



SPORA BATTERICA

Prof.ssa Vivian Tullio



SPORA BATTERICA



Alcune specie batteriche producono speciali strutture all'interno delle loro cellule chiamate ENDOSPORE durante il processo di sporulazione

SPORE = cellule peculiari per attributi morfologici e funzionali;



sopravvivenza in uno stato di quiescenza



dotate di notevole resistenza ad agenti chimici e fisici



vantaggio ecologico per il batterio, per l'uomo problematiche gravi

SPORA BATTERICA



Scopo = sopravvivenza in ambiente con scarsa umidità e nutrienti → condizioni SFAVOREVOLI

I batteri che formano endospore si trovano nel suolo

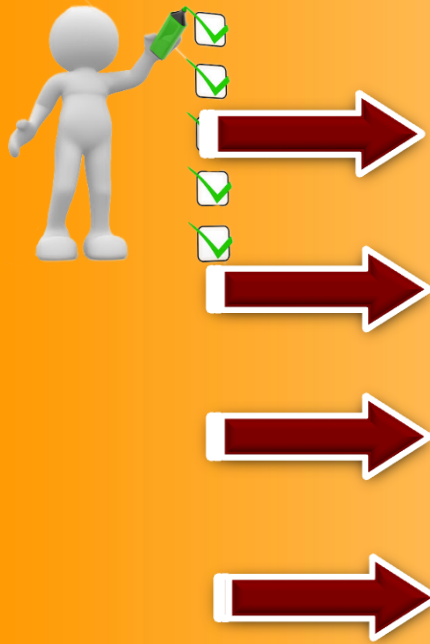
bacilli (carbonchio)

clostridi (tetano, botulismo, gangrena gassosa)

Solo batteri GRAM +, mai GRAM -

SPORA BATTERICA

BATTERI SPORIGENI



Clostridium tetani ⇒

TETANO

Clostridium botulinum ⇒

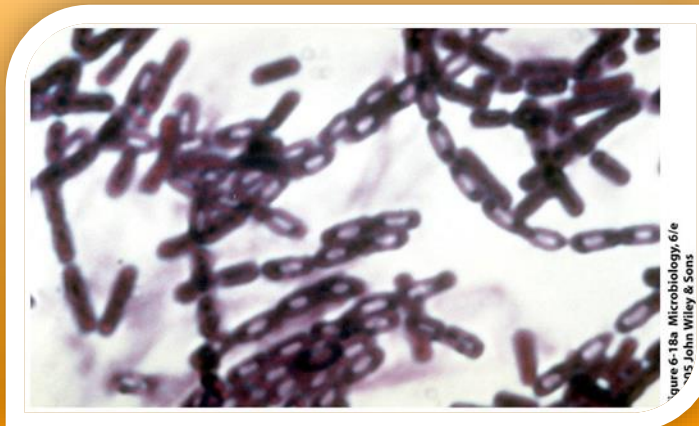
BOTULINO

Clostridium perfringens ⇒

GANGRENA GASSOSA

Bacillus anthracis ⇒

CARBONCHIO



SPORA BATTERICA

Alterazioni della cellula causate dalla spora



BATTRIDIO = nessuna deformazione strutturale (es. *Bacillus anthracis* -carbonchio)

CLOSTRIDIO = rigonfiamento equatoriale (es. *Clostridium botulinum*)

PLECTRIDIO = bacchetta di tamburo (es. *Clostridium tetani*)

BATTRIDIO



CLOSTRIDIO



PLECTRIDIO



SPORA BATTERICA

La sporulazione:



processo di differenziamento cellulare
(reale)

non costituisce uno stadio obbligato

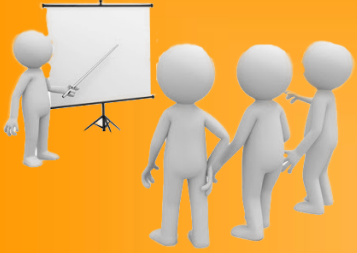
si verifica nella fase post-logaritmica di crescita

si completa in 6-8 ore.

