

Flagelli, pili, capsula e sporulazione

SPE (Sostanze Polimeriche Extracellulari)

- Sono di varie dimensioni ed associate a numerose specie batteriche: capsula e limo.
- Capsula: struttura rigida tenacemente aderente all'involucro cellulare.
- Limo: massa amorfa viscosa che circonda la cellula.

SPE (Sostanze Polimeriche Extracellulari)

- Struttura: omopolimeri o eteropolimeri di monosaccaridi, come esosi, acido uronico ed amminozuccheri.
- Funzioni: aderenza, protezione e virulenza.

Capsula (morfologia)

- Rappresenta la terza struttura protettiva della cellula batterica.

Capsula

(composizione chimica e funzione)

- Possiede una struttura polisaccaridica. Nel *B.anthraci* è formata da un peptide dell'acido D-glutamico.
- Nelle specie patogene è un fattore di virulenza in quanto protegge la cellula dalla fagocitosi.

Capsula

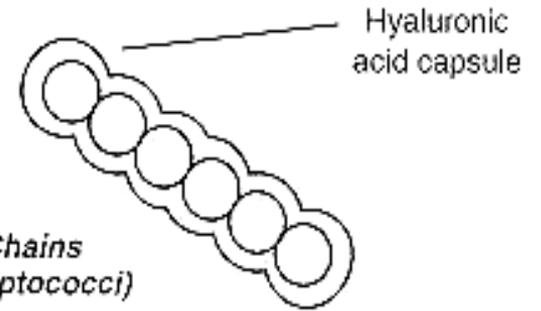
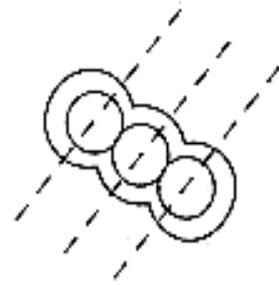
(caratteri generali)

- Sostanza viscosa che forma uno strato di rivestimento o involucro intorno alla cellula.
- Struttura amorfa gelatinosa che presenta notevole variabilità in spessore.

Capsula

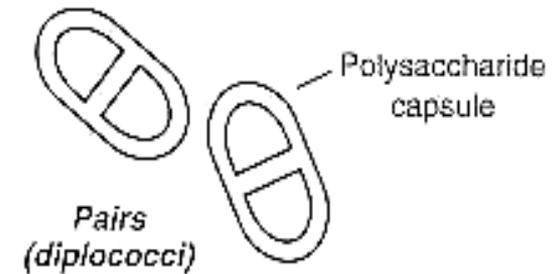
- All'esterno della parete cellulare
- Ben definita: capsula
- Non definita: glicocalice
- generalmente polisaccaridica
- Spesso assente *in vitro*
- Presente *in vivo* e protettiva

Streptococcus pyogenes

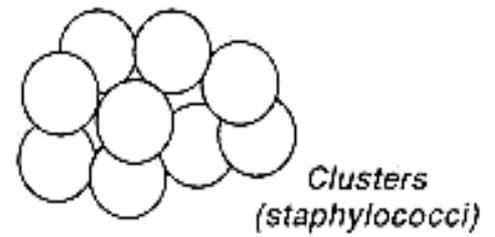
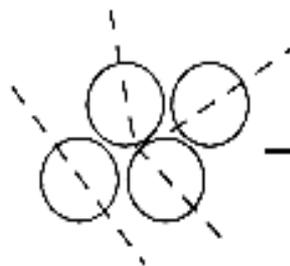


Plane of division
(perpendicular to
long axis of chain)

Streptococcus pneumoniae

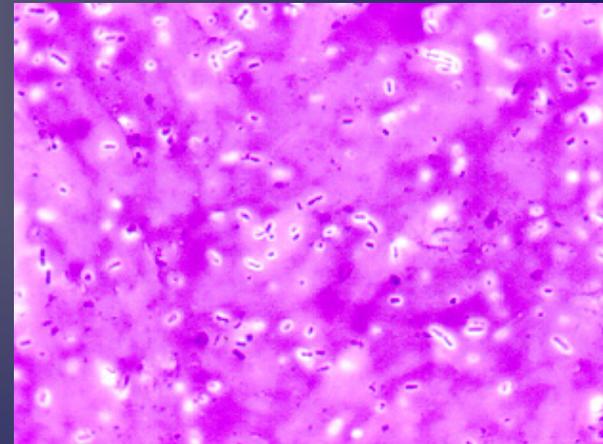
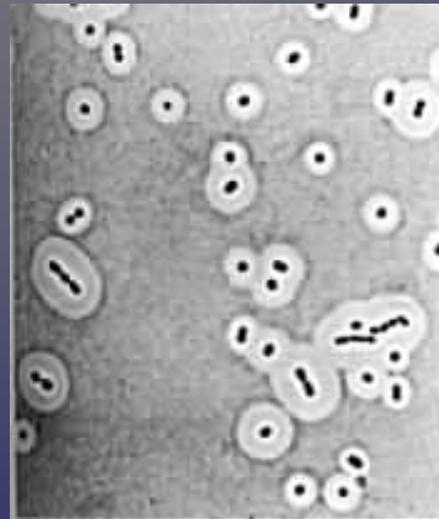
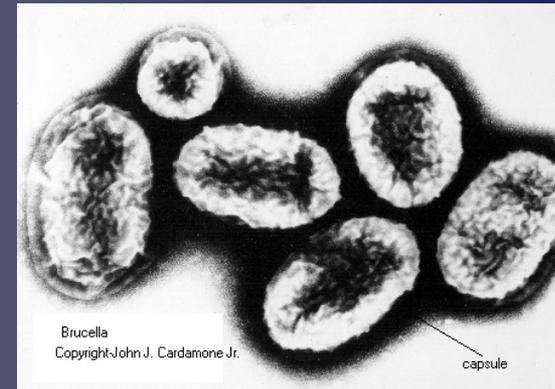
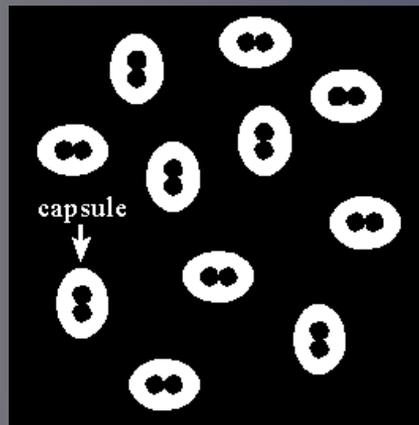


Staphylococcus aureus



•Nel *Bacillus anthracis* e' polipeptidica

•**CAPSULA**: strato
lasso, viscoso
polisaccaridico o
proteico che circonda
i batteri gram+ e
gram- Nel caso sia
poco aderente e poco
uniforme per densita'
e spessore, questo
materiale e' definito
strato mucoso o
glicocalice

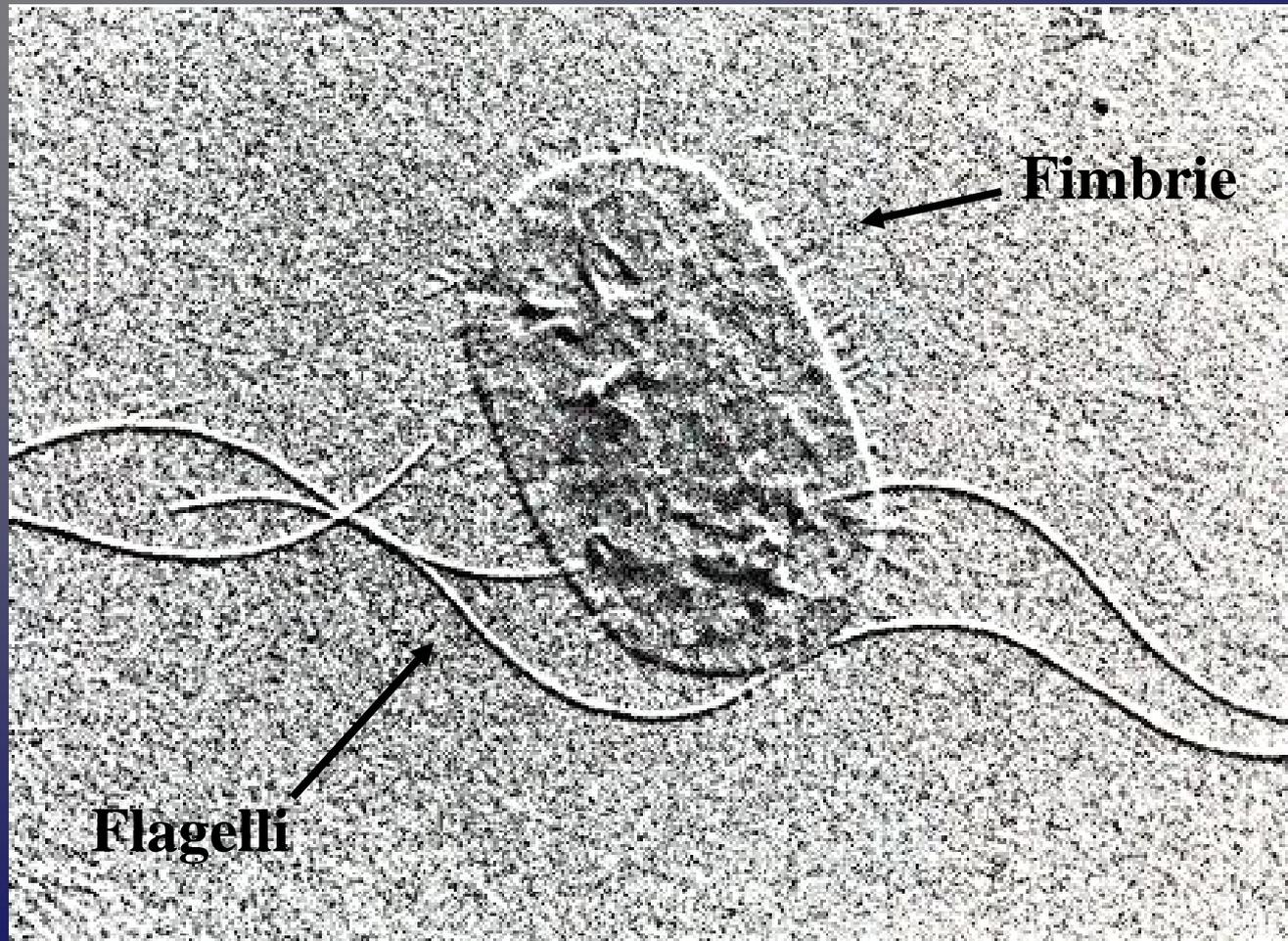


•**Capsula e glicocalice**

Flagelli e pili (morfologia)

- Flagelli: caratterizzano i batteri e li fanno distinguere in monotrichi, anfitrichi, lofotrichi e peritrichi.
- Pili: sono protezioni esterne filamentose.

