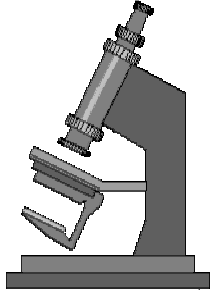


## A baktériumok alaktana



2009

LL

A baktériumok alakja:  
genetikailag meghatározott  
osztályozásuk alapját képezi

Fiatal baktériumok – 3 forma

- gömb – coccus
- pálca – bacillus
- spirális

2009

LL

2

## Mikroszkópos vizsgálat

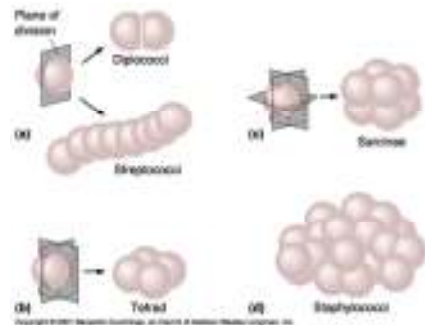
- A baktériumok mérete:  $\mu\text{m}$
- Készítmények:
  - Natív – élő baktériumok, egyesek mozognak
  - Kenet – festett preparátum, elölt baktériumok

2009

LL

3

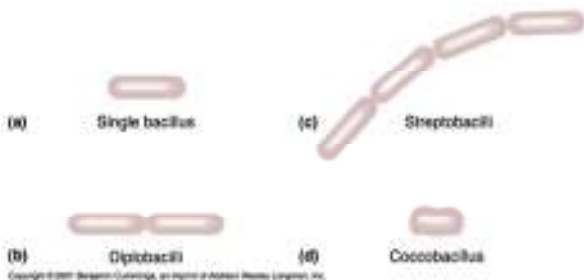
## Coccusok



2009

4

## Bacillusok



2009

LL

5

## Hajlott formák



2009

6

*S. pneumoniae*

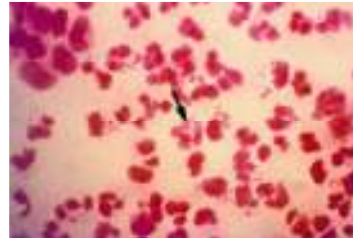


2009

LL

7

*Neisseria gonorrhoeae*

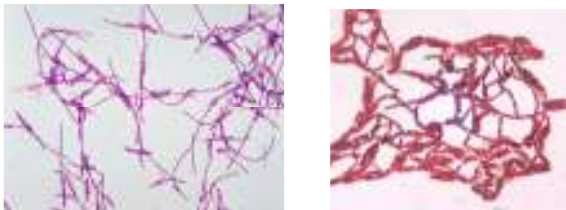


2009

LL

8

*Bacillus anthracis*



2009

LL

9

*Clostridium botulinum*



2009

LL

10

*Haemophilus influenzae*



2009

LL

11

*Treponema pallidum*



## Baktériumok – prokarióta mikroorganizmusok

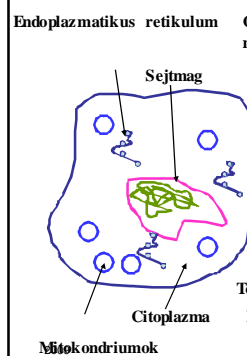
- Nincs maghátyájuk
- Egy kromoszómát tartalmaznak

2009

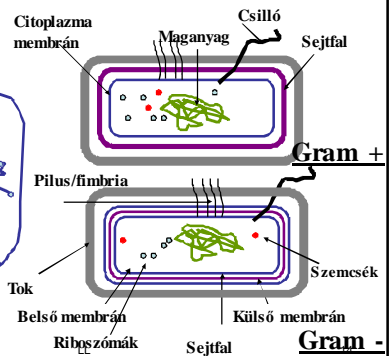
LL

13

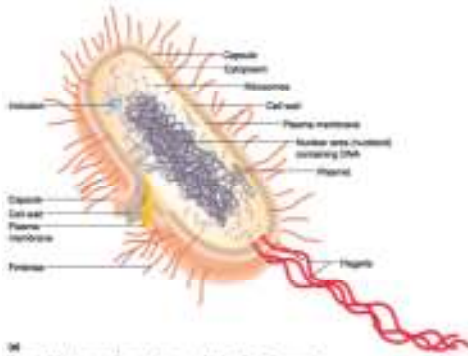
### Eukarióta sejt



### Prokarióta sejt



## A baktériumsejt felépítése



2009

Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison-Wesley Longman, Inc.

