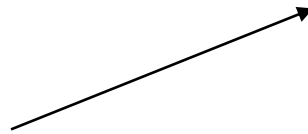


Tutti gli organismi viventi sono raggruppati in tre grossi **DOMINI**:

Archaea (4 Phya)
(Archeobatteri)



Bacteria (23 Phyla)
(Batteri)



Procarioti

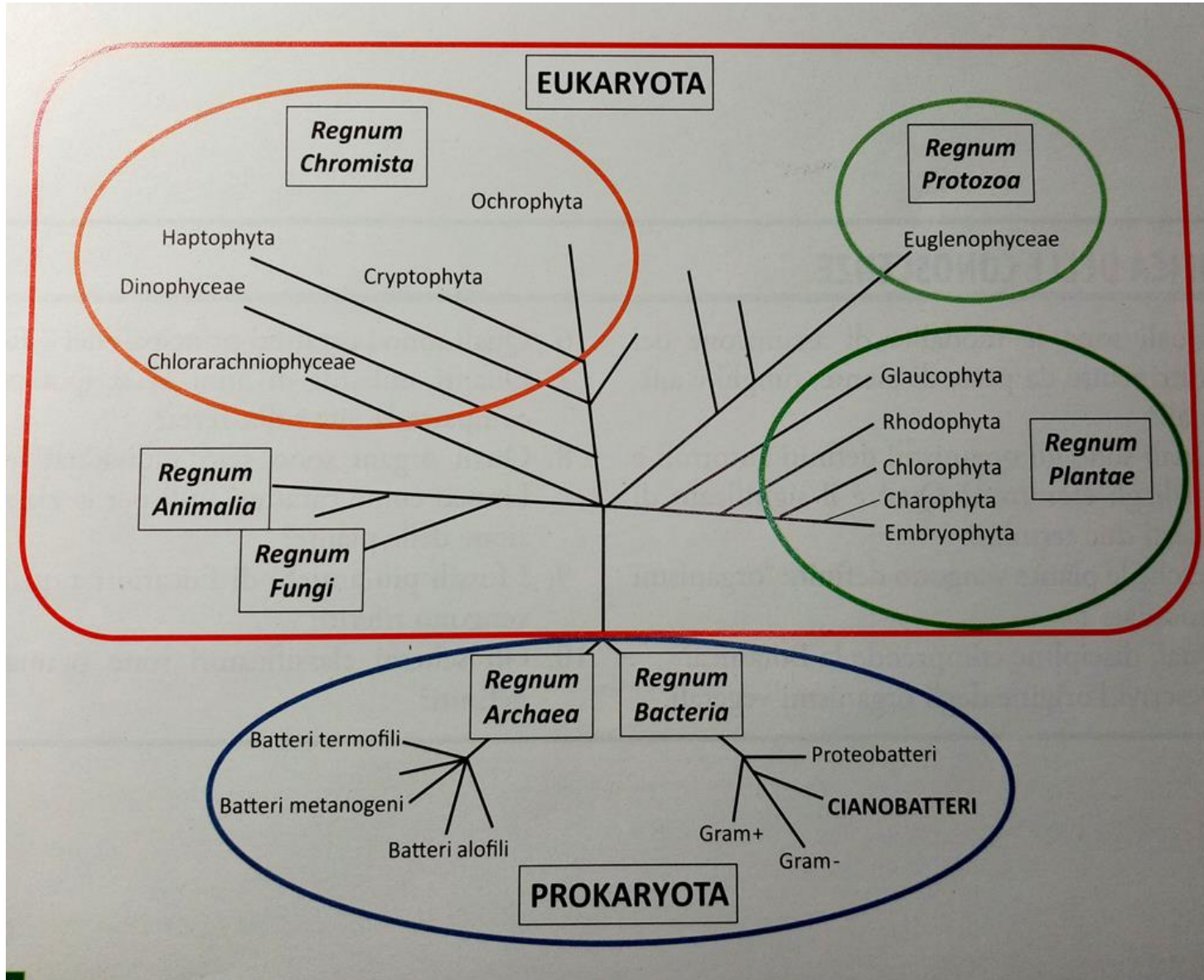
Eukarya (5 Regni)
(Eucaroti)



