

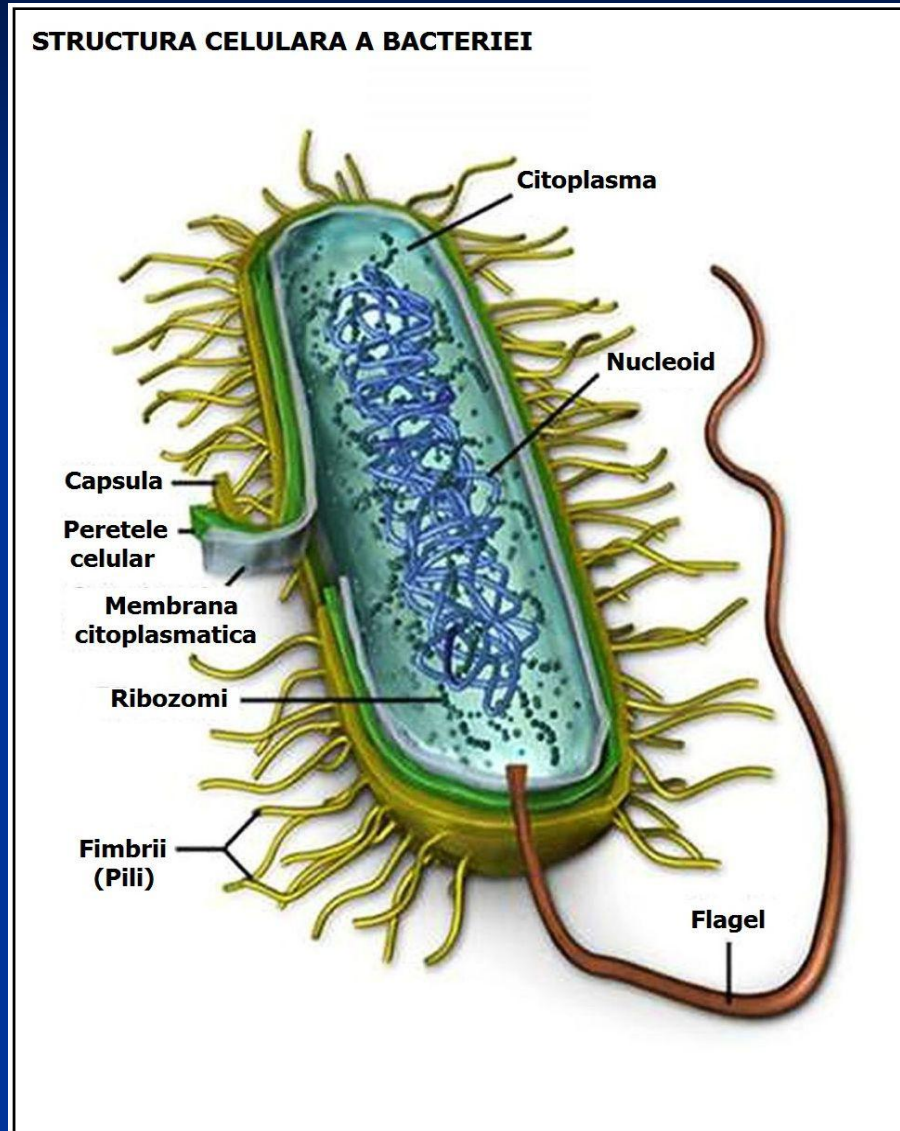
STRUCTURA CELULEI BACTERIENE

CURS NR. 2

STRUCTURA CELULEI BACTERIENE

- FORMATIUNI OBLIGATORII
 - NUCLEOID
 - CITOPLASMA
 - MEMBRANA
CITOPLASMATICA
 - PERETE CELULAR

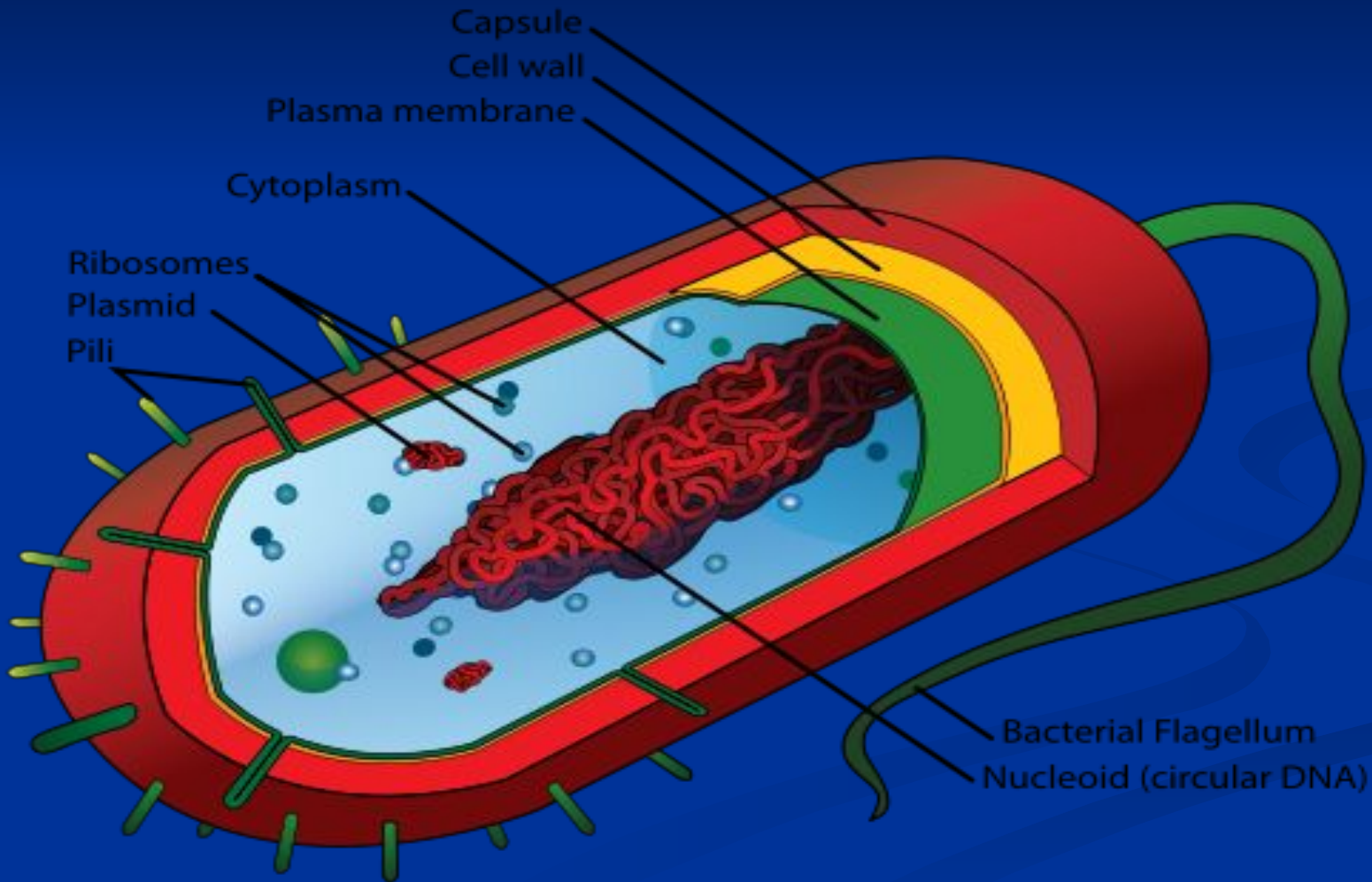
STRUCTURA CELULEI BACTERIENE



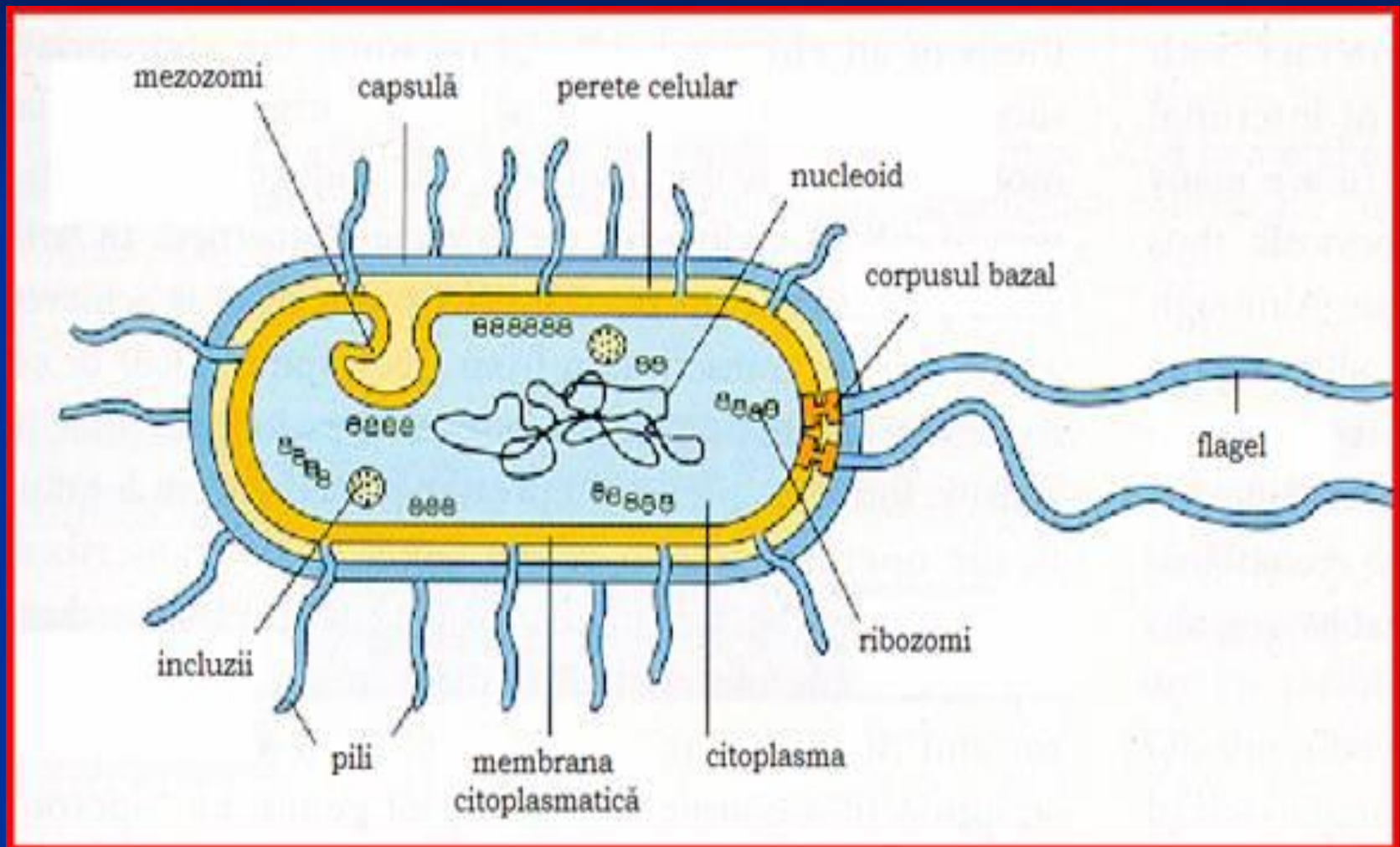
STRUCTURA CELULEI BACTERIENE

- FORMATIUNI FACULTATIVE
 - CAPSULA
 - CILII SAU FLAGELII
 - PILII SAU FIMBRIILE
 - SPORUL (ENDOSPORUL)

STRUCTURA CELULEI BACTERIENE



STRUCTURA CELULEI BACTERIENE



FORMATIUNI OLBILGATORII

■ NUCLEOIDUL

- Este alcătuit dintr-o singură moleculă de ADN dc, superhelicoidal, închis
- Contine aprox. 2000 gene
- Nu este marginit de mb nucleară
- Nu prezintă nucleol
- Nu are aparat mitotic
- Nu conține histone
- Nu prezintă introni
- Poate fi în legătură cu mb. citoplasmatică prin 1-2 mezozomi
- **ROL:**
 - Codifică informația genetică pt. autoreplicare și organizare structurală și funcțională

FORMATIUNI OLBILGATORII

■ CITOPLASMA

- Reprezinta un sistem coloidal care contine
 - 80%: apa,
 - 20%:
 - molecule organice,
 - ioni anorganici,
 - enzime,
 - ribozomi,
 - ARN
 - plasmide,
 - transpozomi,
 - vacuole gazoase,
 - mezozomi

FORMATIUNI OLBILGATORII

■ CITOPLASMA

- Ribozomii sunt 70S (50S+30S): sunt diferiti de cei ai celulelor eucariote, fiind o tinta buna pentru antibiotice
- Incluziunile citoplasmaticе sunt de:
 - Polizaharidice: glicogen (Bacillus) sau amidon (Neisserii)
 - Lipidice - polibetahidroxi butirat, la multe specii
 - Polifosfati anorganici sau corpusculii metacromatici Babes Ernst (granule de volutina) la corynebacterii
- Mezozomii
 - se formeaza prin invaginarea membranei citoplasmaticе
 - leaga nucleoidul de aceasta,
 - participa la
 - replicarea ADN-ului,
 - diviziunea celulara,
 - procese de sinteza si
 - secretie de exoenzime.

FORMATIUNI OLBILGATORII

■ CITOPLASMA

■ Plasmidele

- Sunt molecule mici, circulare de ADN dublucatenar, extracromozomial.
- Sunt capabile de replicare independenta de cromozomul bacterian.
- Cu toate ca de obicei sunt extracromozomiale, ele se pot integra in cromozomul bacterian.
- Codifica gene razpunzatoare de;
