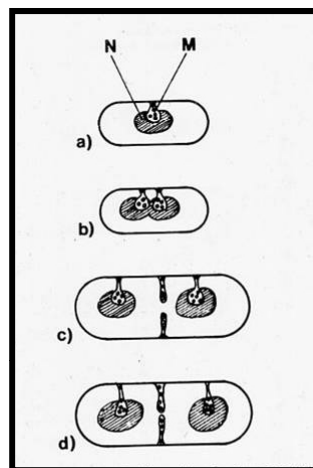
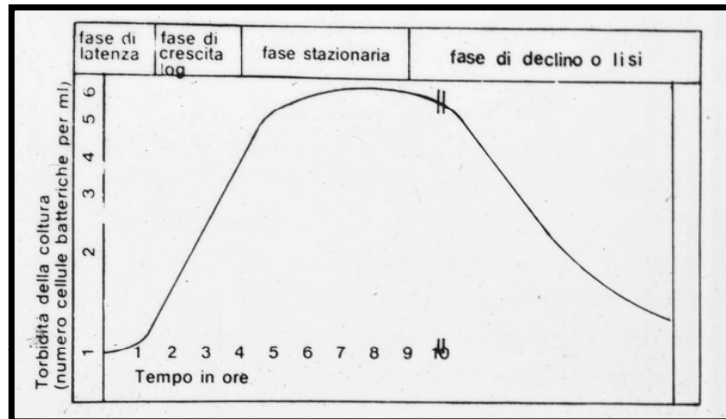
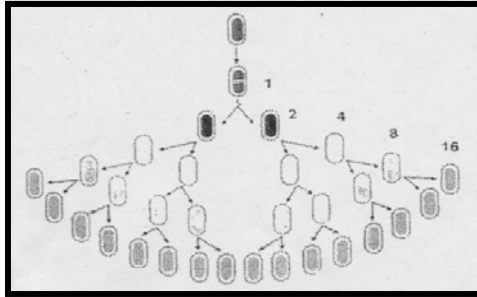
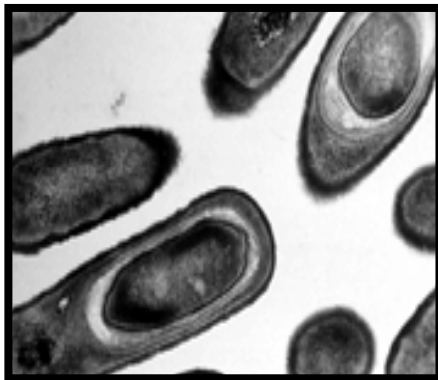


Riproduzione della cellula batterica





Le spore batteriche



***LE SPORE BATTERICHE SONO FORME DI
RESISTENZA***



Nella seconda metà del 1800
Ferdinand Julius Cohn
(botanico Polacco)
dimostrò come l'acqua
bollente uccideva le cellule
vegetative del *Bacillus*
subtilis, ma non le endospore
mettendo così definitivamente
a tacere la vecchia dottrina
della "generazione
spontanea".

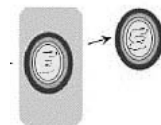
• Descritte da un
gruppo di ricercatori
in colture di batteri del
suolo presi da un
recipiente sigillato per
300 anni



• Descritte in
mummie egiziane di
4000 anni fa



ALL'INTERNO DELLA
CELLULA BATTERICA CHE
DISGREGANDOSI LIBERA LA
SPORA NELL'AMBIENTE



 **UBIQUITARIE**

Chi sporula?