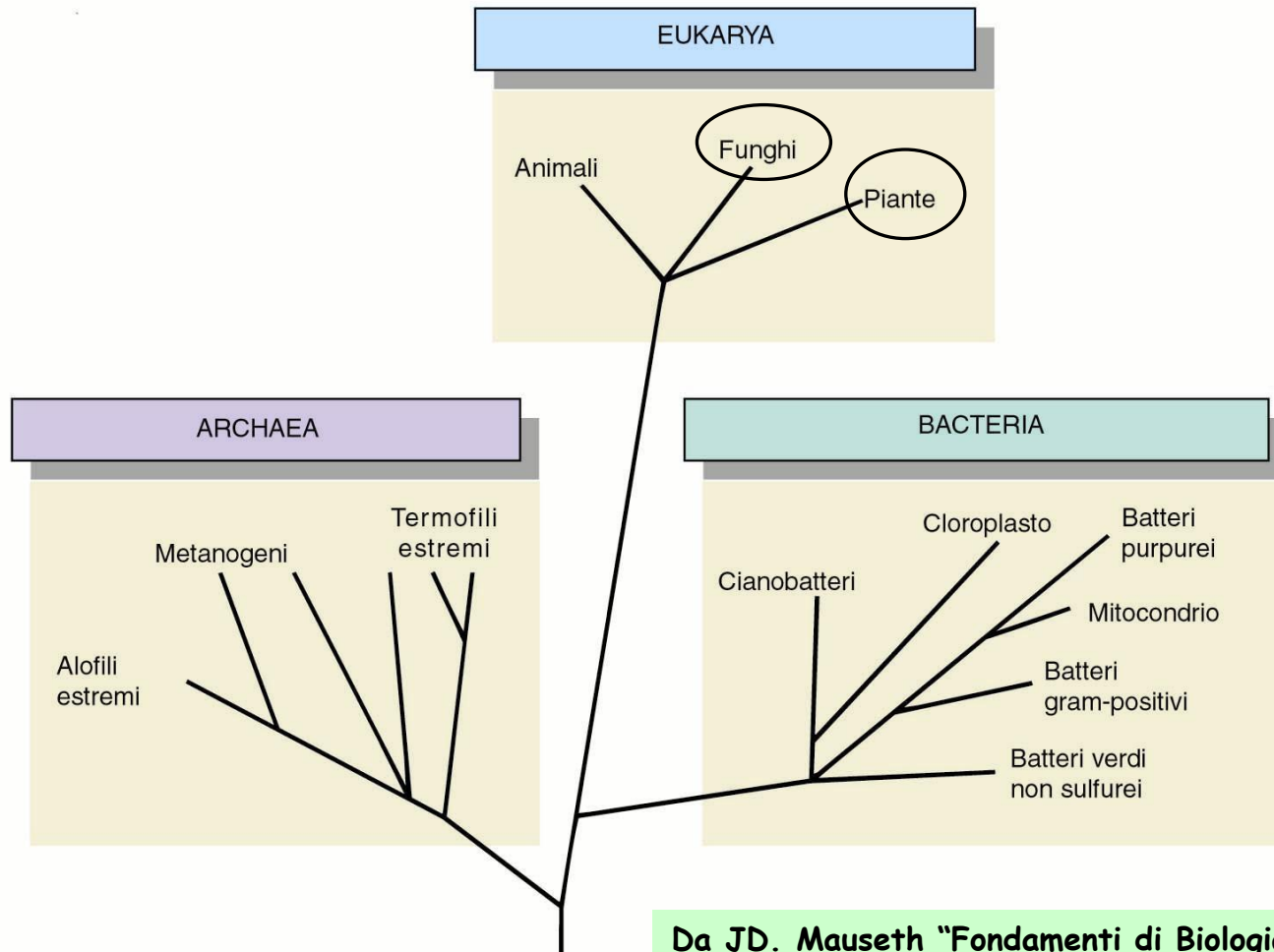
Eucarioti

Protozoi, Cromisti, funghi, organismi vegetali e organismi animali

due Super-regni



Albero filogenetico basato sul sequenziamento dell'rRNA, porta alla separazione dei viventi in tre domini principali (a partire da un progenitore comune a tutte le cellule)



La base dei viventi è l'organizzazione cellulare

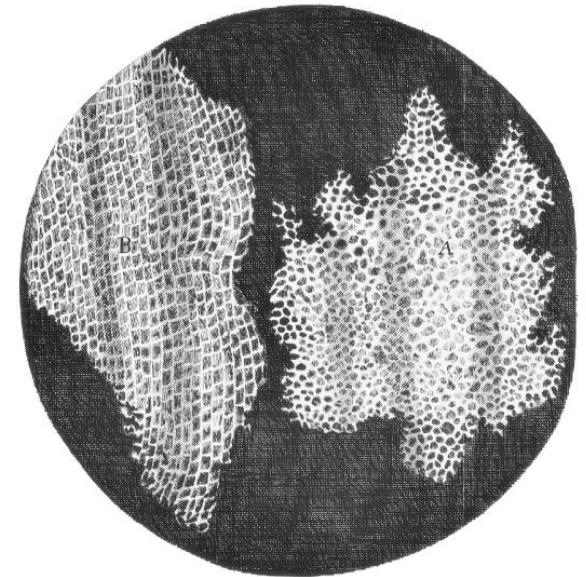
- Quanto più grande è un organismo, **maggiore** è il numero di cellule di cui è fatto
- Non cambiano, invece, le dimensioni delle singole cellule, che restano relativamente **piccole** e simili per tipologia di tessuto/organo.

La cellula

Nel 1665 Robert Hooke, fisico e naturalista inglese, osservando una fettina sottile di sughero con un rudimentale microscopio notò che era costituita da file di 'celle' ordinate simili ad un alveare che denominò 'cellule'.



(a)



(b)

Solo nel 1838 un botanico e un zoologo proposero che, sia le piante che gli animali, potessero essere costituiti da cellule.

Tutti gli organismi viventi sono composti da cellule.

La **cellula**: autonomia e coordinazione

- E' l'unità funzionale dell'organismo, in quanto potenzialmente in grado di svolgere in modo autonomo le funzioni vitali basilari (**metabolismo, crescita e replicazione**)
- Ne consegue che un intero organismo può essere fatto di una sola cellula (**Organismo Unicellulare**, es. procarioti, alcuni funghi e diverse alghe) o da un numero svariato di cellule (**Organismo Pluricellulare**).
- L'evoluzione ha però favorito gli organismi pluricellulari (es. molti funghi ed alghe, tutte le briofite e le piante vascolari).

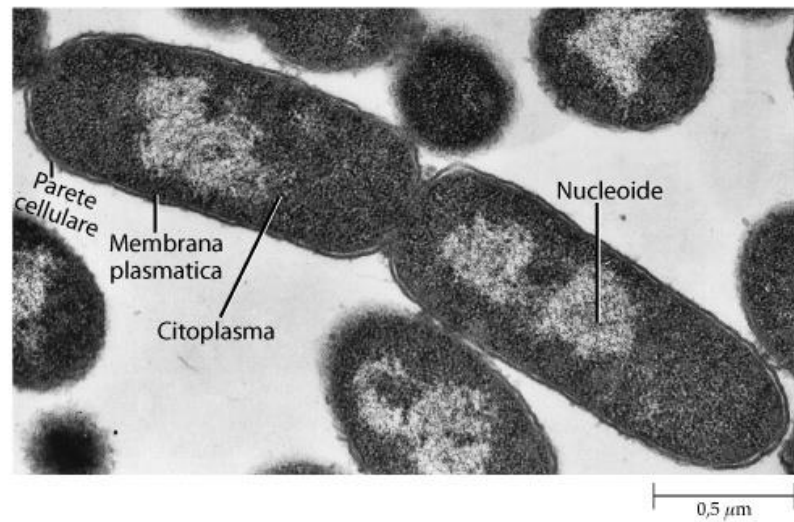
Perché???

La pluricellularità favorisce e richiede il **coordinamento**

- Un organismo pluricellulare può destinare gruppi di cellule a funzioni specifiche, pur mantenendo l'integrità dell'organismo.
- L'unica cellula di un organismo unicellulare deve svolgere tutte le funzioni vitali.
- Aumenta di molto la superficie utilizzabile per gli scambi con l'ambiente esterno, infatti **tantissime piccole cellule**, con i relativi spazi intercellulari, danno agli organismi pluricellulari una **grandissima superficie relativa (rapporto superficie/volume)** utilizzabile per i rapporti con l'esterno.

•L'aumento della complessità, negli organismi pluricellulari, ha portato a tipi cellulari diversi per forma e funzione e capaci di svolgere un lavoro integrato e coordinato.