15

## A baktériumsejt szerkezete

- Nélkülözhetelen szerkezeti elemek
  - maganyag
  - citoplazma
  - citoplazmahártya
  - sejtfal
- Járálékos elemek
  - tok
  - csilló
  - fimbria/pilus
  - spóra

2009

LL

16

## 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

2009

LL

17

## Citoplazma

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

2009

LL

18

## Riboszómák



2009

LL

19  
Figure 4.19

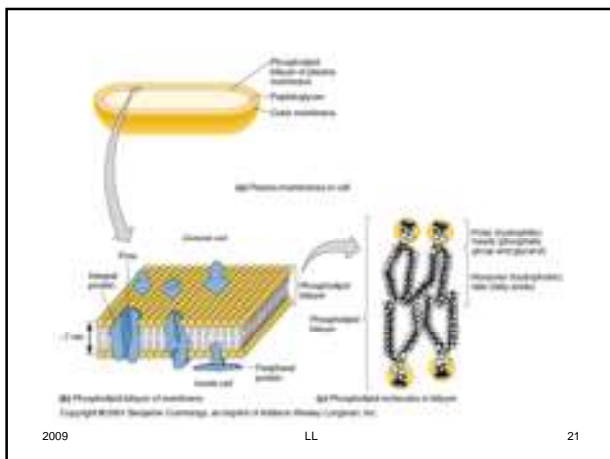
## Citoplazmahártya

- A sejtfal alatt helyezkedik el
- 7-8 nm vastagságú flexibilis réteg
- Unit vagy egységmembrán – szerkezete megegyezik az eukarióták membránjával
- Kettős lipoprotein réteg
  - Foszfolipidek - 30-40%
  - Fehérjék – 60-70%
- Nem tartalmaz szterolokat – kivétel Mycoplasmák

2009

LL

20



2009

LL

21

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

2009

LL

22

## Sejtfal

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

2009

LL

23

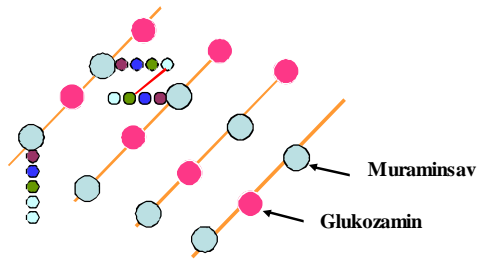
- Peptidoglikán: térhálós óriásmolekula
  - NAG – N-acetil glükózamin
  - NAM – N-acetil muraminsav
  - Tetrapeptid oldallánc
  - Keresztkötések – rövid peptidek – murein
    - Keresztkötő peptidek szerkezete az egyes baktériumcsoportoknál eltérő
  - Cukorgerinc azonos, peptidek különbözőek

2009

LL

24

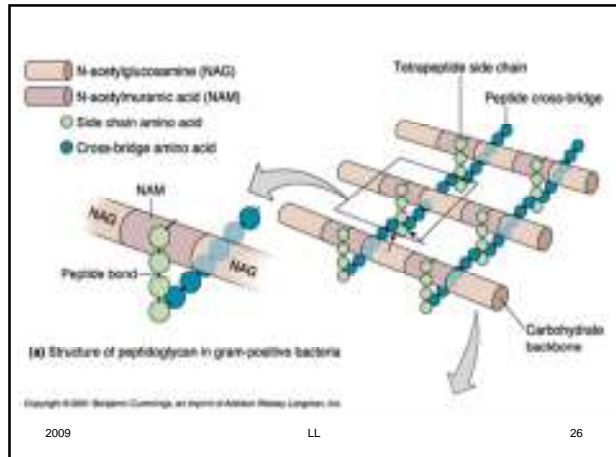
## Peptidoglikán



2009

LL

25



2009

LL

26

- Peptidoglikán
  - Csak a prokariótákban fordul elő
  - A létrejöttéhez szükséges biokémiai folyamatok csak a baktériumokra jellemzőek
  - Sejtfalszintézis – antibiotikum terápia kiváló célpontja
  - Természetes védekező mechanizmus – lizozim
    - NAG-NAM kötéseket hasítja
  - Hidrolázok – aktiválódásuk – sejtek líziséhez vezet

2009

LL

27

## Gram-pozitív sejtfa

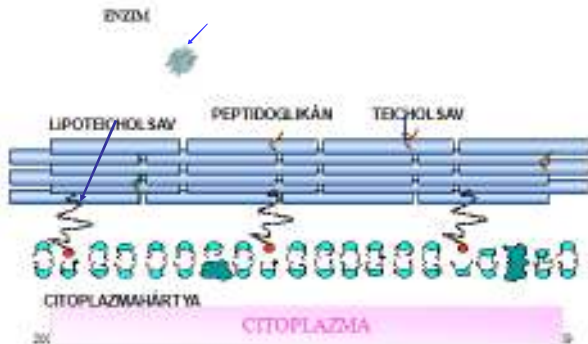
- 10-80 nm vastag
- Több réteg peptidoglikán (30-40)
- A vastag peptidoglikánhoz savas poliszacharidok kapcsolódnak
  - Teicholsav – peptidoglikán réteghez kötődik, permeabilitási barrier
  - Lipoteicholsav – citoplazmamembránhoz kötődik, peptidoglikán rögzítése
  - Sejtfa szerkezetét tartja egyben a sejtosztódás és növekedés során
  - A sejtfelület negatív töltésének biztosítása
  - Antigen tulajdonság
  - Adhéziónban betöltött szerep