ALCUNI BACILLI GRAM POSITIVI

Bacillus

B. anthracis
B. cereus
B. subtilis

CARBONCHIO
TOSSINFEZIONI ALIMENTARI
INFEZIONI RESPIRATORIE

Clostridium

C. botulinum
C. difficile
C. perfringens
C. tetani

BOTULISMO
COLITE PSEUDOMEMBRANOSA
GANGRENA GASSOSA
TETANO

COCCHI
RICKETTSIE

Sporosarcina
Coxiella burneti

PATOGENI OPPORTUNISTI
FEBBRE Q

LE ENDOSPORE SONO RESPONSABILI DI NUMEROSI PROBLEMI

EPIDEMIOLOGIA



ALIMENTAZIONE



FARMACEUTICA



SI ELIMINANO



STERILIZZAZIONE IN AUTOCLAVE
121°C per 15 minuti
alla pressione di 1 atm

Uccisione di tutte le forme viventi

TINDALIZZAZIONE
(Bollitura intermittente)

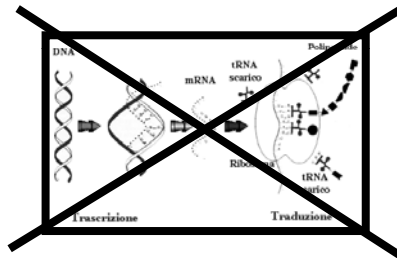


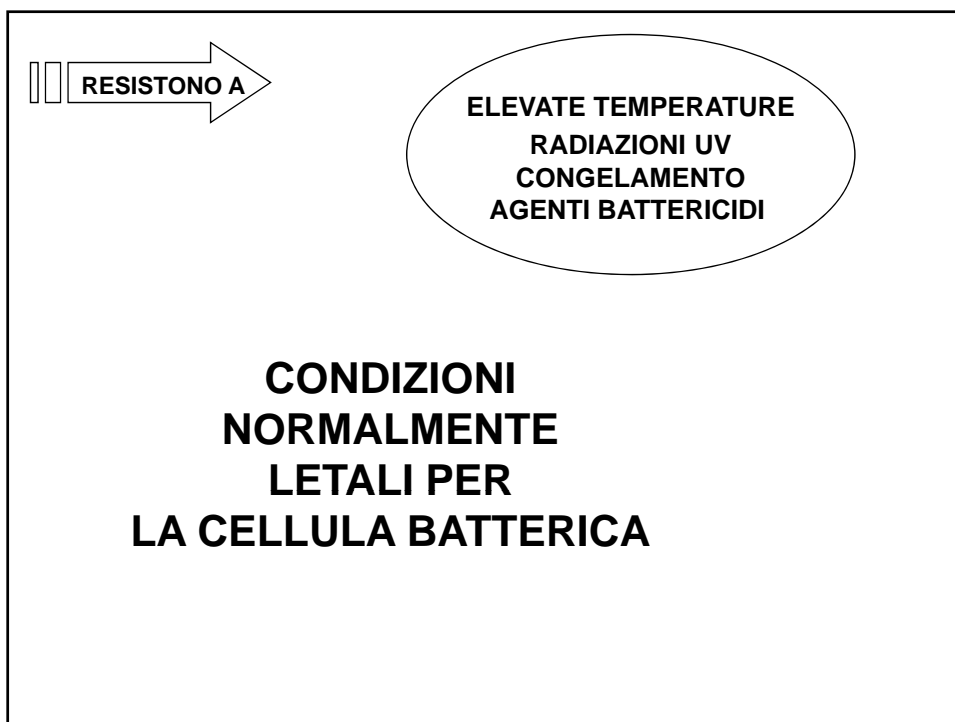
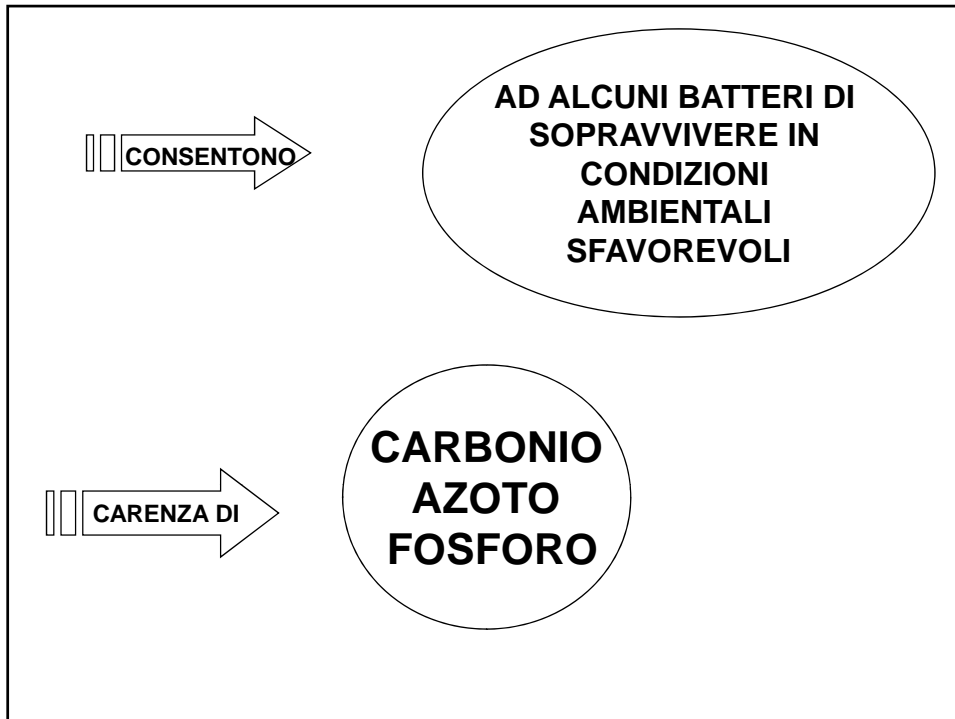
Tre intervalli di 30 minuti seguiti da periodi di raffreddamento
Prima del secondo e terzo ciclo di bollitura il materiale viene mantenuto a temperatura ambiente per almeno 8 ore