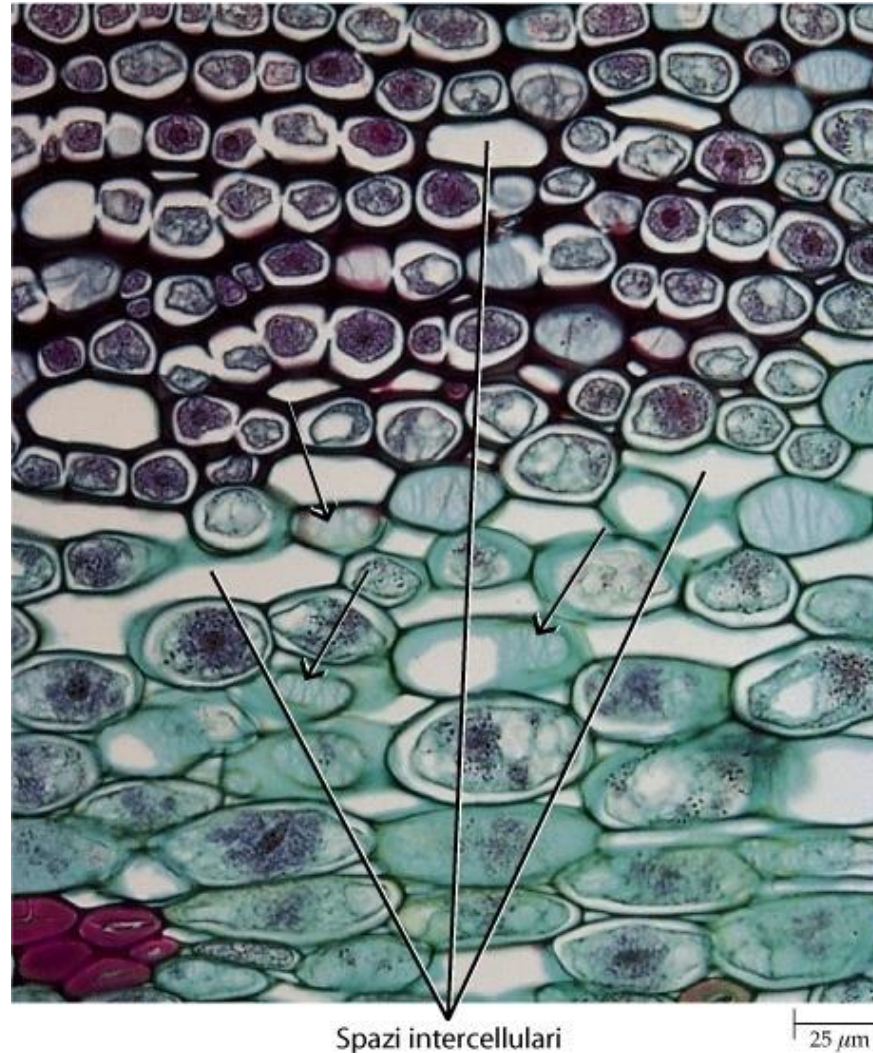
Es. di organismi unicellulari



Particolare di un tessuto vegetale composto da tante cellule.



L'organizzazione tissutale è una conquista evolutiva



La teoria cellulare

- 1- le cellule sono le unità morfologiche e fisiologiche di tutti gli organismi;
- 2- le proprietà di un organismo dipendono da quelle delle sue cellule;
- 3- le cellule si formano solo da altre cellule e la continuità è conservata nel materiale genetico;
- 4- la più piccola unità vivente è la cellula.

Un po' di storia.....

TEORIA CELLULARE



Le cellule sono le **unità strutturali** degli organismi viventi

(Tutti gli organismi sono costituiti da una o più cellule) *M. Schleiden*



Le cellule sono le **unità funzionali** degli organismi viventi

(Le reazioni chimiche e biochimiche di un organismo vivente hanno luogo all'interno delle cellule) *T. Schwann*



Ogni cellula **deriva da un'altra** cellula preesistente

(Le cellule contengono le informazioni ereditarie degli organismi di cui fanno parte, e queste informazioni passano dalla cellula madre alla cellula figlia) *R. Virchow*



Tutte le cellule viventi hanno una **origine in comune**

Importante corollario: *Weismann 1880*

Tutte le cellule

Condividono tre elementi:

1. Citoplasma
2. Materiale Genetico
3. Membrana Plasmatica

Differiscono tra loro per:

Forma
Dimensione
Funzione
Sostanze sintetizzate e/o utilizzate

Le cellule sono la sede del METABOLISMO

A che serve?

- Al mantenimento della **FORMA, STRUTTURA** ed **EFFICIENZA** cellulare.
- Attraverso il metabolismo viene assicurato il mantenimento delle **condizioni chimico-fisiche necessarie alla vita** della cellula, cioè alla sua **OMEOSTASI CELLULARE**.