2009

LL

28

## GRAM - POZITÍV SEJTBUROK



2009

## Gram-negatív sejtfa

- Vékonyabb és sokkal komplexebb mint a Gram-pozitív sejtfa
- Sejtmembrán
- Periplazmatikus rés
- Peptidoglikán – vékony réteg
  - Kis specifikus lipoprotein – murein lipoprotein, a külső membránhoz horgonyzódik le
- Külső membrán – OM

2009

LL

30

- **Periplazmatikus rész (tér)**
  - Gél állapotú fehérjékből, oligoszacharidákból álló anyag tölti ki
  - Itt helyezkedik el a peptidoglikán réteg
  - Fontos funkcionális szerep
    - Enzimek (hidrolázok, detoxikáló)
    - Transzportfolyamatok kötőfehérjei
    - Oligoszacharidok: ozmotikus puffer a sejt és környezete között
    - Sejtterefogat 20-40%-át képezheti

2009

LL

31

- **Külső membrán**
  - Behatárolja a periplazmát
  - Fosfolipid kettősréteg, nem szimmetrikus, külső rész LPS (külső réteg hidrofil, belső réteg hidrofób)
  - Negatív felszínt biztosít
  - Permeabilitási gát bizonyos anyagok számára
    - Antibiotikumok
    - Lizozim
    - Permeabilitás fajtól függően változik

2009

LL

32

## LPS

- **Lipid A – endotoxin**
  - 6-7 telítetlen zsírsavlánc, foszforilált glükózamin dimerhez kapcsolódva
  - Az LPS molekulát a külső membránhoz horgonyozza
- **R-mag**
  - Rövid cukorlánc
  - 2-keto-3-dezoxi oktansav és heptóz
- **O specifikus oldallánc – O antigén**
  - Hidrofil oldallánc
  - Ismétlődő penta- és tetraszacharidokból

2009

33

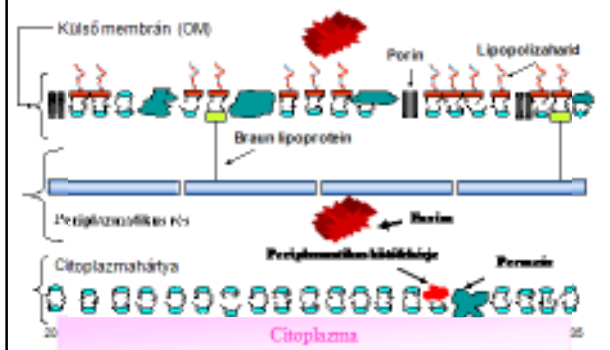
- Külső membránban fehérjék is találhatóak
  - Major OMP
  - Receptor funkció
  - Adhéziót biztosító
  - Porin fehérjék
    - Csatornákat határolnak
    - Transzportfolyamatokban van szerepük

2009

LL

34

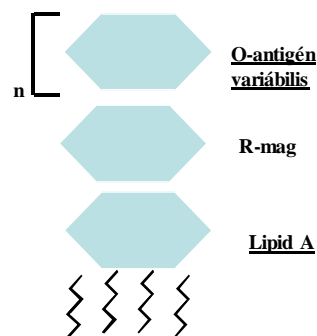
## GRAM-NEGATÍV SEJTBUROK



20

35

## LPS



2009

LL

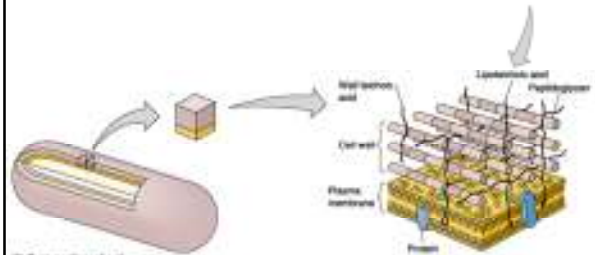
36

- A sejtfal bontására képes enzimek széles körben elterjedtek
  - endopeptidáz, glukozidáz, muramidáz
  - Lizozim – a Gram-pozitív sejtek fala leemészthető (protoplasztfúzió, transzformálás, transzfekeció)
  - Károsító tényezők hatására:
    - Protoplaszt – Gram-pozitív sejtből
    - Szferoplaszt – Gram-negatív sejtből
    - L-formák
- A sejtfal épsége fontos.
- A sejtfallszintézis bármely lépését gátló szer antibakteriális hatású

2009

37

## Gram-pozitív sejtfal



36 Gram-positive cell wall  
Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

38

## Gram-negatív sejtfal



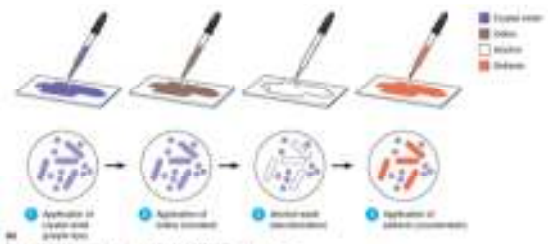
35 Gram-negative cell wall  
Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