100°C = uccisione delle forme vegetative
Raffreddamento = germinazione delle endospore

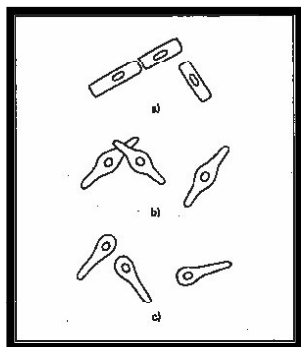
CARATTERIZZATE DA

**UNO STATO DI
CRIPTOBIOSI
IN CUI OGNI SINTESI
MACROMOLECOLARE
E' ASSENTE**





MORFOLOGIA



BATTRIDIO



Bacillus anthracis

CLOSTRIDIO



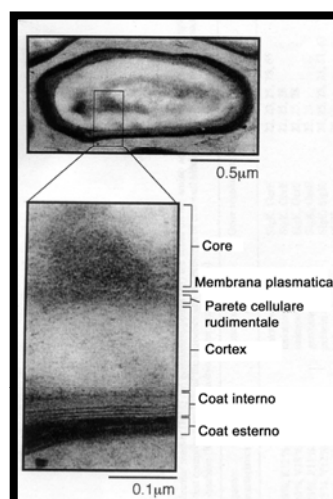
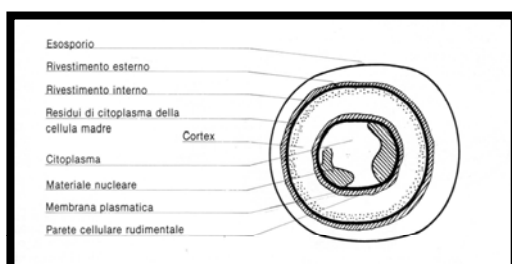
Clostridium perfringens

PLETTRIDIO



Clostridium tetano

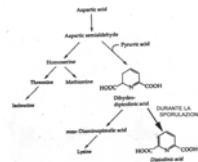
ULTRASTRUTTURA



CORE

PROTOPLASTO IN FORMA QUIESCENTE
circondato di una parete sporale

- cromosoma addossato alla membrana plasmatica
- ribosomi, alcuni tRNA, nessun mRNA
- Small acid soluble proteins (SASP)
 - ridotta concentrazione di enzimi della cellula vegetativa
 - ridotto contenuto di H₂O
- Enzimi sporali