METABOLISMO

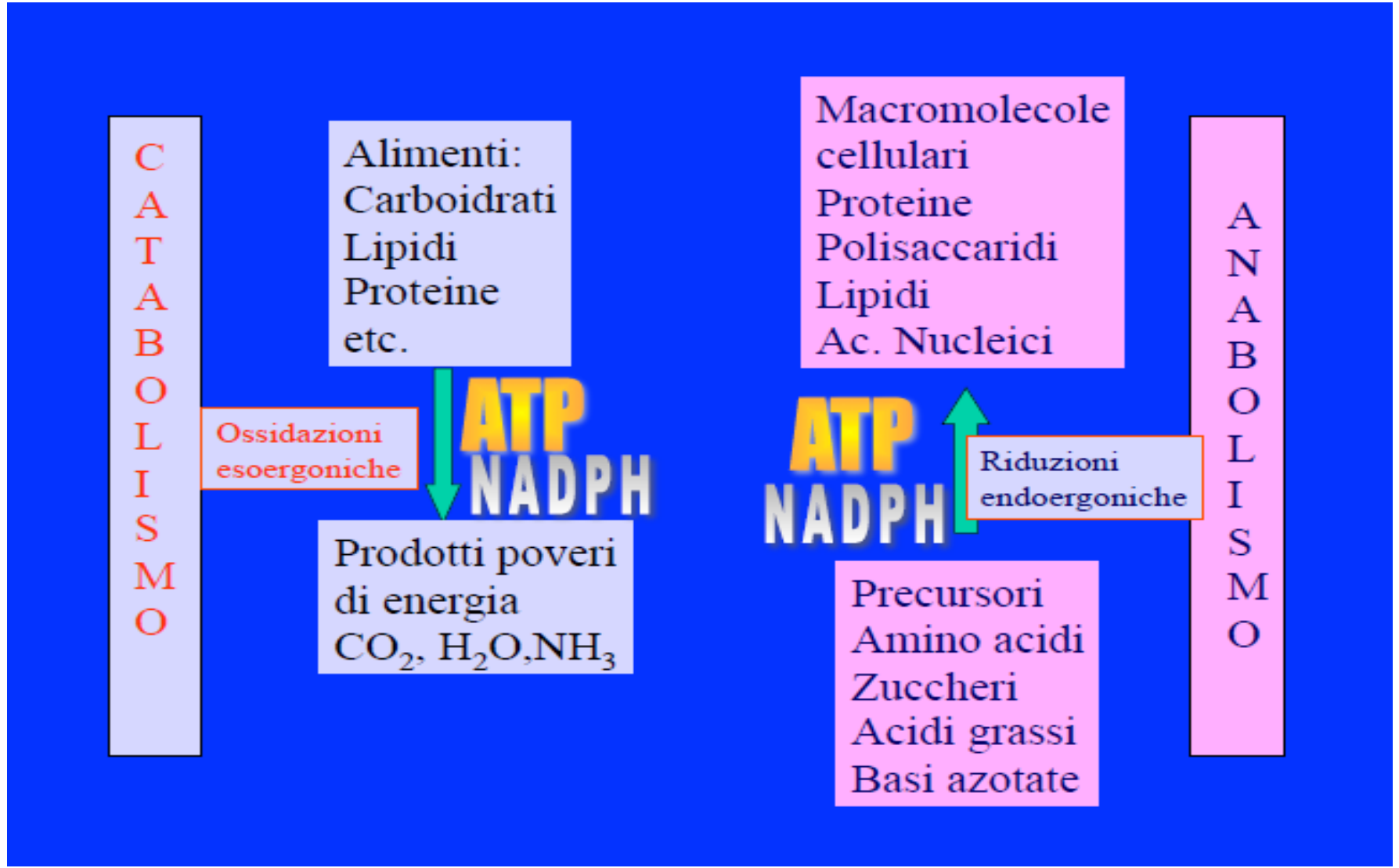
- **ANABOLISMO**

Insieme dei processi di **BIOSINTESI** con i quali la cellula produce le molecole che la costituiscono.

- **CATABOLISMO**

Insieme delle attività di **demolizione** delle molecole **organiche** per ricavarne energia necessaria alla vita.

Schematizzando:



Ogni cellula possiede le **informazioni** necessarie per costruire una cellula simile a se stessa

- Queste informazioni vengono ereditate dalla cellula madre e trasmesse alle cellule figlie.
- A che servono queste informazioni????
**SERVONO A COSTRUIRE LE
PROTEINE.**



PRIMOPIANO • [SANITÀ](#) • MEDICINA • STILI DI VITA • ALIMENTAZIONE • CEFALEA • FOCUS VACCINI • FOCUS REUMA • FOCUS SARCOMI • TELETHON PER VOI

ANSA.it > Salute&Benessere > Sanità > Presto si andrà dal medico con il Dna sul cellulare

Presto si andrà dal medico con il Dna sul cellulare

Ci lavorano esperti del Gruppo Mpeg, fondato dall' italiano Chiariglione



Redazione ANSA BRUXELLES 30 luglio 2022 12:30

Scrivi alla redazione Stampa



DALLA HOME SALUTE&BENESSERE

Malattie rare: noduli tiroidei dei bimbi,
società italiana

ne

8

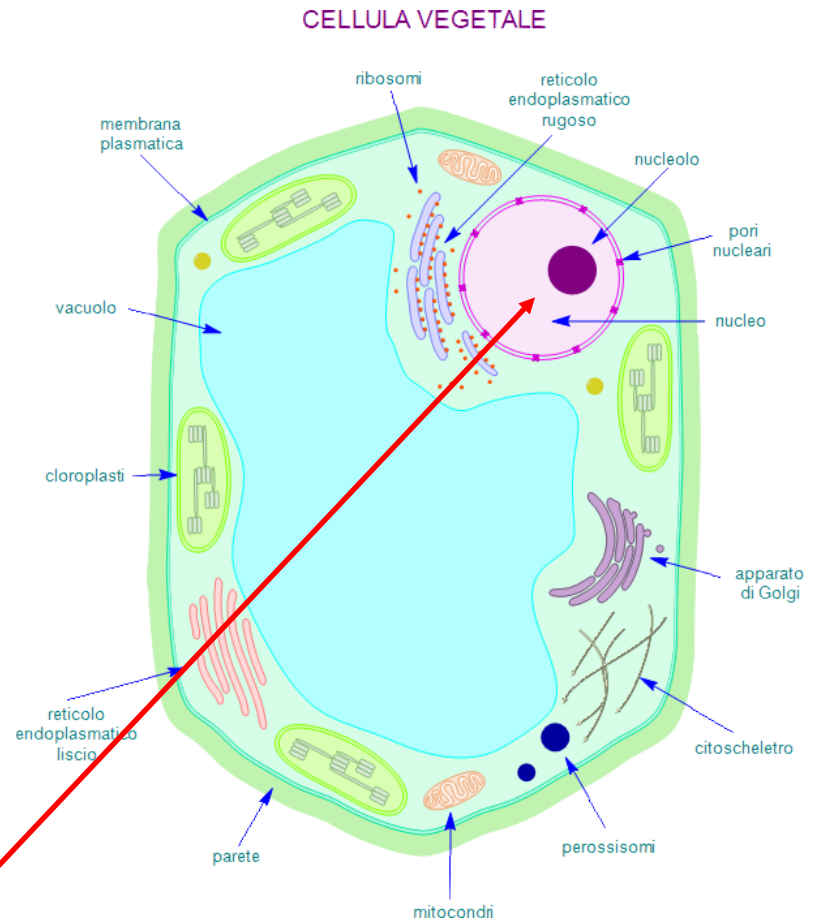
Il contenuto di DNA varia fra gli organismi

- *Escherichia coli* 0,004 $\times 10^{-9}$ mg
- *Aspergillus niger* 0,04 $\times 10^{-9}$ mg

- *Zea mays* 8,4 $\times 10^{-9}$ mg
- *Homo sapiens* 3,25 $\times 10^{-9}$ mg



Figura 1.10 Questo seme di fagiolo germinando produce una nuova pianta di fagiolo grazie alle informazioni genetiche ereditate dai genitori.



Alla base dell'evoluzione c'è la
capacità di **MUTAZIONE**

I viventi possono compiere **cambiamenti**
nella forma e nel funzionamento
(mutazioni **MORFOLOGICHE** e
FISIOLOGICHE)

durante il succedersi delle **GENERAZIONI**

Cosa è successo nel corso dell'**evoluzione**?

- Il numero di tipi di cellule e tessuti che costituiscono un organismo si è **progressivamente accresciuto**
- Come erano i vegetali più antichi?

Organismi unicellulari a struttura molto semplice

Come sono i vegetali più evoluti?