39

## Gram-festés

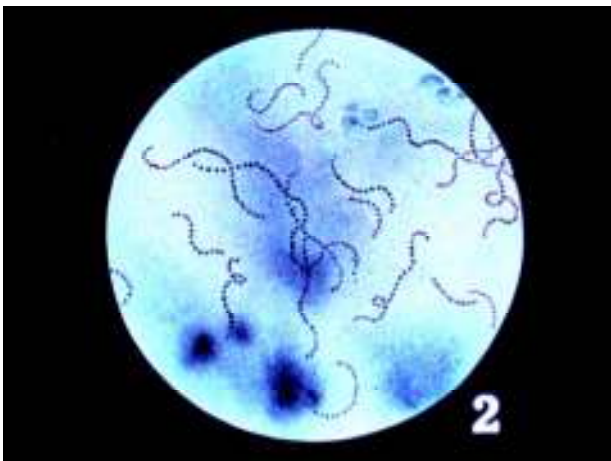


34 Gram staining  
Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

40



## Tok

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

2009

LL

43

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

2009

LL

44

## *S. pneumoniae*



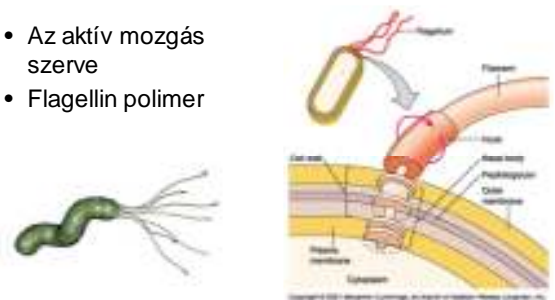
2009

LL

45

## Csilló

- Az aktív mozgás szerve
- Flagellin polimer

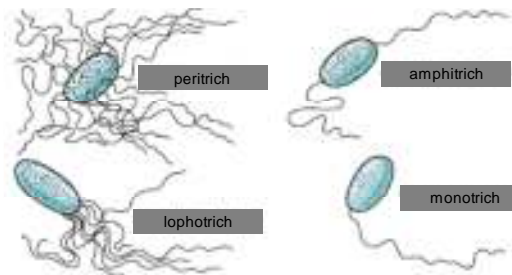


2009

LL

46

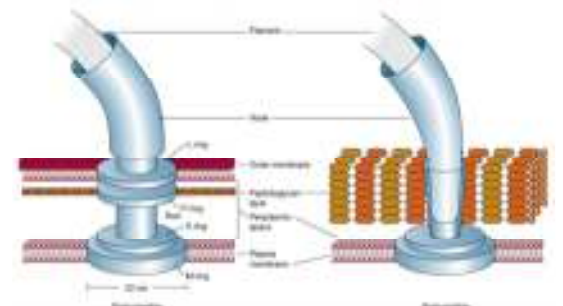
## A csillók elhelyezkedése



2009

LL

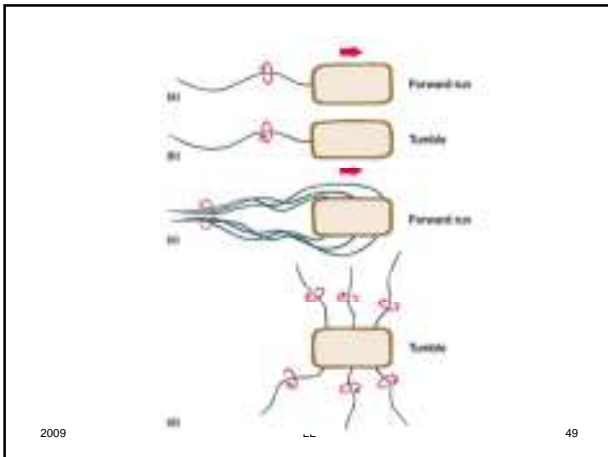
47



2009

LL

48



2009

LL

49

## Fimbria/pilus

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

2009

LL

50

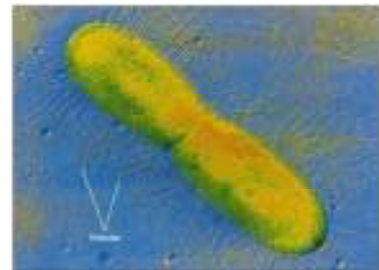
- Adhéziós fimbrák
  - Tapadást szolgálják
  - Szerep – patogenitásban
  - Specifikus receptorok
    - gazdaspecificitás
    - szervspecificitás
- Szexpilusok
  - Konjugációs cső

2009

LL

51

## Fimbria/pilus



2009

LL

52

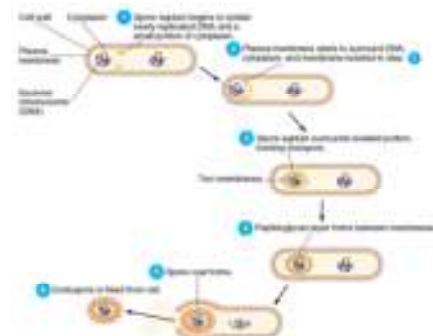
## Spóra

- 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

2009

LL

53



2009

LL

54

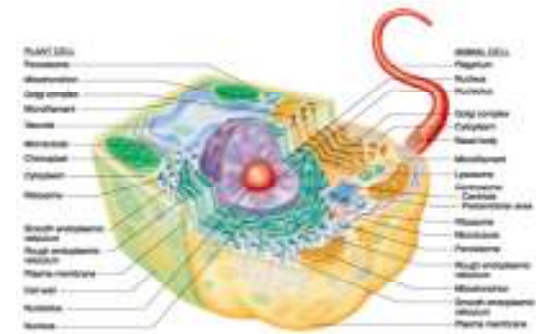
- Spórák rendkívül ellenállóak
  - Fertőtlenítőszerrel, hővel szemben
  - hosszú ideig életképesek maradnak
- Germináció
  - hőrezisztencia elvesztése
  - rehidráció
  - szintetikus folyamatok beindulása
  - növekedés
  - vegetatív sejt osztódása

