiszerek tartósítására.

Lúgok – az erős lúgok, mint például KOH és NaOH nagy jó baktériumölő hatásúak. A gyakorlatban leginkább az 1-6 % zsírszódát (NaOH) alkalmazzák különböző koncentrációkban, mert elpusztítja nem csak a mikroorganizmusok vegetatív formáit, hanem a spórákat is. A vírusok különösen érzékenyek rá. A lúgok hatékonyságát csökkenti a szerves anyag jelenléte, ezért csak tiszta felületeken érdemes alkalmazni őket.

Alkoholok – az alkohol megöli a vegetatív baktériumokat, de nem hat a spórákra. A sebészetben használják az operációs felület, sebek, és a kéz fertőtlenítésére. Az alkohol fertőtlenítő hatása nem túl jó, de az etil-alkohol 70%-os vizes oldat formája, vagy 2-4 %-os jóddal kiegészítve, szolid antiszeptikus hatást ad. Az alkohol egyrészt, denaturálja a baktériumsejt fehérjéit, másrészt zsíroló hatása miatt, megkönnyíti más fertőtlenítőszer és a mikroorganizmusok közötti kontaktus létrejöttét.

Detergensok (szappanok) – a detergensok felületaktív anyagok, melyek károsítják a baktériumsejt burkait, és ennek következtében károsodik a citoplazma-hártya áteresztőképessége. Feloszthatók: kation és anion detergensekre és amfoterekre. Az anion detergensok közé tartoznak a szappanok, mosó- és tisztítószer. A szappanok a szennyeződés eltávolításával csökkentik a mikroorganizmusok számát, de fertőtlenítő hatásuk nincs. A szappanoknál jobb szennyoldó hatásúak a szintetikus detergensok. Az úgynevezett invert szappanok és az amfoter felületaktív anyagok viszont szolid fertőtlenítő hatásúak.

Fenol és származékai – a fenol (karbolsav) erős fertőtlenítőszer. A fenolok károsítják a baktériumsejtet körülvevő hátyákat, behatolnak a sejt belsejébe, ahol a citoplazma denaturációját idézik elő. 1-5%-os oldat formájában használják, helyiségek és sebészeti eszközök fertőtlenítésére. A krezol fenol származék, vízben jól oldódik és erősebb hatású, mint a fenol. Egyes szappanok alkotórésze is ez, melyeket a kéz fertőtlenítésére használnak.

Halogén elemek – a halogén elemek közül a klór és a jód nagyon erős fertőtlenítőszer. A klór erős oxidálószer, amely a baktériumok sejtfalát károsítja. Mérgező az emberek és az állatok számára. A klórt elsősorban víz fertőtlenítésére használják. Szélesebb körben a szervetlen vagy szerves klórtartalmú készítmények terjedtek el. Ezek 2-3 óra alatt elpusztítják a vírusokat és a baktériumok vegetatív formáit. Az állategészségügyben a klórmész alkalmazása terjedt el, amely falak, padozat, trágya fertőtlenítésére jól bevált. A jód nagyon hatásos fertőtlenítőszer a baktériumok vegetatív formái ellen, a spórák ellen és

egyes patogén penészek ellen. Leggyakrabban jód- tinktúra és Lugol- oldat formájában alkalmazzák sebek és nyálkahártyák fertőtlenítésére. Kálium-permanganát (KMnSO_4 - hipermangán) - erős baktericid hatású. Oldatként használják a száj, nyálkahártyájának és a sebek fertőtlenítésére. Hidrogén-peroxid (H_2O_2) - erős oxidatív szer, 3%-os oldatát sebek kimosására használják. Nehéz fémek sói (réz-szulfid, ezüst-nitrát, higany-klorid) – a baktériumok enzimjeihez kötődnek és akadályozzák működésüket, ezért hatékony fertőtlenítőszer, azonban a szerves anyag jelenléte csökkenti hatékonyságukat.

Formaldehid – nagyon erős, szúrós szagú gáz, ami vízben könnyen oldódik. A 37%-os vizes oldatát *formalinnak* nevezik. Erős baktériumölő hatása van, de mérgező az élő szervezet számára, ezért több országban betiltották használatát. Alkalmazható vizes oldat vagy gáz formájában, felületek és a levegő fertőtlenítésére.

2. Biotikus tényezők

A biotikus tényezők szerves alapú anyagok, melyeket mikro- vagy makroorganizmusok állítanak elő, vagy pedig egymás kölcsönhatásának eredményeként keletkeznek. Ezek a kölcsönhatások nagyon összetettek és a biocönózisokban játszódnak le.

Biocönózis alatt értjük az életközösségeket az összes tényezővel, amelyek lehetővé teszik az életet.

A mikroorganizmusok az őket körülvevő más élőlényekkel állandó kapcsolatban vannak, és ennek eredményeként különböző kölcsönhatások alakulnak ki. Ezek a következők:

- szimbiózis
- komenszalizmus
- szinergizmus
- antibiózis

A **szimbiózis** a mikroorganizmusok közötti olyan kölcsönhatás, amikor *minden egyednek valamilyen haszna van az együttélésből*. Létrejöhét:

- két baktériumfaj között (pl. aerob és anaerob baktériumok társulásakor, az aerobok elhasználják az O_2 , ezzel anaerob körülményeket teremtve az anaerobok számára, ők pedig toxinjaikkal megvédik az aerob baktériumokat a szervezet immunrendszerétől, és segítik szaporodásukat),
- baktériumok és gombák között,
- baktériumok és magasabb rendű szervezetek között (pl. a növények és gyökereiken élő baktériumok- nitrogén, az állatok és az emésztőszerveikben élő baktériumok-cellulóz).

A **komenszalizmus** olyan életközösség, melyben csak *egyiknek van haszna, a másinak viszont nincs sem haszna, sem kára.*

A **szinergizmus** olyan életközösség, melyben *két mikroorganizmus kiegészíti egymás hatását,* vagyis együttesen elér egy bizonyos célt, amit külön-külön képtelenek lennének (pl. a baktériumok és a vírusok egymás hatását kiegészítve, sikerül leküzdeniük a szervezet immunrendszerét és betegséget idéznek elő).

Az **antibiózis** olyan jelenség, amikor *egyes mikroorganizmusok visszaszorítják valamely másik mikroorganizmus-faj fejlődését.* Egyes mikroorganizmusok anyagcseretermékeikkel megváltoztatják a környezet feltételeit (pH, ozmotikus nyomás, felületi feszültség), és ezzel kedvezőtlen körülményeket teremtenek más mikroorganizmusok fennmaradásához.

Más mikroorganizmusok specifikus mérgező anyagokat termelnek, melyeknek segítségével közvetlenül hatnak a többi mikroorganizmus anyagcseréjére, és ezzel megakadályozzák azok szaporodását, ami végül a pusztulásukhoz vezet. Ezeket a mérgező anyagokat *antibiotikumoknak* nevezzük, a hatásukat pedig *antibiózisnak.* Tehát, az antibiózis két mikroorganizmus társulása, melyben az egyik kifejezetten károsan hat a másikra, ami miatt ez a másik végül elpusztul.

1929-ben Alexander Fleming egy kísérletet végzett és észrevette, hogy a *Staphylococcus aureus* baktérium egyik kultúrájában egy zöld penész növekszik, amelynek közelében a sztafilokokkuszok nem szaporodnak. Ekkor Fleming továbbtenyésztette a penészt, majd a kapott filtrátot újra alkalmazta a sztafilokokkusz kultúrára, és megállapította, hogy a benne lévő anyag gátolja a Gram negatív baktériumok növekedését. Később megállapítást nyert, hogy *Penicillium* penészből van szó, az általa termelt anyagot pedig *penicillinnek* nevezték el.

Későbbi kutatások bebizonyították, hogy számos, talajból izolált mikroorganizmus erős anyagokat termel, ami védekezésül szolgál nekik más mikroorganizmusokkal szemben.

E anyagoknak a felhasználása a gyógyászatban elterjedt. A leghasznosabb antibiotikumokat a penészek, egyes baktériumok és a *Streptomyces* fajok termelik.



SIR ALEXANDER FLEMING (1881 – 1955)

Nobel-díjas skót orvos, bakteriológus.

1881. augusztus 6.-án született a skóciai Ayrshire-ben.

Orvostant tanult a Szűz Mária Kórházban, Londonban. Az első világháború után visszatért a kórházba, és professzorként dolgozott.

1915-ben elvette Sarah Marion McElroyt, és született egy fiuk.

1928-ban felfedezte a penicillint, és 1945-ben megkapta az orvosi Nobel-díjat. 1949-ben meghalt a felesége, és Fleming 1953-ban újraházasodott.

Második felesége görög orvos volt, Dr. Amalia Koutsouris.

Fleming 1955. március 11.-én halt meg Londonban, és a Szent Pál-székesegyházban temették el.

Kutatási területe a baktériumkutatás, az immunológia és a kemoterápia volt. Ő volt az első, aki embereknek tífusz elleni védőoltást adott. 1928-ban ő fedezte fel a penicillint (a *Penicillium notatum* gombában) az influenzavírust kutatva, valamint a lizozim antiszeptikus tulajdonságát.

1944-ben lovaggá ütötték, 1945-ben Nobel-díjjal tüntették ki.

A baktériumok ellenálló képessége az antibiotikumokkal szemben

Az antibiotikumokat felfedezésük óta, nagyon gyakran alkalmazzák a fertőző betegségek gyógyításában. Gyakori alkalmazásuk azonban, lehetővé tette, hogy a baktériumok ellenállóvá váljanak velük szemben. A baktériumok *ellenálló képessége vagy rezisztenciája* specifikus, egy vagy többféle antibiotikummal szemben.

Ha célzott terápiát akarunk alkalmazni, akkor meg kell határoznunk a kitenyésztett kórokozó érzékenységét a különböző antibiotikumokkal szemben, majd kiválasztanunk a legmegfelelőbbet. Erre célra *antibiogramot* készítenek.

Legelterjedtebb a korong diffúziós módszer. A kitenyésztett baktérium kultúrát szilárd táptalajra telepítik, amelyre előzőleg különböző antibiotikumokkal átitatott papírkorongokat helyeznek. Ezután a táptalajt termosztátba helyezik, 24-48 órára, 37° C fokra.