 - Rezistenta la antibiotice
 - Rezistenta la metale grele (mercur, argint)
 - Rezistenta la lumina ultravioleta
 - Prezenta pililor (fimbrii) care mediaza aderarea bacteriilor de celulele epiteliale
 - Sinteza de exotoxine
 - Elaborarea de bacteriocine (enzime sau toxine produse de anumite bacterii care sunt letale pentru alte bacterii)

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ CITOPLASMA

■ Transpozomii

- Sunt fragmente de ADN care se deplaseaza dintr-un loc in altul, fie in cadrul aceleias molecule de ADN, fie de la o molecula de ADN la alta .
- Poarta porecla de "jumping genes"
- Spre deosebire de plasmide si bacteriofagi, nu se pot replica independent, ei se replica in cadrul ADN-ului recipient.
- Codifica enzime raspunzatoare de rezistenta la antibiotice.

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ MEMBRANA CITOPLASMATICA

- Margineste la exterior citoplasma, separand-o de PC
- STRUCTURA: modelul mozaicului fluid (la fel ca alte mb biologice): 2 straturi de molecule de fosfolipide cu partile hidrofobe fata in fata, printre care se gasesc molecule globulare proteice.
- Nu contine steroli (cu exceptia Mycoplasmelor)

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ MEMBRANA CITOPLASMATICA

- mb. semipermeabila, cu rol de bariera osmotica, regleaza schimburile dintre bacterie si mediul exterior prin procese active si pasive
- Este sediul enzimelor implicate in metabolismul respirator, fosforilarea oxidativa, transportul activ, sinteza lipidelor, componentelor PC, PZ capsulare, replicarea ADN
- Are astfel 4 **roluri** importante
 1. Transport activ al moleculelor in celula
 2. Generarea energiei prin fosforilare oxidativa
 3. Sinteza precursorilor peretelui celular
 4. Secretia de enzime si toxine

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ PERETELE CELULAR

- Este o structura rigida, un veritabil exoschelet
- Prezent la toate bacteriile cu exceptia Mycoplasmelor
- Este o structura multistratificata situata la exteriorul membranei citoplasmaticice
- Alcatuieste un invelis, ca un sac, ce imbraca intraga bacterie
- In compozitia PC intra PEPTIDOGLICANUL sau MUREINA