2009

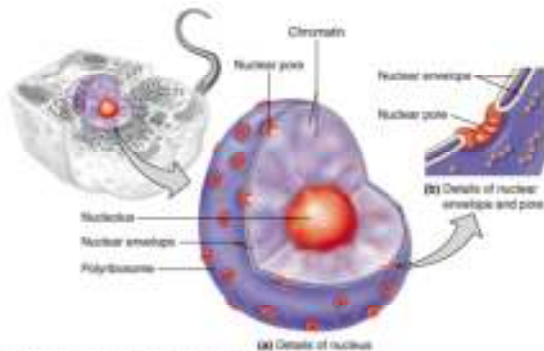
LL

55

## Az eukarióta sejt szerkezete



2009  
Copyright © 2009 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

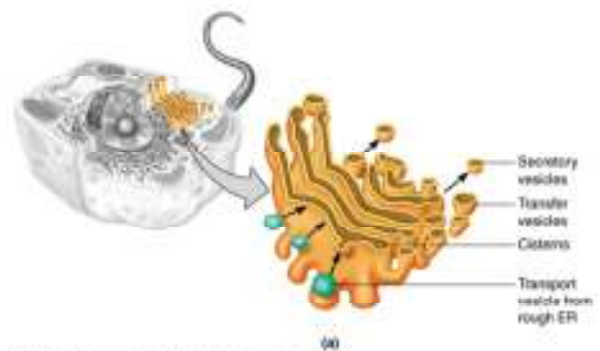


Copyright © 2009 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

57

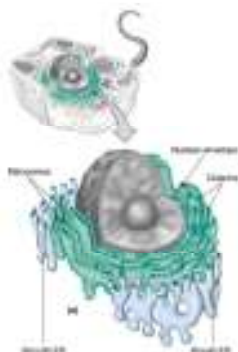


Copyright © 2009 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

58

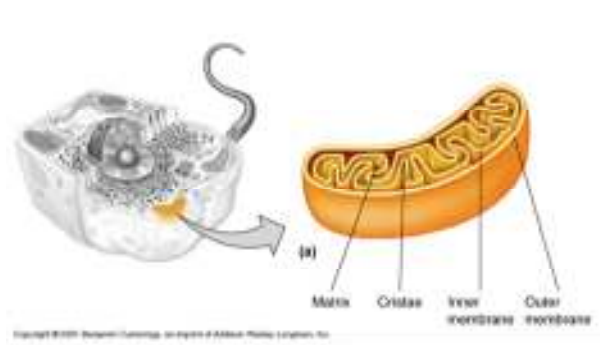


Copyright © 2009 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

59



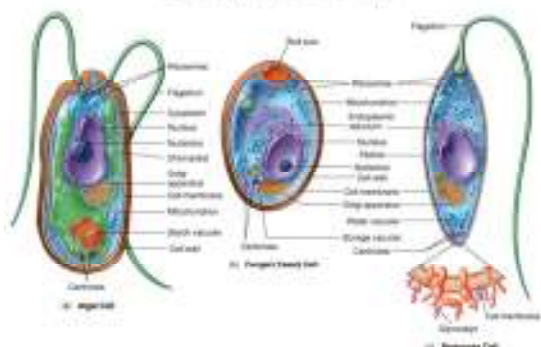
Copyright © 2009 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

2009

LL

60

## Eukarióták



## Gombák – eukarióták

- Sejtmag, magvacska
- Mitokondriumok, endoplazmatikus retikulum, Golgi-ekvivalens organellek
- Citoplazma – tápanyag szemcsék – glikogén
- Sejtfa – NAG homopolimere – kitin
- Tok

2009

LL

62

## A gombák alaktana

- Sarjadzó gombák
  - egysejtűek
  - kerek vagy ovális sejtek
  - néhány  $\mu\text{m}$  átmérőjűek
  - Gram-pozitívan festődnek
  - Szaporodás bimbózással
- Fonalas gombák
  - fonalakat (hifákat) képeznek
  - fonalszövedék – gyökér- és légmicélium
  - penészek, bőrgombák
- Dimorf gombák
  - szobahőn fonalas
  - 37°C-n sarjadzó