Le **Angiosperme** (**piante a fiore**) presentano numerosissimi tipi cellulari diversi per

FORMA e FUNZIONE

La Vita nel tempo

- **PROCARIOTI** (3,5 miliardi di anni fa)
- **EUCARIOTI** (1,5-2 miliardi di anni fa)
- Primi organismi macroscopici (**700 milioni di anni fa**)
- **Piante vascolari** (405 milioni di anni fa)
- **Piante a fiore** (165 milioni di anni fa)

AUTOTROFIA ed ETEROTROFIA

- Gli **autotrofi** si nutrono a partire da sostanze **inorganiche**

Chi sono?

Le piante superiori, le briofite, le crittogame vascolari, le alghe ed alcuni batteri

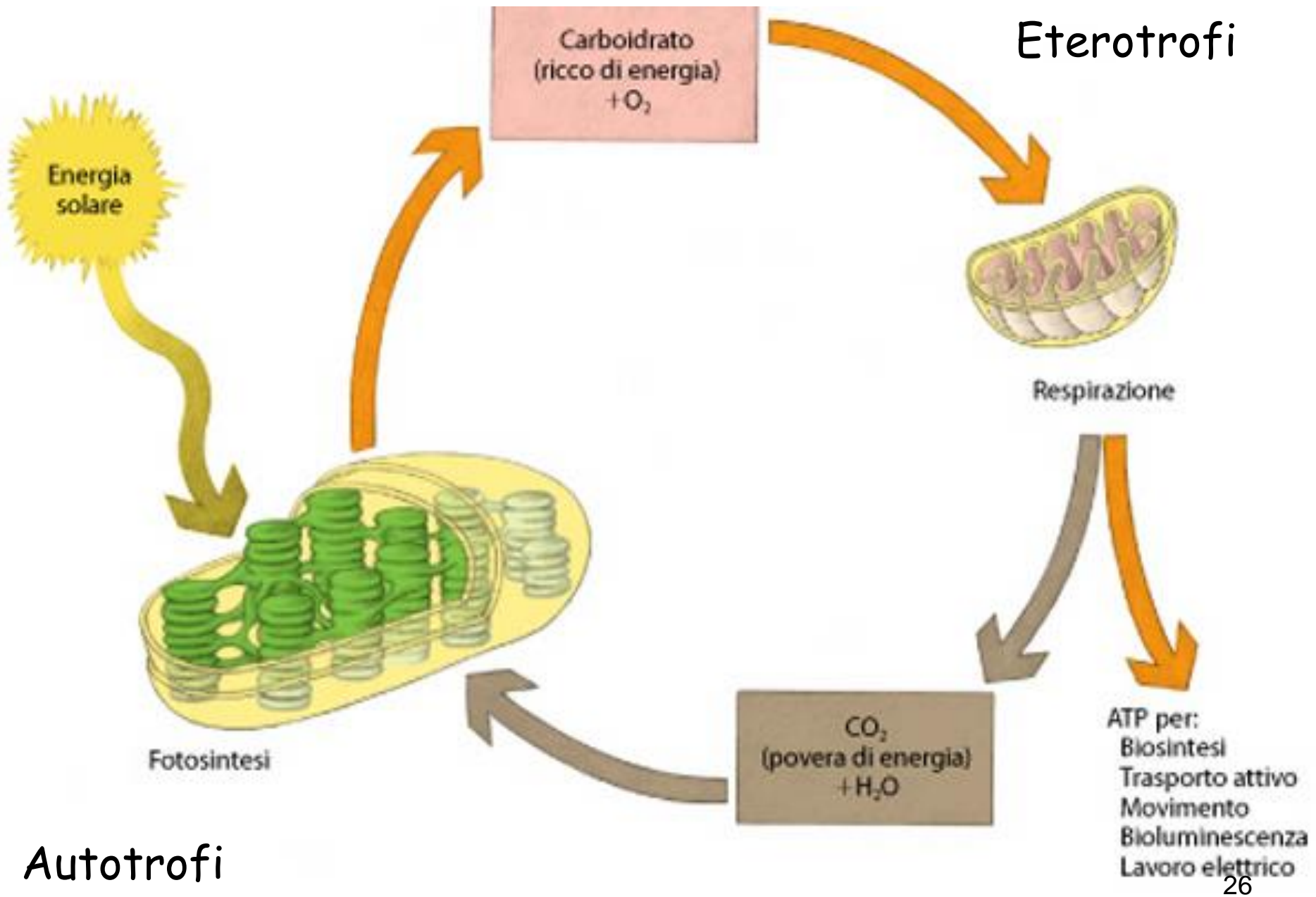
- Gli **eterotrofi**, si nutrono a partire da sostanze **organiche**

Chi sono?

Animali, funghi e gran parte dei batteri.

Tabella 10.1 Differenze fra autotrofi ed eterotrofi

	Autotrofi	Eterotrofi
Fonte di energia	Luce del sole, o composti inorganici ridotti	Carboidrati proteine e grassi
Fonte del materiale da costruzione	Composti inorganici	Composti organici
Organismi	Piante Alghe Cianobatteri Batteri fotosintetizzanti	Animali Funghi Piante parassite La maggior parte dei batteri



Quindi:

Un organismo **autotrofo** è in grado di produrre le proprie molecole energetiche a partire da semplici composti inorganici.

Un organismo **eterotrofo** ricava energia demolendo molecole organiche.

Gli autotrofi sono i **PRODUTTORI PRIMARI**

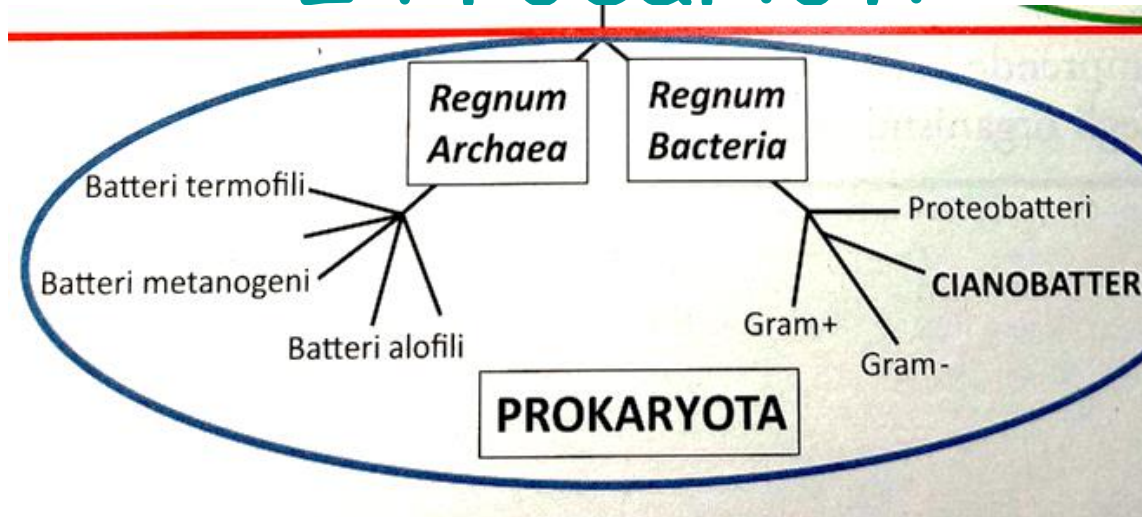
- Gli eterotrofi sono i **CONSUMATORI**

Tra gli eterotrofi troviamo organismi **indipendenti**, **saprofiti** e **simbionti**.