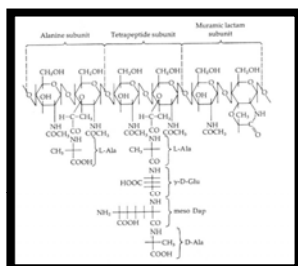


Acido dipicolinico

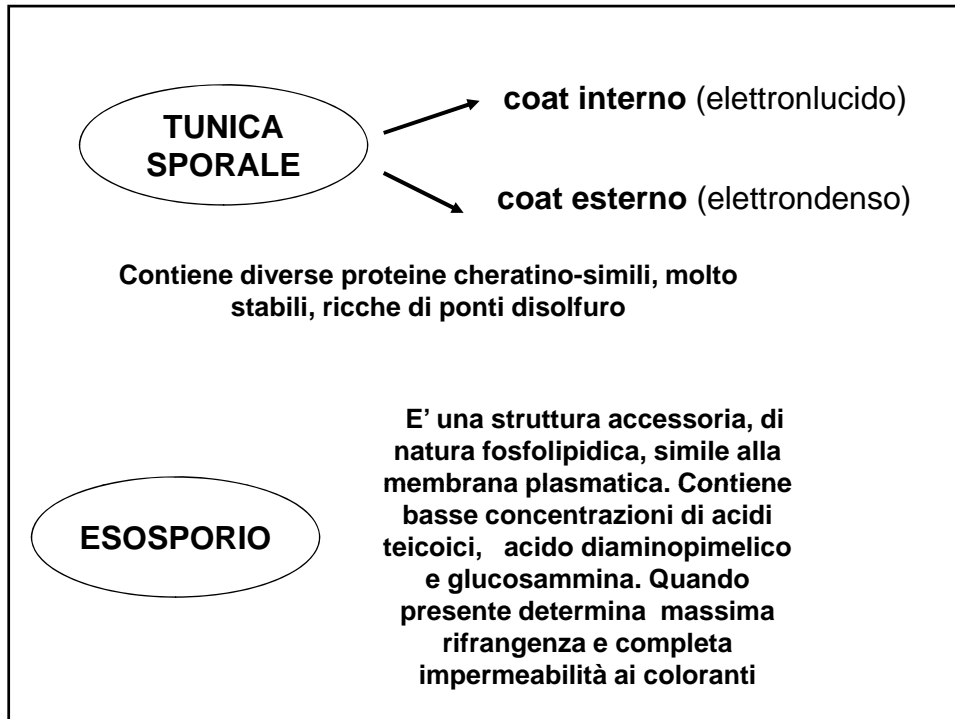


CORTEX

costituita soprattutto di
PEPTIDOGLICANO MODIFICATO



- Molti residui di acido N-acetilmuramico sono sostituiti da anelli di acido δ lattamico (lattami muramici) siti di attacco degli enzimi della germinazione
- Formazione di legami crociati tra il peptidoglicano e il dipicolinato di calcio. Ciò determina contrazione del peptidoglicano ed eliminazione di acqua per "strizzamento"
- E' una struttura flessibile poiché contiene un basso numero di legami trasversi. Ciò è fondamentale per mantenere la disidratazione sporale



CORTEX COATS ESOSPORIO

TERMORESISTENZA

- ☀️ intrinseca composizione molecolare
- ☀️ disidratazione
- ☀️ mineralizzazione