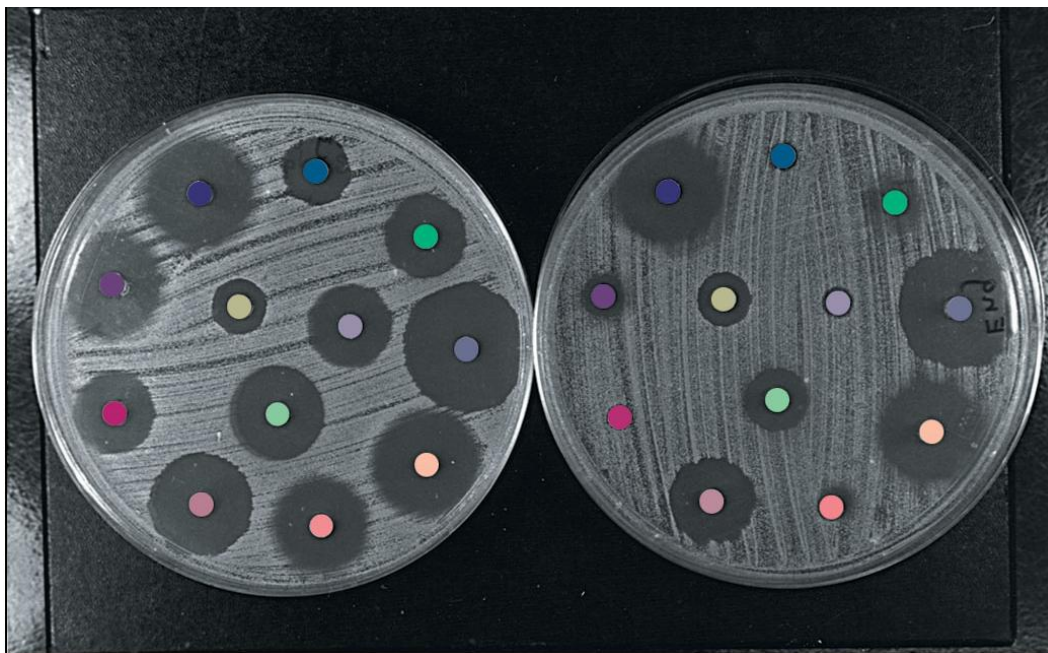
Ha a kitenyésztett mikroba érzékeny valamelyik antibiotikumra, akkor a papírkorong körül egy *gátlási zóna* figyelhető meg, amelyben a mikroorganizmusok nem tudnak szaporodni. A gátlási zóna szélessége határozza meg az érzékenység fokát. A gátlási zóna szélességét miliméterben mérik.

28 mm-es vagy nagyobb zóna azt jelenti, hogy érzékeny (++++)

23- 27 mm-es, mérsékelten érzékeny (+++)

10- 22 mm-es, relatívan érzékeny (++)

9 mm vagy kisebb szélességű zóna azt jelenti, hogy ellenálló (+)



Antibiogram – korongdiffúziós módszer.

IV. Fertőzés

Fertőzés vagy infekció alatt értjük azt az összetett folyamatot, ami az élő, fogékony szervezetben játszódik, amikor behatolnak a patogén, virulens mikroorganizmusok. Hogy egy mikroorganizmus be tudjon jutni a fogékony szervezetbe, olyan számban kell lennie, hogy le tudja küzdeni annak védekező rendszerét, patogénnek, virulensnek, fertőzőnek kell lennie, toxinokat kell termelnie, és agresszivitást kell tanúsítania.

1. Patogén és szaprofita mikroorganizmusok

A természetben nagyszámú mikroorganizmus található, melyeknek nagyon fontos szerepe van, mert enzimjeik segítségével lehetővé teszik az anyag körforgását a természetben. Számos mikroorganizmus az emberi és állati szervezet állandó baktérium flórájának alkotórészei, ahol segítségükkel lebontódnak a különböző anyagok olyan vegyületekké, melyeket a szervezet hasznosítani tud, szükségletei szerint. Manapság a baktériumok, élesztő- és penészgombák nagyon fontos szerepet játszanak az élelmiszer- és gyógyszeriparban.

Szaprofita mikroorganizmusoknak nevezzük azokat, amelyek a természetben élnek és élettelen szerves anyagokkal táplálkoznak. Megtalálhatók az emberek és állatok szervezetében, ahol jelenlétük és aktivitásuk nem okoz betegséget. Elhalt sejtekkel táplálkoznak, állandóan jelen vannak a szervezetben, a szervezet halála után pedig annak lebontását végzik.

Kivételes esetekben, egyes szaprofita mikroorganizmusok, bizonyos körülmények között lehetnek károsak a szervezet számára. Ezeket *feltételesen patogén mikroorganizmusoknak* nevezzük.

A *patogén mikroorganizmusok* képesek behatolni az emberi és állati szervezetbe, és aktivitásukkal elváltozásokat tudnak okozni, melyek a szervezet megbetegedésében nyilvánulnak meg. A patogén mikroorganizmusok a gazdaszervezet kárára élnek, ezért a paraziták közé sorolhatók. Egyes patogén mikroorganizmus fajták jelen lehetnek a szervezetben anélkül, hogy jelenlétük és aktivitásuk megbetegedést okozna. Ilyen esetekben szaprofitaként viselkednek.

2. A mikroorganizmusok patogenitása és virulenciája

Ahhoz, hogy egy mikroorganizmus megfertőzhessen egy magasabb rendű szervezetet legalább két alap tulajdonságának kell lennie, ezek a: patogenitás és virulencia.

Patogenitás alatt értjük azt, hogy a mikroorganizmusoknak *kórokozó képessége van*, vagyis képesek betegséget okozni az élő szervezetben. A patogenitás genetikailag öröklődő tulajdonság és mindig egy adott mikroorganizmus és a gazdaszervezet viszonyában érvényes. A kórokozók többsége különféle állatfajokat és az embert is képes megbetegíteni, ezért *széles gazdaspektrumú* kórokozóknak nevezik őket.

A mikroorganizmusok különböző módon okoznak megbetegedést. Egyesek mérgező anyagokat, *toxinokat termelnek*, mások *mechanikai jelenlétükkel károsítják a szöveteket*, vagy *zavarokat okoznak az anyagcsere folyamatokban*.

Egy mikroorganizmus patogenitásának a fokát **virulenciának** nevezik. Tehát, a virulencia a kórokozó mikroorganizmusok támadókéességének erősségét jelenti. Más szóval, a virulencia azt jelzi, milyen erős a kórokozó, mekkora a szervezetbe való behatolási hajlama, milyen erőteljes a szaporodása, vagy mennyire mérgező.

Egy patogén mikroorganizmus lehet: *virulens, közepesen virulens vagy avirulens*.

Gyakran a patogenitást és a virulenciát összekeverik, és helytelenül magyarázzák.

A patogenitás *állandó tulajdonság*, a virulencia pedig *változhat*. Mindkettő csak az élő szervezeten nyilvánulhat meg, a megnyilvánulásuk mértéke pedig függ a szervezet érzékenységtől és ellenálló képességétől.

A virulenciára nagyon sok tényező van kihatással. Amikor a baktériumokat az élő szervezeten kívül, laboratóriumi körülmények között tenyésztik, elveszíthetik, vagy megváltozhat a virulenciájuk. A virulencia elvesztése lehet végleges vagy átmeneti jellegű. Azokat a mikroorganizmusokat, amelyek *teljesen elveszítették virulenciájukat, atenuált mikroorganizmusoknak* nevezzük.

A csökkentett virulenciájú és avirulens baktérium törzseket használják a gyógyszeriparban, az oltóanyagok (vakcinák) előállítására.

Amikor a patogén, virulens mikroorganizmust többször átviszik egyik ellenálló szervezetről a másik ugyanolyan fajtájú szervezetre, akkor a virulenciája gyengül, vagy teljesen elveszik. A virulencia elvesztése, amennyiben nem tartós, visszafordítható folyamat.

A virulencia visszaszerzését úgy érik el, hogy a mikroorganizmusokat újra kedvező feltételek között szaporítják, vagy többször átviszik őket ugyanolyan fajtájú, gyenge ellenálló képességű szervezeteken. Erre a célra a baromfiembrió a legmegfelelőbb. Mesterséges úton, a 7-9 napos baromfiembriókba bejuttatják a mikroorganizmusokat, több egymást követő alkalommal, és ezzel megnövelik, vagy visszaszerzik a kórokozók elvesztett virulenciáját.

A virulenciára kihatással lehet a mikroorganizmusok száma is, ami a szervezetbe kerül.

A mikroorganizmusoknak azt a mennyiségét (számát), ami a szervezetbe kerül, *inokulumnak* vagy fertőző *dózisnak* nevezzük.

3. Mikroorganizmusok patogén aktivitásának tényezői

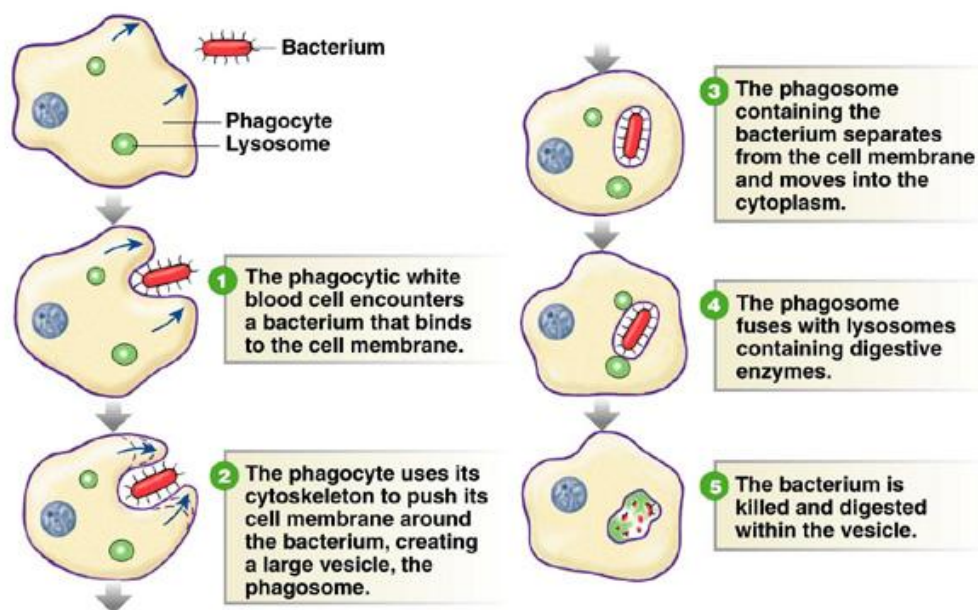
Egy mikroorganizmus patogenitását az teszi lehetővé, hogy képes behatolni a szervezet szöveteibe, tovább szaporodni és terjedni, toxinokat termelni és ezzel károsítani a sejteket.