I **saprofiti** vivono a spese di materia organica morta, decomponendola.

I **simbionti** (**parassiti** e **mutualisti**) stabiliscono un'intima relazione nutrizionale con un autotrofo.

I Procarioti



Sono gli organismi più semplici, più piccoli e più diffusi sulla Terra

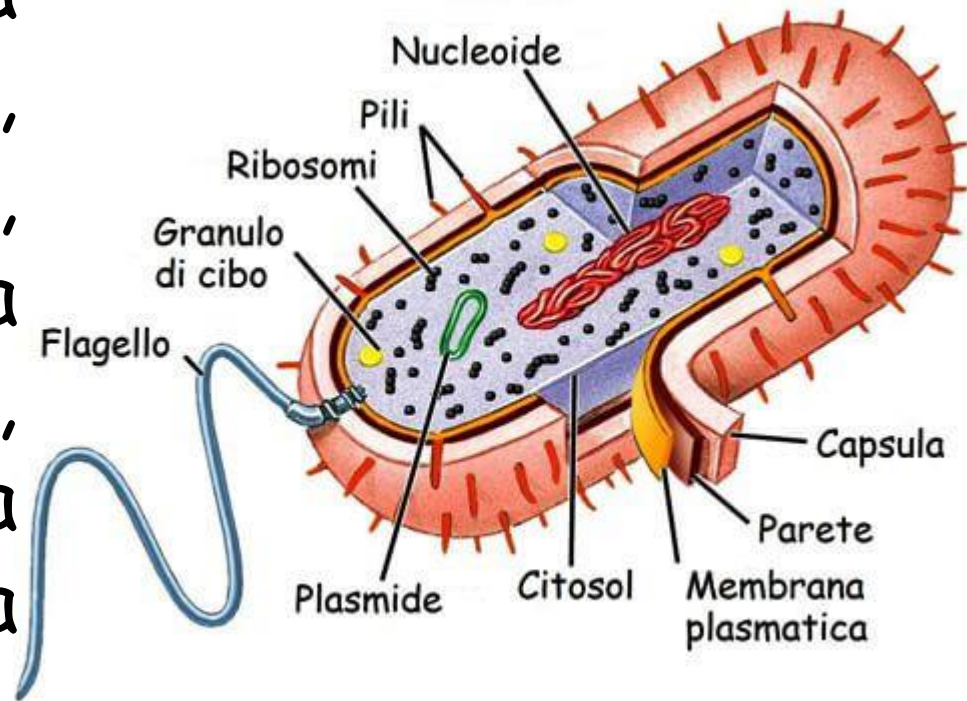
(il loro peso totale supera quello di tutti gli altri organismi messi insieme)

In 1 gr di suolo vi possono essere circa 2,5 miliardi di procarioti.

La cellula procariota

- I procarioti sono privi di un nucleo ben organizzato e delimitato da una membrana;

- Il DNA è una molecola singola, circolare o lineare, non complessata a proteine **istroniche**, localizzato in una regione della cellula detta **nucleoide**.





Unità di misura per riferimento

- ✚ **Metro** – m
- ✚ **Milimetro** – mm = 10^{-3} m
- ✚ **Micron** - μm : 10^{-6} m
- ✚ **Nanometro** – nm: 10^{-9} m = 10^{-3} μm [millimicron, obsoleto]
- ✚ **Ångstrom** – Å = 10^{-10} m = 10^{-1} nm
 - **Ångstrom**: Unità spesso usata in Scienze Naturali e tecnologia per esprimere le dimensioni di atomi, molecole, e strutture biologiche microscopiche, le dimensioni dei legami chimici, la disposizione degli atomi nei cristalli, la lunghezza d'onda della radiazione elettromagnetica e le dimensioni dei component dei circuiti integrati (elettronica).

1,5 μm

Dimensioni della cellula batterica

➤ Generalmente comprese fra 1-10 μm (inferiori a cellula eucariotica)