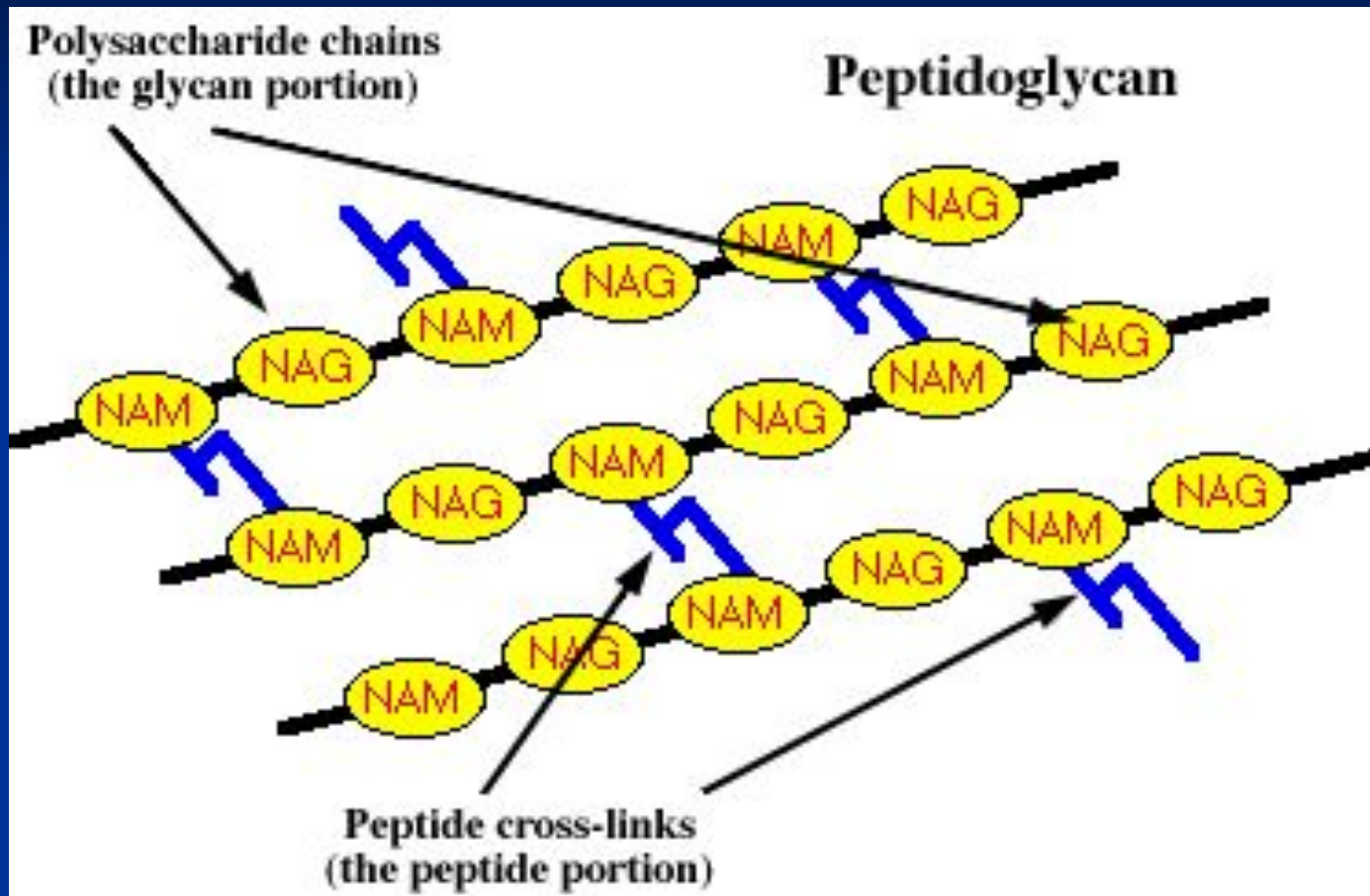
FORMATIUNI OBLIGATORII

■ PERETELE CELULAR

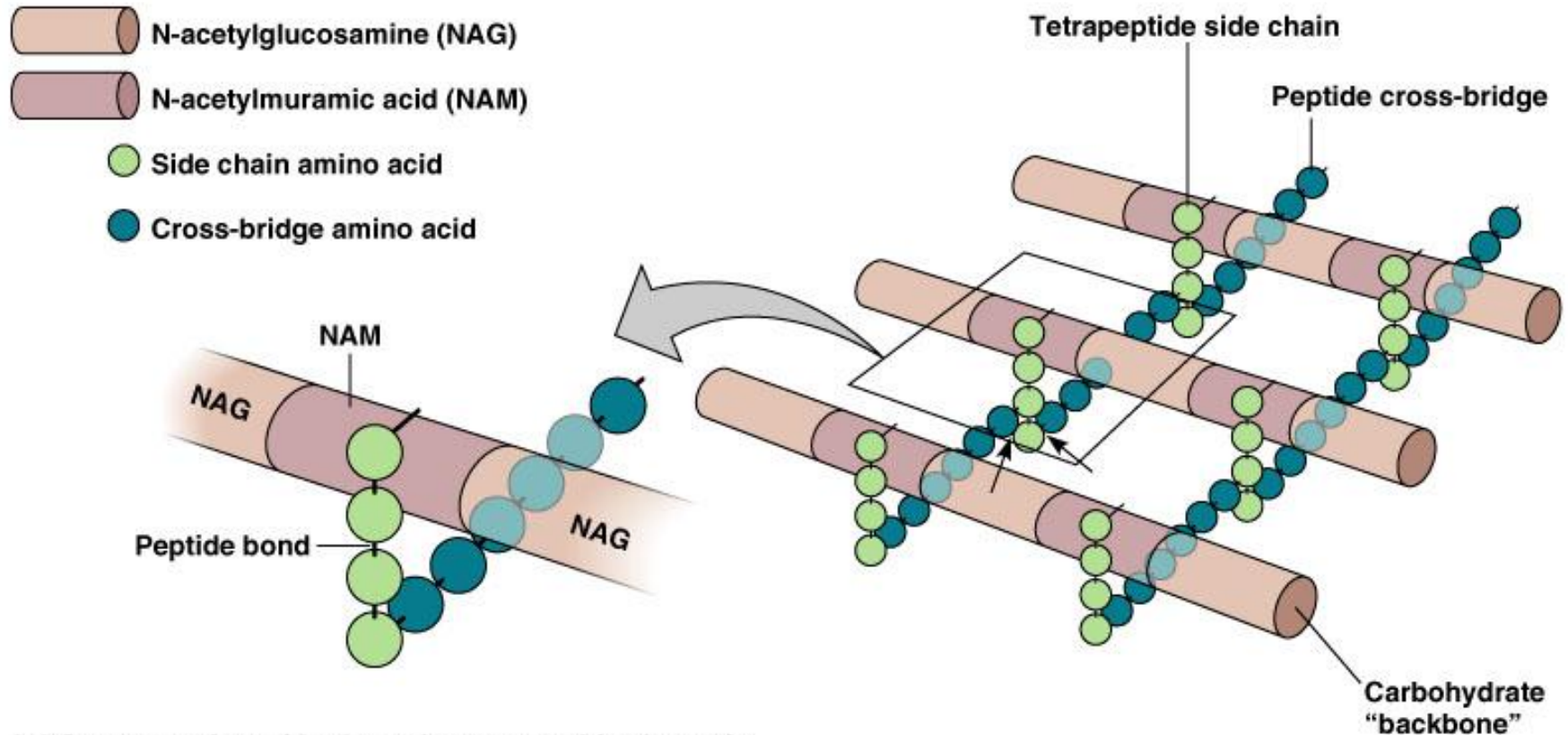
■ PEPTIDOGLICANUL sau MUREINA

- Este un **heteropolimer** alcatuit din lanturi polizaharidice legate intre ele prin **punti peptidice**
- Lanturile polizaharidice sunt alcatuite din unitati repetitive de
 - N-acetilglucozamina (G) si
 - acid N-acetil muramic (M)
- **Puntile peptidice** sunt alcatuite din tetrapeptide care se leaga de acidul N-acetil glutamic (M)

Structura Peptidoglicanului

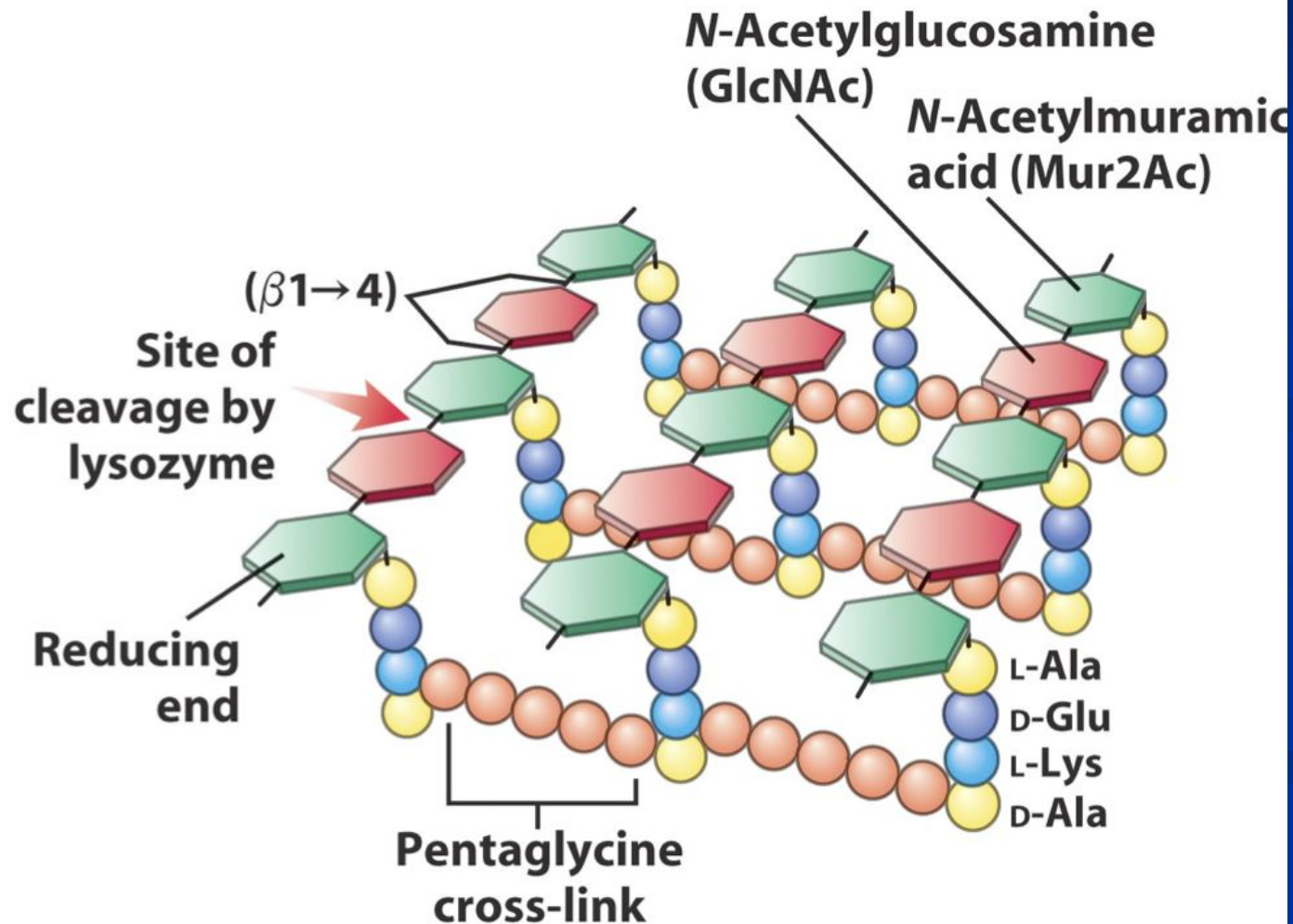


Structura PG la Bacterii Gram pozitive (Staph. aureus)