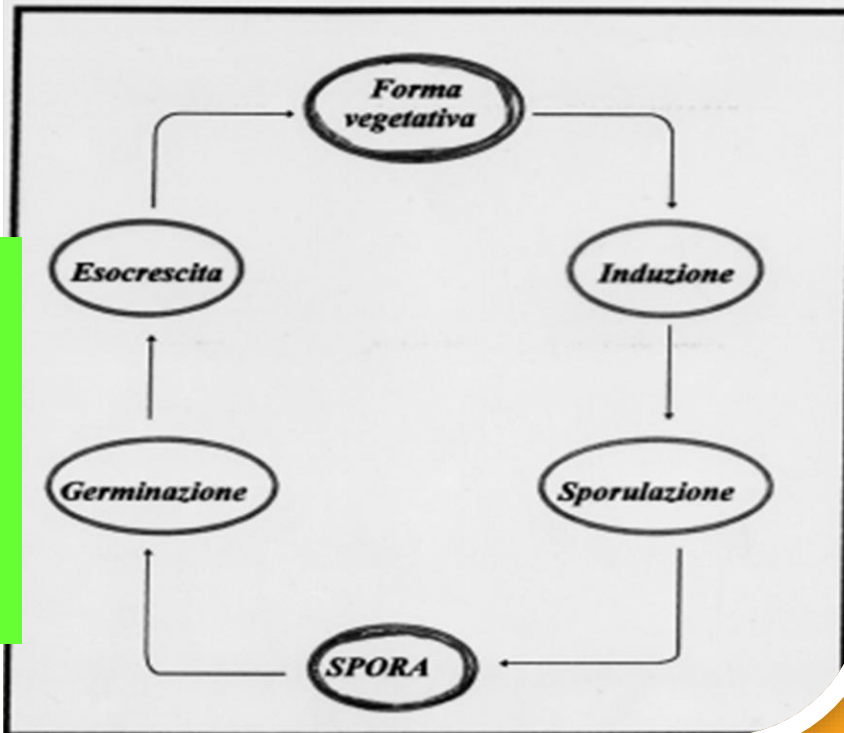
rappresenta il risultato dell'espressione di
informazioni genetiche che, alternativamente
espresse, possono consentire la formazione di
due tipi cellulari diversi tra loro:

- la **spora**
- la **forma vegetativa**

SPORA BATTERICA



CICLO VITALE DELLA SPORA



GERMINAZIONE

→ processo inverso, ritorno alla forma vegetativa.

SPORULAZIONE

→ processo di formazione della spora (6-8 ore).

SPORA BATTERICA

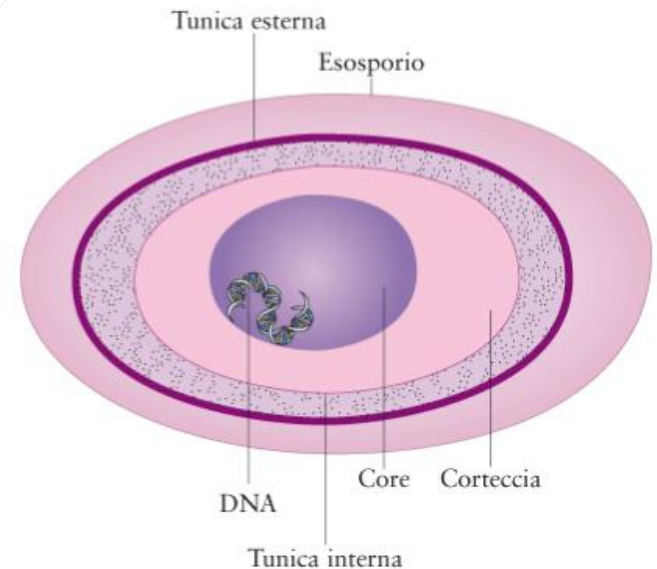
STRUTTURA DELLA SPORA

PARTE CENTRALE (core) (protoplasto) →
m.citoplasmatica + cromosoma

CORTEX

TUNICHE che rivestono la spora

ESOSPORIUM



SPORA BATTERICA

Sono presenti:

proteine (enzimatiche, strutturali e funzionali, proteine di riserva)

tutti i componenti della sintesi proteica (20% in meno);

pochi enzimi per la sintesi degli aminoacidi e degli ac. nucleici;

sistemi per il trasporto degli elettroni (citocromi in poca quantità)

acido dipicolinico (DPA), poliamine e ioni Calcio;