Inváziós képességnek nevezzük a mikroorganizmusoknak azt a tulajdonságát, hogy be tudnak jutni a szervezetbe, és ott szaporodni tudnak.

Toxikusságnak nevezzük a kórokozók azon tulajdonságát, hogy toxinokat tudnak termelni.

Egy mikroorganizmus inváziós képessége attól függ, mennyire képes ellenállni a szervezet védekező rendszerének. Hogy a szervezet védekező rendszerét sikeresen leküzdjék, a mikroorganizmusok különböző anyagokat termelnek. Ilyenek például: a tok, a kinázák, különböző enzimek (hijaluronidáz, kollagenáz).

A *tok* védi a baktériumokat a külső környezetben a káros hatásoktól, a gazdaszervezetben pedig a fagocitózistól. A gazdaszervezet sejtjei ugyanis képesek bekebelezni, fölfalni (fagocitózis) a bejutott baktériumokat, de a tok megvédi őket ettől.



A fagocitózis folyamata.

A *kinázok* egyes patogén baktériumok termékei, mellyel lebontják a fibrint, és ezzel megnövelve inváziós képességüket, lehetővé teszik továbbterjedésüket a szövetekben.

A *hijaluronidáz* és a *kollagenáz* enzimek szintén egyes baktériumfajták termékei, mellyel lebontják a hijaluronsavat és a kollagént, és ezzel megkönnyítik a baktériumok terjedését a szövetek belsejébe.

Az említett anyagok mellett, melyeket a baktériumok termelnek és a szervezet ellenálló képességét segítenek leküzdeni, számos patogén baktérium mérgező anyagokat is termelnek. Ezeket *toxinoknak* nevezzük (*baktérium toxinok*), és károsan hatnak bizonyos szövetekre, vagy az egész szervezetre. A toxinokat a baktériumsejt metabolizmusa során termeli. Attól függően, hogy a sejtben marad-e, vagy kiürül belőle, a toxinok feloszthatók: egzotoxinokra és endotoxinokra.

Az *egzotoxinok* a baktériumsejten kívül találhatók, és csak kisszámú baktérium termeli őket. A legerősebb baktériummérgek közé tartoznak (250g tiszta, Clostridium botulinum toxin elegendő az emberiség elpusztítására). Affinitásuk van, hogy kötődjenek az ideg-, az izom-, és a veseszövethez.

Természetük alapján az egzotoxinok egyes baktériumok enzimjei, míg másoknál a sejt anyagcseréje során keletkezett termékek.

Kémiai összetételük szerint fehérjék, és instabilak. Magasabb hőmérsékleten és különböző fizikai és kémiai tényezők hatására elveszítik stabilitásukat és mérgező hatásukat. Nagyon jó antigének.

Ha az egzotoxinokat formalinnal kezelik, elveszíti mérgező hatásukat, és *nem mérgező toxoiddá* vagy *anatoxinná* alakulnak. Az anatoxint a mesterséges immunizációban alkalmazzák, bizonyos fertőző betegségek ellen.

Az *endotoxinok* a baktériumsejten belül találhatók. Jóval gyengébbek az egzotoxinoknál. Nincsen affinitásuk bizonyos szövetek iránt. Leginkább helyileg hatnak, és általános tüneteket idéznek

elő, mint a hányás, hasmenés, láz és vérzések a bélben. Az endotoxinok rossz antigének. Ellenállóak a magas hőmérséklettel és más fizikai és kémiai tényezőkkel szemben.

A **hemolizinek és citolizinek** bizonyos baktériumok termékei. A hemolizinek a vörösvérsejtekre, míg a citolizinek más sejtekre hatnak, és azok *pusztulását (lízisét)* idézik elő. Ezek az anyagok kihatással vannak a baktériumok virulenciájára is. A hemolizinet termelő baktériumok általában virulensebbek, mint amelyek nem termelnek hemolizinet.

A hemolizinek fehérje eredetű anyagok és 55 °C fok felett megsemmisülnek.

Amikor a szervezetbe parenterális úton (az emésztőrendszer megkerülésével) juttatunk hemolizinet, akár csak antitestek, úgynevezett *antihemolizinek* termelődését idézik elő. Egyes hemolizinek képesek több állatfaj vörösvérsejtjeit megsemmisíteni.

4. A makroorganizmus szerepe a fertőzés keletkezésében

Ahhoz, hogy a fertőzés létrejöjjön, a mikroorganizmusok patogenitása és virulenciája mellett, nagyon fontos a makroorganizmus állapota is.

A makroorganizmusnak, vagyis az emberek és állatok szervezetének, elsősorban fogékonyak kell lennie egy bizonyos mikroorganizmus fajtára, azután a mikroorganizmusnak affinitást kell tanúsítania bizonyos állatfajok szövetei iránt, a makroorganizmus védekező rendszerét le kell küzdenie, be kell jutnia a szervezetbe, és csak így alakulhat ki fertőzés.

A makroorganizmus fogékonyságára kihatással van a szervezet általános állapota, kora, az állat fajtája és neme.

A legyengült, túlterhelt és kiéhezett szervezet előbb fog megbetegedni, mint a pihent, jól táplált.

Az állat fajtája szintén jelentős, mert egyes fertőző betegségek gyakrabban jelentkeznek bizonyos fajtánál, mint a másikonál.

Az életkor is befolyásolja a betegség kialakulását, mert vannak fertőző betegségek, amelyek elsősorban a fiatal szervezeteket támadják (szopornyica).

A táplálék szintén nagyon jelentős egy betegség kialakulásánál, mert a takarmányozás közvetlen hatással van a szervezet általános állapotára. A vitaminhiányos táplálék különösen egyes fertőző betegségeknek kedvez. A fehérjehiányos pedig elősegíti a krónikus fertőző betegségek (pl. tuberkulózis) kialakulását.

5. A fertőzés lefolyása

Fertőzés alatt értjük, a patogén mikroorganizmusok bejutását a szervezetbe, megtelepedését a szövetekbe, szaporodását, terjedését, káros anyagok termelését és a szervezet reakcióját. A mikroorganizmusok igyekeznek mérgező termékeikkel leküzdeni a szervezet specifikus és nem specifikus védekező rendszerét, azonban a küzdelem kimenetele számos más tényezőtől is függ.

A fertőzés folyamán fázisok alakulnak ki, melyek jellemzik a fertőzés egyes részeit.

A fertőzés lefolyásának következő fázisai vannak:

1. megfertőződés
2. lappangási idő
3. helyi reakció
4. általános reakció
5. lábadozás
6. gyógyulás
7. betegség visszatérése

Megfertőződés – ebben a fázisban a mikroorganizmusok behatolnak a szervezetbe.

A szervezetbe patogén, virulens kórokozók tudnak bejutni, amelyek miután legyőzik az immunrendszert, elszaporodnak, és fertőzést okoznak.

Bejuthatnak azonban, apatogén és avirulens mikroorganizmusok is, amelyek hosszabb-rövidebb ideig a szervezetben tartózkodnak, de közben nem okoznak megbetegedést.

Lappangási idő vagy inkubáció – a megfertőződés pillanatától a betegség első tünetéig eltelt idő. A lappangási idő függ a mikroorganizmus virulenciájától, a szervezet általános állapotától és az immunrendszer erősségétől (a kórokozókkal történő fertőződés nem jár minden esetben betegség kialakulásával, mert sokszor az immunrendszer már az inkubáció idején elpusztítja a betolakodókat).

Az inkubáció különböző hosszúságú, a különböző fertőző betegségeknél, de átlagban 2-14 napig tart. A virulensebb kórokozók és a legyengült szervezetek esetében a lappangási idő rövidebb.

Helyi (lokális) reakció – a szövetek reakcióját jelenti a mikroorganizmusok behatolásának a helyén. Ezt a helyet a *fertőzés kapujának* nevezik. A helyi reakcióval a szervezet tulajdonképpen védekezik a kórokozók ellen. A reakció szövetgyulladásban nyilvánul meg, ami gyakran megakadályozza a kórokozó továbbterjedését a szervezetben. Helyi reakció a baktériumos fertőzéseknél szinte rendszeresen jelentkezik a baktériumok termékei miatt, melyek ingerlik a szöveteket (toxinek, enzimek, stb.). Vírusos fertőzéseknél ritkán figyelhető meg, mert a vírusok nem termelnek ilyen anyagokat.

Általános reakció vagy betegség – a szervezet reakciója a mikroorganizmusok továbbterjedésére, ami klinikai tünetek formájában nyilvánul meg. Ilyenkor a szervezetben folyik a harc a mikro- és makroorganizmus között.

Amikor a betegség igen gyors lefolyású, csak néhány órát tart, akkor *túlheveny vagy perakut* lefolyásról beszélünk. Gyakran klinikai tünetek sem alakulnak ki.

Az 5-8 napig tartó betegség *heveny vagy akut* lefolyású.

A 8-13 napig tartó betegséget *félheveny vagy szubakut* (szubkrónikus) lefolyásúnak nevezik.

Idült vagy krónikus betegségről beszélünk, amikor több hétig, hónapig vagy évekig elhúzódik.

A fertőzés folyamán a mikroorganizmusok a behatolás helyéről, vér útján elterjedhetnek az egész szervezetben. Amikor a mikroorganizmusok a vért, mint szállítóeszközt használják, de közben nem szaporodnak, akkor *bakteriemiáról* beszélünk.

Amikor a baktériumok a vérben szaporodnak is (utazás közben), az a *szeptikémia*.

A gennykeltő baktériumok jelenléte a vérben, amelyek nem szaporodnak, a *piémia*, ha pedig a gennykeltő baktériumok szaporodnak is a vérben, az a *pioszeptikémia*.

A vírusok jelenléte a vérben, függetlenül attól, hogy ott szaporodnak vagy sem, a *virémia*.

Amikor a vérben toxinok találhatók, *toxémiának* nevezzük.

Az általános reakció folyamán a szervezet megemelkedett testhőmérséklettel, csökkent étvággal, hasmenéssel, lép duzzanattal, kisebb - nagyobb vérzésekkel reagál.

Lábadozás vagy rekonvaleszcencia – a betegség utáni időszak, ami hosszabb vagy rövidebb ideig tarthat. Ez idő alatt a szervezet lassan felépül, és pótolja a tápanyag tartalékait, melyeket a betegség során veszített el.

Gyógyulás – az az időszak, melyben a szervezeten nem láthatók a betegség tünetei, sem klinikai, sem pedig kórbonctani szempontból, a mikroorganizmusok pedig kiürültek a szervezetből.

