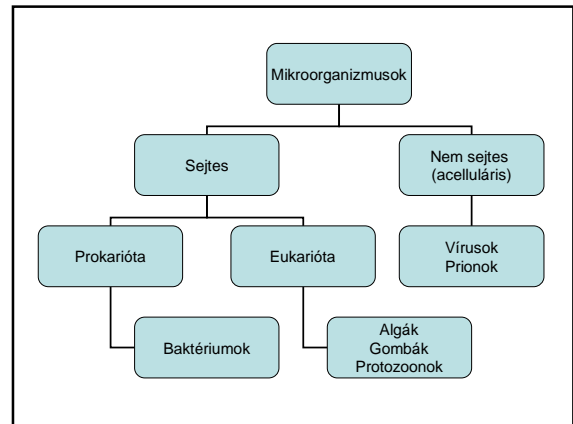
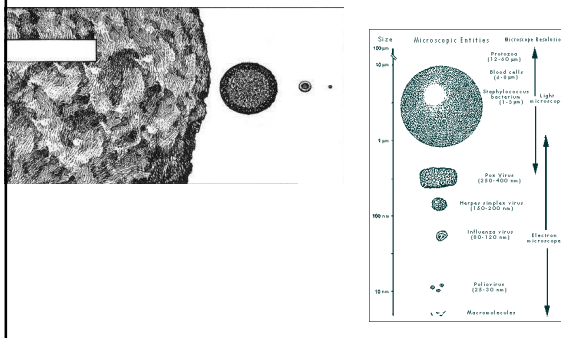


Mikroorganizmusok szerkezete és alaktana



Mikroorganizmusok méretei



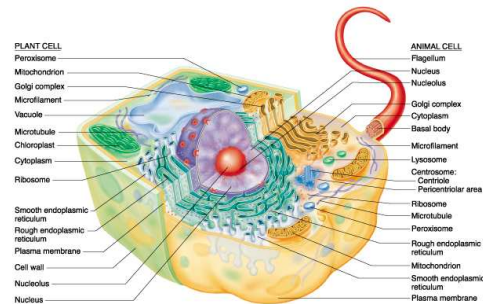
Mikroszkópok típusai

Mikroszkóp	Nagyítás	Mit vizsgálhatunk?
Optikai mikroszkóp	x1000	Baktériumok, gombák, protozoonok
Sötét látóteres mikroszkóp	x1000	Nehezen festődő baktériumok
Fluoreszcens mikroszkóp	x1000	Fluoreszcens anyaggal festett készítmények
Elektronmikroszkóp	X200.000	Sejtek szerkezete, vírusok (2D)
Pásztázó elektronmikroszkóp	X 10 000	Sejt és vírusfelszín tanulmányozása (3D)

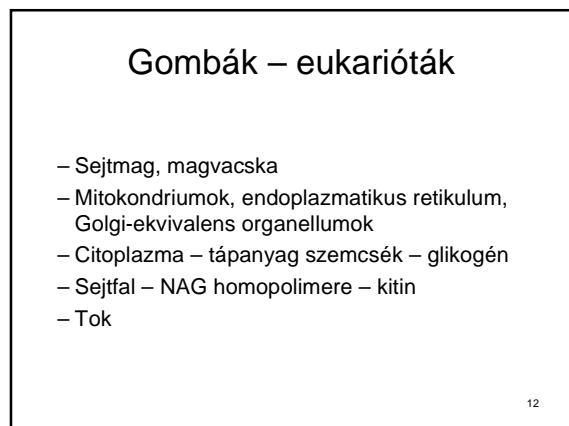
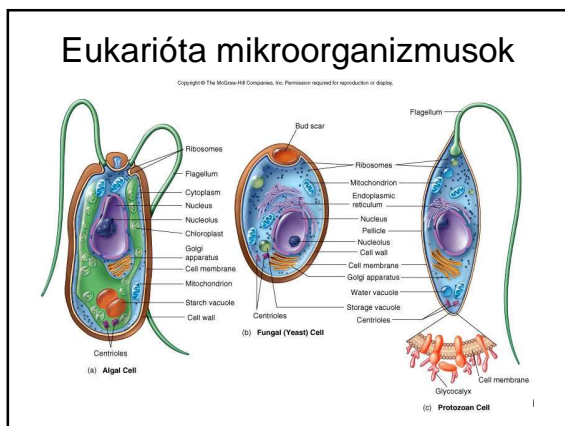
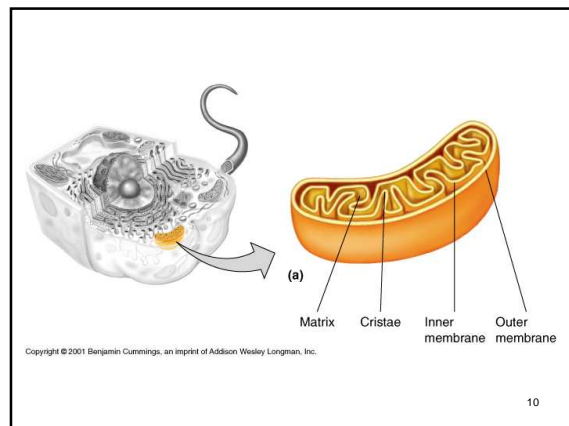
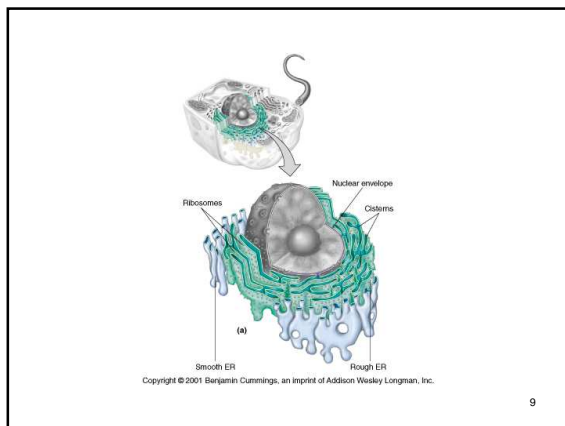
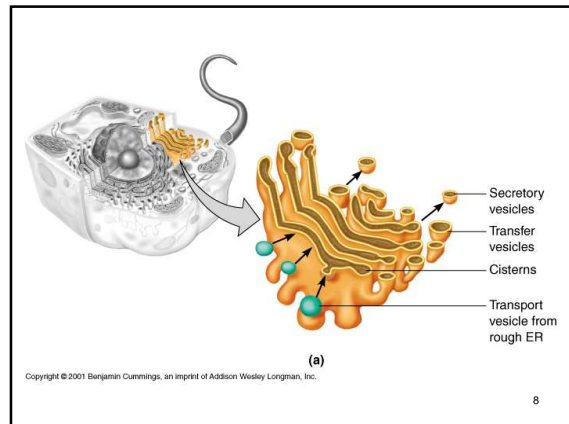
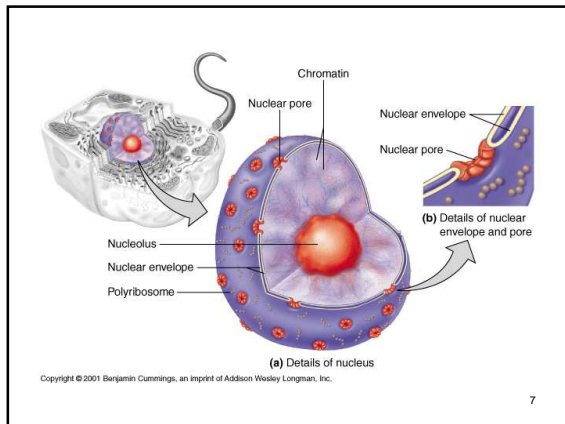
Sejtes elemek felépítése