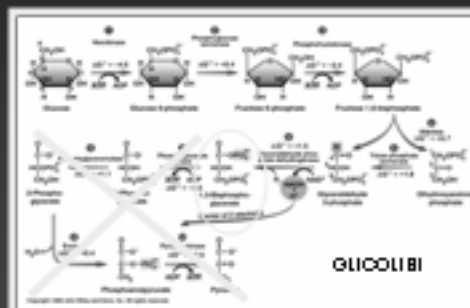
RESISTENZA AI LISOZIMA

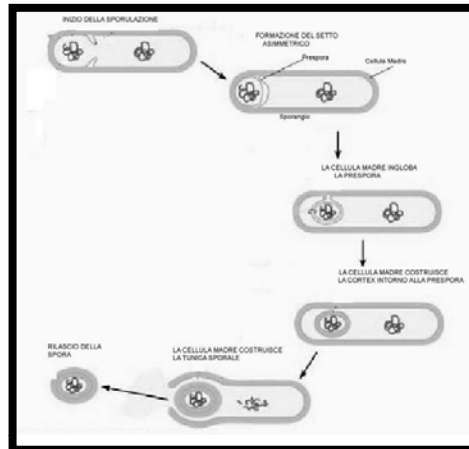
RESISTENZA AI SOLVENTI ORGANICI

Time (hours)	Refractility (%)	Thermostability (%)	Dipicolinate content (%)
16	0	0	0
17	0	0	0
18	25	0	0
19	75	25	0
20	100	75	0
21	100	100	0
22	100	100	25
23	100	100	75
24	100	100	100
25	100	100	100

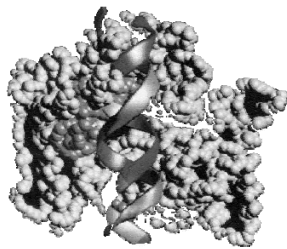
	Cellule vegetative	Spore
Struttura	tipica della cellula batterica	cortex coat I e II esosporio
Refrattilità al microscopio	nulla	elevata
Composizione chimica: Calcio Acido dipicolinico Polisaccaridi Proteine Aminoacidi solforati	poco assente molti poche pochi	molto presente molti molte molti
Contenuto in acqua libera	elevato	quasi assente
Attività enzimatica	elevata	bassa
Metabolismo (assunzione di O₂)	elevato	basso o assente
Sintesi macromolecolare	presente	assente
mRNA	presente	poco o assente
Resistenza al calore	bassa	elevata
Resistenza alle radiazioni	bassa	elevata
Resistenza alle sostanze chimiche, acidi etc.	bassa	elevata
Tingibilità con i coloranti	tingibile	tingibile soltanto con metodi speciali
Azione del lisozima	sensibile	resistente

La **SPOROGENESI** è un processo altamente energetico in quanto richiede una serie di modificazioni morfologiche e la sintesi di nuovi enzimi e metaboliti



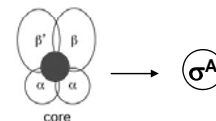


L'INTERO PROCESSO DURA CIRCA 8 ORE E PUÒ ESSERE SUDDIVISO IN 6-7 STADI OGNUNO DEI QUALI E' CARATTERIZZATO DA EVENTI BIOCHIMICI E MORFOLOGICI IN PARTE SPECIFICI

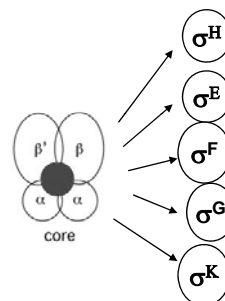


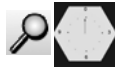
RNA-polimerasi batterica

CELLULA VEGETATIVA

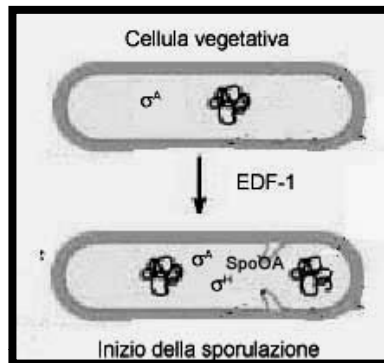


SPORULAZIONE





ATTIVAZIONE



FASE STAZIONARIA DI CRESCITA

- ☀ carenza di nutrienti
- ☀ alta densità cellulare

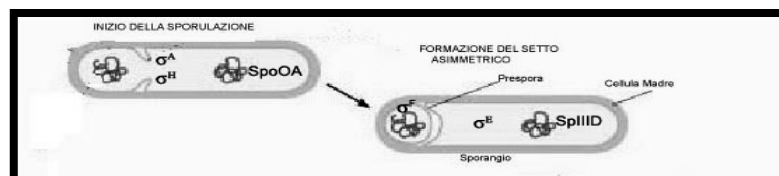
MECCANISMO “QUORUM SENSING”

- ☀ secrezione e riconoscimento di EDF-1 (fattore di differenziamento extracellulare)
- ☀ $< [GTP]$ (fattore di differenziamento intracellulare)