Flagelli e pili in *Proteus vulgaris*



Flagelli e pili (funzione)

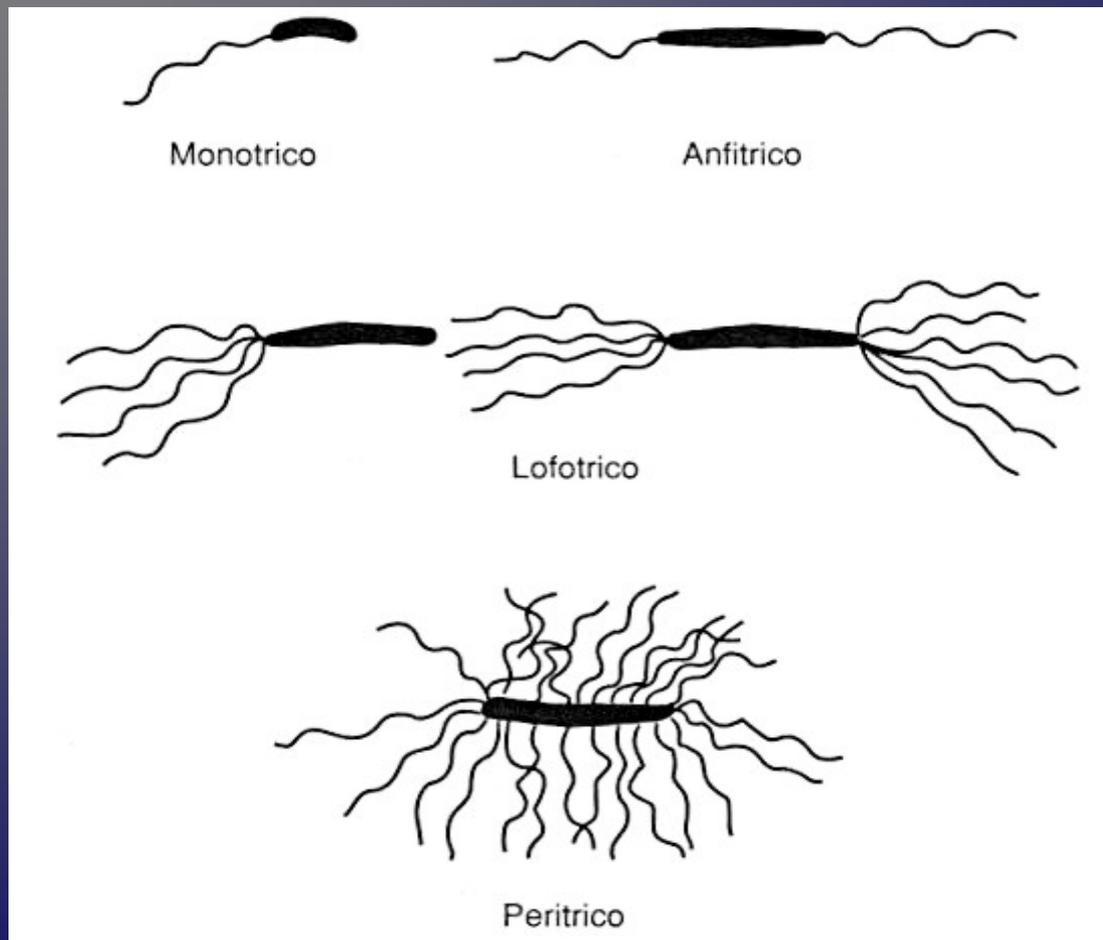
- Flagelli: consentono la mobilità cellulare.
- Pili: sono appendici di fissazione ed in alcuni casi sono destinati alla coniugazione batterica.

Flagelli

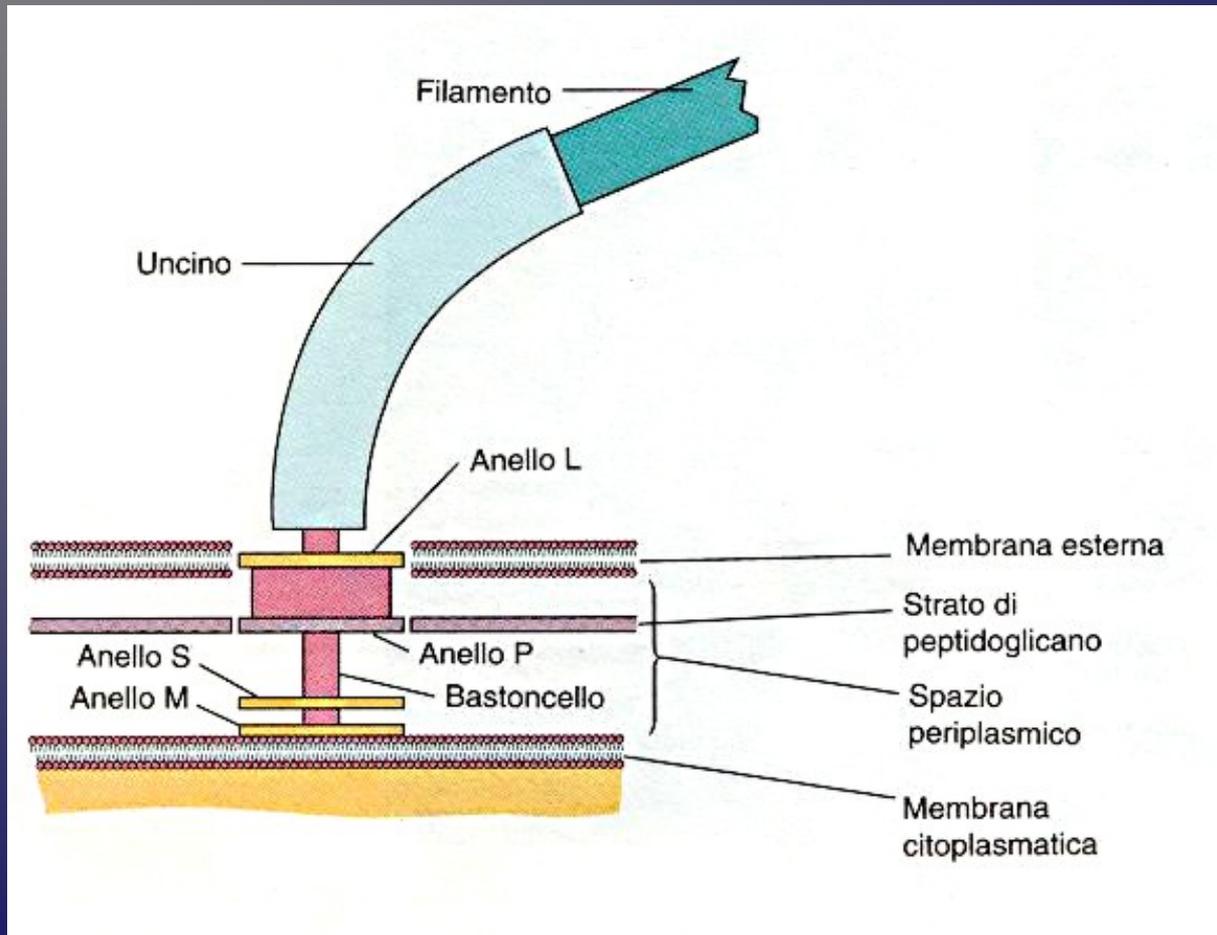
(caratteri generali)

- I flagelli sono formati da tre parti: struttura basale, filamento ed uncino.
- Il filamento è costituito dalla proteina flagellina avvolta a spirale intorno ad un nucleo centrale cavo.

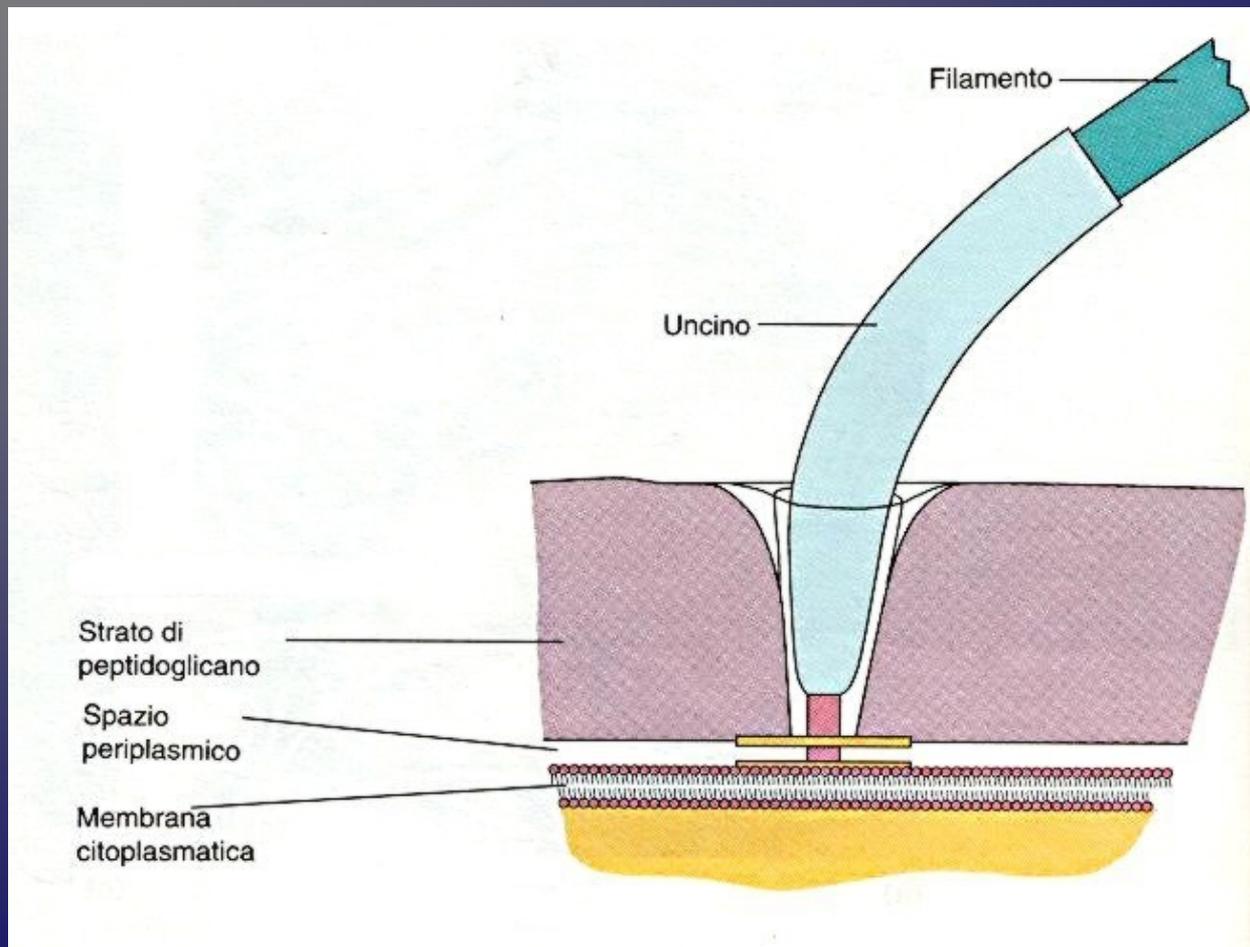
Dislocazione dei flagelli nelle cellule batteriche