Kivételt képeznek a krónikus betegségből felépült szervezetek, melyeknél a gyógyulás fázisában megszűntek ugyan a klinikai tünetek, de a kórbonctani elváltozások és a kórokozók még jelen van a szervezetben.

Betegség visszatérése vagy recidív – újra beteg állapot, amikor egy átmeneti javulást vagy gyógyulást követően, ismét visszatér a betegség. A kórokozó általában egy lokalizált helyről újra bejut a vérbe és a szövetekbe, és patogén hatásának eredményeként, visszatér a betegség.

Fertőző betegség utáni felépülésnél, a szervezet ellenállóvá válik az adott betegséggel szemben, amit immunitásnak nevezünk.

6. A fertőzés fajtái

A fertőzés lehet különböző eredetű és fajtájú. Patogén, virulens mikroorganizmussal történő megfertőződés, rendszerint a külső környezetből ered. Az ilyen fertőzéseket *egzogén fertőzéseknek* nevezzük.

Endogén fertőzésről akkor beszélünk, amikor a mikroorganizmus magában a szervezetben található, ám a betegség valamilyen okból nem fejlődött ki azonnal a mikroorganizmus bejutását követően, hanem jóval később.

A mikroorganizmusok szervezetbe jutásukat követően, a bejutás helyén maradhatnak, és ott szaporodnak. Ez a *helyi vagy lokális fertőzés*. A helyi fertőzés elváltozásai egy helyen, egy szerven vagy szöveten mutatkoznak.

Amikor a mikroorganizmusok elterjednek az egész szervezetben, akkor *általános fertőzésről* beszélünk.

Amikor a szervezetbe csak egyféle mikroorganizmus hatol be, akkor az *egyszerű fertőzés*, ha azonban egyidejűleg két vagy több fajta kórokozó jut be, akkor az *összetett fertőzés*.

Amikor a mikroorganizmusok hatása nem jelentkezik rögtön a bejutás követően, hanem hatásuk fokozatosan, rejtett formában fejlődik, akkor az *látens fertőzés*. Ennek oka lehet a nem elég nagy számú vagy gyenge virulenciájú mikroorganizmus, de jelentkezhet a szervezet nem megfelelő erősségű immunrendszere miatt is, amely nem tud teljes mértékben ellenállni a kórokozónak, ezért a folyamat lelassul.

Amikor a makroorganizmus leküzdí a kórokozót és megszabadul a jelenlététől, majd ugyanaz a patogén kórokozó újra bejut a szervezetbe, és ugyanolyan, de új fertőzést idéz elő, akkor *újrafertőződésről vagy reinfekcióról* beszélünk.

Amikor a fertőzés ideje alatt a kórokozó újra behatol a szervezetbe, és patogén hatásával megváltoztatja a fertőzés lefolyását, akkor *szuperinfekció* alakult ki.

V. Fertőző betegségek epizootológiája

1. Fertőző betegség fogalma és fajtái

Az epizootológia a fertőző betegségekkel foglalkozó tudomány egyik ága, amely tanulmányozza a fertőzés keletkezésének, terjedésének, mozgásának és megszűnésének körülményeit.

Ezen kívül, tanulmányozza még azokat a módszereket, melyek a fertőzés megelőzésére, megakadályozására, felfedezésére és megszüntetésére irányulnak.

A járványtan tudományos megjelölésére az orvosi területen az epidemiológia, az állatorvosi területen pedig az epizootológia kifejezés használatos.

Egy fertőző betegség akkor válik járvánnyá, amikor egyfajta kórokozó sorozatban betegít meg nagyobb számú állatot.

A fertőző betegségek területi megjelenésének, mozgásának és lefolyásának szempontjából, megkülönböztetünk többféle fertőzést:

Epizootia (epidémia) – a fertőzés tömegesen jelentkezik, nagyobb területen és gyorsan terjed.

Enzootia (endémia) – a fertőzés rendszeresen és tömegesen jelentkezik, egy körülhatárolt területen (pl. közös legelő), ahonnan nem terjed tovább.

Panzootia (pandémia) – tartományokra, országokra, kontinensekre kiterjedő fertőzés.

Zoonózisok - azok a fertőző betegségek, amelyek az állatoknál jelentkeznek, de természetes úton áttérjedve az emberre, megbetegíthetik az embert is.

A járvány okozta károkat három arányszámmal szokták kifejezni. Ezek a következők:

Morbiditás – kifejezi, hogy egy állomány hány % betegedett meg.

Mortalitás – azt jelzi, hogy az egész állományból hány % az elhullás.

Letalitás – ez az arányszám megadja, hogy a megbetegedettek hány % pusztult el a betegség következtében.

A fertőzés megjelenéséhez öt tényező jelenléte szükséges:

1. fertőzés forrása
2. fertőzés terjedésének útjai
3. fertőzés kapuja
4. mikroorganizmusok mennyisége és virulenciája
5. szervezet fogékonysága

2. Fertőzés forrása

A fertőzés forrása az a hely, ahol a kórokozók a fertőzés megjelenése előtt voltak találhatóak. A fertőzés forrásai feloszthatók: primáris (elsődleges), intermediáris (köztes) és szekundáris (másodlagos) forrásokra.

Primáris fertőzésforrások lehetnek a *beteg állatok*, azok *testváladékai* (nyál, orrváladék, vizelet, ürülék) *csírahordozó állatok* (melyek lappangási vagy a lábadozási fázisban vannak, és váladékaikkal ürítik a kórokozókat), *beteg vagy csírahordozó állatoktól származó állati eredetű termékek* (tojás, tej, bőr, hús, hús-, csont-, vér-liszt, stb.), *elpusztult állatok teteme, vadon élő állatok, rovarok*, stb.

Az ember ritkán elsődleges fertőzésforrás az állatok számára, de előfordulhat bizonyos betegségeknél, pl. szalmonellózis, TBC.

Intermediáris fertőzésforrásnak számítanak a beteg állatoktól származó szekrétumok és exkrétumok. A szekrétumok a test mirigyeinek hasznos váladékai (nyál, tej), míg az exkrétumok a test felesleges vagy káros váladékai (vizelet, ürülék).

Szekundáris fertőzésforrások lehetnek azok a *tárgyak és eszközök*, melyeket az állat körüli teendők végzésében használnak (pl. lapát, vödör, fecskendő, kefe, stb.), *istállók és helyiségek*, ahol beteg állatokat tartanak, *talaj, víz, levegő* (pl. tuberkulózis, himlő esetén), *takarmány, szállítóeszközök*.

3. Fertőzés terjedésének útjai

A fertőzés terjedésének útjai alatt értjük a módot, az utat és az eszközöket, melyekkel a patogén mikroorganizmusok a fertőzés forrásából eljutnak a makroorganizmusig.

A kórokozók érintkezéssel vihetők át, ami lehet közvetlen (direkt) és közvetett (indirekt).

A *közvetlen érintkezés* a mikroorganizmus (fertőzés forrása) és a makroorganizmus között létrejöhet *érintéssel, harapással, dörgölődéssel és párosodással*.

Közvetett érintkezés alatt értjük a kórokozók átvitelét *tárgyakkal, emberrel vagy más állatok által*.

A tárgyak, amelyek kapcsolatban voltak a beteg állatokkal, átvihetik a mikroorganizmusokat az új gazdaszervezetre. Az állatok szintén átvihetik a kórokozókat szőrrel, tollazattal, lábukkal (egyes ragadozó madarak széthordják a fertőzött zsákmányállatokat és ezzel új fertőzésforrásokat teremtenek).

Cseppfertőzéseknel a kórokozók köhögéssel és tüszögéssel kerülnek a levegőbe, majd indirekt úton tárgyakkal vagy a belélegzett levegővel bejutnak az új gazdaszervezetbe.

A víz nagyon gyakran a kórokozók terjedésének eszköze és útja is egyben. Amikor a víz patogén mikroorganizmusokkal fertőzött, akkor egyidejűleg a fertőzés forrása és szállítóeszköze is (antrax).

A levegő szintén lehet a fertőző kórokozók szállítóeszköze, mert azok a porrészecskékhez tapadva könnyedén eljutnak nagyobb távolságokra.

A talaj jelentős fertőzésforrás, mert számos sporogén, anaerob kórokozó vagy azok spórái találhatóak benne (antrax, sercegő üszög, rosszindulatú vizenyő, tetanusz).

Egyes rovarokfajták is lehetnek a fertőző kórokozók terjesztői. Ezeket *vektoroknak* nevezzük.

A terjesztést végezhetik *mechanikai úton*, amikor a testük felületén viszik át a mikroorganizmusokat (legyek, bolhák, tetvek).

Biológiai átvitelről akkor beszélünk, amikor a kórokozó a rovar testében található, ahol szaporodhat és a rovarok utódait is megfertőzi (szúnyogok).

4. Fertőzés kapuja

A fertőzés kapuja az a hely, ahol a mikroorganizmusok behatolnak a szervezetbe. Ezek leggyakrabban a *nyálkahártyák* (légzőszervek-, emésztőszervek-, húgy- és nemi szervek nyálkahártyája, szem nyálkahártyája) és a *bőr*.

A légutak nyálkahártyája belélegzéssel kerül kapcsolatba a kórokozókkal, és ha vannak rajta sérülések, az még jobban megkönnyíti a kórokozók bejutását szervezetbe.

Az emésztőszervek nyálkahártyája a táplálékon és az ivóvízen keresztül kerül kapcsolatba a kórokozókkal. Amennyiben a nyálkahártyán már vannak mechanikai vagy más sérülések (pl. paraziták okozta sérülések, fekélyek), akkor ezek a helyek valószínűleg a fertőzés kapui lesznek.

Amikor a mikroorganizmusok a szem nyálkahártyáján keresztül próbálnak bejutni a szervezetbe, akkor gyakran nem tudnak továbbterjedni, mert ott lokális reakció alakul ki, ami szolid akadályt képez a kórokozók továbbterjedésének.

A húgy- és nemi szervek nyálkahártyája párázskor vagy szüléskor történt sérülésekkor válik leggyakrabban a fertőzés kapujává.

A bőr nagyon jó védelmet nyújt a szervezetnek a mikroorganizmusokkal és más káros tényezőkkel szemben. A bőr szőrzettel, tollazattal fedett, ami mechanikai védelmet képez. Másrészt,

verejtéket és egy *lizozim* nevű anyagot termel, amelynek bizonyos mértékű baktériumölő hatása van. A bőr esetében is a sérülések megkönnyítik a kórokozók bejutását a szervezetbe.

Egyes fertőző betegségeknél nem ismert a fertőzés kapuja.