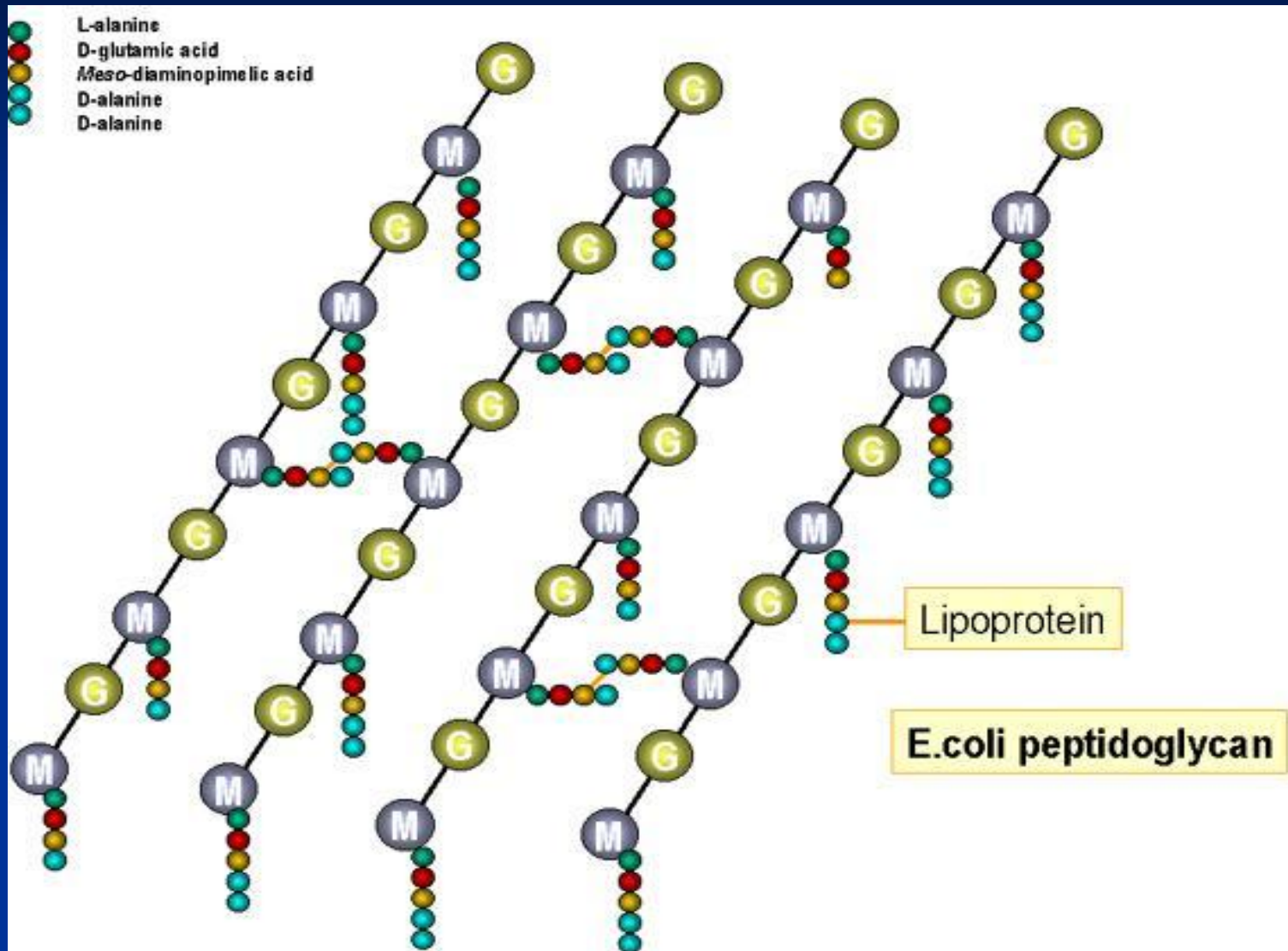


(a) Structure of peptidoglycan in gram-positive bacteria

Structura PG Ia Bacterii Gram pozitiv (Staph. aureus)



Structura PG la bacterii Gram negative -E. coli



FORMATIUNI OBLIGATORII

■ PERETELE CELULAR

■ PEPTIDOGLICANUL sau MUREINA

- Pentru ca este o structura specifica bacteriilor, reprezinta o tinta buna pentru antibiotice.
- Penicilinele, cefalosporinele si vancomicina inhiba sinteza PG prin inhibarea transpeptidazelor care formeaza punctile peptidice dintre lanturile polizaharidice.
- Lizozimul prezent in lacrimi, saliva, mucus, etc, actioneaza si el asupra PG, la nivelul legaturilor glicozidice, contribuind la rezistenta naturala.

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ PERETELE CELULAR

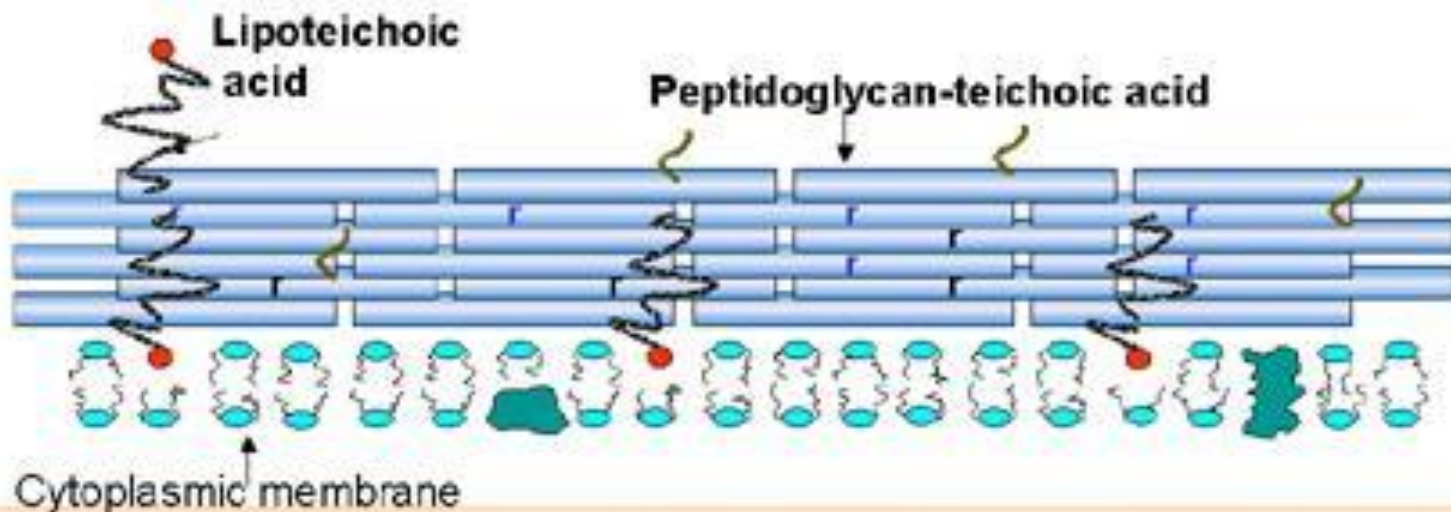
- Exista 2 tipuri de PC
 - 1. PC al bacteriilor GRAM POZITIVE
 - 2. PC al bacteriilor GRAM NEGATIVE.

FORMATIUNI OBLIGATORII

- PERETELE CELULAR AL BACTERIILOR GRAM +
 - Relativ gros (200-800 Å)
 - Contine un strat gros de PG (150-500 Å)
 - Contine:
 - acizi teichoici si acizi lipoteichoici cu rol de antigene de suprafata, promoveaza atasarea
 - Proteine:
 - proteina M si R la *Streptococcus pyogenes*,
 - proteina A la *Staphylococcus aureus*
 - Polizaharide: polizaharidul C la streptococi

PERETELE CELULAR GRAM POZITIV

Gram Positive Cell Envelope



Cytoplasm

FORMATIUNI OBLIGATORII

- PERETELE CELULAR AL BACTERIILOR GRAM -
 - In general mai subtire decat la G+
 - Cu un strat mai subtire de PG ($\rightarrow 100 \text{ \AA}$)
 - Structura mai complexa
 - La exteriorul PG se afla membrana externa (ME)
 - Intre suprafata externa a mb. citoplasmaticice si suprafata interna a ME se afla spatiul periplasmic.

FORMATIUNI OBLIGATORII

■ PERETELE CELULAR AL BACTERIILOR GRAM -

■ Spatiul periplasmic contine:

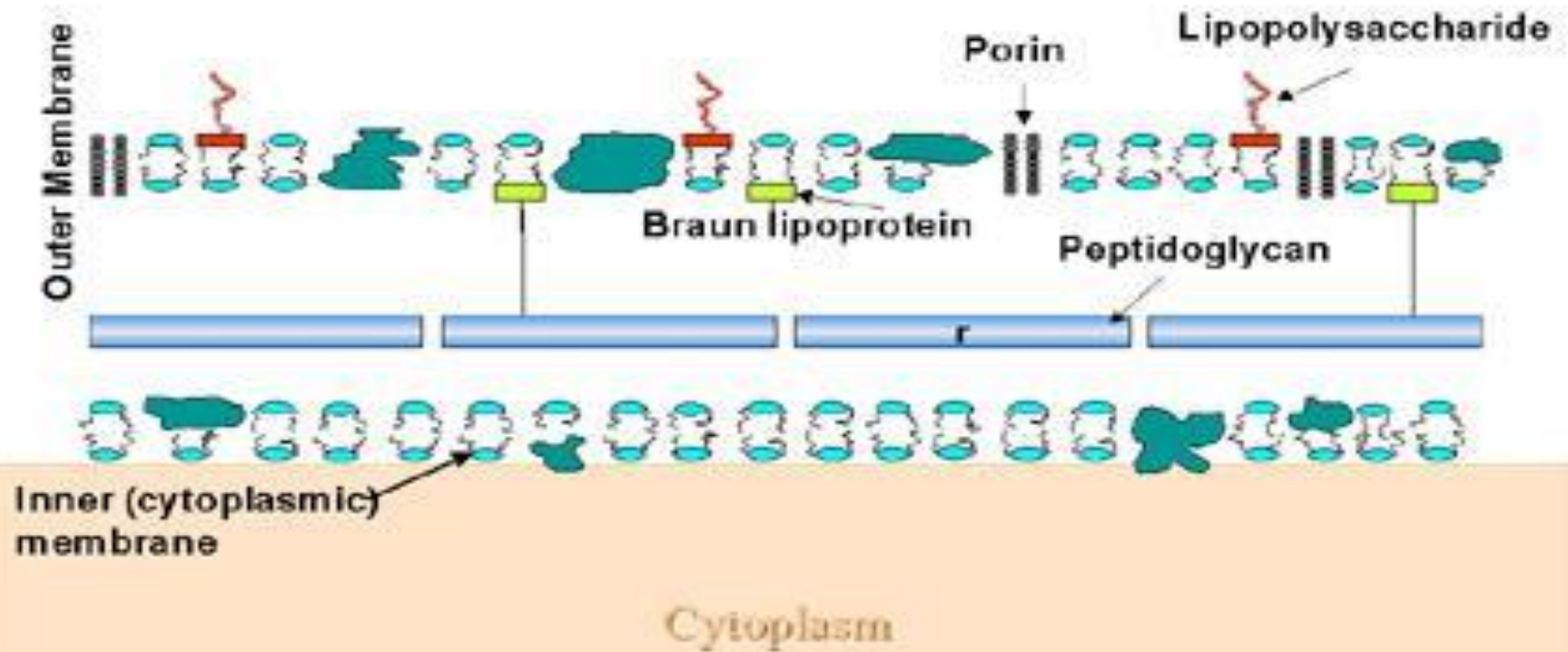
- Enzime hidrolitice (proteaze, fosfataze, lipaze, nucleaze)
- Factori de virulenta litici: collagenaze, hialuronidaze, proteaze, beta-lactamaze.