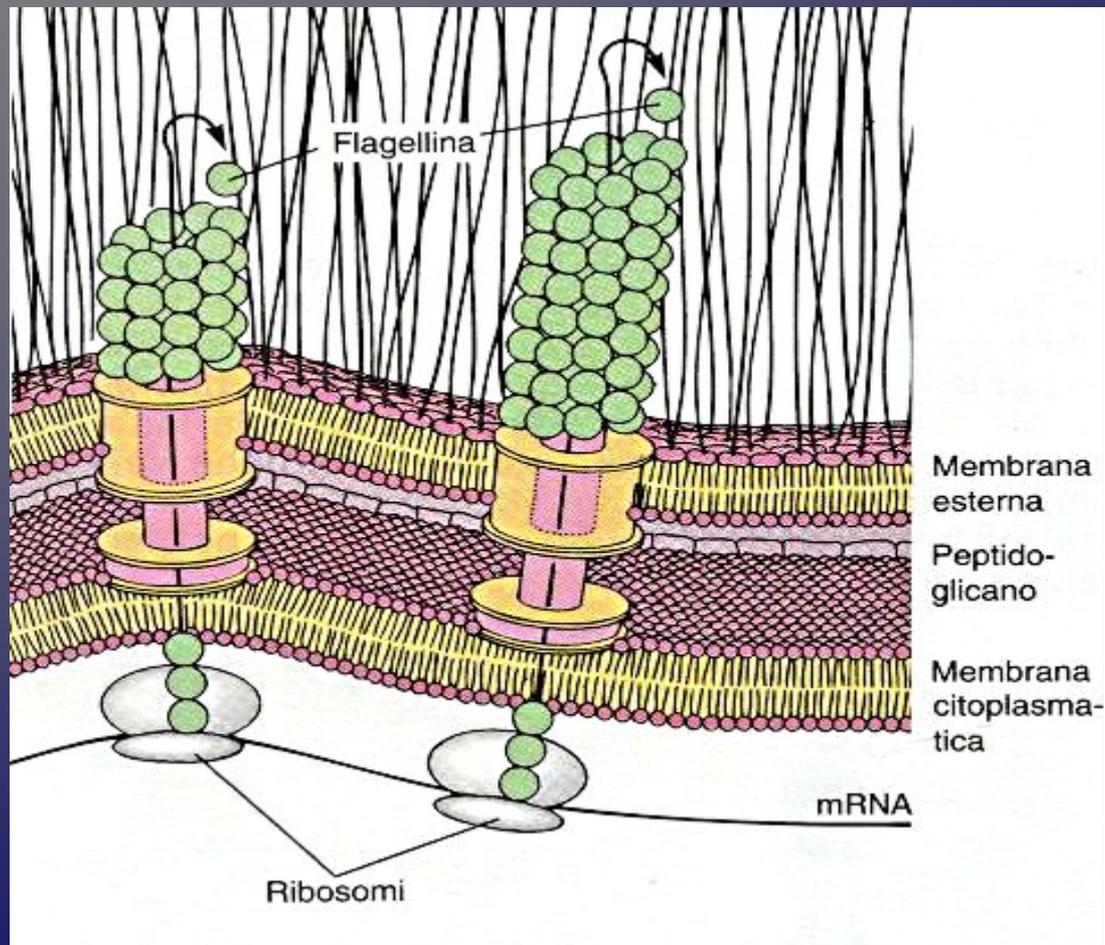
Struttura dei flagelli nei GRAM-



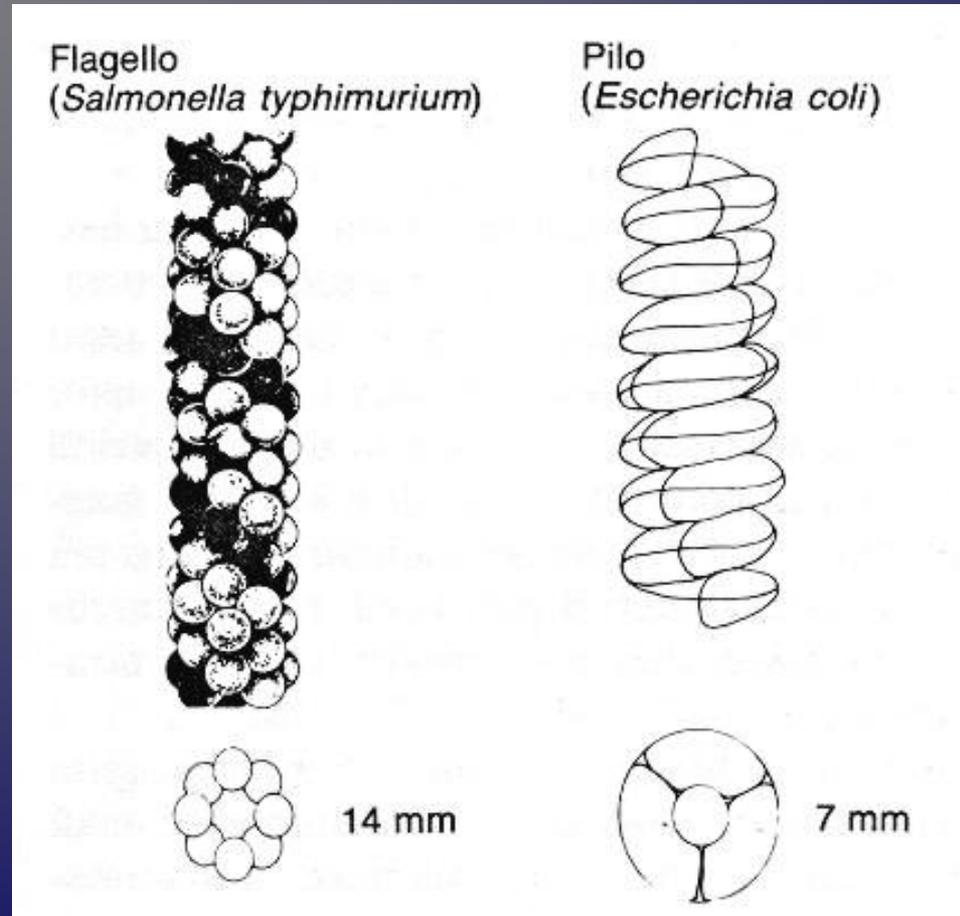
Struttura dei flagelli nei GRAM+

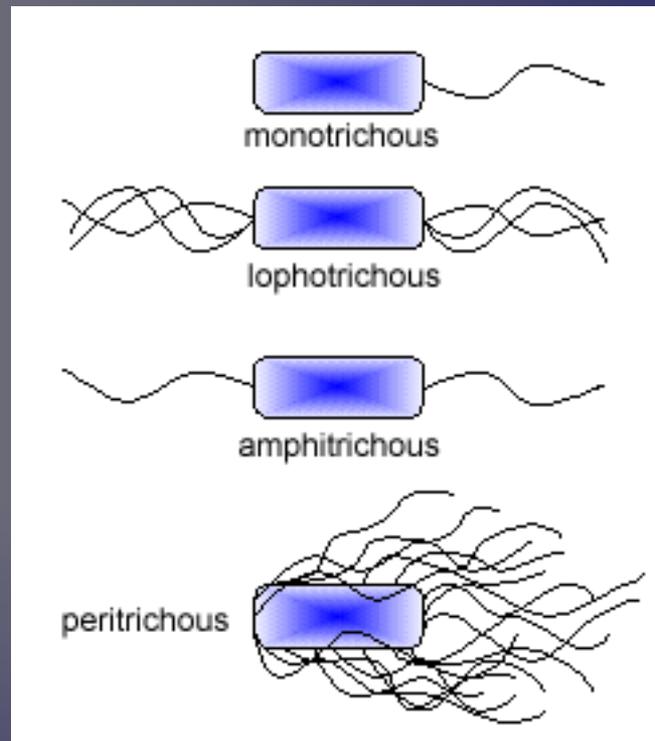


Crescita dei filamenti flagellari



Modello della probabile disposizione elicoidale delle subunità proteiche di un flagello

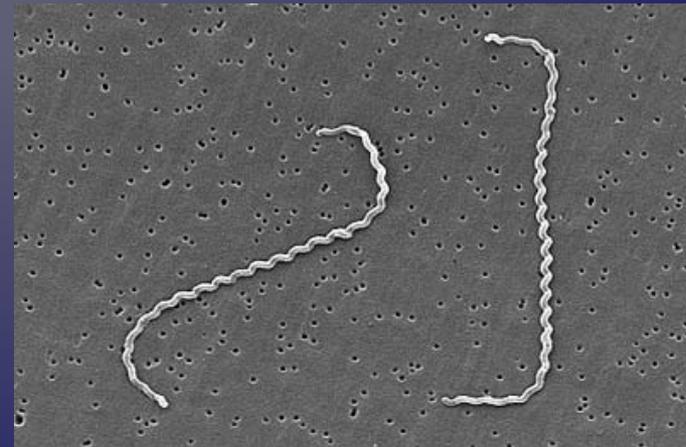
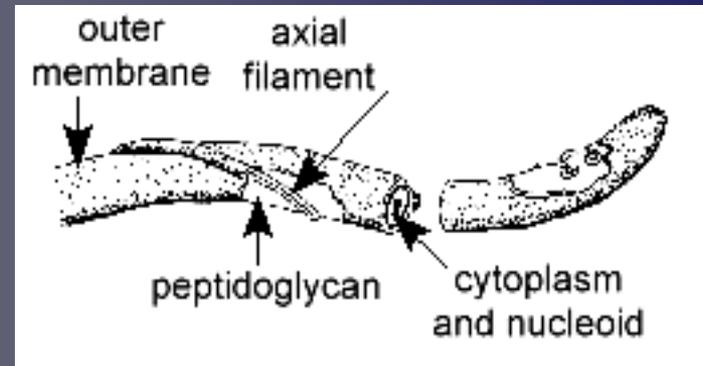




•Flagelli

•**FLAGELLI:** strutture a forma di corda, formati da subunita' proteiche avvolte ad elica (*flagellina*) ancorati alle membrana batterica.