5. Mikroorganizmusok mennyisége és virulenciája

A mikroorganizmusok mennyisége és virulenciája nagyon fontos tényező a fertőzés kialakulásában. A szervezetbe elegendő mennyiségű (számú) és erős virulenciájú kórokozónak kell bejutni ahhoz, hogy le tudja küzdeni a szervezet immunrendszerét, és betegséget tudjon előidézni.

Legkisebb letális (halálos) dózis – DLM (dosis letalis minimalis)- az a legkisebb számú mikroorganizmus vagy legkisebb mennyiségű toxin, amely a szervezetbe juttatva képes egy adott élőlény halálát okozni.

Legkisebb fertőző dózis – DMI (dosis minimalis infectiosus)- az a legkisebb számú mikroorganizmus vagy legkisebb mennyiségű toxin, amely a szervezetbe juttatva a betegség klinikai tüneteinek megjelenését idézi elő.

6. Szervezet fogékonysága

A szervezet fogékonysága alatt értjük azt, hogy benne a kórokozók megfelelő körülményeket találnak fennmaradásukhoz és szaporodásukhoz. Egy szervezet fogékonyságára kihatással van a fajta, életkor, nem, konstitúció, tartáskörülmények, takarmányozás, parazitás és krónikus betegségek jelenléte, szállítás, a m²-kénti állatsűrűség, stb.

Egyes fertőző betegségek, csak egyes állatfajokra veszélyesek (pl.a sertéspestis csak a sertéseket támadja), de vannak, amelyek több állatfajt is veszélyeztetnek (veszettség).

Egy fajon belül is lehetnek eltérések a szervezetek fogékonyságában.

Vannak betegségek, melyekre a fiatalabb egyedek a fogékonyabbak (szopornyica) és vannak, amelyekre az idősebb szervezetek (TBC, brucellózis).

A tartáskörülmények (az istálló mikroklimája) és a minőségileg vagy mennyiségileg hiányos takarmány gyengítik a szervezet ellenállóképességét, és fogékonyabbá válik a fertőzésekre.

A modern tartástechnológia és a magas termelés plusz terheket ró a szervezetre, ami szintén az immunitás kárára van, és ezzel növekszik a szervezet fogékonysága a betegségekre.

Az állatok szállítása nem megfelelő, túlszűfolt szállítójárművekben, rossz időjárási viszonyok között, nagyobb távolságokra, szintén hozzájárulnak a szervezet ellenállóképességének gyengüléséhez, ami a fogékonyságát növeli.

7. A fertőző betegségek felosztása

A fertőző betegségeket terjedésük alapján feloszthatjuk:

- elhúzódó vagy láncszerűen terjedő
- hullámokban terjedő
- robbanásszerűen terjedő betegségekre.

Az *elhúzódó, láncszerűen terjedő* fertőzés szórványosan, egyenként jelentkezik vagy csak egyes állományokban. Terjedése lassú, hosszabb időre van szükség, hogy a szórványos fertőzések összekapcsolódjanak egy nagyobb területen. A kórokozó észrevétlenül kerül be az állományba vagy az udvarokba, ahol egy ideig rejtve marad, és látens vagy krónikus fertőzéseket idéz elő. A láncszerű fertőzések leküzdése lassú. A kórokozók hosszú ideig aktívak maradnak a külső környezetben vagy a vadon élő állatokban, melyek terjesztik őket.

A *hullámokban terjedő* fertőzések azok, amelyek nincsenek szigorúan meghatározott területhez kötve, és gyors terjedés jellemzi őket, nagy területen. Az epizootiás betegségekhez tartoznak. Nagyon virulens mikroorganizmusok idézik őket elő. A fertőzés forrásának és a betegség terjedésének útjait nagyon nehezen és lassan lehet felfedezni. Az ilyen típusú fertőzések sikeresen leküzdhetők az egészséges állatok vakcinációjával, amelyek a fertőzés terjedésének útja előtt vannak. A természetes akadályok (folyók, erdők, hegyek) megakadályozhatják az ilyen fertőzések továbbterjedését.

A *robbanásszerűen terjedő* fertőzéseknel, egyszerre nagyszámú egyed fertőződik meg, rövid idő alatt. A kórokozó rendszerint már a megbetegedett szervezetben van. Amikor a szervezetben gyengül az ellenállóképesség, vagy megnövekszik a mikroorganizmusok virulenciája, sikerül legyőzniük az immunrendszert, és betegséget idéznek elő. Enzootiák formájában jelentkeznek, egy meghatározott területhez kötve. Megakadályozásuk elég nehéz, és számos nem specifikus tényezőhöz és az immunoprofilaxishoz kötött.

8. A fertőző betegségek leküzdésének, kiirtásának és megakadályozásának módszerei

A fertőző betegségek elleni harcban elsősorban a pontos *diagnózis* felállítása a legfontosabb. A diagnózis felállításának gyorsan és pontosan kell történnie, mert ettől függ a többi hatékony és időben történő intézkedés. Néha azonban a gyors diagnózis felállítása nem lehetséges, a látható klinikai tünetek és az elhullott állatok kórbonctani elváltozásai alapján sem, ezért mintát kell küldeni laboratóriumban, ahol izolálják a kórokozót, azonosítják és szükség szerint biológiai kísérletet is végeznek.

A megjelent fertőzés elemzésében, értékes információkhoz juthatunk az *epizootológiai analízissel*, amely adatokat szolgáltat a betegség kezdetéről, a beteg állatok fajtájáról, koráról, számáról, tartáskörülményeiről, takarmányozásáról és a vakcinációkról, a betegséget megelőző időszakban. Az adatok kiegészítése céljából, az epizootológiai analízist kiterjesztik egy szélesebb körzetre is, hogy áttekintést kapjanak az állatok egészségi állapotáról, egy nagyobb területen.

A diagnózis felállításában és a fertőző betegség leküzdésében, *kötelező a laboratóriumi vizsgálat*. Ezt laboratóriumban végzik, különböző diagnosztikai módszerek segítségével (mikroszkópos vizsgálat, vér szerológiai vizsgálata, kórokozó izolálása stb.).

A diagnózis felállításával párhuzamosan, számos intézkedést is foganatosítanak, melyeknek feladata a fertőzés továbbterjedésének megállítása.

Ezek az intézkedések a következőkből állnak: szigorú elkülönítést végeznek, lezárják az udvart vagy a farmot, szükség szerint szélesebb területet is. Betiltják az állatok és termékeik szállítását, állatkiállítások, vásárok és piacok megtartását. Megvizsgálják minden állatot a megjelölt területen a fertőzés továbbterjedésének megállapítása céljából.

A kapott adatok alapján kidolgozzák a *fertőzés leküzdésének tervét*. A tervnek tartalmaznia kell minden intézkedést, melyeket a fertőzés ideje alatt és után alkalmaznak, egy meghatározott szűkebb és szélesebb körzetben.

A fertőzés leküzdésének hatékony módszere, a beteg és gyanús állatok leölése és biztonságos megsemmisítése, egy körzet vagy farm lezárása, a szállítójárművek, az emberek és a felszerelés fertőtlenítése, és szigorú fertőtlenítés a fertőzés megjelenésének helyén és az odavezető utakon. Mindezeket az intézkedéseket előírják az állategészségügyi - szanitáris előírások meghozatalával, a fertőzött területen. Az intézkedések terve szükség szerint tartalmazhatja a vakcináció tervét is, egy szélesebb területen.

Mindezeknek az intézkedéseknek a végső célja a fertőzés megszüntetése. A fertőzést akkor tekintik megszüntnek, ha a fogékony állatoknál, melyeknél nem végeztek megelőző vakcinációt, hosszabb ideig nem jelentkezett egyetlen fertőző megbetegedés sem.

VI. Fertőzés elleni védekezés mechanizmusa – Immunitás

Az immunitás fogalma a latin „*immunis*” szóból ered (jelentése: védett valamitől) és arra utal, hogy a szervezet ellenáll a mikrobás fertőzéseknek.

A szervezet *ellenálló képessége vagy rezisztenciája* a kórokozó patogén hatásával szembeni különböző mechanizmusok összességét jelenti, melyekkel a szervezet védekezik a patogén mikroorganizmusok behatolásától, szaporodásától, terjedésétől és káros hatásától.

Az ellenálló képesség felosztható: specifikus és nem specifikus ellenálló képességre.

A *nem specifikus ellenálló képesség vagy veleszületett immunitás* általános jellegű és nem csak egy mikroorganizmus fajra irányul. Segítségével a szervezet védekezik a nem fertőző természetű idegen tényezőktől is. A nem specifikus ellenálló képességet a szervezet nem az élete folyamán szerzi, hanem a génekkel öröklődik az utódokra.

A *specifikus ellenálló képesség* a szervezet reakcióját jelenti a mikroorganizmusok és termékeik jelenlétére a szervezetben.

1. Nem specifikus ellenálló képesség tényezői

A nem specifikus ellenálló képesség kötődhet egy fajhoz, fajtához vagy egyedhez. Nagyon jelentős az állattenyésztésben. A modern állattenyésztés a genetikai kutatásoknak köszönhetően képes olyan fajtákat és vonalakat kitenyészteni, amelyek ellenállóak bizonyos kórokozókkal és betegségekkel szemben. Ez is azt bizonyítja, hogy a nem specifikus ellenálló képesség genetikai eredetű, és átvihető az utódokra.

A nem specifikus ellenálló képességet a következő alkotja:

- a szervezet külső és belső védekezésének tényezői,
- humorális, sejtés védekezés.

A *külső, nem specifikus védelmet*, a testet borító szőrzet, tollazat, bőr és a nyálkahártyák alkotják (a szem, a légzőszervek, emésztőszervek, húgy-és nemi szervek nyálkahártyája).

A *bőr áthatolhatatlan mechanikai akadályt* képez, szinte minden patogén mikroorganizmus számára. Mikrobák csak az epidermisz felső rétegeiben találhatók. Mélyebbre, csak a bőr sérülésein keresztül tudnak jutni.

A mechanikai védelem mellett, a bőr termel bizonyos *vegyi anyagokat* is, amelyek károsan hatnak a mikroorganizmusokra. A faggyúban lévő telítetlen zsírsavak, a verejtékben lévő tejsav és a lizozim nevű anyag, mind negatívan hatnak a baktériumokra. A lizozimnak baktericid hatása van.

A *szem nyálkahártyája* hatékony védelmet nyújt sok patogén kórokozóval szemben. A mikroorganizmusok egy részét az inger hatására bőségesen termelődő könny *mechanikailag eltávolítja*, a másik részüket pedig, a könnyben is jelenlevő *lizozim* pusztítja el.