■ Membrana externa este alcatuita din:

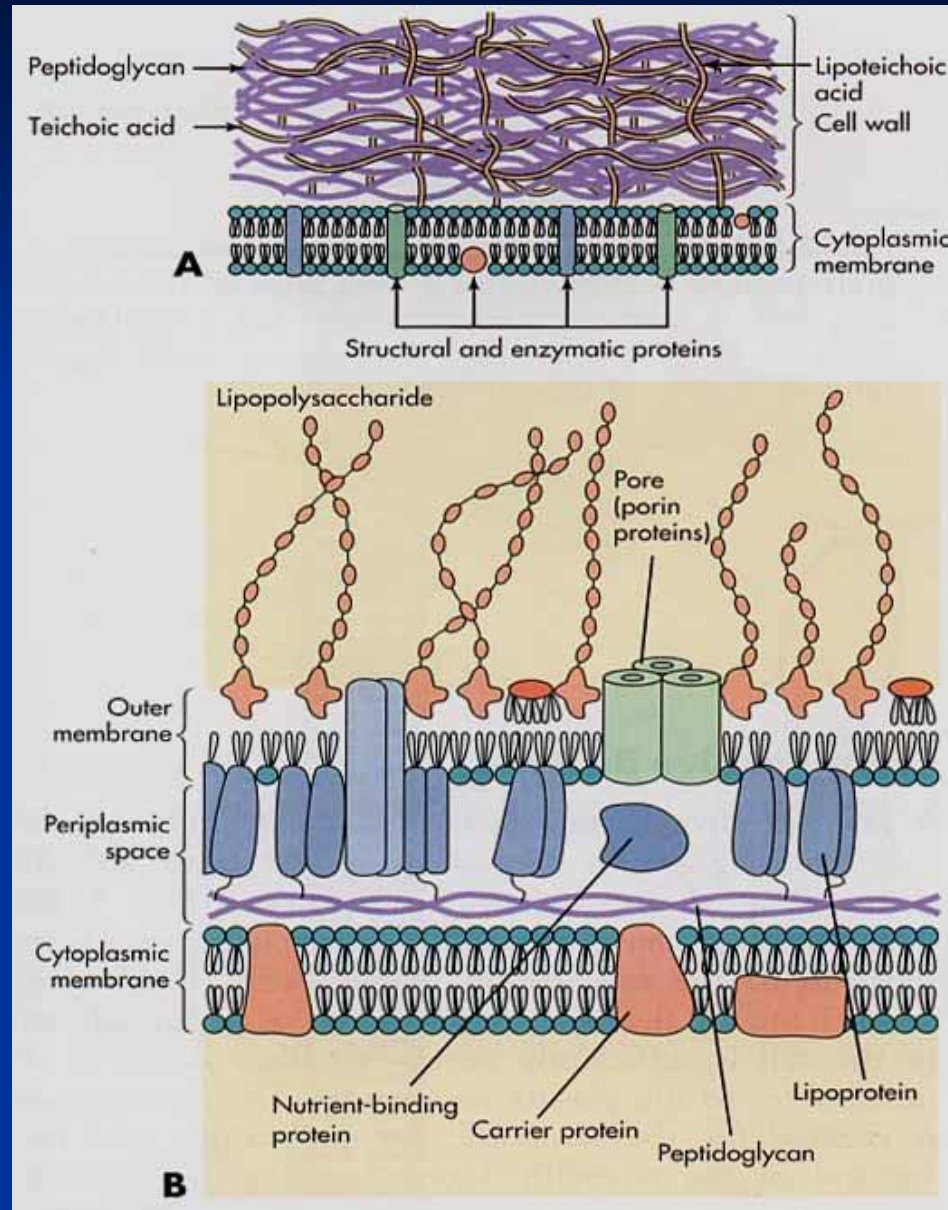
- Fosfolipide
- Lipopolizaharide
- Proteine: cu gm mica, proteine mari, care traverseaza ME si proteine transmembranare= porine (formeaza canale, pori pt moleculele hidrofile <700dal, permitand astfel intrarea unor substante esentiale: glucide, aminoacizi, vitamien, metale, precum si a antibioticelor, de ex. peniciline)

PERETELE CELULAR GRAM NEGATIV

Gram Negative Cell Envelope



Peretele celular la bacterii Gram pozitive si Gram negative



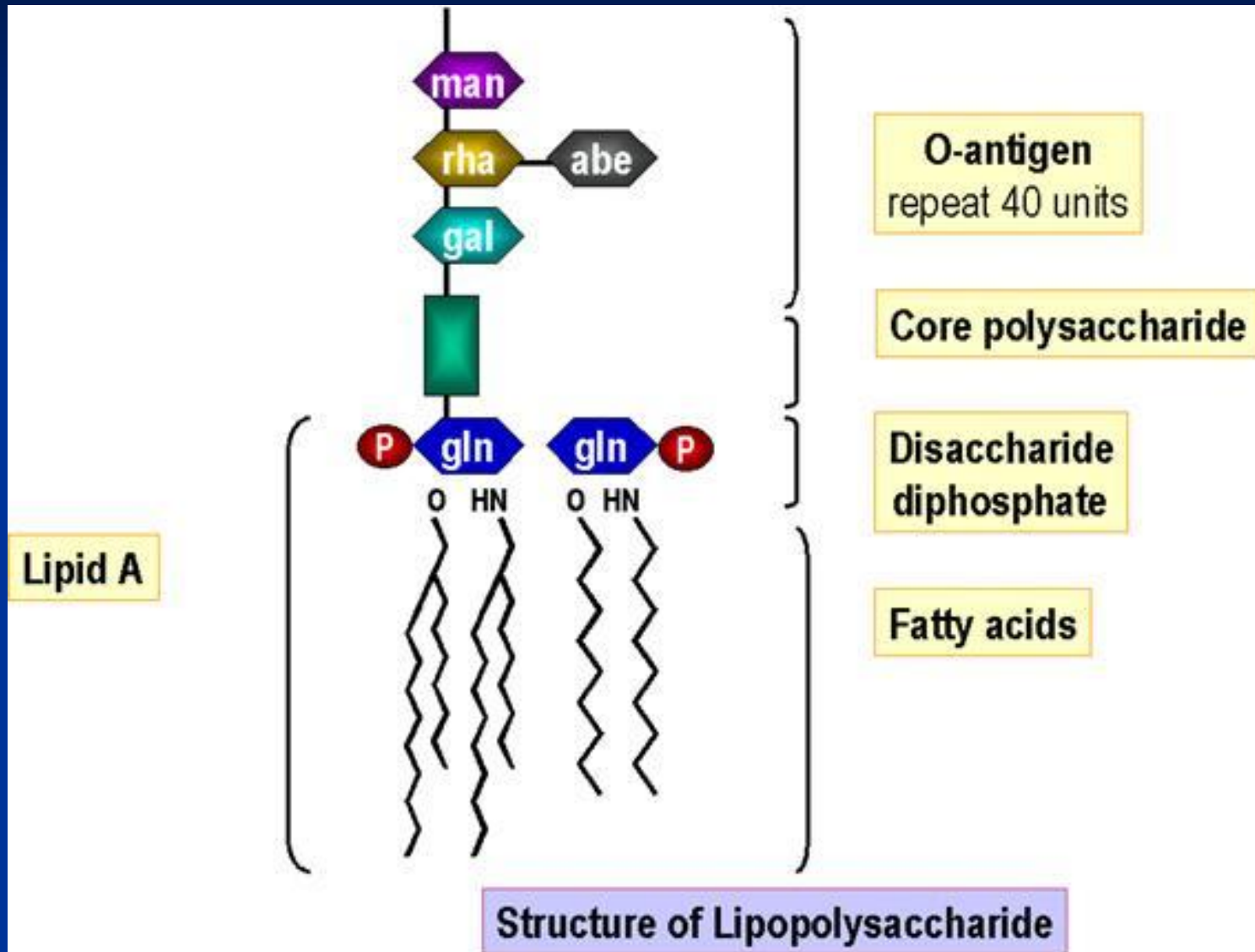
FORMATIUNI OBLIGATORII

- PERETELE CELULAR AL BACTERIILOR GRAM -
- LIPOPOLIZAHARIDUL (LPZ)
- Dispus la suprafata externa a membranei externe la bacteriile gram negative
- Poarta numele de endotoxina Este alcatuit din trei unitati distincte:
 - Un fosfolipid denumit **lipidul A**, responsabil de efectele toxice
 - Un **miez polizaharidic**, alcatuit din 5 zaharuri (core)
 - Un polizaharid extern, care poarta numele de **antigenul somatic O**, structura antigenica importanta in identificarea bacteriilor gram negative

FORMATIUNI OBLIGATORII

- PERETELE CELULAR AL BACTERIILOR GRAM -
- LIPOPOLIZAHARIDUL (LPZ) - roluri
 - Puternic stimulator al raspunsului imun
 - Activeaza limfocitele B
 - Induce eliberare de interleukine IL-2, IL-6, TNF alfa din macrofage si alte celule
 - Cauzeaza febra
 - Poate cauza socul endotoxinic
 - Eliberarea unor cantitati crescute de LPS in sange pot cauza sindromul CID (coagulare intravasculara diseminata)

Structura LPZ



FORMATIUNI OBLIGATORII

■ ROLURILE PERETELUI CELULAR

- Asigura forma si rezistenta bacteriei
- Constituie o bariera, permitand trecerea spre mb citoplasmatica a substantelor cu anumita greutate moleculara
- Este sensibil la unele antibiotice si lizozim
- Prezinta receptori pentru bacteriofagi (virusuri ale bacteriilor)
- Prezinta antigene de suprafata
- Constitutia PC determina caracterul de colorabilitate gram pozitiv sau gram negativ.