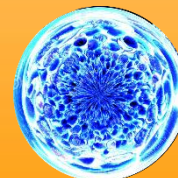
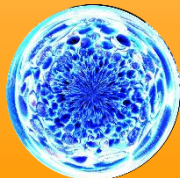
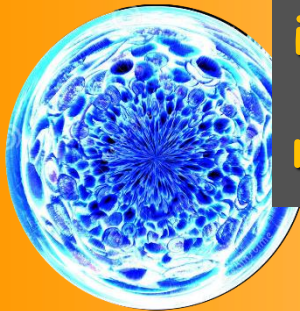


SPORA BATTERICA



a. CORE

In assenza di acqua libera (disidratazione), il **DPA** e gli **ioni Ca^{++}** interagiscono \Rightarrow formazione di un gel denso e viscoso il cui **componente principale** è il **DIPICOLINATO DI CALCIO**. (elevata rifrangenza)

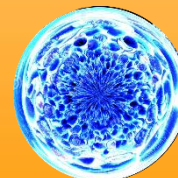
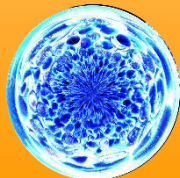
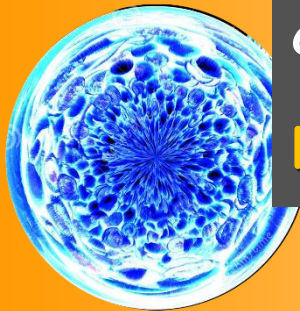


SPORA BATTERICA



b. CORTEX

Peptidoglicano diverso dalla forma vegetativa ⇒
struttura molto compatta, numerosi legami crociati
e acido diaminopimelico (al posto della lisina)
conferisce, all'intera struttura, maggiore
FLESSIBILITÀ E ELASTICITÀ.



SPORA BATTERICA

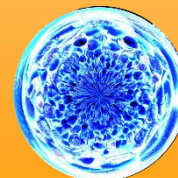
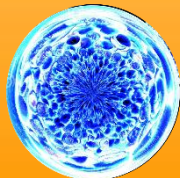
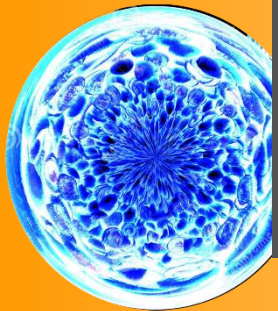


c. TUNICHE

Sono nettamente **separate dal cortex** e sono costituite da **due doppi strati proteici**, compatti, densi, rigidi e sovrapposti.

Rappresentano il 50% della spora

Le proteine che le costituiscono sono ricche di **cisteina e metionina** → responsabili dei legami S-S che conferiscono rigidità alla struttura

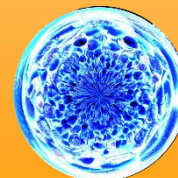
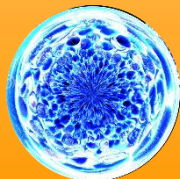
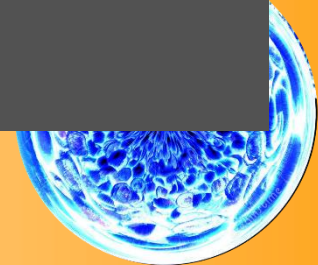
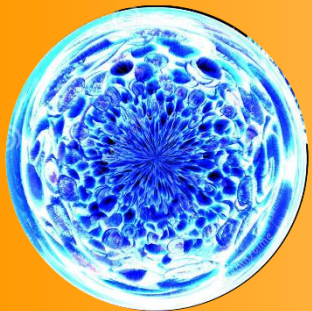


SPORA BATTERICA



d. ESOSPORIUM

Non sempre presente, esterno alle tuniche
Struttura membranosa, **ricca in lipidi, proteine e polisaccaridi.**
Funzione non nota.





SPORA BATTERICA

PROPRIETÀ DELLA SPORA

Le spore mancano di metabolismo endogeno → sono quiescenti

1

Grazie alle TUNICHE sono almeno 10 volte più resistenti dei batteri all'azione dei solventi, detergenti, disinfettanti, alle radiazioni e ad elevate condizioni di pressione atmosferica (grazie anche al cortex).



SPORA BATTERICA

PROPRIETÀ DELLA SPORA

Le spore mancano di metabolismo endogeno → sono quiescenti

Sono **TERMORESISTENTI** → rappresentano un grosso problema sia dal punto di vista medico che industriale: industria alimentare e farmaceutica ⇒ bisogna ricorrere a particolari tecniche di disinfezione e sterilizzazione

La termoresistenza è dovuta a:

- Estrema disidratazione della spora
- Presenza di dipicolinato di Ca^{++}
- Accumulo di ioni Ca^{++} , Mg^{++} e K^{+} che determinano **MINERALIZZAZIONE** della spora.