2009

LL

63



2009

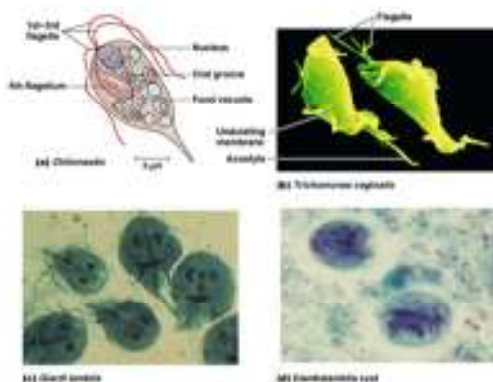
64

## A protozoonok alapvető tulajdonságai

- A protozoonok eukarióta egysejtűek
  - Mag, magvacska, citoplazma (ektoplazma, endoplazma)
  - Mozgás: speciális organellekkel
  - Ivaros és ivartalan szaporodás
- Méreteik: 2-3 – 60-80  $\mu\text{m}$ 
  - Fajon belül is változhatnak a méretek
- Megjelenési formák
  - Vegetatív forma – trophozoita – táplálkozik, mozog, szaporodik

2009 – Cysta – nyugalmi alak LL

65



2009

66

## A vírusok jellemzése, elnevezése és osztályozása

2009

LL

67

## Jellemzés

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

2009

LL

68

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

2009

LL

69

## Megjelenési formák

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

2009

LL

70

## Vírust meghatározó kritériumok

- egyféle nukleinsavat tartalmaz
- fogékony sejtre 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

2009

LL

71

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

2009

LL

72

## Osztályozás

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

2009

LL

73

## Nemzetközi Vírustaxonomiai Bizottság (ICTV)

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

2009

LL

74

## ICTV (2000) vírusok 3 rend

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

2009

LL

75

## Víruscsalád:

- **nukleinsav kémiai szerkezete:**
  - DNS vagy RNS
  - egyszálú vagy kétszálú
  - lineáris vagy cirkuláris
- **nukleokapszid szimmetriatípusa:**
  - helikális
  - kubikális
  - binális
  - komplex
- helikális vírusok: a nukleokapszid átmérője
- kubikális vírusok: a kapszomerek száma

2009

LL

76

## Gerincesek orvosi vonatkozású vírusai:

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

2009

LL

77

**DNS vírusok**  
Adenoviridae  
Hepadnaviridae  
Herpesviridae  
Papovaviridae  
Parvoviridae  
Poxviridae

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

2009

LL

78

## A virion szerkezete

Nukleinsav

Kapszid

Peplon



2009

LL

79

## Nukleinsav

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

2009

LL

80

## 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)

2009

81

## Peplon

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

2009

LL

82

## Helikális vírusok

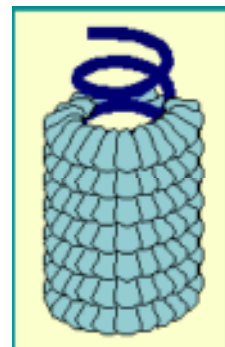
- a szerkezeti egységek (kapszomerek) egyenként épülnek össze a spirál formában hajlított nukleinsavval, amely a kapszomereken halad keresztül: nukleokapszid
- csőszerű szerkezet, a szerkezeti egységek spirálvonal mentén helyezkednek el.
  - pálca alak: dohánymozaik vírus, lyssavírus
  - gömb alak a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

2009

LL

83

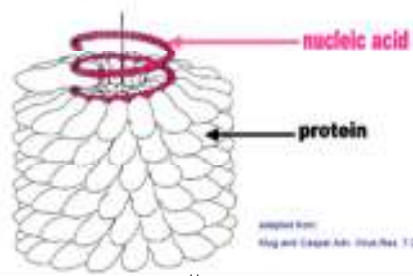
## Helikális szimmetria (TMV)



2009

84

### TOBACCO MOSAIC VIRUS

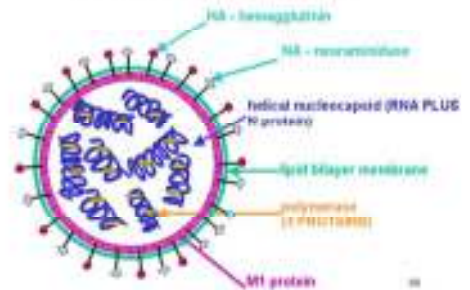


2009

LL

85

### ORTHOMYXOVIRUSES

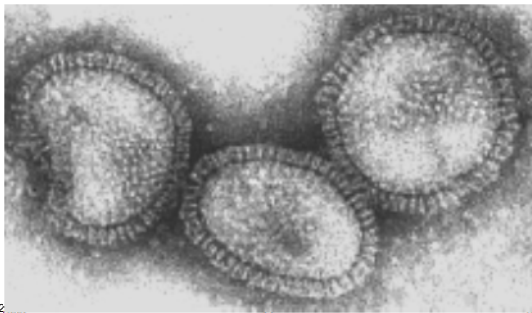


2009

LL

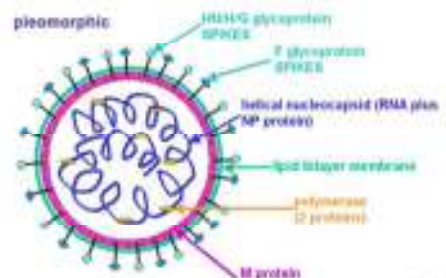
86

### Influenzavírus (EM)



2009

### PARAMYXOVIRUSES



2009

LL

88

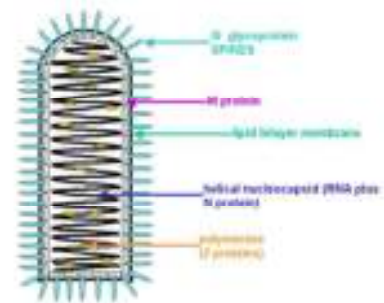
### Paramyxovírus (EM)