• **Filamento assiale**: flagello interno presente solo nelle spirochete

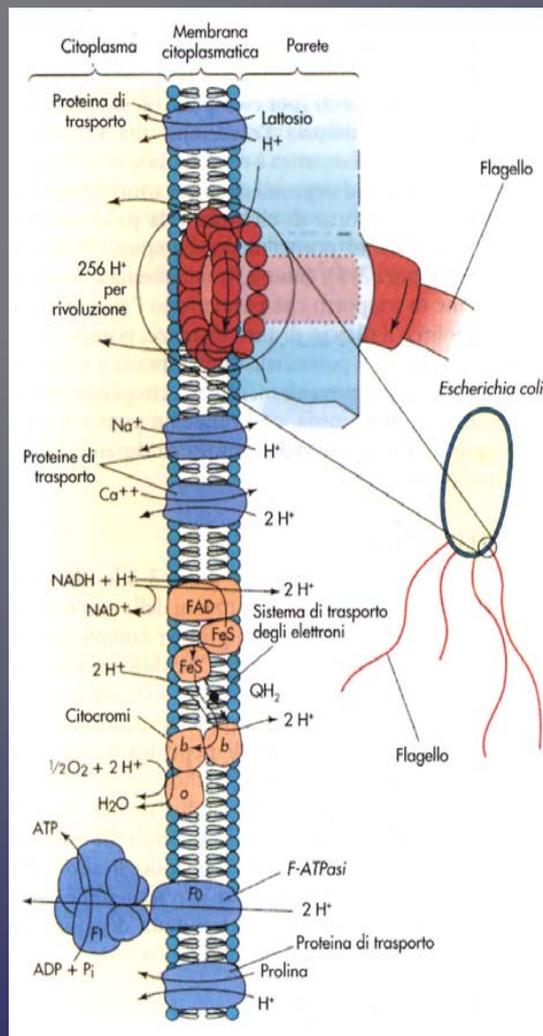


• Spirochete:

• *Treponema pallidum* = sifilide

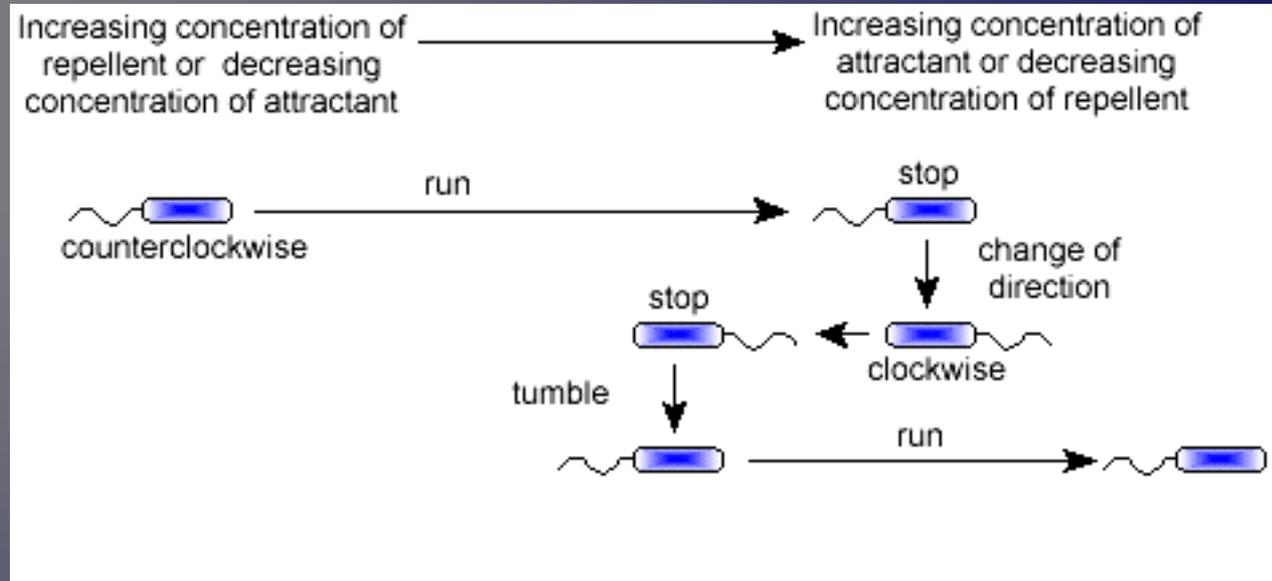
• *Leptospira* = leptosirosi

• *Borrelia burgdorferi* = Lyme disease



Struttura del flagello

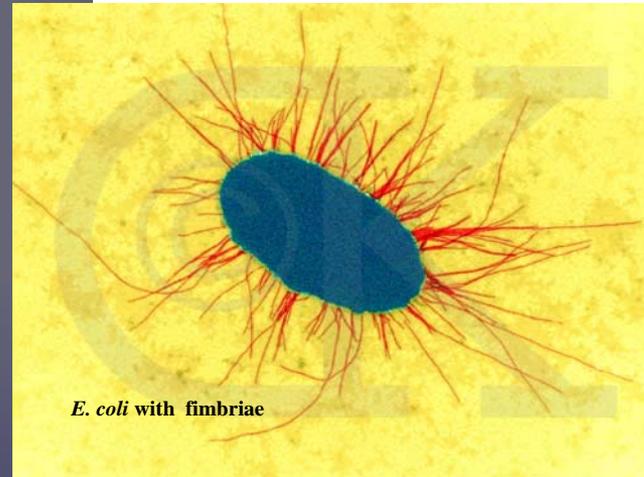
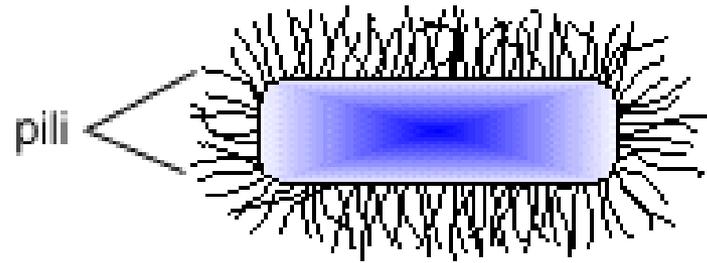
- Il potenziale di membrana fornisce energia elettrochimica per il “motore” del flagello



•Funzione
flegelli:
chemiotassi

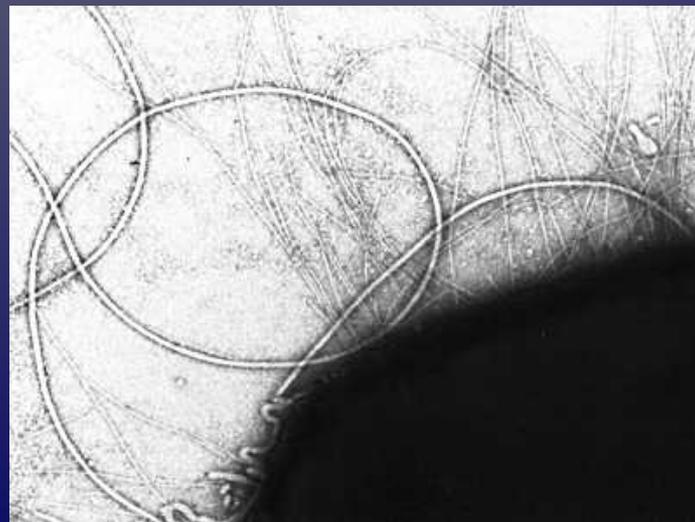
•Le flagelline sono dotate di proprieta' antigeniche e rappresentano l'antigene H dei batteri provvisti di motilita' (e.g., *Salmonelle*, *Vibrioni*)

•PILI o FIMBRIE: strutture proteiche (pilina), lineari, a centinaia intorno al batterio che favoriscono l'adesivita' (nomi alternativi: lectine, evasine, aggressive)

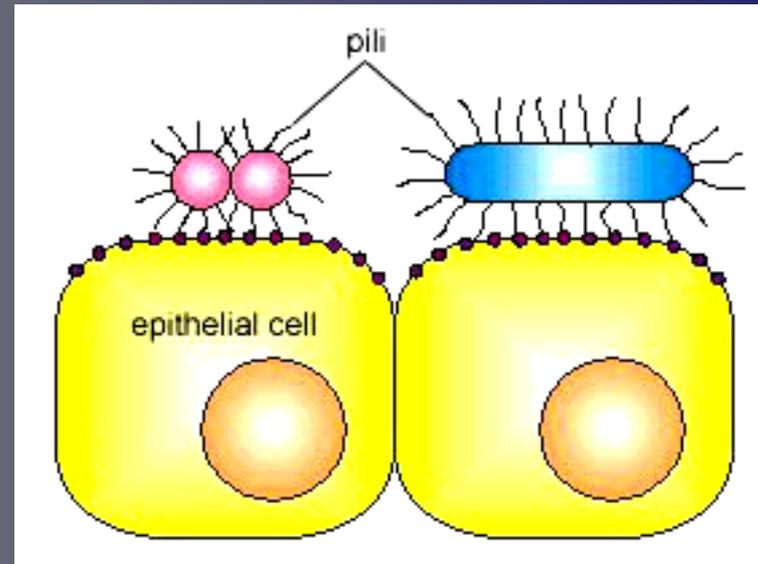


E. coli with fimbriae

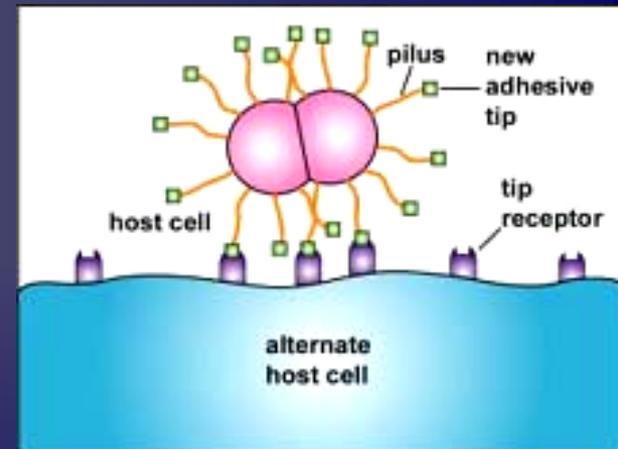
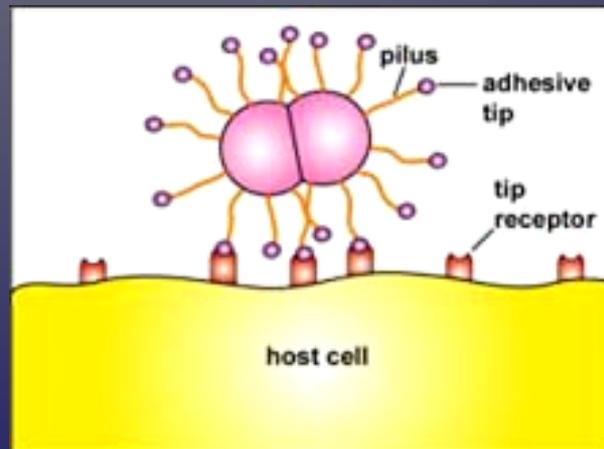
•Pili o *fimbriae* (frange) e cilia



•Come fattore di adesivita' le punte delle fimbrie contengono delle proteine (*lectine*) che legano specifici zuccheri (e.g., mannosio)