A *légzőszervek nyálkahártyája* aktív akadályt képez a kórokozók számára. Az orrban lévő szőröcskék *visszatartják* a levegőből a mikroorganizmusokat. A többi kórokozó *köhögéssel, tüsszögéssel* és a váladékokkal újra kikerül a külső környezetbe. Csak kevés baktérium jut a légzőszervek mélyére, melyek azután *köpettel* távoznak a szervezetből. A por részecskéivel bejutott mikroorganizmusok a tüdőhólyagocskákban a hámsejtek által *bekebeleződnek* (fagocitózis).

Az *emésztőszervek nyálkahártyája* sajátos védelmi mechanizmussal rendelkezik. A táplálékkal, nyállal vagy vízzel bejutott mikroorganizmusok a gyomorba kerülnek, ahol kedvezőtlen körülményeket találnak, mert az erős gyomorsav *többségüket elpusztítja*. A belek mikroflórája kedvez számos mikroorganizmusnak. A mikroorganizmusok többsége az *ürüléssel* kerül a külső környezetbe.

A *húgy – és nemi szervek nyálkahártyája* jó védelmet biztosít a kórokozókkal szemben. Kevés mikroorganizmus kerül a húgy- és nemi szervek mélyebb részeibe, mert a *vizelet savas kémhatása* nem kedvez a mikroorganizmusoknak.

A szervezet ***belső nem specifikus védelmét*** számos fizikai és kémiai tényező képezi. Ezek közül legjelentősebb a testhőmérséklet és a szövetek termékei.

A *testhőmérséklet* jelentős szerepet játszik a szervezet védelmében. Az emlősök testhőmérséklete 39° C körül van, ami csak kevés mikroorganizmusnak felel meg. Kivételt képeznek azok a kórokozók, amelyek alkalmazkodtak a madarak testhőmérsékletéhez (42 °C).

A testhőmérséklet emelkedése a szervezet védekezési reakciója, a kórokozó jelenlétére.

A *szövetek termékei*, melyek a sejt normális anyagcseréje során keletkeznek, nem kedveznek a patogén kórokozóknak. Anaerob fertőzéseknél az oxigén jelenléte a szövetekben egy védekezési mód. Az oxigén nem engedi, hogy az anaerob kórokozók spórái kifejlődjenek.

Humorális, sejtés nem specifikus védekezés jelentős tényező a szervezet védelmi rendszerében. A nagyszámú anyag, amely a szövetnedvekben található, bénítólag hat a mikroorganizmusokra, és megakadályozhatja továbbterjedésüket a szervezetben.

A humorális védekezés jelentős anyagai közé tartozik a *lizozim*, ami mint enzim működik. Lebontja a baktériumok poliszacharidjait és így megsemmisíti őket. A lizozim a granulocitákban található, és fertőzés esetén felszabadul belőlük.

A *properdin* jelentős alkotórésze a vészérum globulinjának. Ez nagy molekula súlyú fehérje, ami komplementum jelenlétében baktericid hatású. A komplementum fehérje eredetű anyag, ami a vészérumban található, és közrejátszik az antitest és az antigén kötődésénél.

A vér szérumban vannak más anyagok is, amelyek részt vesznek a szervezet humorális nem specifikus védelmében (pl. hormonok, peptidek).

Nagyon fontos szerepet játszanak a nem specifikus aktivitásban a retikuloendotel rendszer sejtjei, melyeket *makrofágoknak* nevezünk.

A makrofágok lehetnek: - helyhez kötött - mozgékony sejtek

A mozgékony makrofág sejtek a *hisztiociták*, amelyek a kötőszövetben találhatók. A hisztiociták utaznak az egész szervezetben, és részt vesznek a szervezet védelmében.

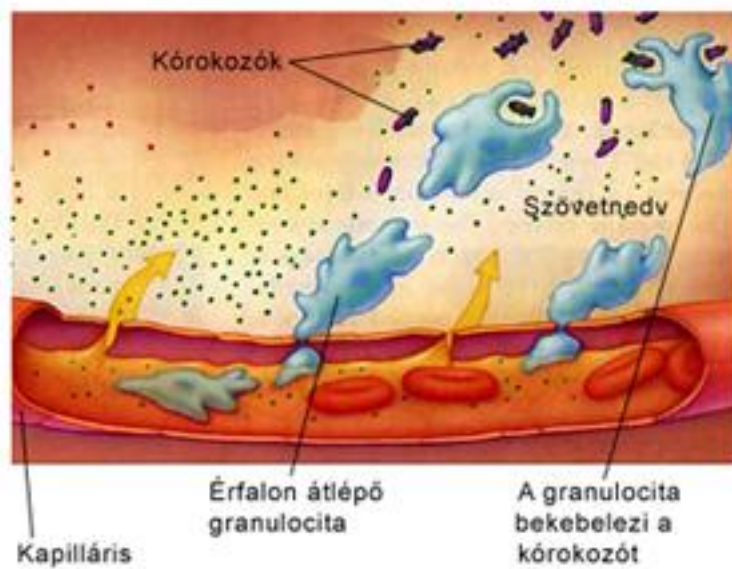
A helyhez kötött makrofágok *retikuloendotel sejtek*, melyek a kapillárisokhoz, máj sejtekhez, nyirokcsomókhoz és csontvelőhöz kötöttek.

A sejtek egy másik csoportját képezik a mikrofágok, vagyis a vér fehér véresejtjei.

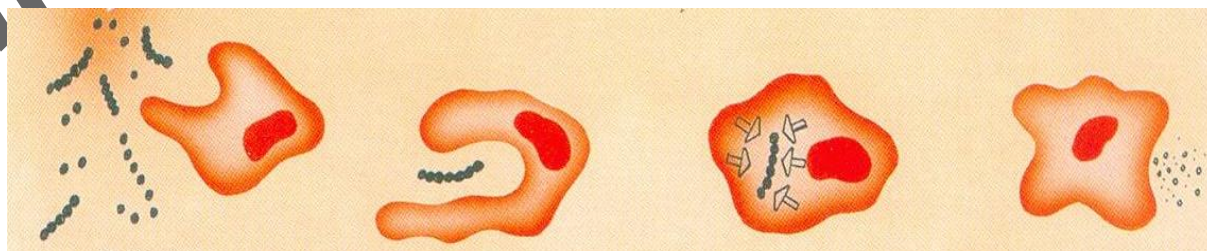
A mikrofágok és makrofágok aktívan részt vesznek a fagocitózisban. A *fagocitózis* egy folyamat, amelyben a fagocita sejtek „fölfalják” a baktériumokat.

A fagocitózis folyamata több fázisból áll:

1. Az első fázisban a fagociták odavonzzák a baktériumokat.
2. A második fázisban a sejt amöboid mozgással körül veszi és bekebelezi a baktériumot.
3. A továbbiakban a bekebelezett baktérium sejt megemésztődik és lebomlik a fagocita sejt enzimjeinek hatására.



A granulocita sejt „akcióban”.



A fagocitózis különböző fázisainak illusztrációja.

2. A szervezet szerzett ellenálló képessége – immunitás

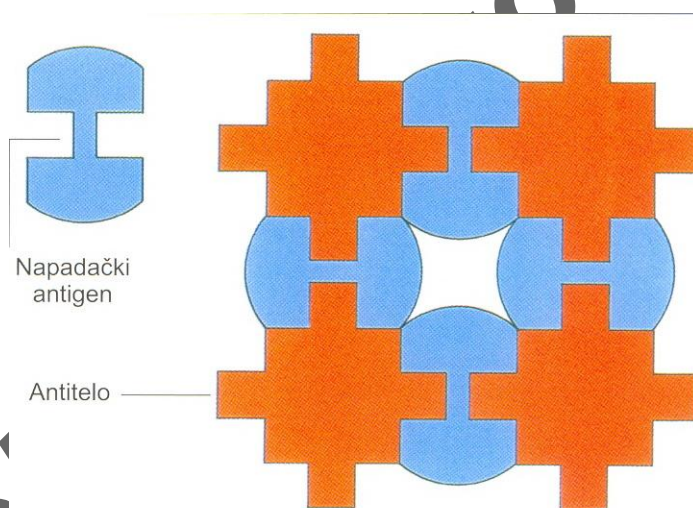
A szervezet immunitása alatt értjük azt a képességét, az védekezik a mikroorganizmusok és toxinjaik káros hatásától, hogy eltávolítsa a szervezetben keletkező káros sejteket, és megakadályozza a nem normális sejtek keletkezését, melyek spontán mutációkkal jönnek létre.

Ezt a szerepét csak akkor tudja megvalósítani, ha normális immunrendszere van, amely képes megkülönböztetni saját antigénjeit az idegen antigénektől.

Az antigének jelenléte a szervezetben az immunrendszer kettős reakcióját idézi elő:

- ellentestek (antitestek) szintézisét, ami a humorális választ képezi,
- szenzibilizált limfociták keletkezését, melyek a celluláris reakciót képezik.

Az antitestek és a szenzibilizált limfociták képesek specifikusan kötődni az antigénekhez, amelyek megjelenésüket váltották ki a szervezetben. Az antitestek ezt a kötődést felépítésüknek köszönhetik, a szenzibilizált limfociták pedig a limfokininnek.



Antigén-antitest kötődése (úgy illeszkedik, mint a kulcs a zárba)

Az antitestek és a szenzibilizált limfociták szabadon keringenek a vér és nyirokerekben. Amikor találkoznak az antigénnel, reakció jön létre, amelyben az antigén elpusztul.

Az **antigének** olyan anyagok, amelyek képesek az immunrendszer reakcióját kiváltani, a humorális vagy celluláris, vagy mindkettőt együtt. Az antigének reagálnak a velük specifikus antitestekkel és szenzibilizált limfocitákkal.

Az antigéneknek azt a tulajdonságát, hogy immunológiai reakciót tud kiváltani, *immunogenitásnak* nevezzük. Azt pedig, hogy reagálni tudnak az antitestekkel és szenzibilizált limfocitákkal, *antigenitásnak* nevezzük.

Az antigének, amelyek mindkét tulajdonsággal rendelkeznek *valódi vagy komplett* antigének. Azok az antigének, melyeknek csak antigenitásuk van *félantigének vagy haptének*.

Az antigén immunogenitása attól függ, hogy a specifikus antigén anyagot képező vegyületnek milyen fizikai-kémiai és biológiai tulajdonságai vannak. Az antigének nagy molekulatömegű anyagok, mint például az egyszerű és összetett fehérjék.