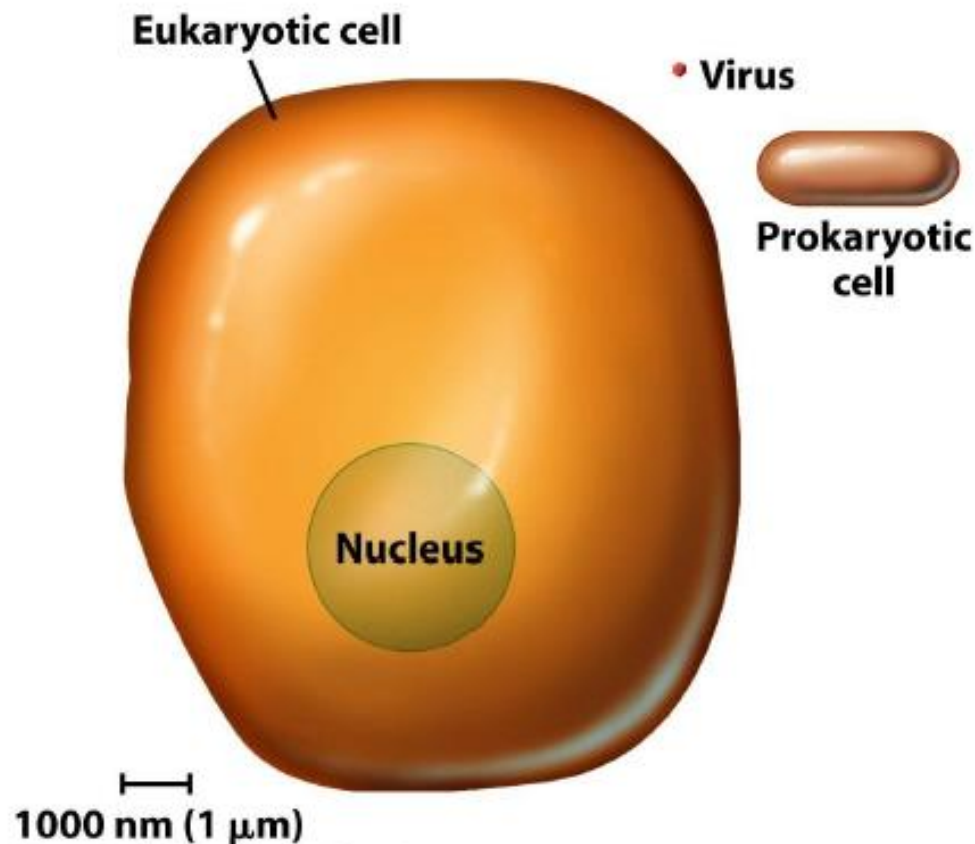


Figure 2-3c Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

La cellula procariota

- Nella cellula procariote sono presenti anche uno o più molecole di DNA oltre quello del nucleoide, in genere circolari, detti **PLASMIDI**;
- Sono presenti numerosi ribosomi 70S, più piccoli dei ribosomi degli eucarioti (80S);
- Hanno una parete cellulare;
- Sono privi di citoscheletro.

S= Svedberg o fattore di sedimentazione

Organizzazione della cellula batterica

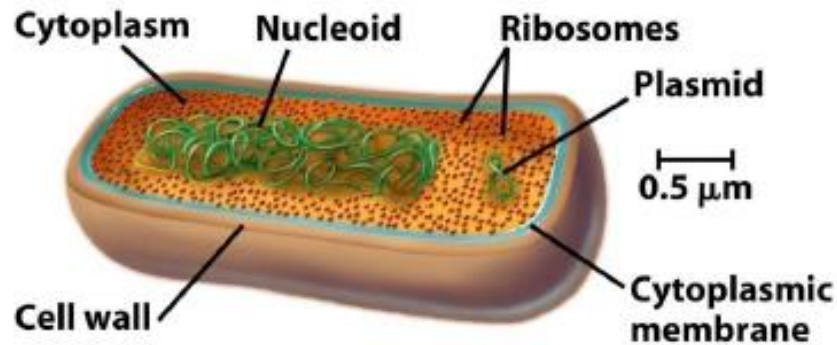


Figure 2-1a Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Cellula batterica

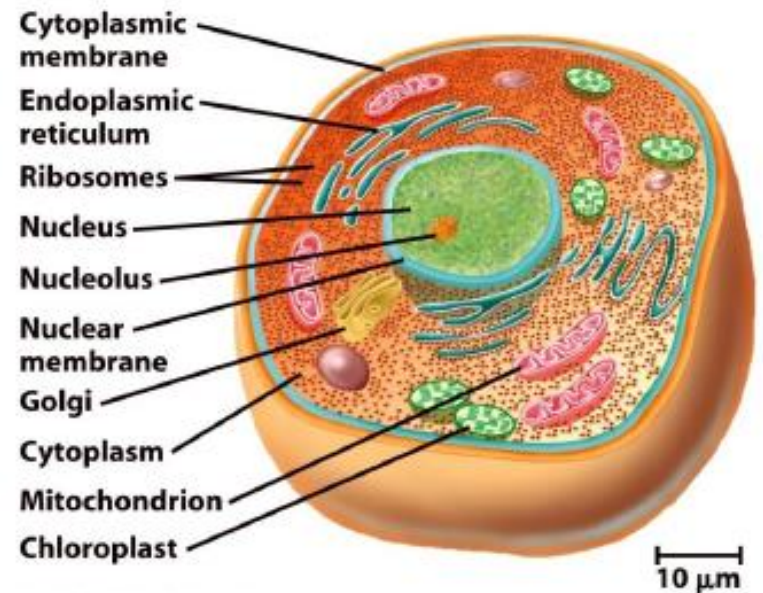


Figure 2-1b Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Cellula eucariotica

Organizzazione della cellula batterica

Alcune differenze con gli eucarioti:

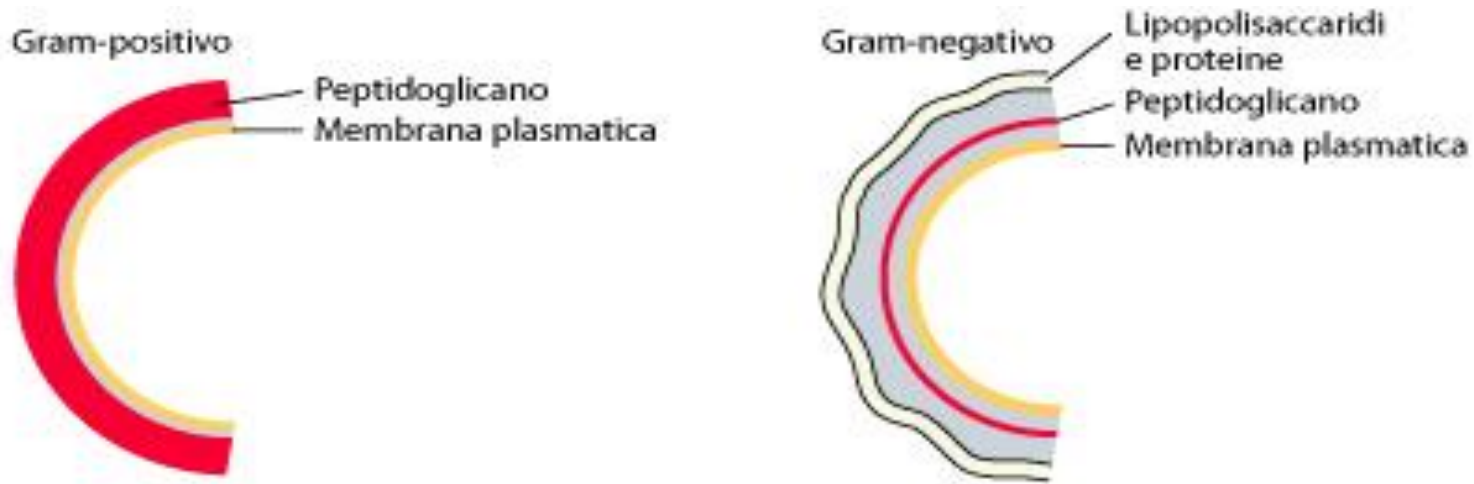
	Procariota	Eucariota
Nucleo	assente	presente
Materiale genetico	1 cromosoma circolare (con eccezioni)	cromosomi lineari
Dimensione genoma (bp)	$5 \times 10^5 - 8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7 - 5 \times 10^9$
Organelli citoplasmatici	solo ribosomi	presenti
Citoscheletro	assente	presente
Ribosomi	70S	80S nel citoplasma e 70S quelli mitocondriali e plastidiali

Cosa manca nella cellula procariotica?