Eukarióták
Prokarióták

Az eukarióta sejt szerkezete



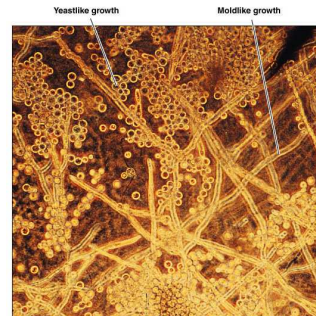
(a) Highly schematic diagram of a composite eukaryotic cell, half plant and half animal. Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.



A gombák alaktana

- Sarjadzó gombák
 - egyszéjtűek
 - kerek vagy ovális sejtek
 - néhány μm átmérőjűek
 - Gram-pozitívan festődnek
 - Szaporodás bimbózással
- Fonals gombák
 - fonalakat (hifákat) képeznek
 - fonalszövedék – gyökér- és légmicélium
 - penészek, bõrgombák
- Dimorf gombák
 - szobahõn fonals
 - 37°C-n sarjadzó

13

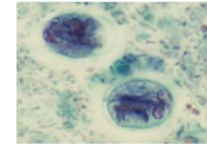
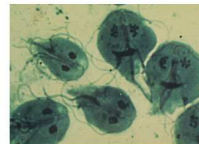
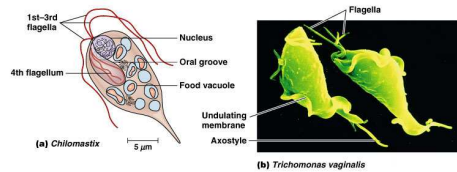


14

A protozoonok alapvetõ tulajdonságai

- A protozoonok eukarióta egyszéjtűek
 - Mag, magvacská, citoplazma (ektoplazma, endoplazma)
 - Mozgás: speciális organelumokkal
 - Ivaros és ivartalan szaporodás
- Méreteik: 2-3 – 60-80 μm
 - Fajon belül is változhatnak a méretek
- Megjelenési formák
 - Vegetatív forma – trophozoita – táplálkozik, mozog, szaporodik
 - Cysta – nyugalmi alak

15



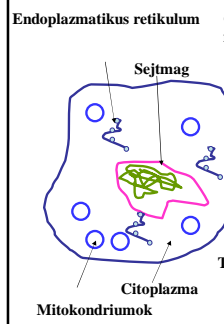
16

Baktériumok – prokarióta mikroorganizmusok

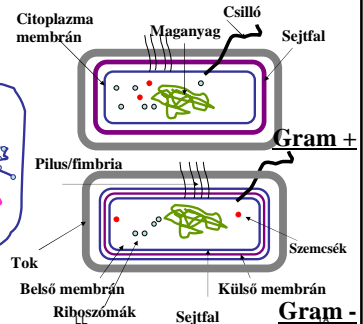
- Nincs maghártájuk
- Egy kromoszómát tartalmaznak

17

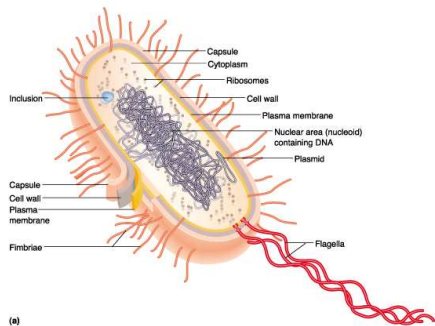
Eukarióta sejt



Prokarióta sejt



A baktériumsejt felépítése



A baktériumsejt szerkezete

- Nélkülözhetelen szerkezeti elemek
 - maganyag
 - Citoplazma
 - Citoplazmahártya
 - Riboszóma
 - sejtfa
- Járuélékos elemek
 - tok
 - csilló
 - fimbria/pilus
 - spóra

20

Maganyag

- A prokarióták nem tartalmaznak membránnal elhatárolt sejtmagot
- A genetikai anyag kettősszálú DNS.
- Általában cirkuláris, de ismertek lineáris DNS genomot tartalmazó baktériumok is
- A bakteriális genom mindig haploid

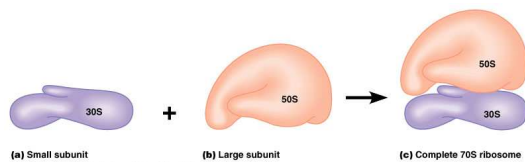
21

Citoplazma

- Protoplasma – nagy viszkozitású folyadék, kb. 80% vizet tartalmaz
- Különböző tápanyagok oldatban található (cukrok, aminosavak, nukleotidok, ionok)
- Bioszintézis, energiaszolgáltató folyamatok
- Itt található a sejtorganellumok: maganyag, riboszómák, mezoszóma, valamint vakuolumok, granulomok, zárványok
 - Zárványok – tartalék tápanyag - diagnosztika
- Hiányzik a mikrotubulus és mikrofilament rendszer, endoplazmatikus retikulum, mitokondriumok

22

Riboszómák

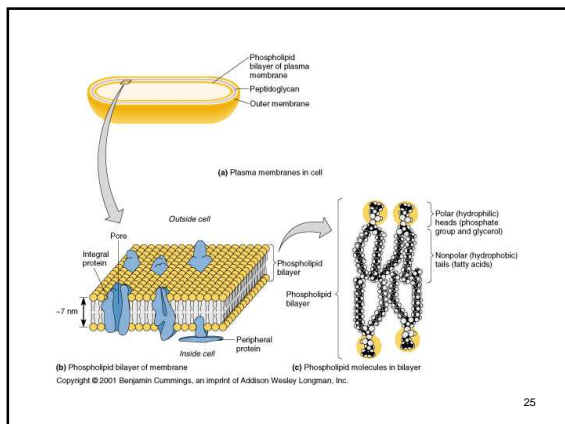


23
Figure 4.19

Citoplazmahártya

- A sejtfa alatt helyezkedik el
- 7-8 nm vastagságú flexibilis réteg
- Unit vagy egységmembrán – szerkezete megegyezik az eukarióták membránjával
- Kettős lipoprotein réteg
 - Fosfolipidek - 30-40%
 - Fehérjék – 60-70%