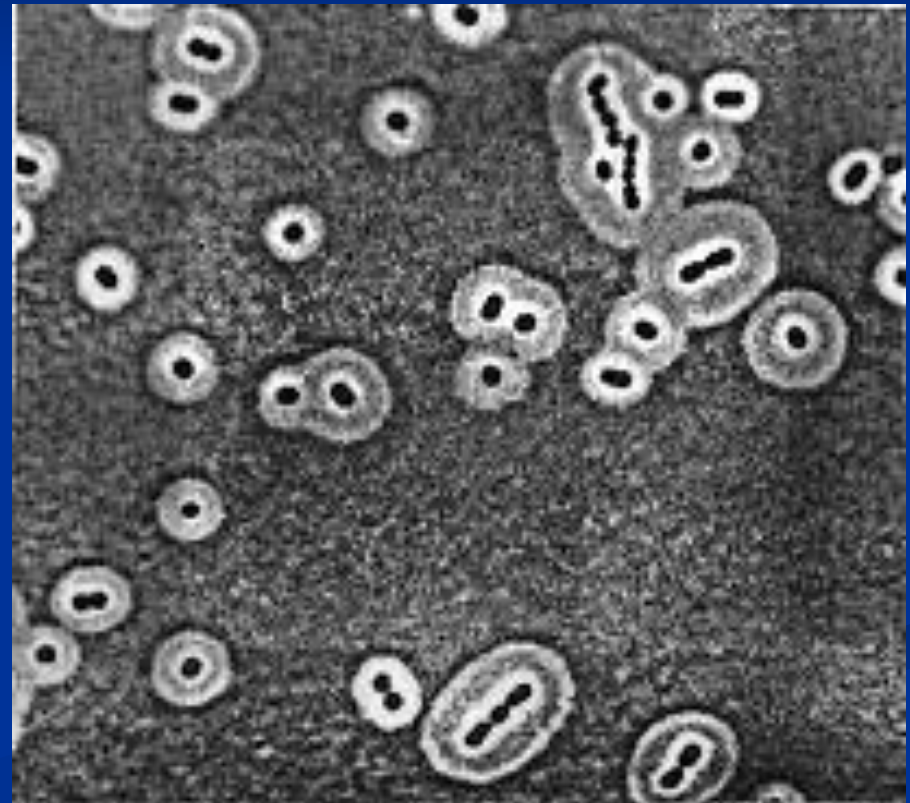
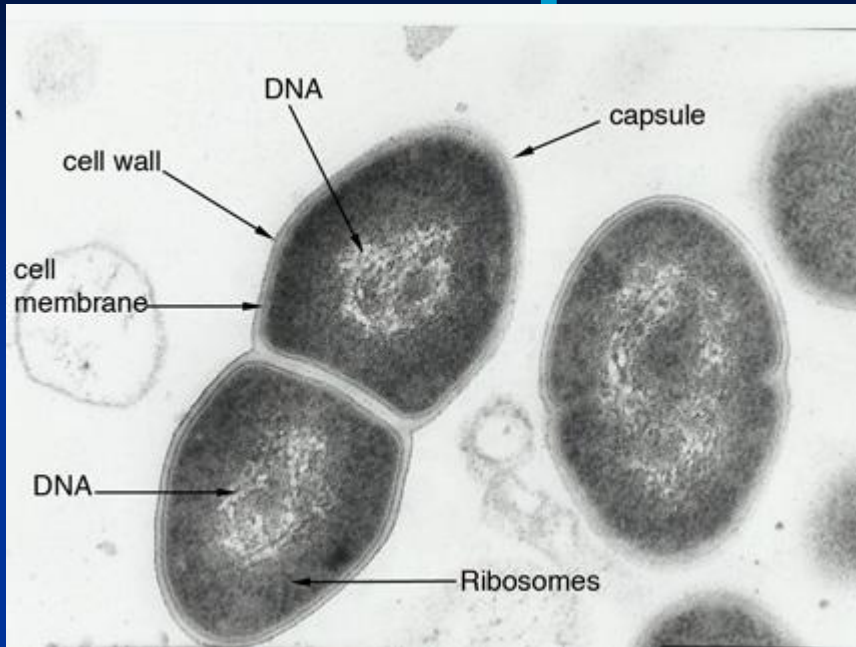
STRUCTURA CELULEI BACTERIENE

- FORMATIUNI FACULTATIVE
 - CAPSULA
 - CILII SAU FLAGELII
 - PILII SAU FIMBRIILE
 - SPORUL (ENDOSPORUL)

CAPSULA

- Este o structura de natura polizaharidica in general, cu unele exceptii (de ex. la *B. anthracis* este de natura proteica)
- Inveleste la exterior celula bacteriana
- Capsula nu este esentiala pentru viabilitatea bacteriei, in cadrul unei specii pot exista tulpini capsulate si tulpini necapsulate.

Capsula bacteriana



CAPSULA

- Cand este bine definita, poarta numele de **capsula**, iar cand nu este foarte bine definita poarta numele de **GLICOCALIX** sau "**slime layer**": structuri de origine bacteriana, ce alcatuiesc o retea de fibre polizaharidice, situate la exteriorul celulei bacteriene
- tipuri de **glicocalix**:
 - "**Slime layer**": structură laxă, neuniforma in densitate si grosime, este penetrata de particule colorate, evidentiabila doar la microscopul electronic sau prin metode chimice
 - **Capsular**: structura densa, bine organizata, nu permite penetrarea particulelor colorate, este vizibila la microscopul optic prin coloratii speciale

CAPSULA

- Exemple de bacterii capsulate:
 - Streptococcus pyogenes, Staph. aureus, prezinta o microcapsula sau slyme layer
 - Klebsiella, Str. pneumoniae - capsula obisnuita, vizibila la MO
 - Bacillus anthracis - capsula proteica
- Bacteriile formează capsulă mai ales în organismul uman si animal si în conditii optime pe medii de cultură.
- Pe medii solide coloniile sunt lucioase, de consistentă mucoasă, iar mediul lichid devine vâscos



CAPSULA - ROLURI

- Protectie fata de:
 - factorii nefavorabili din mediu
 - bariera selectiva pt molecule mari (enzime litice plamatice)
 - desicare
 - surfactanti
 - Agenti antibacterieni
 - Anticorpi,
 - Fagocite - PMN si monocite (are rol antifagocitar prin mascarea determinantilor antigenici)
- Factor de virulenta: asigura aderenta si colonizarea bacteriei
- Rol antigenic (antigene capsulare K)
- Prezinta receptori pentru bacteriofagi
- Activeaza Complementul pe cale alterna
- Induce sinteza de interferon

CILII SAU FLAGELII

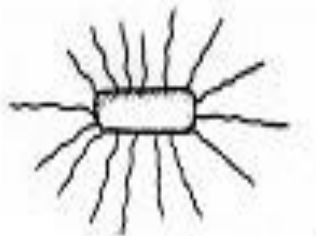
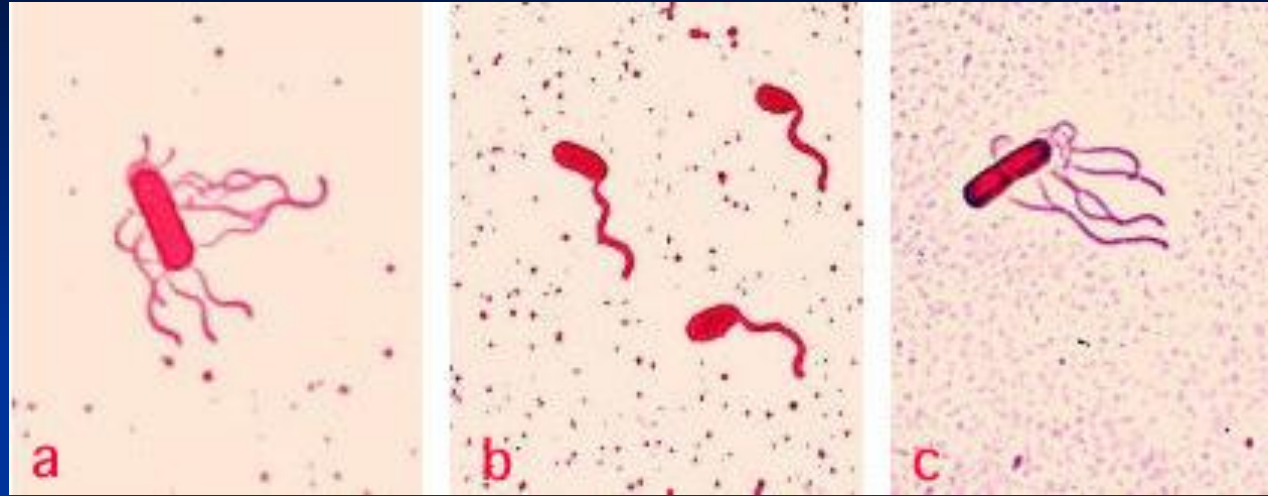
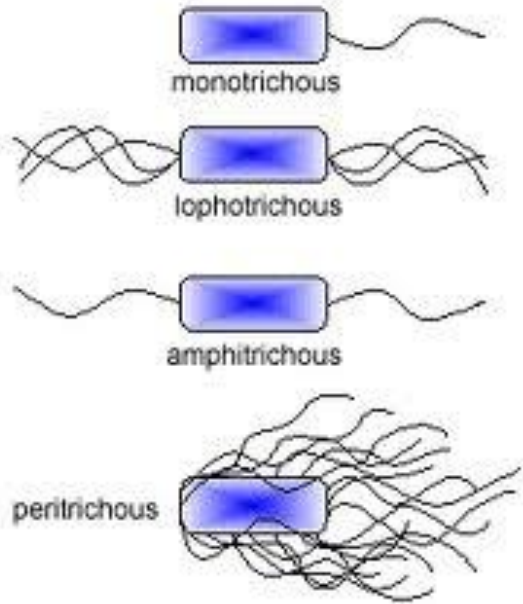
- Sunt structuri
 - filamentoase,
 - flexibile,
 - fragile,
 - subtiri: $0,01\ \mu\text{m}$ - $0,02\ \mu\text{m}$
 - lungi $6 - 15\ \mu\text{m}$
 - Dispuse la suprafata bacteriei
- Au forma de spiralata (in suspensie)
- Lungimea, grosimea, numarul si dispozitia sunt un caracter de specie
- Nu se vad la MO decat prin coloratii speciale