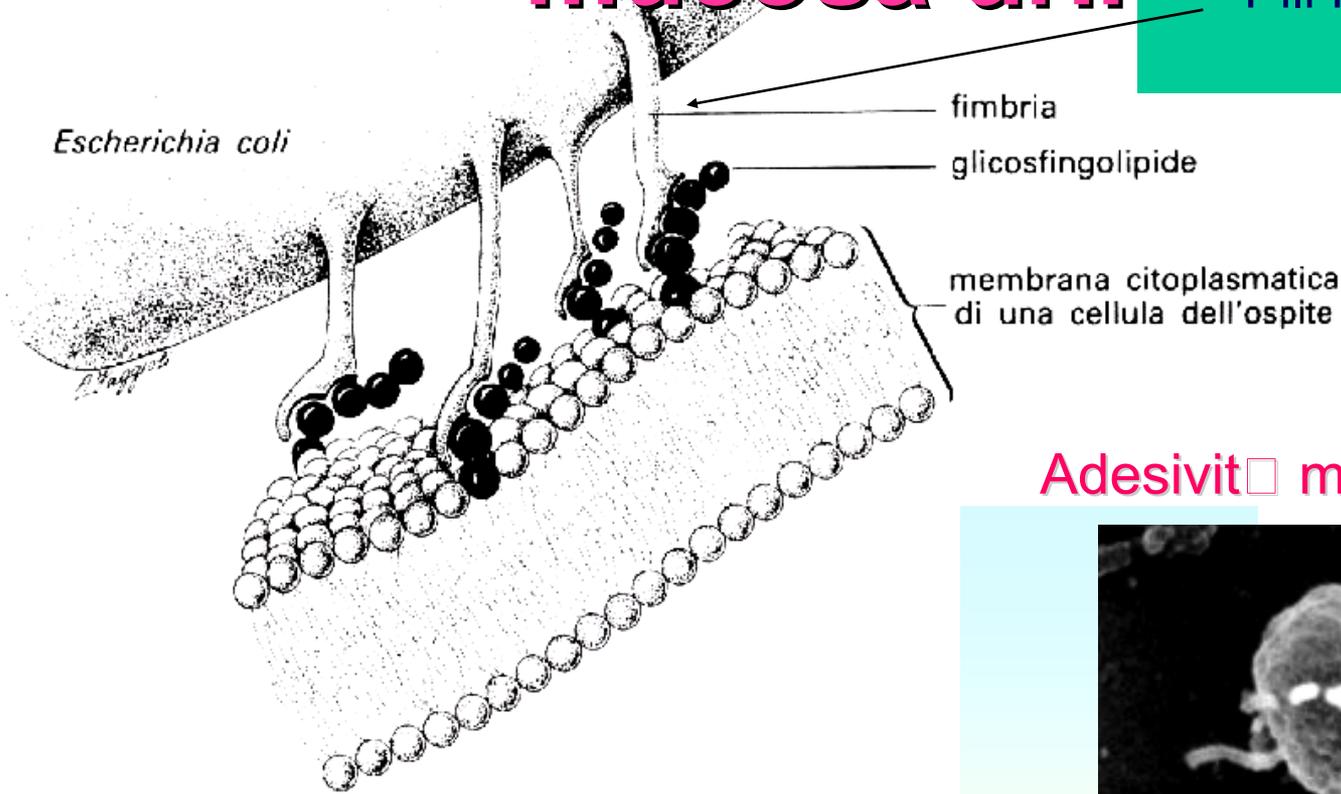


•Funzione dei pili: adesione.



Adesività di *E. coli* alle cellule della mucosa urinaria

- Pili F, AFAI e AFAll e adesina Dr

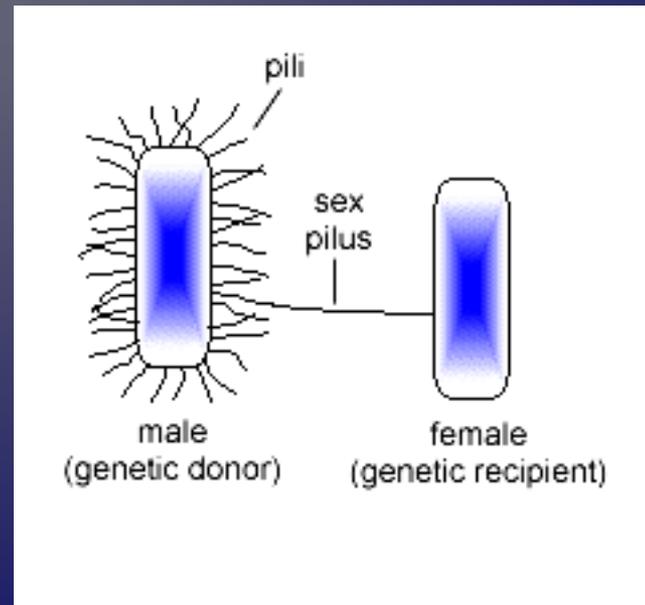


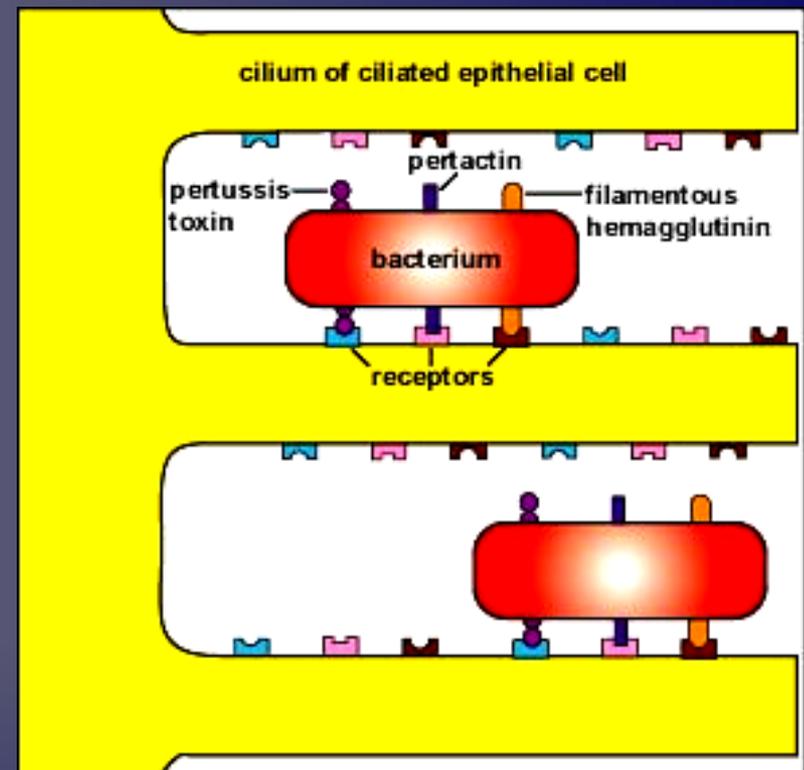
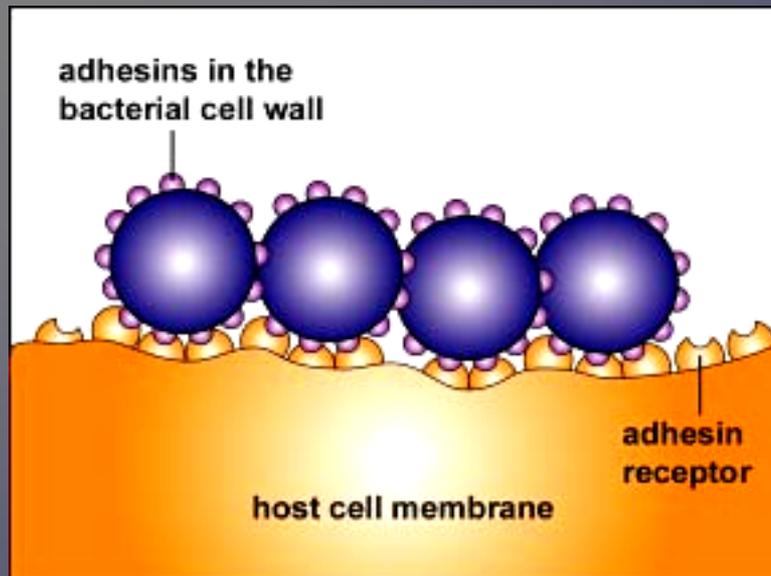
Adesività mediante fimbrie





•Pilo sessuale
o Pilo F

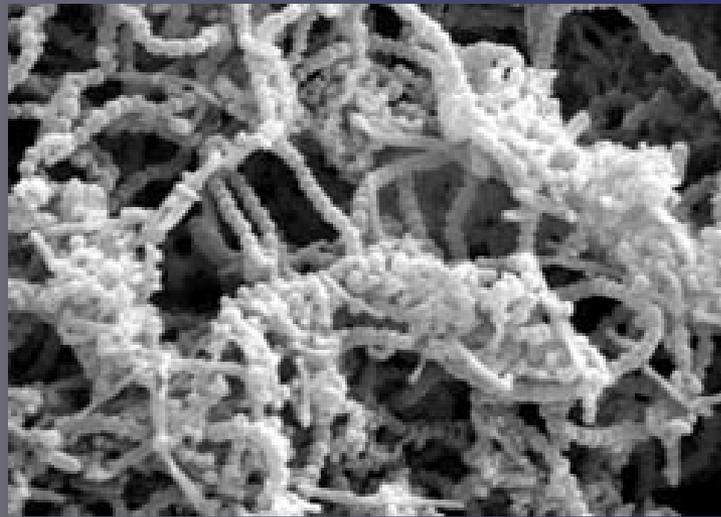




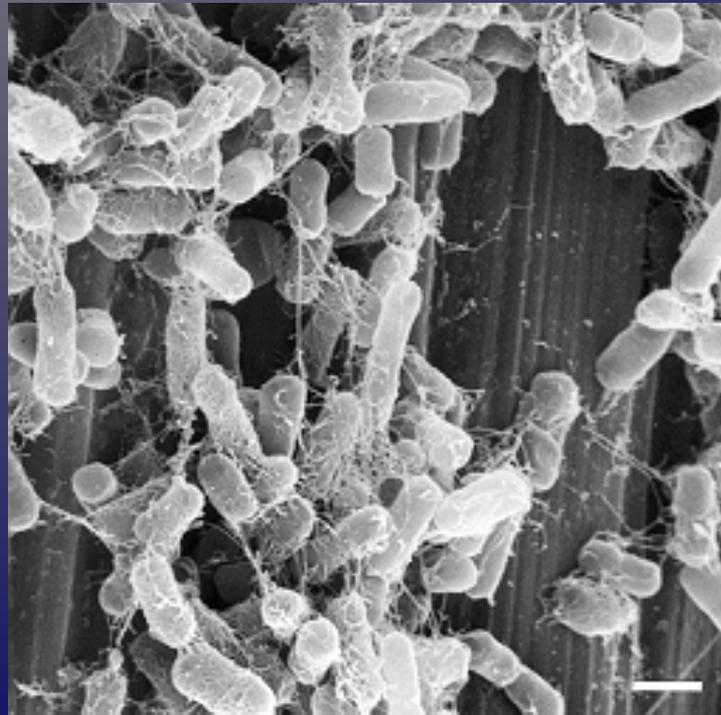
•Adesine

•Adhesins are *proteins* found in the cell wall of various bacteria that bind to specific receptor molecules on the surface of host cells and enable the bacterium to adhere intimately to that cell in order to colonize and resist physical removal.