2009

89

### Rhabdovírus



2009

LL

90

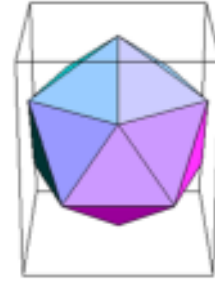
## Kubikális vírusok

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

2009

LL

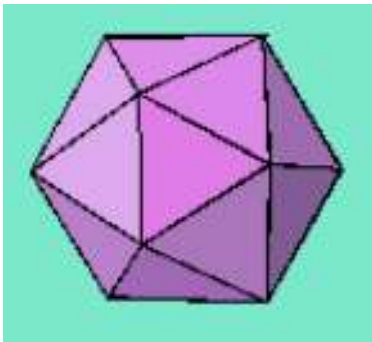
91



2009

LL

92

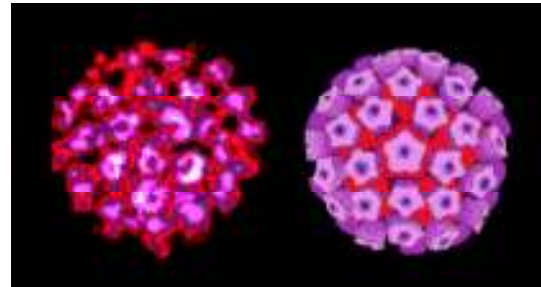


2009

LL

93

## Papillomavírus



2009

LL

94

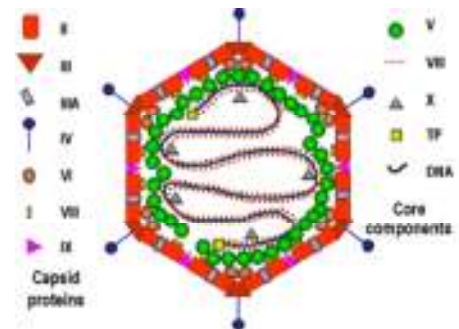
## Papillomavírus (EM)