Ahhoz, hogy egy anyag jó antigén legyen az egyik feltétel, hogy idegen legyen a szervezet immunrendszere számára. Az immunrendszer nem válaszol a saját anyagaira, habár azok immunogének más egyedek vagy fajok számára.

Az antigének szigorúan specifikus anyagok, ami annyit jelent, hogy a szervezetbe jutott antigén ellen csak olyan antitestek termelődnek, amelyek képesek vele reakcióba lépni. Az antigén specifikusságát a molekulának egy része határozza meg, és ezt antigén determináns csoportnak nevezzük. Egy antigénnek több ilyen determináns csoportja lehet, melyek a molekula felszínén helyezkednek el, de lehetnek rejtve a molekula mélyén is, és csak a molekula kémiai struktúrájának változásakor jelennek meg.

Az immunogén reakció szempontjából csak a molekula felszínén elhelyezkedő antigén determináns csoportok jelentősek.

A gyenge antigének antigenitását fel lehet erősíteni nem specifikus anyagok hozzáadásával, amelyeket adalékanyagoknak nevezzük. Ilyenek a parafinolaj, lanolin stb. Hatásukat azzal magyarázzák, hogy ezek az anyagok lelassítják a szervezetbe került antigén lebontását.

A természetben különböző antigének vannak. A mikroorganizmusoktól származó antigének fontos szerepet játszanak a szervezet immunrendszerének kialakításában.

A baktériumok antigénjei lehetnek a baktérium sejt alkotórészei, vagy annak termékei. A baktériumok sejtjében található szomatikus vagy O-antigének. Az ostorok antigénjeit H-antigéneknek nevezzük. Sok baktérium rendelkezik más antigénnel is, mint a K-antigén, ami a sejthártyákban található. A sejthártyákban baktériumfajtól függően, található még más antigének is, mint a Vi-antigén a szalmonelláknál, vagy M-antigén a gömb alakú baktériumoknál.

A Gramm negatív baktériumok endotoxinjai egyidejűleg a szomatikus antigénjeik is. Gyengébb antigének, mint a Gramm pozitív baktériumok egzotoxinjai.

Az egzotoxinokat, mint antigéneket nem mérgező anatoxin formában, a vakcinációknál alkalmazzák.

A baktériumok más termékei, mint például a hemolizinek, kinázák stb. is antigénként szerepelhetnek.

Az összes antigén felosztható heterogén antigénekre és izofil antigénekre.

A *heterogén* antigének valódi értelemben idegenek a szervezet számára, és ide sorolhatók a baktériumok antigénjei.

Az *izofil* antigénekre jellemző a hasonló determináns csoport, és antigénként viselkedhetnek több különböző egyed számára, melyek ugyanahhoz a fajhoz tartoznak. A vércsoportok antigénjei *izofil* antigének.

Az *izoantigének* egy szervezetből származó anyagok, de ugyanakkor a számára idegenek, és antigénként viselkednek.

3. Primáris és szekundáris immunológiai reakció

Primáris immunológiai reakciónak vagy primáris válasznak nevezzük az immunrendszer reakcióját, ami az antigénnel történő első találkozáskor keletkezik. Ennek a reakciónak az eredménye az antitestek megjelenése a szervezetben. Az első antitestek a szervezetben az élet 7-8. napja között jelennek meg, és ezután a koncentrációjuk eléri a maximumot a szervezetben. 3-4 hónap után az antitestek száma lassan csökken vagy teljesen, eltűnnek a szervezetből.

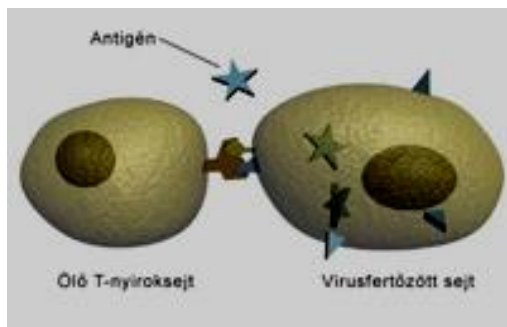
Amikor a primáris immunológiai reakció után a szervezet újra kapcsolatba kerül ugyanazokkal az antigénekkal a vérben, megfigyelhető ugyanazoknak, de új antitesteknek a felgyorsult megjelenése (2-4 nap alatt), és a koncentrációjuk lényegesen nagyobb. Szekundáris immunológiai reakciónak vagy szekundáris válasznak nevezzük a szervezetnek ezt a reakcióját, ami válaszként keletkezik az antigének újbóli bejutására.

4. Az immunrendszer felépítése

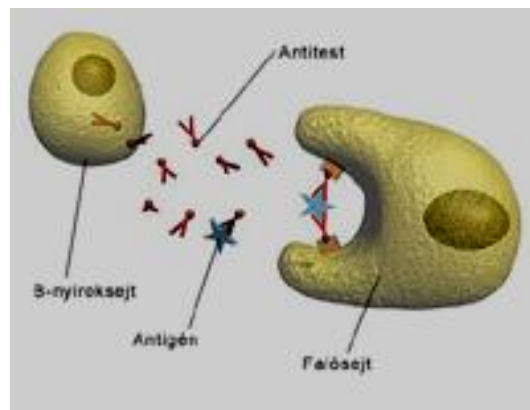
A szervezet immunrendszerét a limforetikuláris szövet képezi. Ennek a szövetnek a sejtjei különböző szervekben találhatók: csecsemőmirigy (thymus), a madarak Fabricius féle tömlőjében (bursa Fabricii), csontvelőben, lépben, nyirokmirigyekben, mandulákban,

A szervezetbe jutott antigénre az immunrendszer humorális és celluláris immunitással válaszol.

A celluláris immunitás a limfocita típusú sejteken alapszik, amelyek informálva vannak, hogy specifikus módon reagáljanak. Megkülönböztetünk T és B limfocitákat. A csontvelőből eredő limfocitákat, amelyek a csecsemőmirigyben keletkeznek, T limfocitáknak nevezzük. A madarak Fabricius féle tömlőjében keletkező limfocitákat B limfocitáknak hívják. Az emlősöknél a B limfociták a májban, a lépben és a nyirokmirigyekben keletkeznek. A T limfociták, miután kapcsolatba kerülnek az antigénnel, átalakulnak szenzibilizált T limfocitákká, melyeknek a hártájában specifikus receptorok vannak beépülve az egyes antigénekre.



T-limfociták felismerik a vírusfertőzött sejtet



B-limfocitából kialakuló plazmasejt antitestet termel, amely kapcsolódik az antigénhez, az antigént kötött antitestet a falósejtek felismerik, majd elpusztítják.

A B limfociták miután kapcsolatba kerülnek az antigénnel, átalakulnak plazmasejteké, amelyek, specifikus antitesteket termelnek.

A T limfociták felelősek a celluláris immunitásért, a B limfociták pedig a humorális immunitásért.

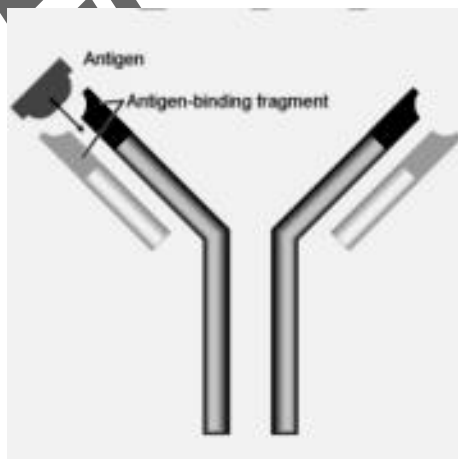
Morfológiailag a T és a B limfociták kis limfocitákra hasonlítanak. A közöttük lévő különbség az antigén felépítésükben és a sejt membránban beépült receptorok természetében van.

5. Antitestek

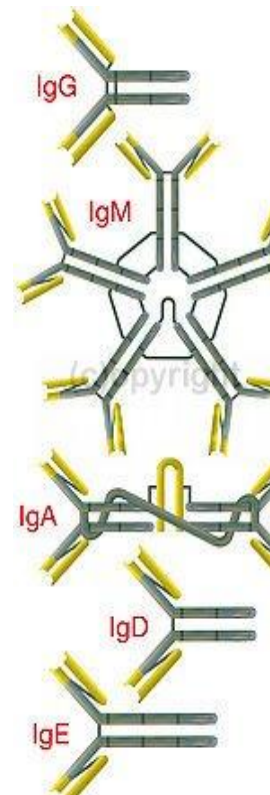
Az antitestek specifikus immunoglobulinok, melyeknek alapvető szerepe van az immunológiai reakcióban. Az immunoglobulinok (Ig) specifikus fehérje fajták, melyek a gerincesek testfolyadékaiban találhatók.

Az immunoglobulinok négy peptidláncból állnak, melyek közül kettő könnyű, kettő pedig nehéz lánc. A könnyű láncok nagyobb számú aminosavból állnak és kétszer rövidebbek a nehéz láncoknál. A könnyű láncokat L-láncoknak, a nehezeket H-láncoknak nevezik.

A két belső nehéz lánc diszulfid-S-S-kötésekkel kötődik egymáshoz. Ha ez a kötés redukcióval megváltozik –S-H– kötéssé, az immunoglobulin molekula két könnyű és két nehéz láncra esik szét. A láncok elrendeződése a molekulában T betű alakzatban van, de amikor kötődik az antigénhez Y kinézete lesz.



Antitest



Immunoglobulin fajtái

A nehéz láncok jellegzetességei alapján az immunoglobulinok öt osztályba sorolhatók: IgM, IgG, IgA, IgD, IgE.

Az M osztályba tartozó immunoglobulinok (IgM) részt vesznek a precipitációban az agglutinációban és a citolízisben. A fertőzés kezdetén keletkeznek. A szervezetben kb. 20 napig vannak jelen. Tíz nehéz és tíz könnyű lánc alkotja őket.

A G osztályba tartozó immunoglobulinok (IgG) valamivel később keletkeznek, a fertőzés 7-10. napján, és a vérben néhány hónapig maradnak. Részt vesznek az agglutinációban, precipitációban és a citolízisben. Két nehéz és két könnyű láncból állnak.

Az A osztályba tartozó immunoglobulin (IgA) a vér szérumban, nyálban, fűcstejben és a légzőszervek és emésztőszervek nyálkahártyáján található. Szekretorikus immunoglobulineknak nevezik őket, és a plazmasejtekben keletkeznek. Egyik részük közvetlen a vérkeringésbe kerül, a másik részük átjut a hámsejteken, és a nyálkahártyák váladékában marad. Nagyon fontos szerepet játszanak a helyi immunitásban. Négy vagy hat nehéz és ugyanennyi könnyű láncból állnak.