- In *Streptococcus mutans* permette di aderire e colonizzare lo smalto dentale ed innescare il processo cariogeno



- **Funzione capsula:** adesione aspecifica



• **BIOFILM**

- Complessa struttura formata da una matrice di materiale capsulare contenente numerosi batteri che possono colonizzare ed invadere:

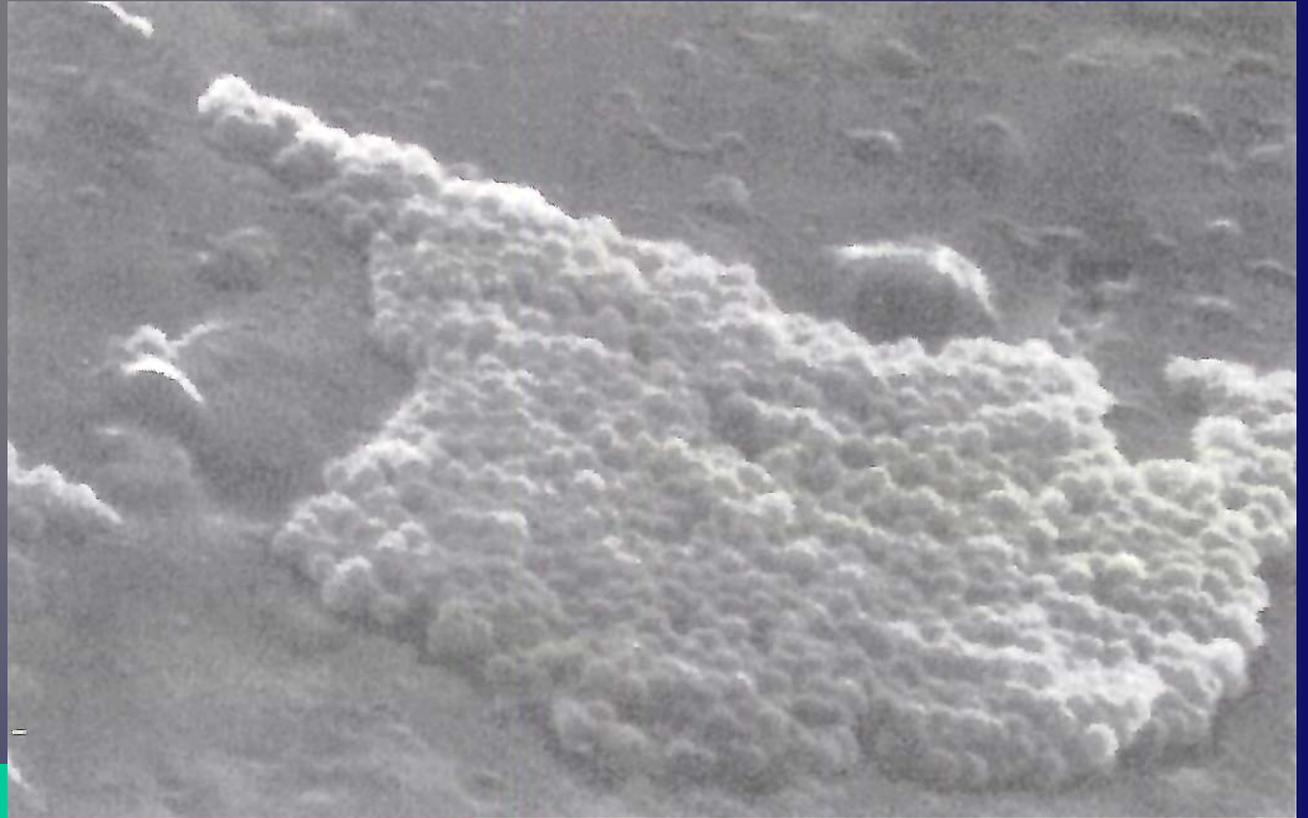
- Zone assai ampie di mucosa, e.g., *Pseudomonas aeruginosa* nella mucosa respiratoria

- Fasce connettivali intermuscolari, e.g., fascite necrotizzante da alcuni ceppi di *Streptococcus pyogenes*

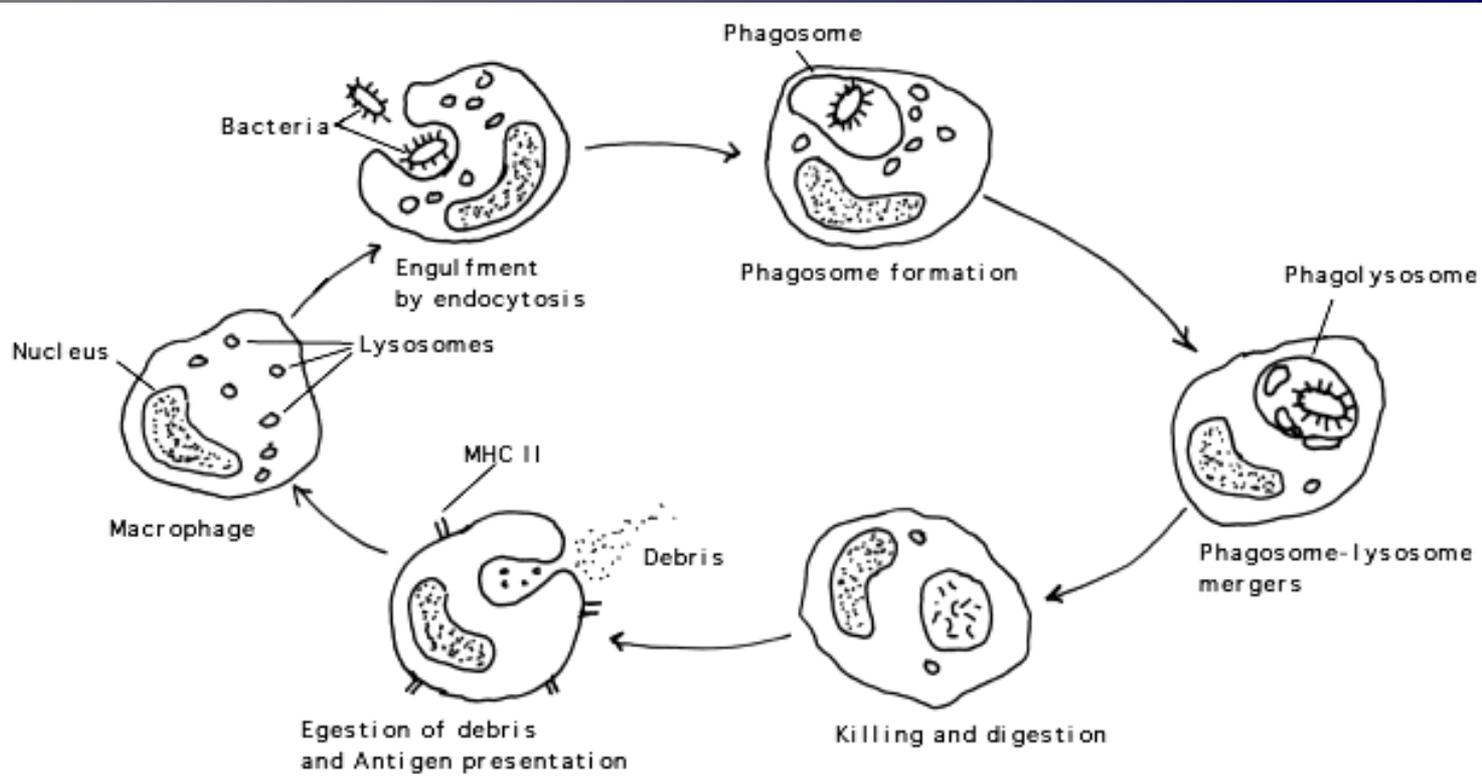
• **BIOFILM-2**

- Superfici connettivali come le valvole cardiache,
e.g., *Streptococchi viridanti*

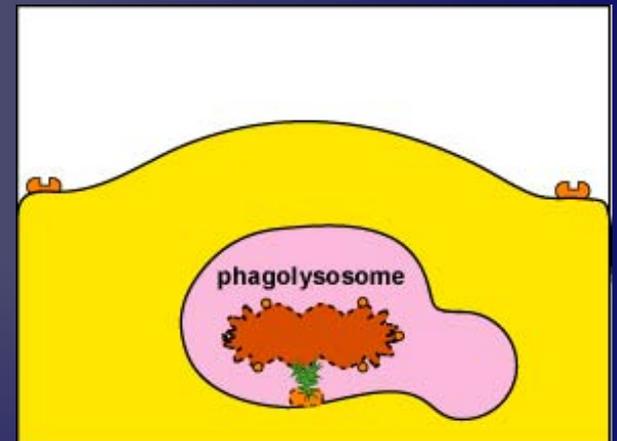
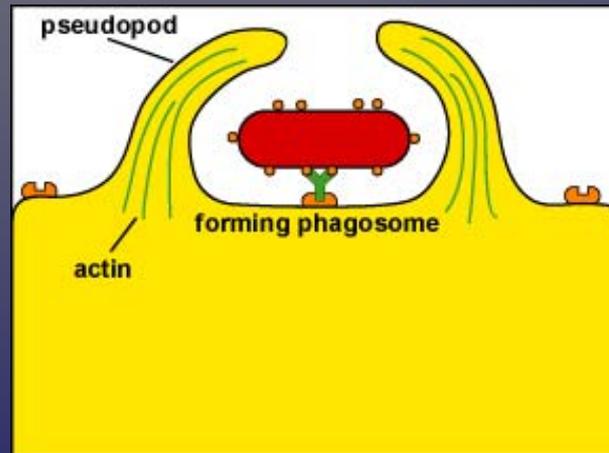
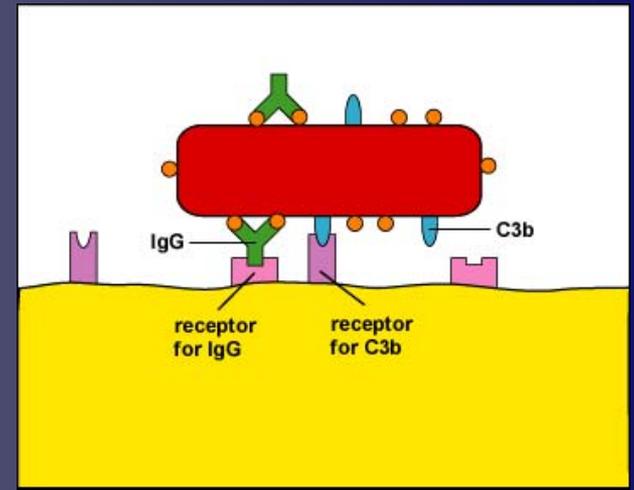
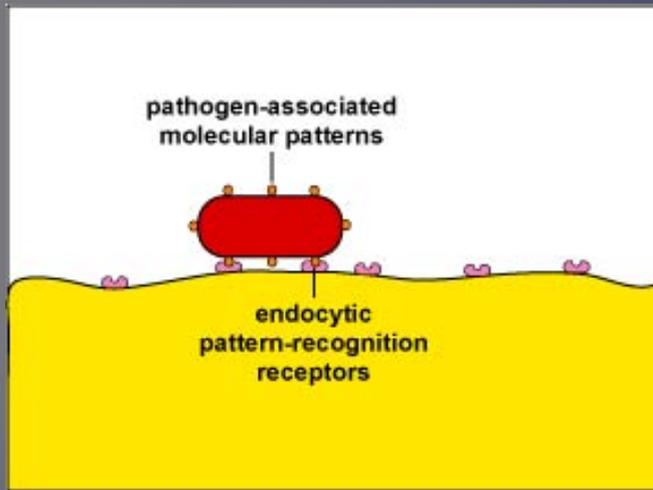
- Materiali inerti come fili di sutura e impianti protesici come cateteri vescicali, protesi vascolari, protesi valvolari cardiache, shunt artero-venosi, lenti a contatto