SPORA BATTERICA

PROPRIETÀ DELLA SPORA

Le spore mancano di metabolismo endogeno → sono quiescenti

3 Sono un'estrema resistenza alla pressione, alle sollecitazioni meccaniche ed alla permeabilità.
grazie a cortex e due tuniche

4 elevato fattore di rifrangenza a causa dell'assenza di acqua libera.
Permette di individuare la presenza di spore con una certa facilità

SPORA BATTERICA

Formazione della spora



?

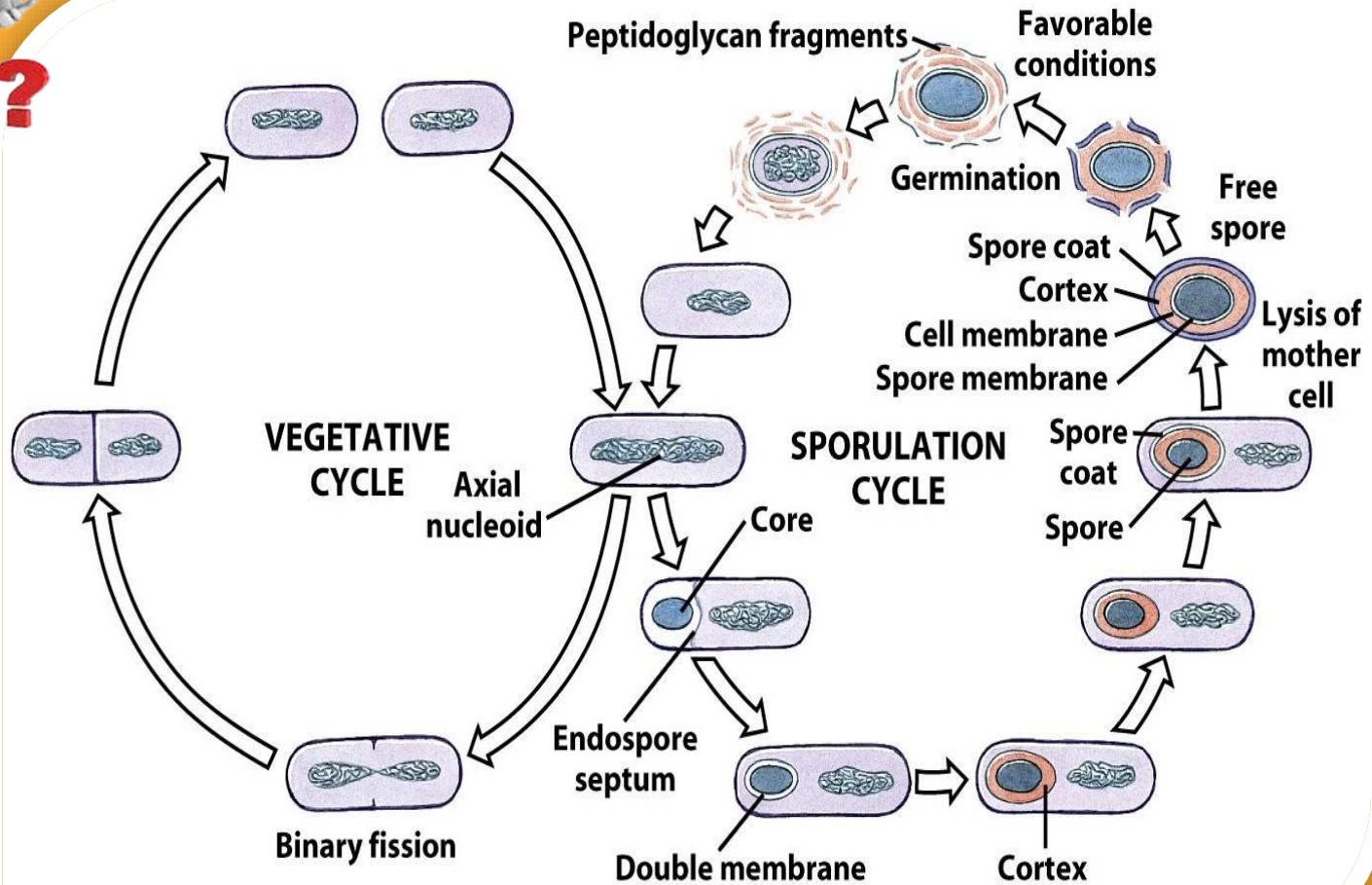


Figure 6-17 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



SPORA BATTERICA

FORMAZIONE DELLA SPORA

1

Il processo inizia come se fosse una divisione batterica. Il DNA si allunga a formare il filamento assiale e si ha una divisione asimmetrica cellulare.