24



Citoplazmahártya szerepe

- Transzportfolyamatok szabályozása
- Tápanyag felvétel
- Metabolikus termékek leadása
- Bioszintetikus folyamatok – sejtfelszíni szerkezetekbe beépülő makromolekulák, energiaszolgáltató rendszer enzimeit

26

Sejtfal

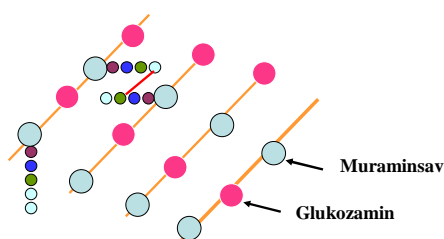
- Rigid szerkezet
- Meghatározza a baktériumsejt alakját
- Megőrzi a sejt integritását a változó környezeti ozmotikus viszonyok között

27

- Peptidoglikán: térhálós óriásmolekula
 - NAG – N-acetil glükózamin
 - NAM – N-acetil muraminsav
 - Tetrapeptid oldallánc
 - Keresztkötések – rövid peptidek – murein
 - Keresztkötő peptidek szerkezete az egyes baktériumcsoportoknál eltérő
 - Cukorgerinc azonos, peptidek különbözőek

28

Peptidoglikán



Peptidoglikán

- Csak a prokariótákban fordul elő
- A létrejöttéhez szükséges biokémiai folyamatok csak a baktériumokra jellemzőek
- Sejtfalszintézis: antibiotikum terápia kiváló célpontja
- Természetes védekező mechanizmus – a lizozim a NAG-NAM kötésekkel hasítja

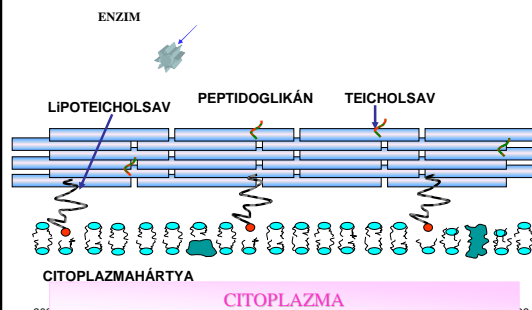
30

Gram-pozitív sejtfa

- 10-80 nm vastag
- Több réteg peptidoglikán (30-40)
- A vastag peptidoglikánhoz poliszacharidok kapcsolódnak
 - Teicholsav
 - peptidoglikán réteghez kötődik
 - permeabilitási barrier
 - Lipoteicholsav
 - citoplazmamembránhoz kötődik
 - peptidoglikán rögzítése
- Sejtfa szerkezetét tartja egyben a sejtosztódás és növekedés során

31

GRAM - POZITÍV SEJTBUROK



Gram-negatív sejtfa

- Vékonyabb és sokkal komplexebb mint a Gram-pozitív sejtfa
 - Sejtmembrán
 - Periplazmatikus rész
 - Peptidoglikán – vékony réteg
 - Külső membrán – OM

33

Periplazmatikus rész (tér)

- Itt helyezkedik el a peptidoglikán réteg
- Fontos funkcionális szerep
 - Enzimek (hidrolázok, detoxikáló)
 - Transzportfolyamatok kötőfehérjéi
 - Oligoszacharidok: ozmotikus puffer a sejt és környezete között

34

Külső membrán

- Behatárolja a periplazmát
- Fosfolipid kettősréteg
 - nem szimmetrikus
 - külső rész LPS – lipo-poliszacharid
- Permeabilitási gát bizonyos anyagok számára
 - Antibiotikumok
 - Lizozim

35

LPS

- **Lipid A – endotoxin**
 - Az LPS molekulát a külső membránhoz horgonyozza
- **R-mag**
 - Rövid cukorlánc
- **O specifikus oldallánc – O antigén**
 - Hidrofil oldallánc

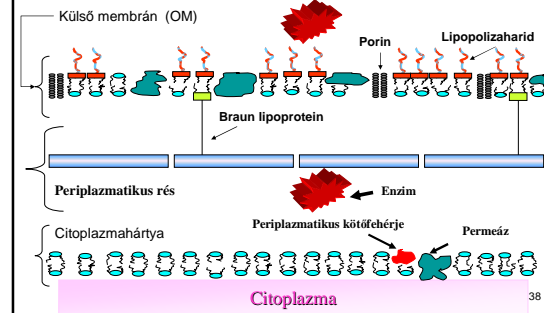
36

Külső membrán fehérjék

- Receptor funkció
- Adhéziót biztosító
- Porin fehérjék
 - Csatornákat határolnak
 - Transzportfolyamatokban van szerepük

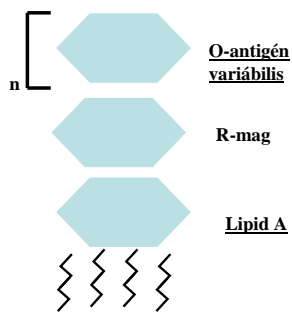
37

GRAM-NEGATÍV SEJTBUROK



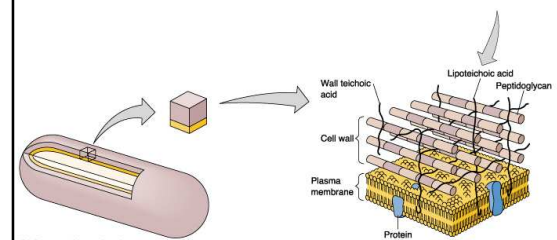
38

LPS



39

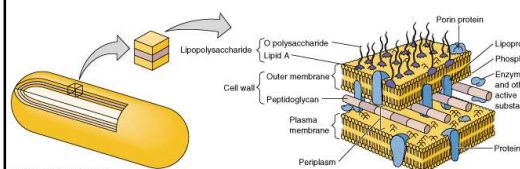
Gram-pozitív sejtfa



(b) Gram-positive cell wall
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

40

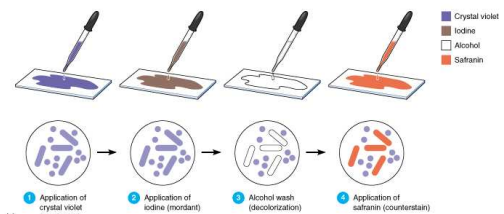
Gram-negatív sejtfa



(c) Gram-negative cell wall
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