Staphylococcus Epidermidis sulla
superficie di un catetere
intravascolare

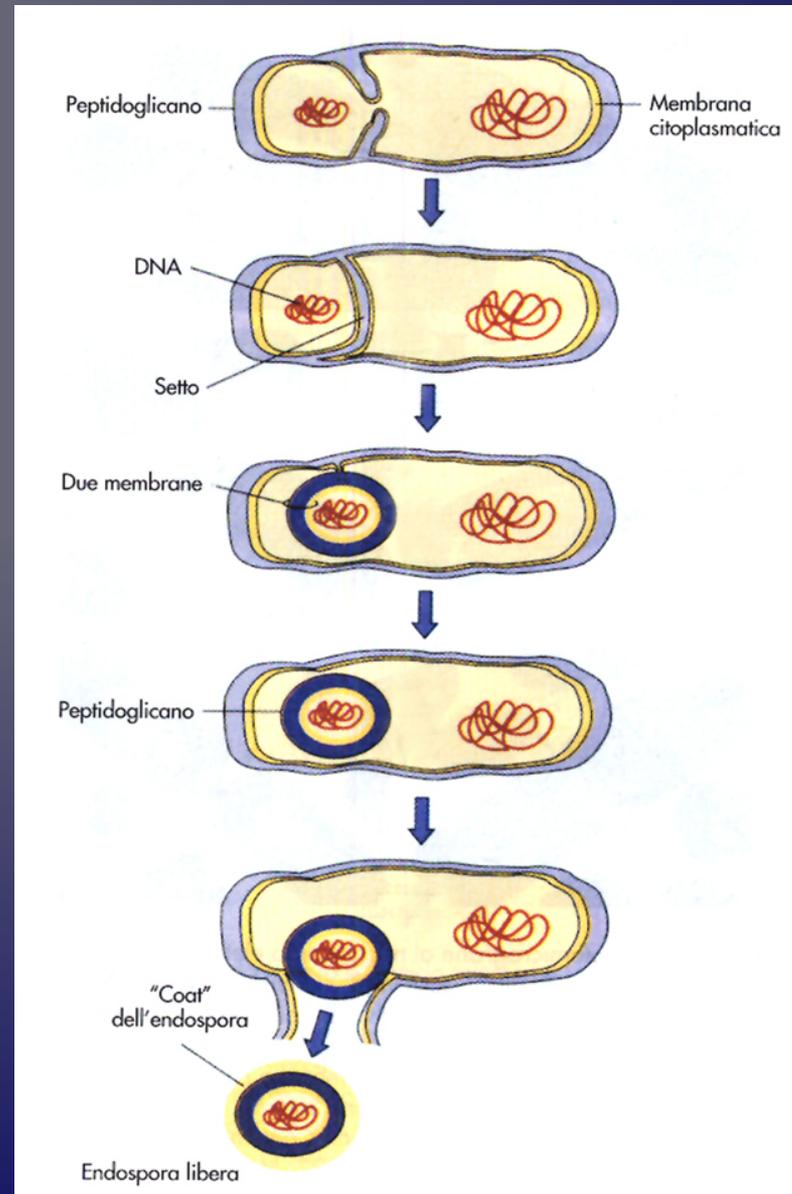


•Fagocitosi e Killing

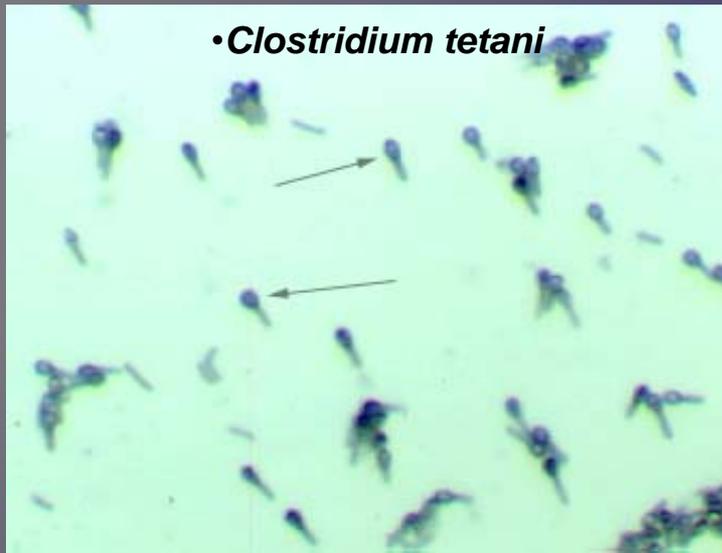


•Strutture protettiva
in cui il batterio
sopravvive in uno
stato di dormienza.
Prodotta solo dai
gram+

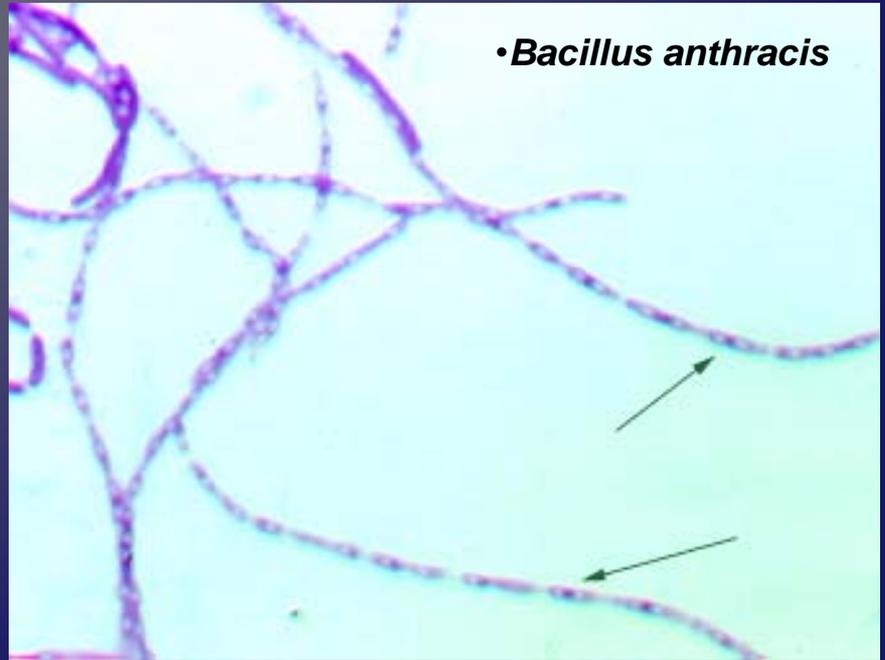
Endospore.
Sporogenesi,
processo di
formazione
dell'endospora



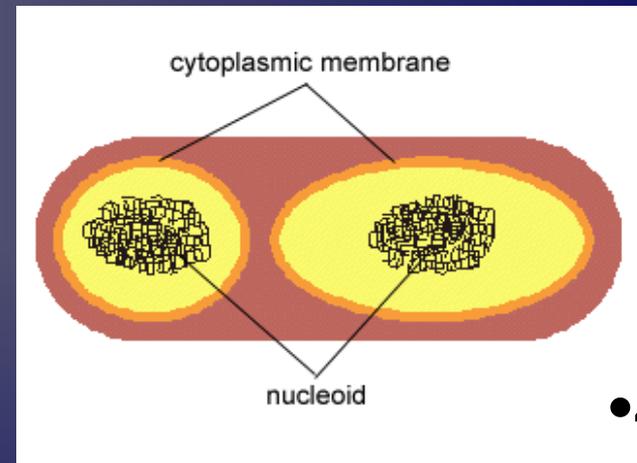
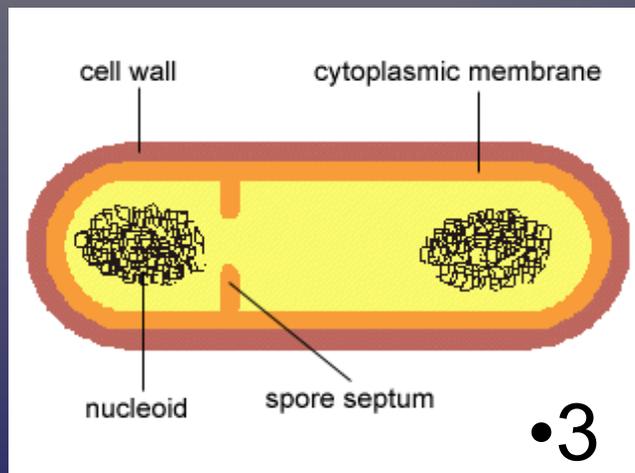
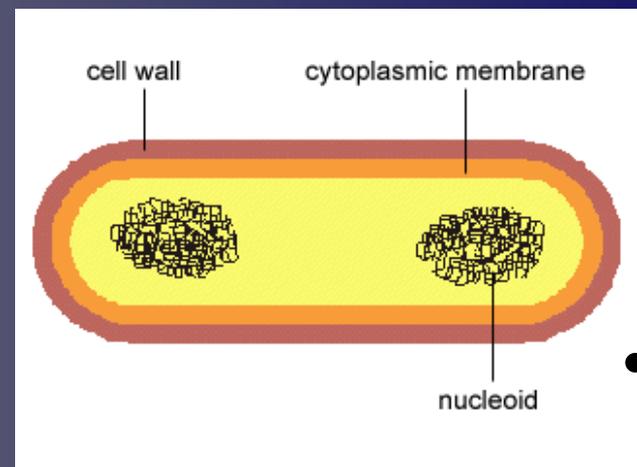
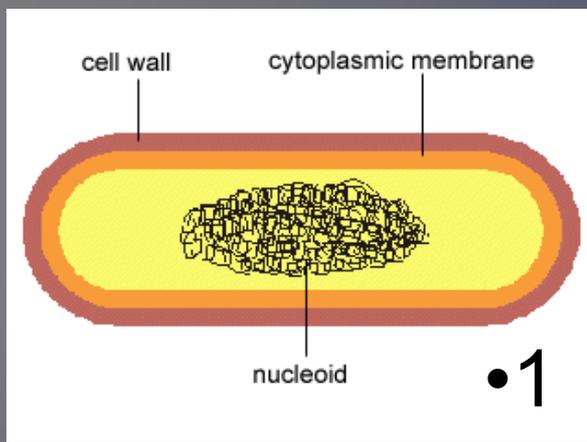
•*Clostridium tetani*