2

Uno dei due cromosomi neoformati viene avvolto da una doppia membrana e si forma la prespora che viene avvolta dal cortex

3

Quando la spora è matura la cellula madre va in lisi e la spora viene liberata nell'ambiente. Se le condizioni ambientali diventano favorevoli la spora può germinare

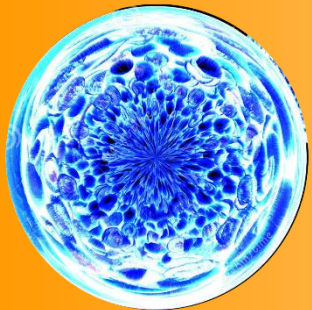
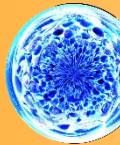


SPORA BATTERICA

SPORA MATURA

Diversa per composizione chimica ed organizzazione cellulare dal batterio che l'ha generata:

- ❖ termoresistente;
- ❖ disidratata;
- ❖ priva di evidente attività metabolica;
- ❖ resistente agli agenti fisici (UV, radiazioni ionizzanti, NIR) e chimici (antibiotici, enzimi).



SPORA GERMINATA = forma vegetativa

- ❖ termolabile;
- ❖ idratata;
- ❖ metabolicamente attiva (in presenza di nutrienti).



SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA



Si attua attraverso tre fasi fondamentali:

1. ATTIVAZIONE
2. GERMINAZIONE VERA E PROPRIA
3. ESOCRESCITA

In queste fasi le spore **assumono forma batterica** e perdono le loro caratteristiche di resistenza e rifrangenza.

Da una spora si forma un solo batterio.

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA



ATTIVAZIONE

rende le spore pronte a germinare quando esposte alle condizioni di induzione

E' una fase reversibile che viene innescata a mezzo di:

- Attivatori chimici: agenti fortemente ossidanti, sostanze in grado di abbassare il pH del mezzo ambiente.
- Agenti fisici: calore sub-letale (60-100°C per 5-10 min).
- Invecchiamento in natura è il più importante fattore di attivazione.

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA

ATTIVAZIONE

Proposti diversi meccanismi:

- Cambiamento di permeabilità della spora ⇒ possibile passaggio dei precursori biochimici.
- Inattivazione degli inibitori intracellulari a mezzo del calore (sub-letale e prolungato).
- Cambiamento delle strutture terziarie delle proteine dei tegumenti (rottura dei ponti S-S).

Il calore rende i coats (tuniche) più facilmente permeabili agli induttori, perché modifica la conformazione delle strutture di superficie.

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA



GERMINAZIONE VERA E PROPRIA

perdita di tutte le proprietà fisiologiche della spora quiescente

Processo irreversibile che evolve molto rapidamente (pochi minuti)

Comporta:

- Perdita termoresistenza:
- Rilascio di DPA e ioni Ca^{++} :
- Aumento della permeabilità \Rightarrow idratazione e perdita di rifrangenza.

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA

GERMINAZIONE VERA E PROPRIA

La germinazione della spora, consiste in una serie di **reazioni di degradazione** che PORTANO alla **depolimerizzazione del cortex** e di altri componenti ad opera di enzimi litici pre-esistenti.

Avviene in **presenza/assenza di ossigeno** a seconda della specie batterica (aerobia/anaerobia).

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA



ESOCRESCITA

Processo irreversibile.

Tutti gli eventi descritti in precedenza sono una preparazione a questa fase, attraverso la quale **si arriva alla FORMA VEGETATIVA** (vitale) del batterio anche se la spora germinata non evolve verso la forma vegetativa se non in presenza di nutrienti utilizzabili.

SPORA BATTERICA

GERMINAZIONE DELLA SPORA



ESOCRESCITA

La cellula, in questa fase, **ripristina le normali funzioni metaboliche:**
formazione di RNA

la sintesi di nuove proteine (senza duplicazione di DNA).