- Divisione del DNA
- Attivazione di SpoOA “regolatore della risposta
- Sintesi del fattore σ^H
- Formazione del setto di divisione asimmetrico



σ^H e SpoOA attivano la trascrizione de fattori σ^F e σ^E



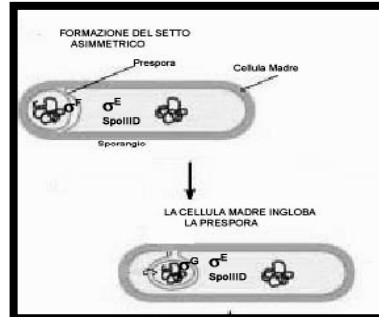
- Formazione della PRESPORA e della CELLULA MADRE
- Sintesi di SpoIID (proteina binding del DNA)
- Localizzazione di σ^E nella cellula madre
- Localizzazione di σ^F nella prespora



σ^F nella prespora attiva la trascrizione di σ^G e dei fattori di attivazione di σ^E nella cellula madre



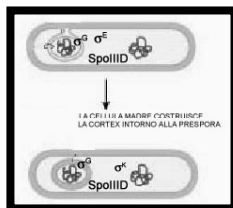
Stadio III



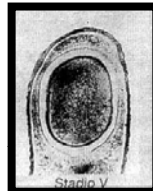
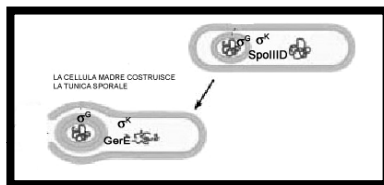
- La prespora è inglobata da una doppia membrana citoplasmatica
- Sintesi delle SAPS nella prespora
- La prespora sintetizza i componenti della PARETE SPORALE
- La cellula madre sintetizza i componenti della CORTEX (peptidoglicano modificato e acido dipicolinico)



Il fattore σ^E nella cellula madre attiva la trascrizione di σ^K e dei fattori di attivazione di σ^G nella prespora



Stadio IV



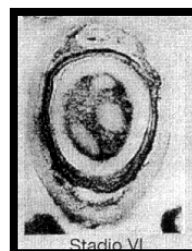
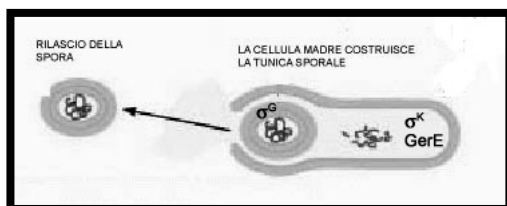
Stadio V

Lo scambio di segnali bidirezionali (criss-cross) cellula madre - prespora e viceversa assicura che la sequenza degli eventi venga rispettata

- Sintesi di GerE (proteina bindig del DNA)
- La cellula madre completa la sintesi dei componenti della cortex e sintetizza i componenti dei COATS



LA SPORA MATURA SI LIBERA NELL'AMBIENTE



La cellula madre si lisa e la spora matura
è liberata nell'ambiente

GERMINAZIONE

In condizione ambientali
favorevoli una spora ritorna alla
condizione di cellula vegetativa
in 90'.

- ATTIVAZIONE
- GERMINAZIONE VERA E PROPRIA
- ESOCRESCITA

ATTIVAZIONE

Perdita delle attività biologiche della spora senza che siano evidenti modificazioni morfologiche

INDUTTORE: Stimolo traumatico (shock termico)

FATTORI DI GERMINAZIONE: L-alanina, Asparagina, inosina, glucosio, fruttosio, Ca⁺⁺ Mn⁺⁺

GERMINAZIONE

Perdita di frammenti degradati di peptidoglicano e dipicolinato di Ca⁺⁺ Assunzione di H₂O e aumento di volume. Perdita della termoresistenza e della resistenza all'essiccamento, al lisozima e agli agenti chimici



ESOCRESCITA

La cellula vegetativa fuoriesce completamente dagli involucri sporiali e riprende la sua normale attività metabolica