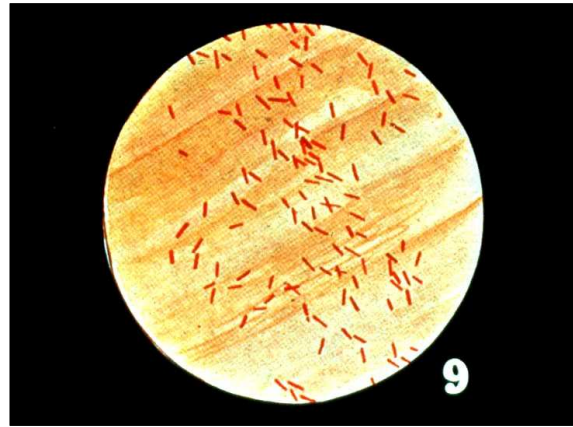
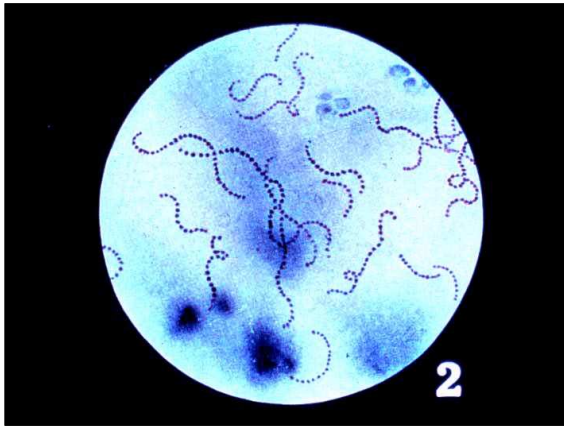
41

Gram-festés



(a) Application of crystal violet (purple dye)
2 Application of iodine (mordant)
3 Alcohol wash (decolorization)
4 Application of safranin (counterstain)
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

42



Tok

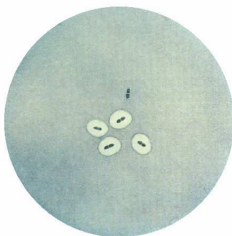
- Nyálkás, kocsonyás anyag
- 1-3 mikrométer vastagság
- Összetétel – fajonként változik
 - polizaharid
 - polipeptid
- Antigen tulajdonság – szerológiai csoportosítás (tipizálás) – tokduzzasztás
- Tokképzés nem állandó tulajdonság – függ a környezeti tényezőktől

45

- Tok - virulencia tényező
- Védő szerep
 - fagocitózis
 - kiszáradás
 - károsító tényezők

46

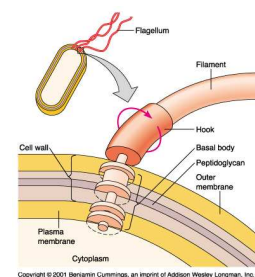
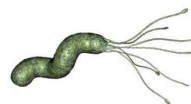
S. pneumoniae



47

Csilló

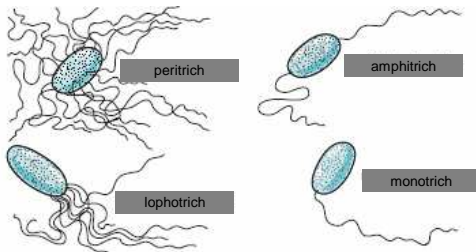
- Az aktív mozgás szerve
- Flagellin polimer



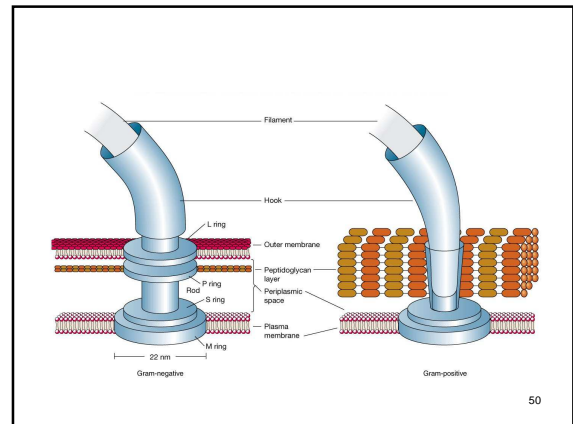
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

48

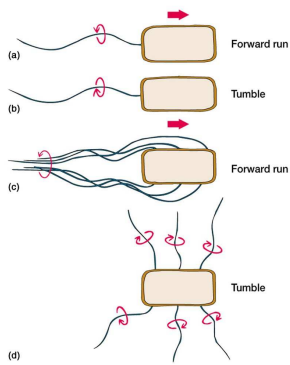
A csillók elhelyezkedése



49



50



51

Fimbria/pilus

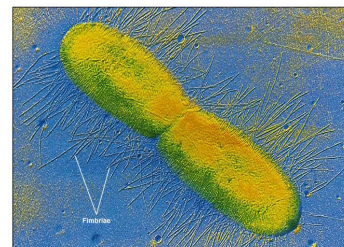
- Vékony, merev, üreges képletek
- Elektronmikroszkóppal vizualizálhatók
- Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumoknál
- Pericelluláris elrendeződés
- Nem a mozgást szolgálják
- Fehérje - pilin – antigén

52

- Adhéziós fimbrák
 - Tapadást szolgálják
 - Szerep – patogenitásban
 - Specifikus receptorok
 - gazdaspecificitás
 - szervspecificitás
- Szexpilusok
 - Konjugációs cső

53

Fimbria/pilus

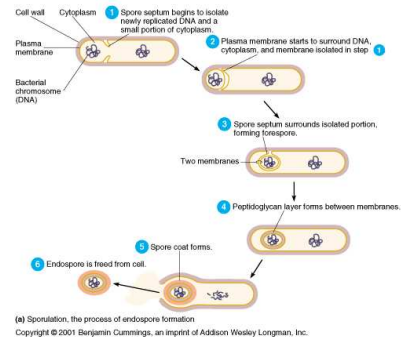


54

Spóra

- Az endospóra a kedvezőtlen körülmények közé került baktérium **túlélését** szolgálja
- Spóra szerkezete:
 - spóramag (core) – Ca-dipikolinát – bakteriális genom, fehérjeszintetizáló és energiatermelő rendszer elemei
 - komplex membránréteg
 - belső membrán – peptidoglikán
 - kortex
 - köpeny
- Deformálja/nem a baktériumtestet
- Elhelyezkedés: centrális, szubterminális, terminális

55

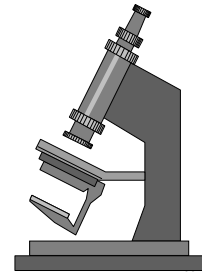


56

- Spórák rendkívül ellenállók
 - Fertőtlenítőszerekkel, hővel szemben
 - hosszú ideig életképesek maradnak
- Germináció
 - hőrezisztencia elvesztése
 - rehidráció
 - szintetikus folyamatok beindulása
 - növekedés
 - vegetatív sejt osztódása