Sintesi parete

La cellula si sviluppa.

Dopo 2 ore dalla germinazione \Rightarrow prima **replicazione del cromosoma.**

PLEIOMORFISMO

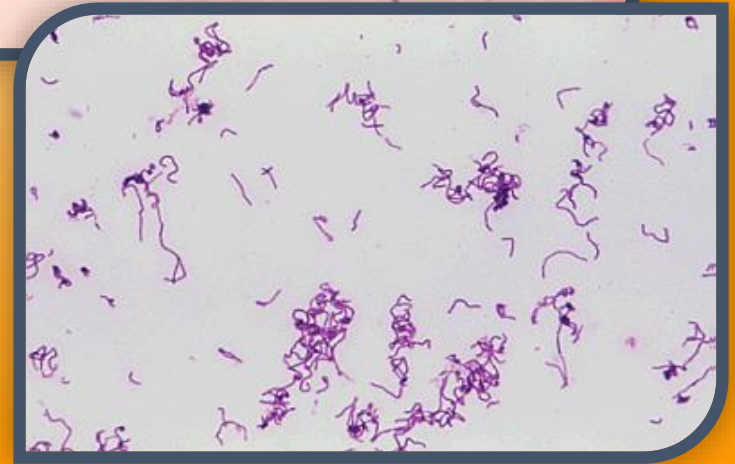
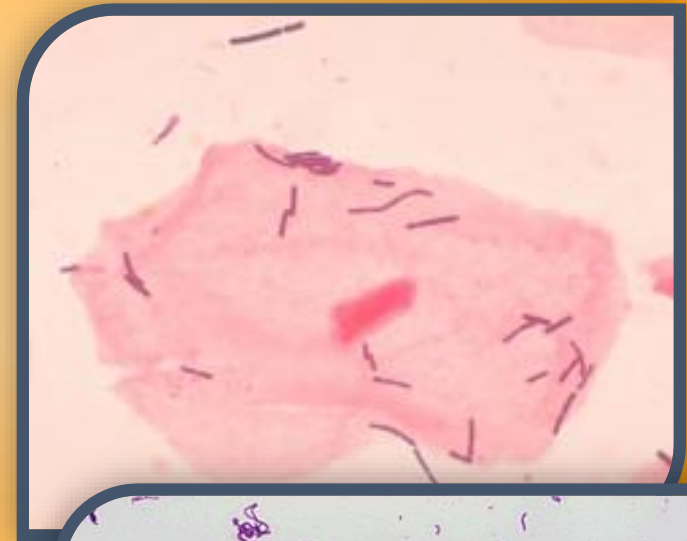
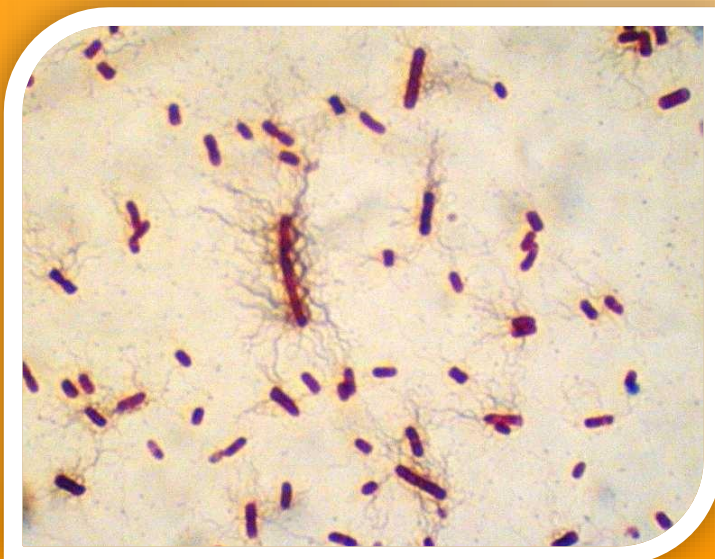
differentenziamento reale



? Cambiamento della forma usuale di un batterio

Es. Lattobacilli

Es. *Proteus* spp. Può presentare in una medesima popolazione di una stessa specie forme bacillari insieme con elementi coccoidi



DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO



E' un cambiamento indotto (dalla presenza di un substrato) e limitato nel tempo (quando il substrato si allontana il differenziamento termina)

DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO



ESEMPIO 1: β -galattosidasi *Escherichia coli*

- ❖ il batterio utilizza glucosio per il suo metabolismo, ma se questo non è presente e nell'ambiente c'è lattosio (galattoso+glucosio), il batterio produce l'enzima galattosidasi, che gli permette di scindere il lattosio e recuperare il glucosio e continua fino a quando il lattosio è presente.

DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO



ESEMPIO 1: β -galattosidasi *Escherichia coli*

- ❖ Normalmente possiede il gene che codifica la produzione della β -galattosidasi, ma in genere non produce questo enzima per la presenza di un repressore che ne inibisce la trascrizione. Se è presente lattosio e non glucosio in pochi minuti si producono mRNA ed enzima
- ❖ Non appena l'induttore (lattosio) è allontanato, si ha blocco dell'mRNA e l'enzima non viene più sintetizzato

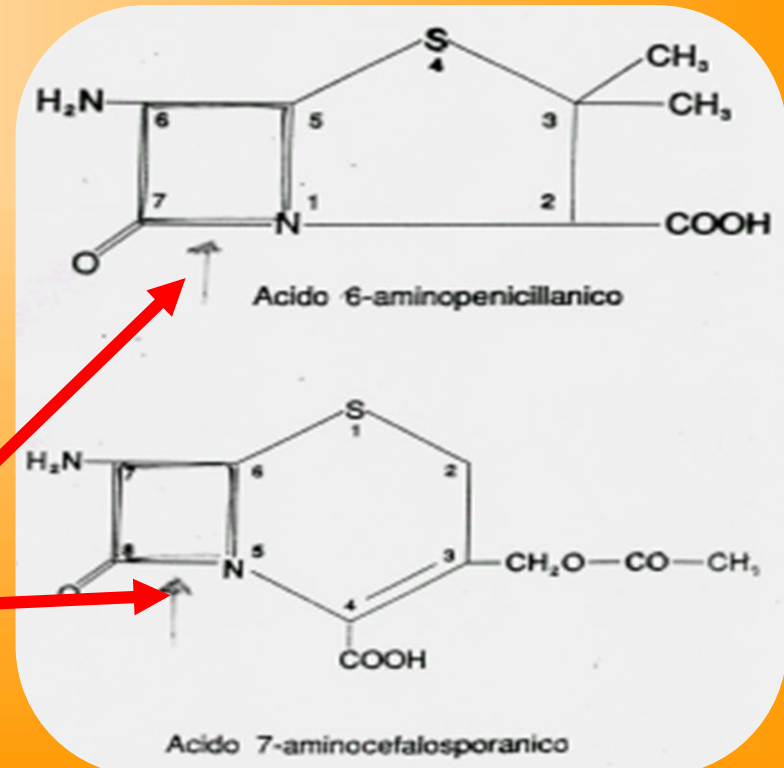
DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO



ESEMPIO 2: β -lattamasi

Gli antibiotici β -lattamici inducono, nei batteri Gram+, la produzione di β -lattamasi; la sintesi di questo enzima cessa quando l'antibiotico (induttore) non è più presente nel mezzo di coltura

Punto d'attacco delle β -lattamasi





DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO

ESEMPIO 2: β -lattamasi

Le beta-lattamasi sono enzimi che i batteri hanno iniziato a produrre con l'avvento dell'era antibiotica. I **Gram+** producono qs enzimi solo se nel mezzo ambiente sono presenti antibiotici beta-lattamici (penicilline, cefalosporine, ecc.).

GRAM POSITIVI producono **ESO-BETALATTAMASI** (VENGONO PRODOTTE ED EMESSE ALL'ESTERNO DEL BATTERIO)

Sono enzimi **INDUCIBILI** (indotte dalla presenza dell'antibiotico Beta-lattamico)

DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO: quando l'atb non c'è non sono prodotte!!!!



DIFFERENZIAMENTO TEMPORANEO

ESEMPIO 2: β -lattamasi

I GRAM NEGATIVI producono ENDO-BETALATTAMASI (VENGONO PRODOTTE nella cellula e riversate ALL'INTERNO DEL BATTERIO, NELLO SPAZIO PERIPLASMICO)

Sono enzimi COSTITUTIVI (prodotte sempre anche se l'atb non c'è)

Non si tratta di differenziamento



Grazie

*Per qualunque domanda o problema
puoi contattarmi al*

- Tel: **3386428032**
- e-mail: vivian.tullio@unito.it