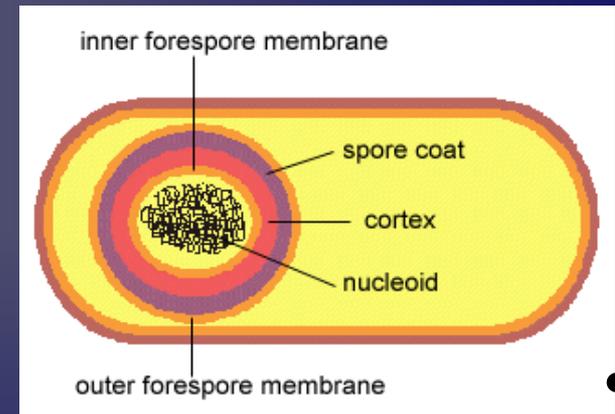
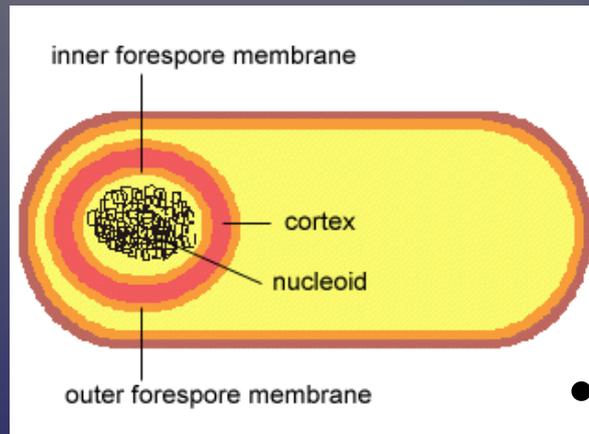
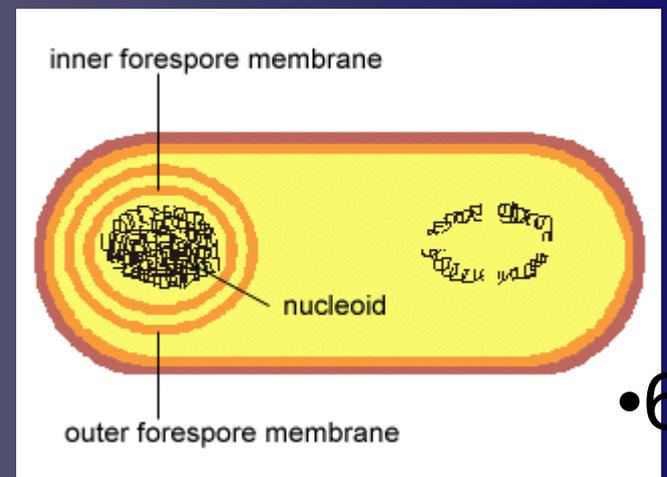
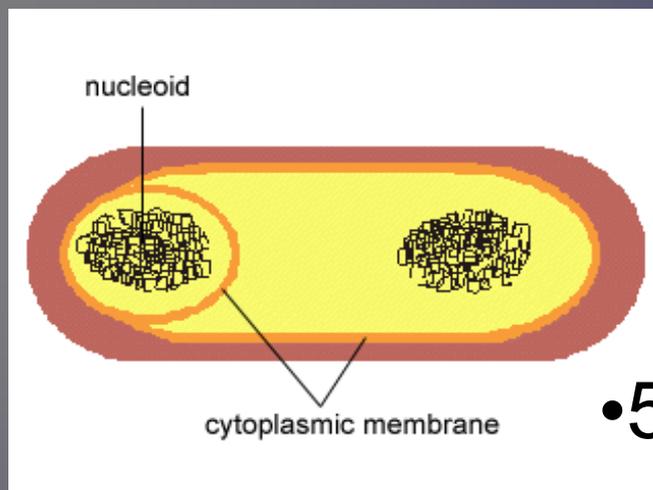


•*Bacillus anthracis*

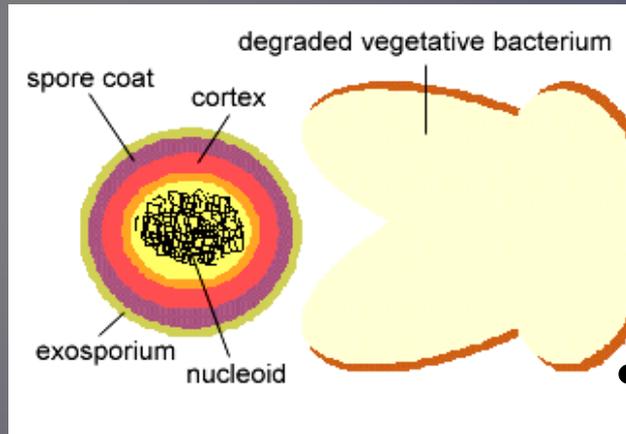


- La spora contiene una copia completa del cromosoma, concentrazioni minime di proteine essenziali e ribosomi, alta concentrazione di calcio legato all'acido dipicolinico
- La spora ha una membrana interna, due strati di peptidoglicano e un rivestimento esterno (**coat**) proteico simil-cheratinico

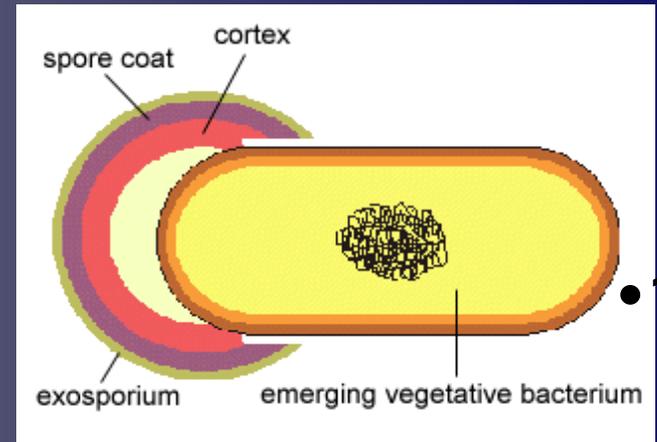




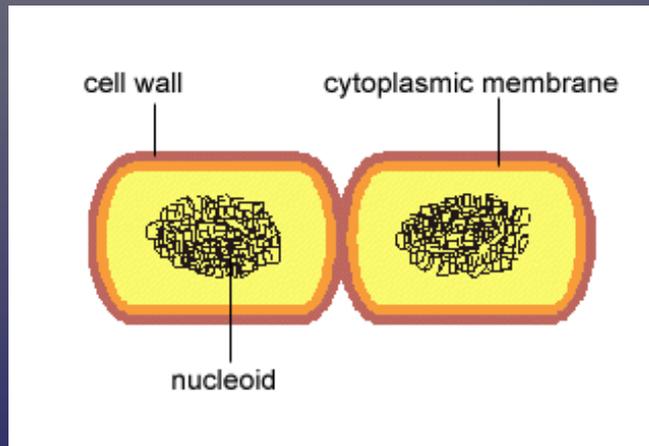
•La sporogenesi richiede 6-8 ore



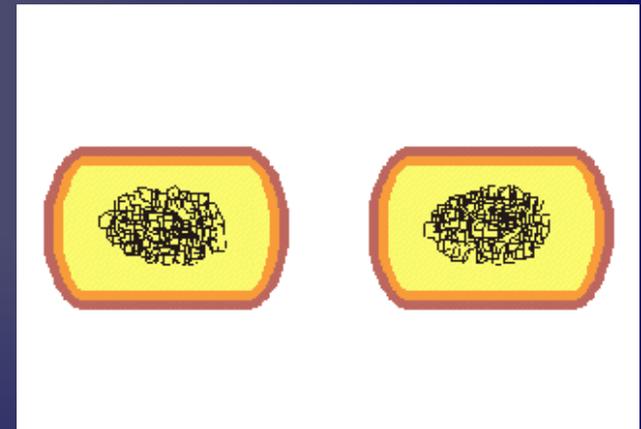
•9



•10



•11



•La germinazione o trasformazione dello spore in cellule allo stato germinativo richiede circa 90 minuti

**Funzione dei
rivestimenti
batterici**

FUNZIONE	COMPONENTI
Rigidità strutturale	Tutti
Impacchettamento di contenuti interni	Tutti
Barriera di permeabilità	Membrana esterna o membrana citoplasmatica
Assunzione di metaboliti	Membrane e proteine di trasporto periplasmiche, porine, permeasi
Produzione di energia	Membrana citoplasmatica
Adesione alle cellule ospiti	Pili, proteine, acido teicoico
Riconoscimento immunologico dell'ospite	Tutte le strutture più esterne
Protezione dal riconoscimento immunologico dell'ospite	Capsula, proteina M
Sensibilità agli antibiotici	Enzimi della sintesi del peptidoglicano
Resistenza agli antibiotici	Membrana esterna
Mobilità	Flagelli
Accoppiamento	Pili
Adesione	Pili

CARATTERISTICHE	GRAM-POSITIVI	GRAM-NEGATIVI
Membrana esterna	-	+
Parete	Più spessa	Più sottile
LPS	-	+
Endotossina	-	+
Acido teicoico	Spesso presente	Assente
Sporulazione	Alcuni ceppi	Nessuno
Capsula	Talvolta presente	Talvolta presente
Lisozima	Sensibili	Resistenti
Attività antibatterica della penicillina	Più sensibili	Più resistenti
Produzione di esotossina	Alcuni ceppi	Alcuni ceppi

**Caratteristiche
differenziali
dei batteri
gram-positivi e
gram-negativi**

Struttura del rivestimento batterico

STRUTTURA	COSTITUENTI CHIMICI
Membrana citoplasmatica	Fosfolipidi, proteine ed enzimi coinvolti nella produzione di energia, potenziale di membrana e trasporto
Parete	
Batteri gram-positivi	
Peptidoglicano	Catene glicaniche di GlcNAc e MurNAc legate con legami trasversali mediante ponti tetrapeptidici
Acido teicoico	Poliribitol fosfato o glicerol fosfato legato con legami crociati al peptidoglicano
Acido lipoteicoico	Acido teicoico legato a lipidi
Batteri gram-negativi	
Peptidoglicano	Versione più sottile di quella trovata nei batteri gram-positivi
Spazio periplasmico	Enzimi coinvolti nel trasporto, nella degradazione e nella sintesi
Membrana esterna	Fosfolipidi con acidi grassi saturi
Proteine	Porine, lipoproteina, proteine di trasporto
LPS	Lipide A, core polisaccaridico, antigene O
Altre strutture	
Capsula	Polisaccaridi (disaccaridi e trisaccaridi) e polipeptidi
Pili	Pilina, adesina
Flagello	Proteine dell'apparato locomotore, flagellina.
Proteine	Proteina M degli streptococchi (come esempio)

Citoplasma (morfologia)

- Mancano i mitocondri, i cloroplasti, l'ergastoplasma ed un sistema vacuolare. Sono presenti ribosomi e granuli di varia natura, costituiti da sostanze di riserva.

Citoplasma

(composizione chimica e funzione)

- Contiene granuli di lipidi (polimeri dell'acido beta-idrossi-butirrico), granuli di polisaccaridi, granuli di zolfo (solfobatteri) e granuli di ferro (ferrobatteri).
- È sede di processi biosintetici interessanti, in modo particolare delle proteine.

Citoplasma (generalità)

- Il materiale contenuto all'interno della membrana citoplasmatica può essere suddiviso in: area citoplasmatica (di aspetto granulare e ricca di RNA), area cromatica o nucleare (ricca di DNA) e porzione liquida con sostanze nutritive in soluzione.

Citoplasma (generalità)

- Le particelle di RNA e proteine formano corpuscoli ammassati in tutta l'area citoplasmatica e sono chiamate ribosomi, i quali contengono enzimi che intervengono nella biosintesi delle proteine.

Inclusioni citoplasmatiche: ribosomi

- I ribosomi sono particelle citoplasmatiche che intervengono nella sintesi proteica.
- Sono composti dal 60% in RNA e dal 40% in proteine.
- Presentano una costante di sedimentazione di 70S.

Inclusioni citoplasmatiche: ribosomi

- Sono costituiti da due subunità: leggera o 30S e pesante o 50S.
- Alcuni antibiotici agiscono a livello ribosomale come inibitori della sintesi proteica.