Az E osztályba tartozó immunoglobulinok (Ige) két nehéz és két könnyű láncból állnak, és az allergiás reakciókban játszanak szerepet.

A D osztályba tartozó immunoglobulineknak (IgD) még nem eléggé ismertek. Fizikai és kémiai tulajdonságaik alapján hasonlítanak az IgG-re. A háziállatoknál nem állapították meg őket.

A szervezetben keletkezett antitestek nagyon különbözőek lehetnek és az antigén fajtájától függnnek. Amikor a szervezetben toxin van jelen, akkor antitoxinok keletkeznek. A sejtekből eredő antitesteket, melyek a sejtek összetapadásához vezetnek, agglutinineknak nevezzük. Azokat az antitesteket, amelyek komplementum jelenlétében a sejtek lízisét okozzák, lizineknak hívják. Egyes antitestek az oldott antigénekre hatnak úgy, hogy kicsapódást képeznek, és ezeket precipitineknak nevezzük. Az allergiás reakciókban részt vevő antitestek a reagének.

6. Antigén és antitest reakció

Az antigén és az antitest között létrejövő reakciót antigén-antitest reakciónak nevezzük, és az immunológiai reakció egy formáját képezi. A reakció lejátszódhat az antigén és a szenzibilizáltsejtek között is. A reakció lényege az antigéndetermináns csoportok és az antitest reaktív csoportjainak megegyezése.

A reakció két fázisban játszódik. Az első fázisban, ami nem látható, az antigén és az antitest közelítenek egymáshoz. A reakció másik részében, amit in vitro végeznek, észrevehető jól látható képződmények, nagyobb részecskék, amelyek üledéket képeznek a kémcső alján. Az antitest és antigén fajtájától függően ezeket a reakciókat precipitációnak, agglutinációnak és lízisnek nevezzük.

A precipitáció antigén és antitest közötti reakció. Az antigént precipitinogénnek nevezzük, és oldott kolloid állapotban található. Amikor a folyadékot, amelyben az antigén van, összekeverjük szérummal, amelyben láthatatlan antitestek (precipitinek) találhatók, az érintkezési rétegben üledék fog keletkezni. Ezt precepitátnak nevezzük. A precipitát hálós alakú. A reakció csak elektrolitok jelenlétében játszódik le.

Az agglutináció olyan reakció, ami baktérium sejthez vagy más sejtekhez kötött antigén és a velük homológ antitest között játszódik le. Az antigéneket agglutinogéneknek az antitesteket agglutinineknek nevezik. A keletkező reakció üledék megjelenésével jelentkezik, amit agglutinátnak nevezünk. Az agglutináció a sejtek és az antitestek összetapadásának eredménye. Az agglutináció reakcióját tárgy lemezen is végezhetjük, amikor összekeverjük az antigént és a homológ antitesteket tartalmazó szérumot. Ezt gyors agglutinációnak hívják. Amikor a reakció kémcsőben játszódik, ahol megfelelő hígított szérumot és antigént kevernek össze, lassú reakció, vagyis lassú agglutináció játszódik le. Ehhez a reakcióhoz 24 órára és 30 °C van szükség.

A bakteriolízis és hemolízis olyan reakciók, amelyek specifikus antitestek hatása miatt keletkeznek, és a sejtek lízisét okozzák. Azokat az antitesteket, amelyek a lízist előidézik citolizineknek, bakteriolizineknek és hemolizineknek nevezzük.

A lízis akkor jön létre ha az antigén és az antitest mellett jelen van a komplementum is. A komplementum a szérumfehérjék enzime, ami a friss vészérumban található és aktiválja az antigén és antitest között játszódó reakciót. A komplementum fehérjékből áll, és a 30 percig tartó 50 °C hőmérséklet könnyedén inaktiválja.

7. Szerzett ellenálló képesség formái

A szerzett ellenálló képesség kialakulhat aktív és passzív módon. Az aktív immunitás lehet természetes és mesterséges. A passzív immunitás szintén lehet természetes passzív és mesterséges passzív immunitás.

A természetes aktív immunitás akkor keletkezik, amikor a szervezet természetes körülmények között megbetegszik egy fertőző betegségben, és miután átvészeli azt immunná, azaz ellenállóvá válik azzal a betegséggel szemben. Ez a fajta immunitás hosszú ideig (hónapokig vagy évekig) tart.

A mesterséges aktív immunitás az állatok vakcinációjával alakul ki. A szervezetben élő, legyengített vagy elölt kórokozókat juttatunk. A szervezet aktívan részt vesz az ellenálló képesség kialakításában (az immunrendszert antitestek termelésére készíteti). Ennek az immunitásnak az időtartama több tényezőtől függ, mint például az antigén fajtája és minősége, az állat kora, kondíciója stb.

Természetes passzív immunitás akkor keletkezik, amikor az újszülött az anyától még magzati korban, vagy születés után az első néhány órában főcstejjel kész ellentesteket juttat a szervezetbe. A főcstejben lévő ellentestek változatlan formában szívódnak fel az újszülött emésztőrendszerének nyálkahártyáján keresztül a vérbe. Ez csak rövid ideig lehetséges, mindössze 36-48 órán keresztül. Ez a fajta immunitás nagyon rövid ideig tart.

Mesterséges passzív immunitás akkor alakul ki, amikor a szervezetben más állatból származó hiperimmun szérumot juttatunk, ami kész ellentesteket tartalmaz egy meghatározott kórokozó ellen. Az immunitás gyorsan kialakul, néhány órán belül és 3-4 hétig tart.

VII. Vakcinák és szérumok

Manapság a gyakorlatban sok vakcinát alkalmaznak, melyeket élő és leölt kórokozókól állítanak elő. A vakcina szó elnevezés a latin vacca szóból ered, ami tehenet jelent. A vakcinákat megelőzés céljából alkalmazzák, hogy mesterséges aktív immunitás keletkezzen az embereknél és állatoknál. Az összes vakcina felosztható Dzsener-Pasztör típusú vakcinákra és anavakcinákra.

A Dzsener-Pasztör típusú vakcinák gyenge virulenciájú élő kórokozókól készülnek. A virulencia gyengítésére leginkább a hőmérsékletet, bizonyos vegyi anyagokat és kevésbé fogékony állatokat alkalmaznak. Manapság a gyakorlatban sok úgynevezett atenuált vírust alkalmaznak a vakcinákban, melyek a baromfi embriókon keresztül történő átvitelek során elvesztették eredeti virulenciájukat. Az előlt kórokozókat szintén számos vakcina tartalmazza. Ezeknek az elpusztítását vagy hőmérséklettel vagy vegyi anyagokkal végzik, de a lényeg, hogy ne sérüljön a mikroorganizmus antigén szerkezete.

Egyes vakcinákban a mikroorganizmusok mellett toxinok is jelen vannak, melyeket formalinnal megsemmisítettek. Ezeket a vakcinákat anavakcináknak nevezik.

Szérumokat a fertőző betegségek elleni küzdelemben használják különösen olyan helyzetekben, amikor nagyon gyorsan kell megvédeni egy fertőzött szervezetet. Ilyen módon mesterséges passzív immunitás alakul ki a szervezetben.

A szérumokat lovak és más állatok immunizálásával készítik. Miután a vérből kivált a szérum, megvizsgálják az antitest szintjét és sterilitását. A szérumokat konzerválják tartósítószerrel, melyek nem engedik a mikroorganizmusokat fejlődni.

Vannak megelőző szérumok, terápiás szérumok és diagnosztikai szérumok. A szérumok adhatók toxinok ellen (tetanusz, botulizmus), vírusok ellen, baktériumok ellen és állati mérgek ellen (kígyó, pók).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Korponai László- Mikrobiológia
- Sarnyai Zoltán- Állategészségügyi járványtan
- Božidar Marković- Zarazne bolesti za III razred veterinarske škole

Cipó Ibolya - Epizootiológia I

TARTALOM

I. A mikroorganizmusok alakja és felépítése	1
1. A baktériumok alakja és felépítése	1
1.1. A baktériumok spórái	4
2. Az élesztőgombák alakja és felépítése	5
3. A penészgombák alakja és felépítése	6
4. A vírusok alakja és felépítése	7
4.1. A vírusok szaporodása	9
5. Prionok és viroidok	9
II. Mikroorganizmusok fiziológiája	10
1. A mikroorganizmusok sejtjének kémiai összetétele	10
2. A mikroorganizmusok táplálkozása	12
3. A baktériumok szaporodása	14
4. Az élesztőgombák szaporodása	15
5. A penészgombák szaporodása	16
6. A baktériumsejt enzimelei	19
7. A baktériumok légzése	21
8. A baktériumok szerepe a nitrogén körforgásában a természetben	21
III. Mikroorganizmusok ökológiája	22
1. Abiotikus tényezők	22
Hőmérséklet hatása a mikroorganizmusokra	22
A víz hatása a mikroorganizmusokra	26
A fény hatása a mikroorganizmusokra	27
Sugárzások hatása a mikroorganizmusokra	27
Ozmotikus nyomás hatása a mikroorganizmusokra	28
A kémiai tényezők	28
2. Biotikus tényezők	31
A baktériumok ellenálló képessége az antibiotikumokkal szemben	33
IV. Fertőzés	34
1. Patogén és szaprofita mikroorganizmusok	34
2. A mikroorganizmusok patogénitása és virulenciája	35
3. Mikroorganizmusok patogén aktivitásának tényezői	36
4. A makroorganizmus szerepe a fertőzés keletkezésében	38
5. A fertőzés lefolyása	39
6. A fertőzés fajtái	41
V. Fertőző betegségek epizootiológiája	42
1. Fertőző betegség fogalma és fajtái	42
2. Fertőzés forrása	43
3. Fertőzés terjedésének útjai	43
4. Fertőzés kapuja	44
5. Mikroorganizmusok mennyisége és virulenciája	45
6. Szervezet fogékonysága	45
7. A fertőző betegségek felosztása	46
8. A fertőző betegségek leküzdésének, kiirtásának és megakadályozásának módszerei	46
VI. Fertőzés elleni védekezés mechanizmusa – Immunitás	48
1. Nem specifikus ellenálló képesség tényezői	48
2. A szervezet szerzett ellenálló képessége – immunitás	51
3. Primáris és szekundáris immunológiai reakció	53
4. Az immunrendszer felépítése	53
5. Antitestek	54
6. Antigén és antitest reakció	55

7. Szerzett ellenálló képesség formái	56
VII. Vakcinák és szérumok	57
FELHASZNÁLT IRODALOM	58

Cipó Ibolya - Epizootiológia I