57

A baktériumok alaktana



2007

A baktériumok alakja:
genetikailag meghatározott
osztályozásuk alapját képezi

Fiatal baktériumok – 3 forma

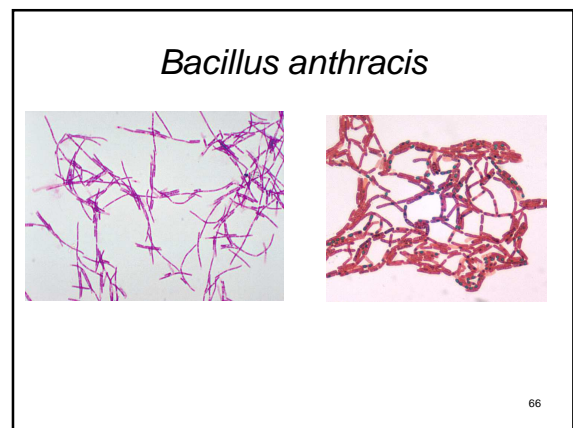
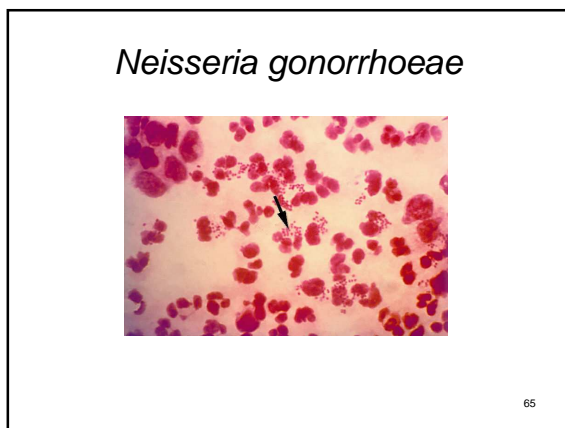
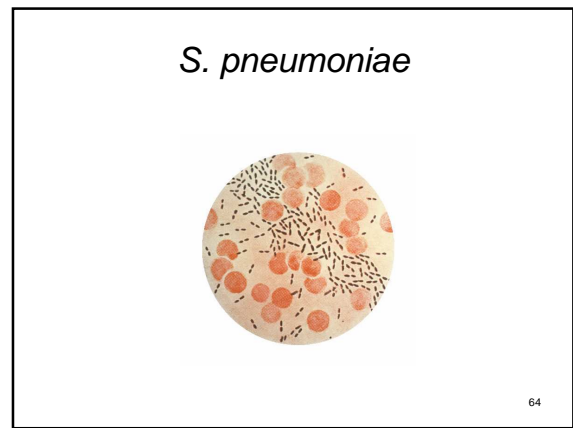
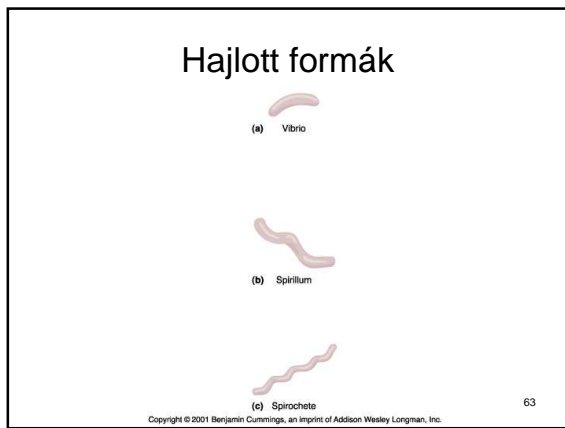
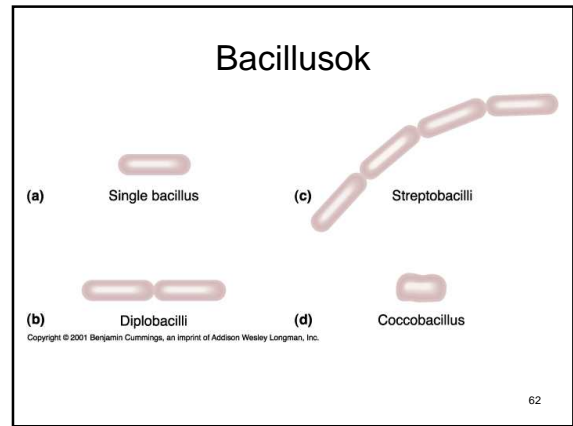
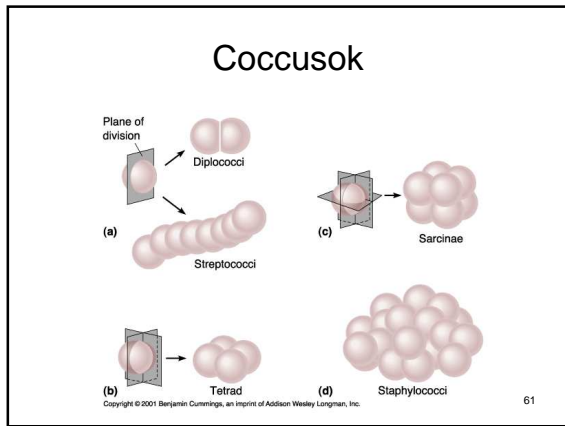
- gömb – coccus
- pálca – bacillus
- spirális

59

Mikroszkópos vizsgálat

- A baktériumok mérete: μm
- Készítmények:
 - Natív – élő baktériumok, egyesek mozognak
 - Kenet – festett preparátum, elölt baktériumok

60

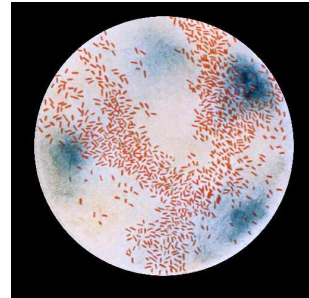


Clostridium botulinum



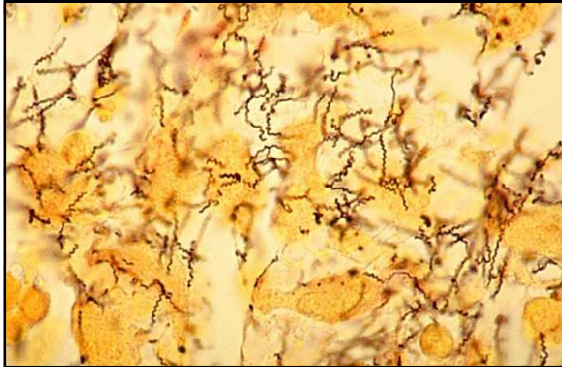
67

Haemophilus influenzae



68

Treponema pallidum



Nem sejtes fertőző ágensek

Vírusok

70

Jellemzés

- Vírusok – kórokozók heterogén csoportja
- Genetikai parazitáknak tekinthetők
- Méretek:
 - 20 nm Parvovírus (átm.)
 - 400 nm Poxvírus (átm.)
 - 10000 nm Filovírusok hosszúsága
- Elektronmikroszkóppal tanulmányozhatók

71

- Összetétel
 - nukleinsav (**DNS** vagy **RNS**)
 - fehérje
 - lipidek, szénhidrátok – komplex vírusok
- Élő, fogékony sejtekben tenyésztethetők

72

Megjelenési formák

- **vegetatív vírus:**
 - gazdasejttel egyesült vírus (nukleinsav replikatív formában)
- **provírus:**
 - a gazdasejt genomjába integrálódott vírusgenom
- **virion:**
 - fertőző genetikai információ, fehérjeburokban levő géncsoport
 - sejtből kijutott vírusrészecske, meghatározott fizikai és kémiai szerkezettel
 - nem mutat életjelenségeket
 - megőrzi fertőzőképességét (körülmények)

73

Vírust meghatározó kritériumok

- egyféle nukleinsavat tartalmaz
- fogékony sejtbe jutva a vírusnukleinsav irányítja a replikációt
- a vírusnukleinsav csak a gazdasejt bizonyos bioszintetikus folyamatainak jelenlétében képes replikációra
- nem képes kettéosztódásra
- nincs saját riboszómája, önmagában nem képes a replikációra

74

A vírus nem sejtes fertőző ágens, amely csak egyféle kódoló nukleinsavból és fehérjéből áll.