CILII SAU FLAGELII

- Dupa dispozitie si numarul flagelilor, bacteriile se pot clasifica astfel:
 - Atriche
 - Monotriche (*Vibrio cholerae*)
 - Amfitriche,
 - Lofotriche (*Helicobacter pylori*)
 - Peritriche (*Proteus*, *Bacillus cereus*)

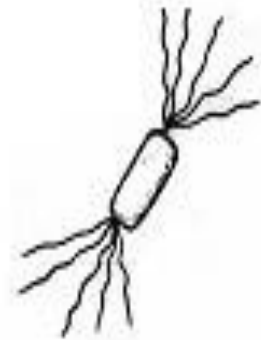
Cilii sau flagelii



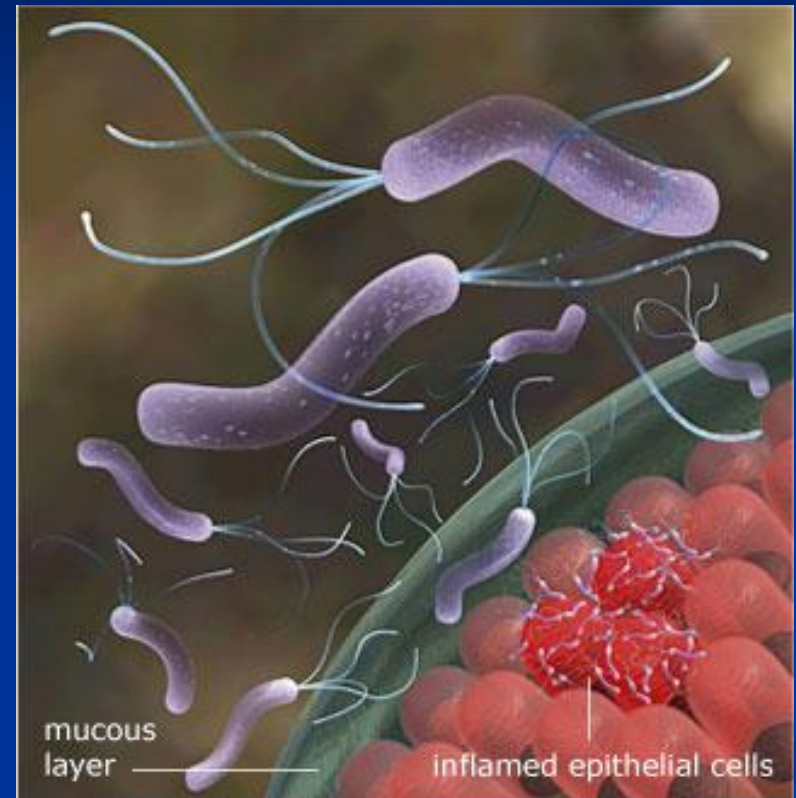
peritrichous flagella



polar flagella

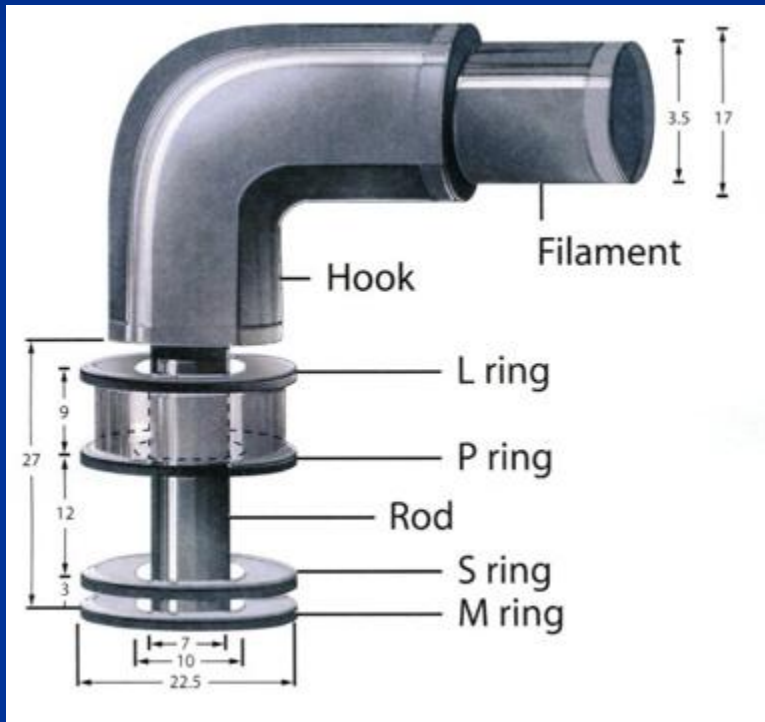


CILII SAU FLAGELII



CILII SAU FLAGELII

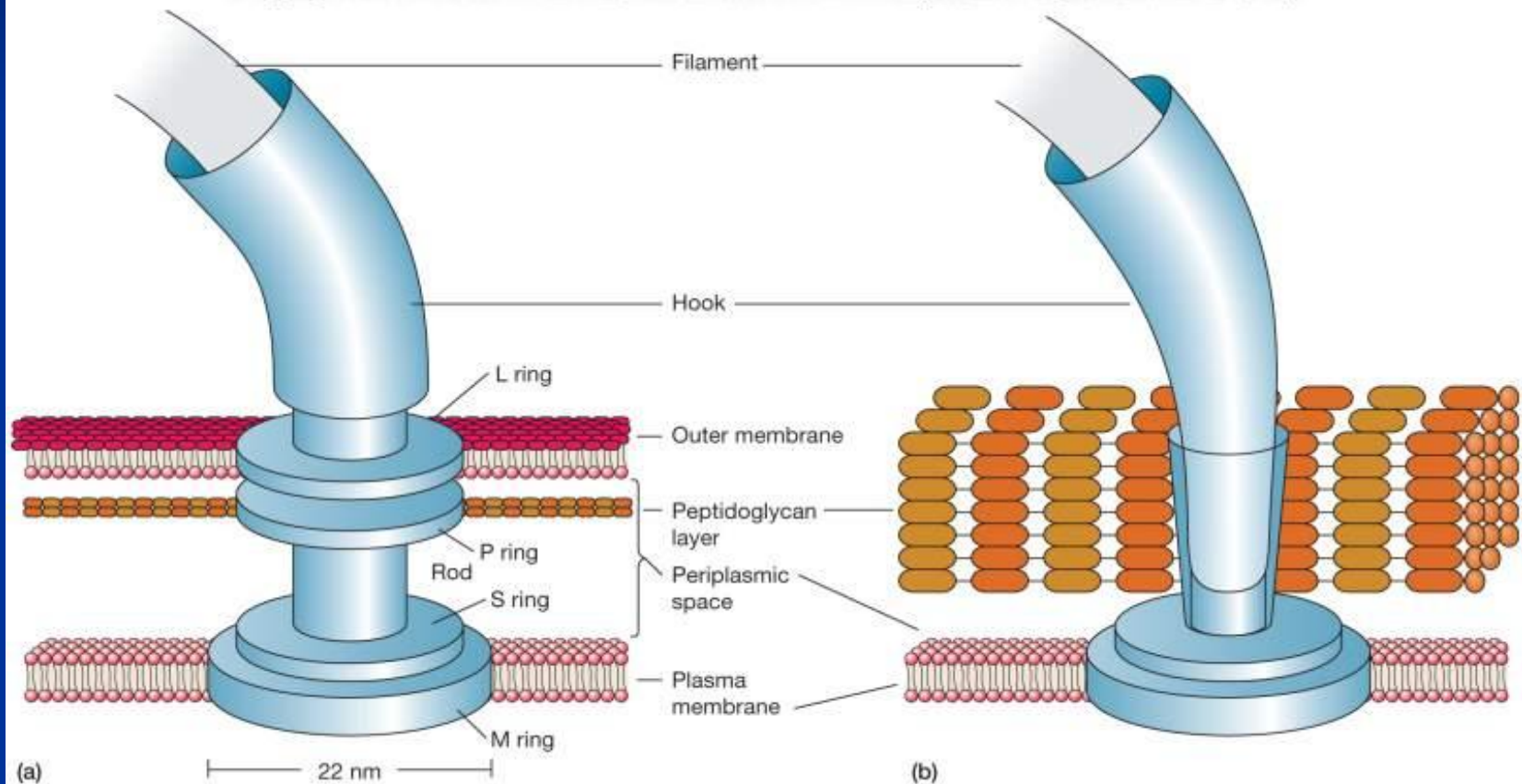
■ Structura flagelului:



- Corpuscul bazal
- Carlig
- Filament flagelar

Structura flagelilor la bacterii Gram pozitive (b) si Gram negative (a)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



CILII SAU FLAGELII

- Corpusculul bazal - prin acesta flagelul se ataseaza de corpul bacterian
 - La **Gram negativi**: 4 discuri paralele + o tija centrala:
 - 2 interne M si S (M are originea in mb citoplasmatica, S in spatiul periplasmic)
 - 2 externe P si L (P are originea in PG, iar L in LPZ)
 - La **Gram pozitivi**: 2 discuri paralele + tija centrala
 - Unul intern: originea in mb citoplasmatica
 - Unul extern: originea in PG
- Carligul:
 - structura scurta
 - Situat in afara corpului celulei bacteriene
- Filamentul flagelar
 - Partea flexibila, spiralata in general

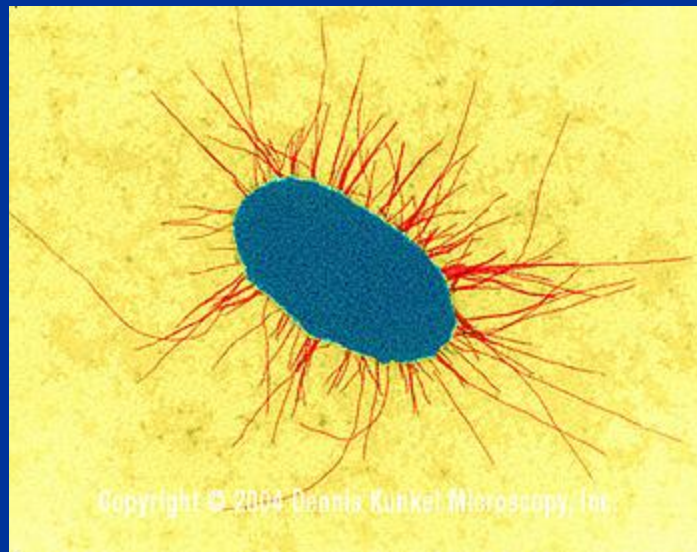
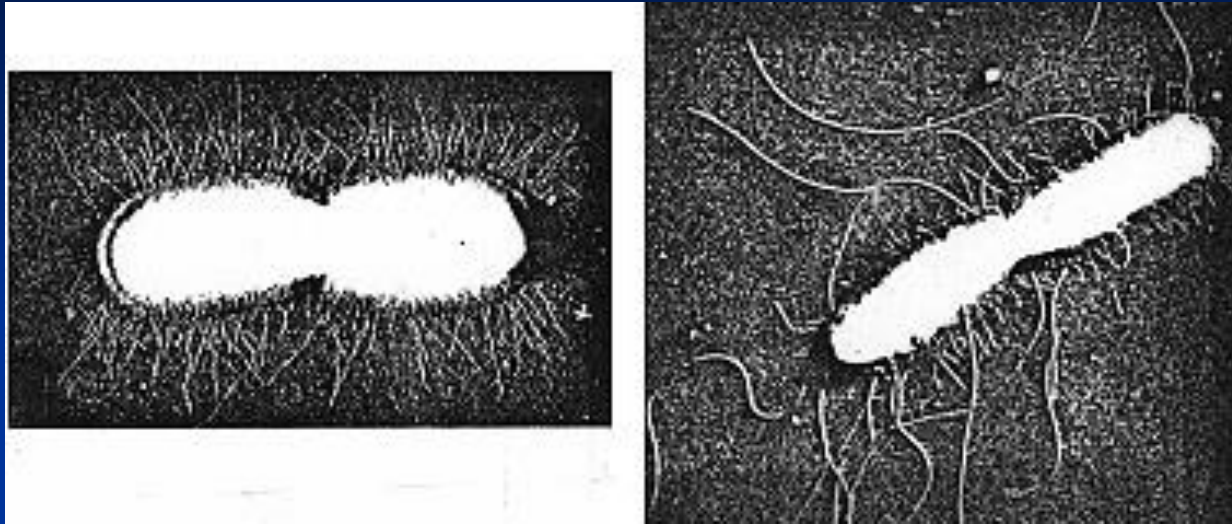
CILII SAU FLAGELII

- Din punct de vedere chimic flagelii sunt alcatuiti din proteine denumite flageline
- **ROL:**
 - 1. locomotie:
 - miscari de rotatie a flagelilor, insurubare, cu consum de ATP
 - Spre hrana sau fug de agentii nocivi: chemotaxie pozitiva sau negativa
 - 2. antigenic : antigenel H

PILII SAU FIMBRIILE

- Se descriu mai ales la bacteriile Gram negative, mai rar Gram pozitive (Streptococcus salivarius sau Bacillus cereus)
- Sunt
 - mai subtiri decat flagelii
 - Drepti sau usor incurbati
 - Rigizi
 - Scurti
 - Mult mai numerosi (zeci-sute/celula)
 - Originea lor este in mb. citoplasmatica
 - Nu au rol in locomotie (prezenti si la bacterii imobile)

PILII SAU FIMBRIILE



PILII SAU FIMBRIILE

- Din punct de vedere **functional** se impart in
 - Pili de conjugare (de sex): codificati de plasmide transmisibile si sunt implicati in conjugarea bacteriana, in procesul de transfer genetic de la o bacterie la alta
 - Pili comuni (somatici) sunt determinati de gene cromozomiale
- Din punct de vedere **chimic** sunt alcatuiti din proteine: pileina

PILII SAU FIMBRIILE

■ ROLURI

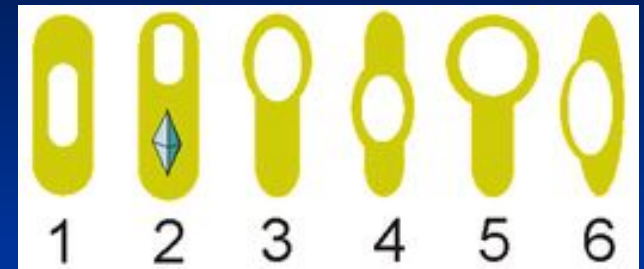
- Conjugare
- Prezinta receptori specifici pentru bacteriofagi
- Aderare
 - Mediaza hemadsorbtia
 - Rol in atasare si colonizarea epiteliilor si mucoaselor (de ex. *N. gonorrhoeae*)

SPORUL (ENDOSPORUL) BACTERIAN

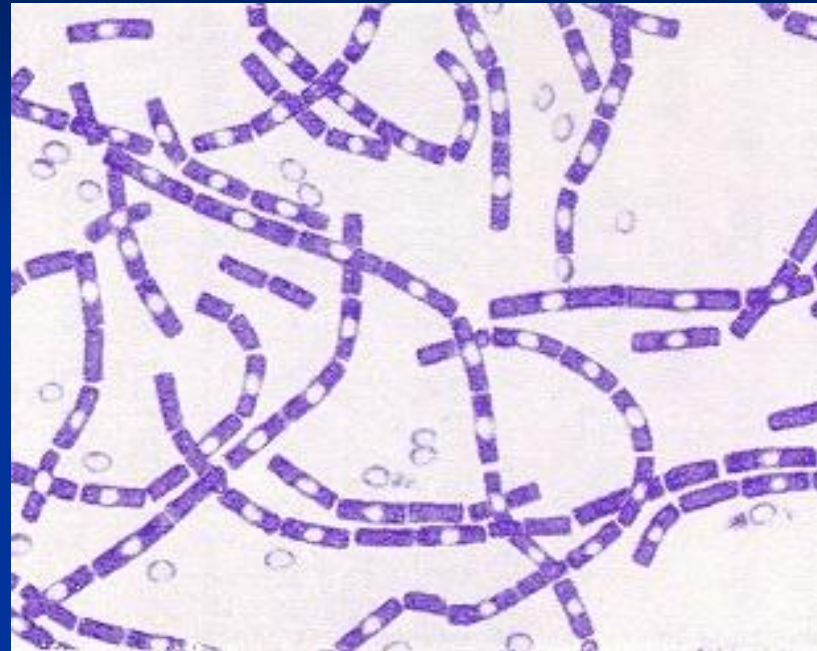
- Sunt forme celulare care se dezvoltă în interiorul celulei bacteriene
- Reprezintă o formă de rezistență a bacteriilor la condiții nefavorabile de mediu
- Nu reprezintă o formă de înmulțire
- Rezistă la
 - temperaturi ridicate și scăzute,
 - uscăciune,
 - radiații,
 - agenți chimici,
 - presiuni înalte și joase
- Există 2 genuri de bacterii sporulate de interes medical: *CLOSTRIDIUM* și *BACILLUS*

SPORUL BACTERIAN

- Sporul poate sa fie
 - Deformant: Clostridii
 - Nedeforment: Bacillus
 - Terminal: Clostridium tetani
 - Subterminal: Bacillus cereus, Clostridium botulinum
 - Central: Bacillus anthracis
- Sporulare: trecerea din forma vegetativa in spor (in conditii nefavorabile de mediu)
- Germinare: trecerea din forma de spor in forma vegetativa (in conditii favorabile de mediu)



SPORUL BACTERIAN



SPORUL BACTERIAN