2009

95

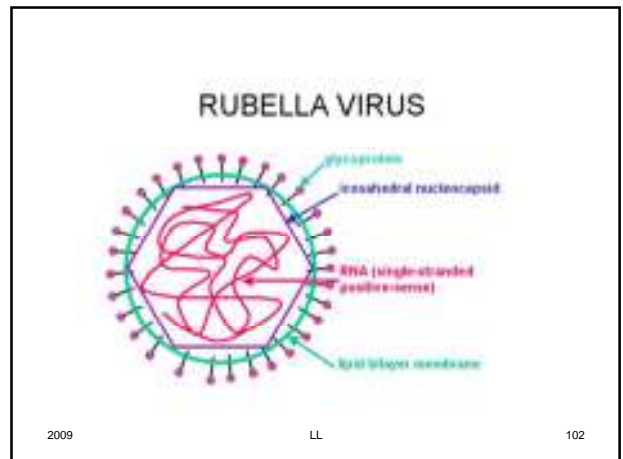
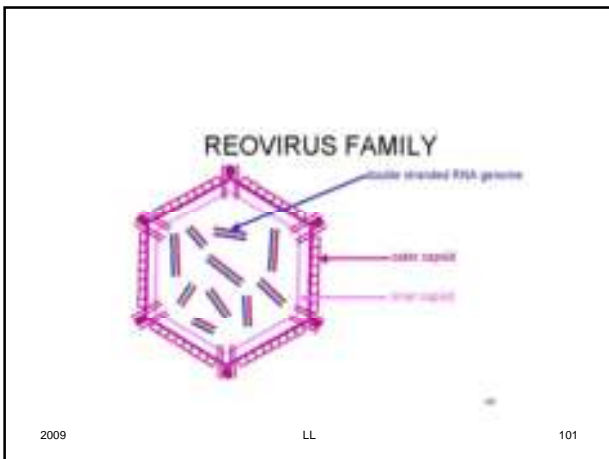
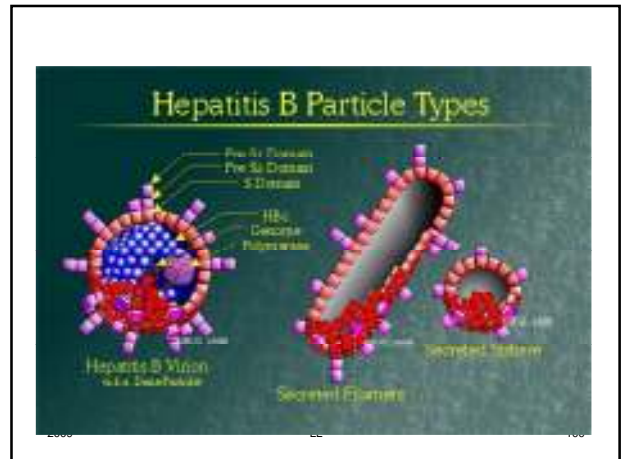
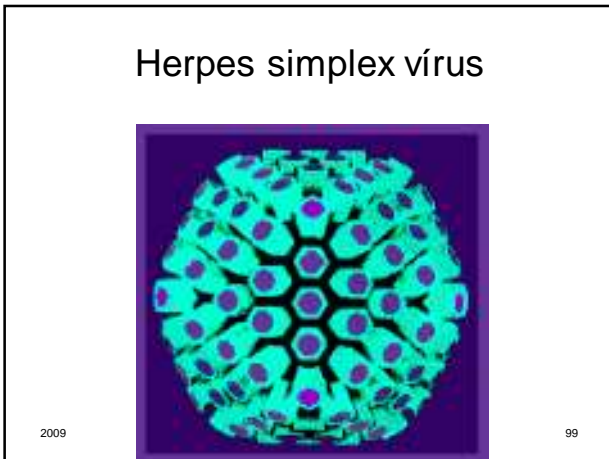
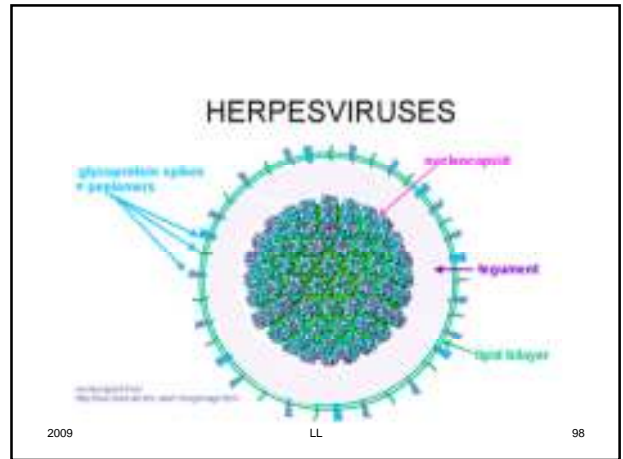
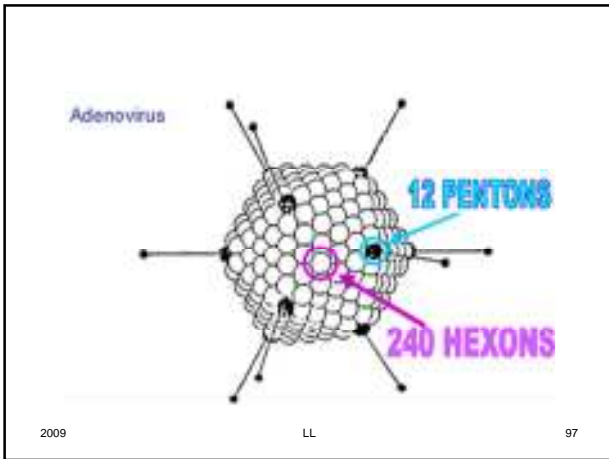
## Adenovírus



2009

LL

96



## Binális vírusok

- Farkos bakteriofágok



2009

LL

103

## Komplex szimmetria

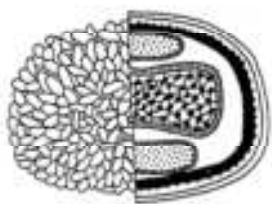
- Mindazon vírusokat ide soroljuk, amelyek nem felelnek meg az előző három típus szimmetriaviszonyainak

2009

LL

104

## COMPLEX SYMMETRY



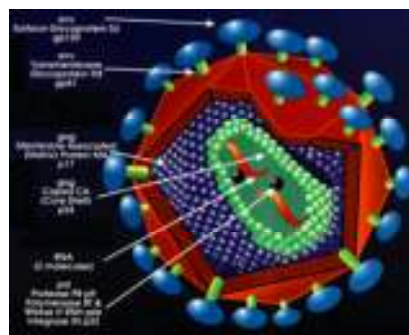
POXVIRUS FAMILY

2009

LL

105

## HIV szerkezete



2009

106

## A vírusok kémiai összetétele

- Nukleinsavak
- Fehérjék, enzimek
  - Lipidek
  - Szénhidrátok

2009

LL

107

2009

LL

108

## 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
  - Oszatlan / osztott
  - Pozitív / negatív polaritású
- Nukleotidszekvencia, összetétel jellegzetes

2009

LL

109

## 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
  - Vírión saját enzimeit

2009

LL

110

## 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

2009

LL

111

## Enzimek

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

2009

LL

112

## 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

2009

LL

113

## Szénhidrátok

- Vírusburok glikoproteinek is tartalmaz
- Ezeket a vírus kódolja
- Szerep:
  - Sejt receptorhoz való kötődés
  - Vírusantigének
  - Neutralizációs antitestekkel kapcsolódnak

2009

LL

114