75

Osztályozás

- vírusrészecske nukleinsavtartalma alapján:
 - DNS vírusok
 - RNS vírusok
- a virion morfológiája és fiziko-kémiai szerkezeti jellemzők alapján
 - vírusszaládok
- antigénszerkezet, citotropizmus, fertőzött sejtben belüli szaporodás helye, peplon felvétel helye, virion enzimentartalma alapján további felosztás

76

Nemzetközi Vírustaxonomiai Bizottság (ICTV)

- vírusszalád (familia):
 - *viridae* (*Picornaviridae*)
- alcsalád (subfamilia):
 - *virinae* (*Alphaherpesvirinae*)
- nemzetség (genus):
 - *virus* (*Enterovirus*)

77

ICTV (2000) vírusok 3 rend

- 56 család
- 9 alcsalád
- 223 genus
- 1550 faj

78

Gerincesek orvosi vonatkozású vírusai:

- DNS vírusok (6 család)
- RNS vírusok (13 család)

79

DNS vírusok

Adenoviridae
Hepadnaviridae
Herpesviridae
Polyomaviridae
Papillomaviridae
Parvoviridae
Poxviridae

RNS vírusok

Arenaviridae
Bunyaviridae
Caliciviridae
Coronaviridae
Filoviridae
Flaviviridae
Orthomyxoviridae
Paramyxoviridae
Picornaviridae
Reoviridae
Retroviridae
Rhabdoviridae
Togaviridae

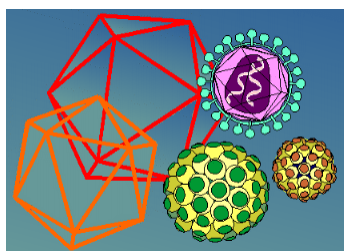
80

A virion szerkezete

Nukleinsav

Kapszid

Peplon



81

Nukleinsav

- limitált mennyiségű genetikai információt tartalmaz
- Fehérjeburok:
 - fehérjemolekulákból áll, ezek sokszorosan ismétlődnek, stabil egybeépülésük minimális energiaigénnyel vagy spontán történik

82

Kapszid

- A nukleinsavat körülvevő fehérjeburok, **kapszomerek** (morfológiai egység) alkotják.
- Kapszid és nukleinsav – **nukleokapszid**.
- Szabályos kristály vagy csőszerű képződmény, egyes esetekben kétrétegű.
- A külső réteg felépítésének szimmetriája szerint:
 - **helikális** szimmetria
 - **kubikális** szimmetria
 - **kettős vagy binális** szimmetria esetén a helikális és kubikális szimmetriatípus is megtalálható (bakteriofág)
 - **komplex** szimmetria (poxvírus, HIV)

83

Peplon

- bizonyos vírusok rendelkeznek külső burokkal
- a gazdasejt membránal határolt sejtalkotójából származik, akkor kapcsolódik a vírushoz, amikor az a sejtől kiszabadul
- vírusspecifikus fehérje alegységek – peplomerek (EM: kiálló tüskék)

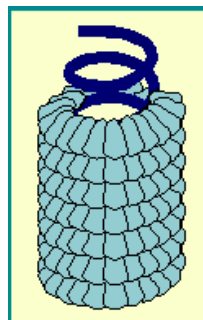
84

Helikális vírusok

- a szerkezeti egységek (kapszomerek) egyenként épülnek össze a spirál formában hajlított nukleinsavval, amely a kapszomereken halad keresztül: nukleokapszid
- csőszerű szerkezet, a szerkezeti egységek spirálvonal mentén helyezkednek el.
 - pálcá alak: dohánymozaik vírus, lyssavírus
 - gömb alak a nukleokapszidszálon másodlagos csavarulatok:
 - szabályos (Orthomyxovirus)
 - szabálytalan (Paramyxovirus)
- osztályozásnál: fontos a nukleokapszidszál átmérője

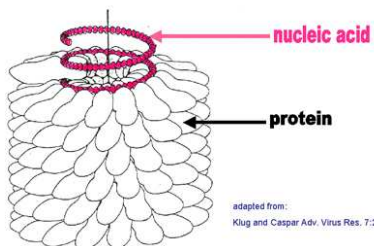
85

Helikális szimmetria (TMV)



86

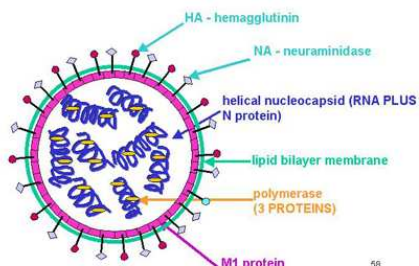
TOBACCO MOSAIC VIRUS



adapted from:
Klug and Caspar Adv. Virus Res. 7:225

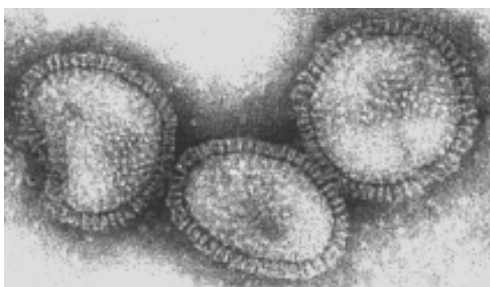
87

ORTHOMYXOVIRUSES



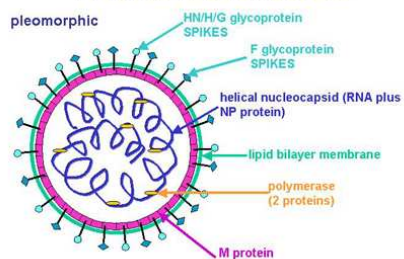
88

Influenzavírus (EM)



89

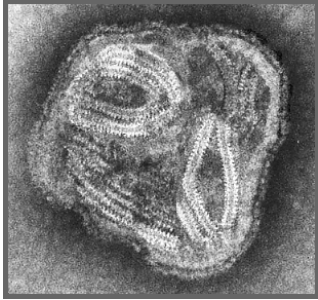
PARAMYXOVIRUSES



90

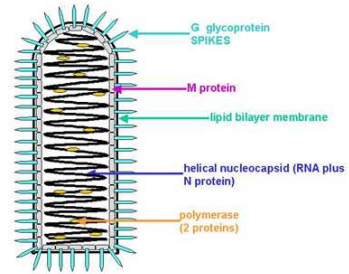
90

Paramyxovírus (EM)



91

Rhabdovírus

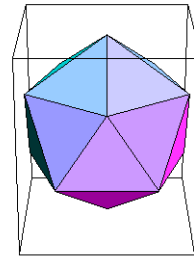


92

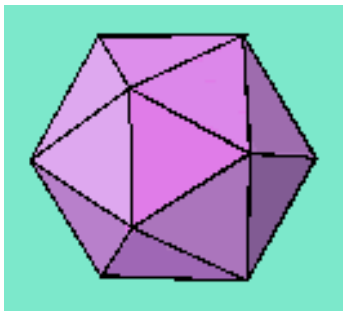
Kubikális vírusok

- a kapszidot kapszomerek alkotják
- pentamer, hexamer
- a kapszidot felépítő szerkezeti egységek elrendeződése szimmetrikus és ekvivalens.
- ikozahedrális szimmetria
- a kapszomerek száma meghatározott érték.

93

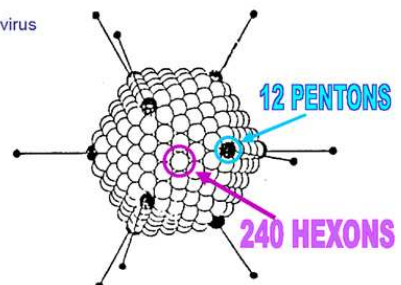


94

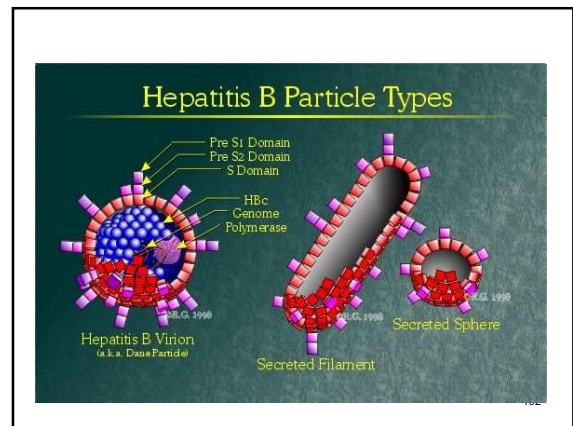
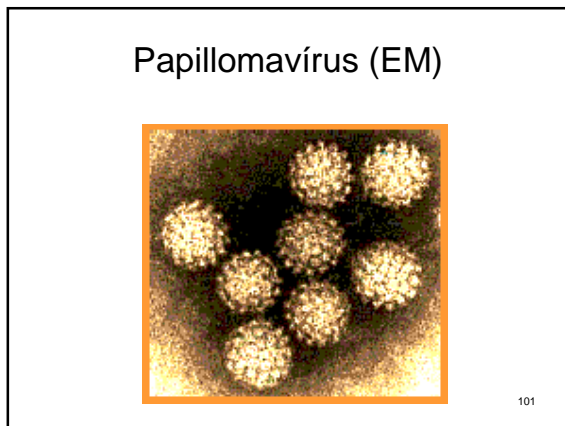
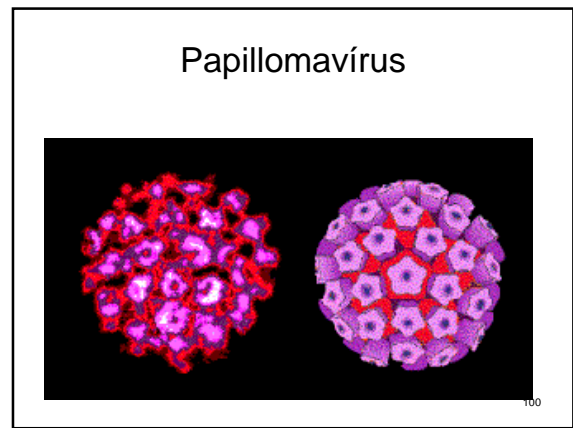
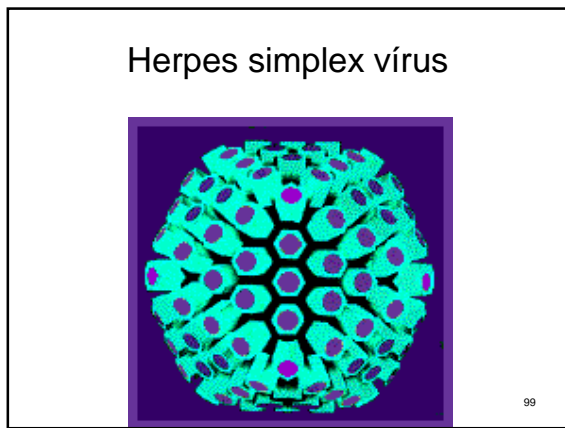
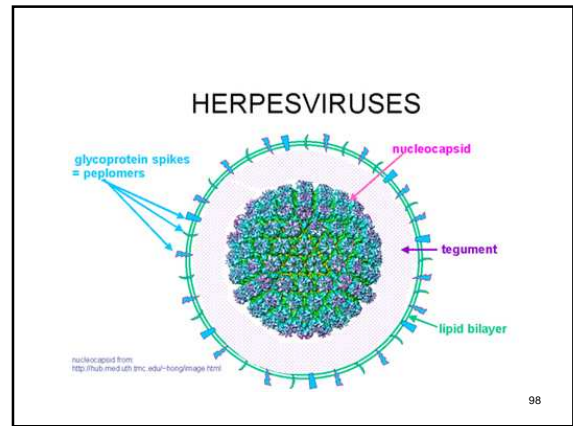
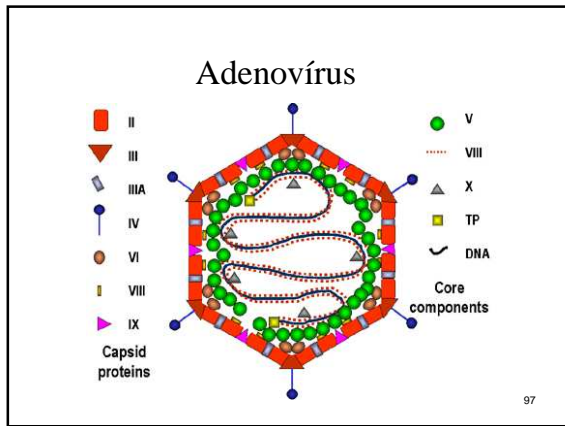


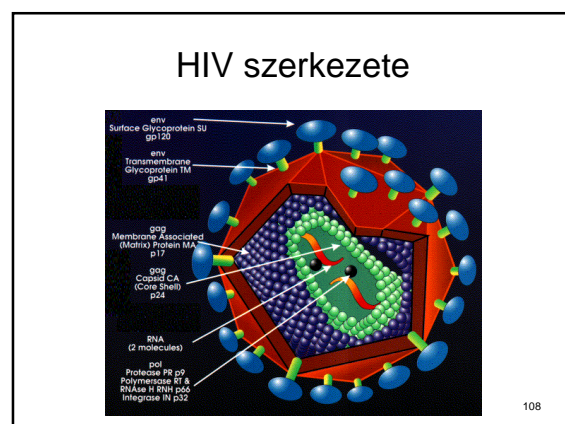
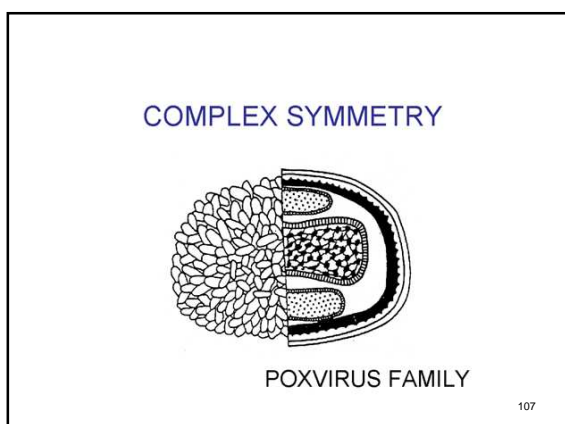
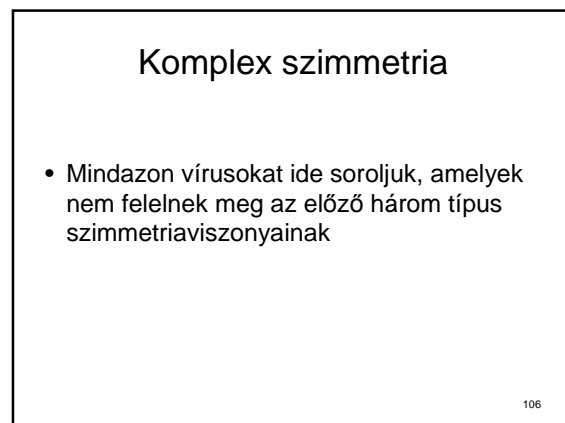
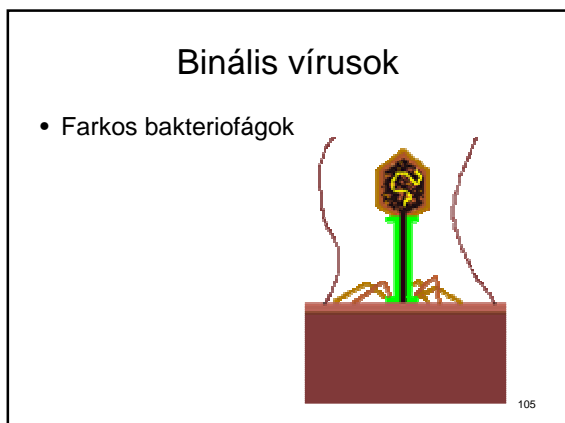
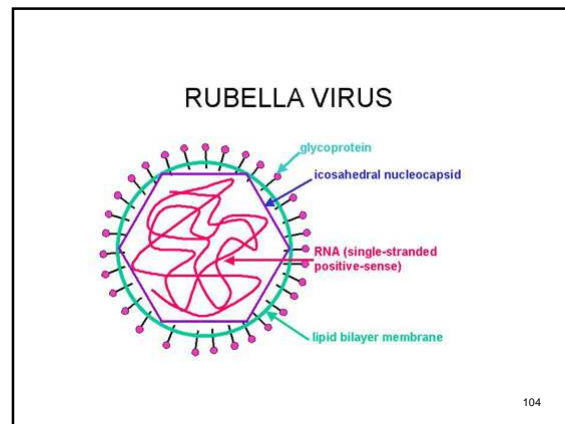
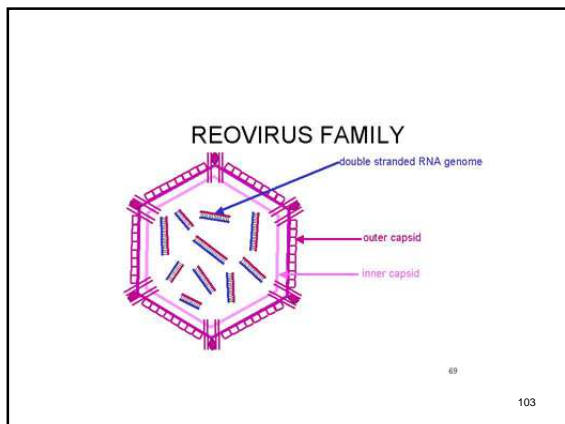
95

Adenovirus



96





A vírusok kémiai összetétele

109

- **Nukleinsavak**
- **Fehérjék, enzimek**
 - **Lipidek**
 - **Szénhidrátok**

110

Nukleinsavak

- Egyfajta nukleinsav: **DNS** vagy **RNS**
- 7-400 gén
- Infektivitás (alacsonyabb szintű, de a gazdaspektrum szélesebb)
- **Genom**
 - Egyszálú(ss) / kétszálú (ds)
 - Lineáris / cirkuláris
 - Szegmentált / nem szegmentált
 - Pozitív / negatív polaritású
- Nukleotidszekvencia, összetétel jellegzetes

111

Fehérjék

- 2-30 különböző vírusfehérje
- **Külső / kapszid fehérjék**
 - Rezisztencia fehérjebontó enzimekkel szemben, genom védelme
 - Affinitás a sejt felszíni receptorok iránt, fogékony sejthez való kötődés
 - Strukturális szimmetriát határozzák meg
 - Antigénszerkezet
 - Specifikus aktivitás (influenzavírus)
- **Belső / core fehérjék**
 - Nukleinsavhoz kapcsolódnak
 - Virion saját enzimeit

112

Fehérjék

- **Korai** fehérjék – nem szerkezeti elemek
 - Szaporodási ciklus korai fázisában képződő polimerázok
 - Transzkripció időbeli szabályozása
 - Sejtciklus moduláció
- **Prekurzor** fehérjék – átalakulás után beépülnek
- **Késői** fehérjék – struktúrelemek

113

Enzimek

- Replikációhoz esszenciálisak
 - Nukleinsav polimerázok - transzkriptázok
 - Nukleázok
 - Ligázok
- Replikációhoz nem feltétlenül szükségesek
 - Kinázok
 - Dehidrogenáz
 - Foszfatáz
 - Neuraminidáz
 - lizozim

114

Lipidek

- **Peplonban**
- Belső vagy külső sejtmembránokból, ahol előzetesen vírusspecifikus fehérjék épültek bele
- Foszfo- és glikolipidek, neutrális zsírok sejtmembrán specifikusak
- Lipid tartalmú vírusok érzékenyek éterrel és szerves oldószerekkel szemben, hatásukra elveszítik fertőzőképességüket

115

Szénhidrátok

- Vírusburok glikoproteineket is tartalmaz
- Ezeket a vírus kódolja
- Szerep:
 - Sejtceptorhoz való kötődés
 - Vírusantigének
 - Neutralizációs antitestekkel kapcsolódnak

116