- Mitochondri
- Plastidi
- Reticolo endoplasmatico
- Lisosomi
- Perossisomi
- Cromosomi veri
- Nucleo delimitato da membrana

MANCA LA RIPRODUZIONE SESSUALE?

La parete cellulare dei batteri



Nei Bacteria, ma non negli Archea, la parete contiene polimeri complessi - peptidoglicani (amino-zuccheri) (**mureina**)

Negli Archea la parete è costituita da glicoproteine e polisaccaridi.

Organizzazione della parete batterica

Più strati di un
POLIMERO RIGIDO
detto PEPTIDOGLICANO

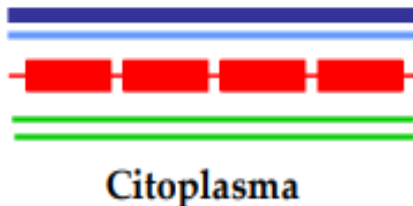


Membrana plasmatica

Batteri Gram-positivi

Struttura membranacea
Detta MEMBRANA ESTERNA

Uno (o pochi) strato(i) di
PEPTIDOGLICANO



Membrana plasmatica

Batteri Gram-negativi

Peptidoglicani:
polimeri complessi
costituiti da
polisaccaridi come
acetilglucosammina
e acido acetil
muramico e peptidi

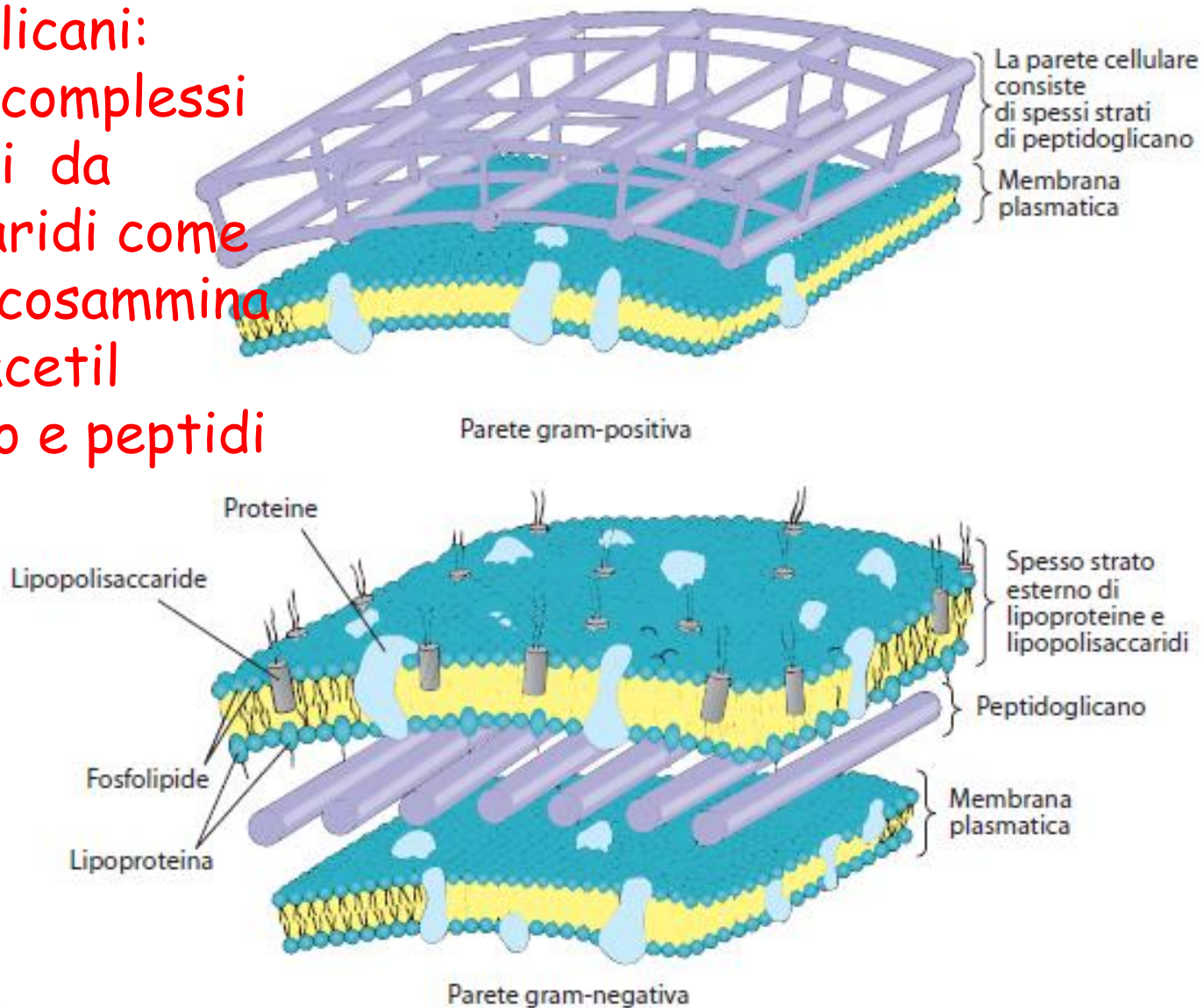


Figura 25.6 I batteri gram-positivi e i gram-negativi differiscono nella struttura della loro parete cellulare. Entrambi presentano uno strato di peptidoglicano, ma i batteri gram-negativi hanno uno strato addizionale esterno di lipopolisaccaridi (LPS) che conferisce alla parete un aspetto superficiale diverso e impedisce a molte grandi molecole di raggiungere sia lo strato di peptidoglicano sia la membrana cellulare.

Il peptidoglicano conferisce rigidità alla cellula:
impedisce la lisi o il collasso della cellula, in risposta a variazioni della pressione osmotica quindi protegge la cellula da stress meccanici e determina la forma dei batteri (cellula batterica).

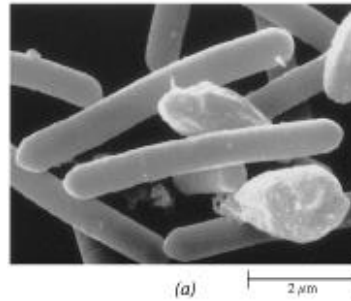
Il peptidoglicano contribuisce alla patogenicità batterica.

La parete cellulare è sensibile a diversi antibiotici che inducono la lisi della parete e conseguentemente la morte della cellula. Gli antibiotici rompono i legami tra le diverse catene di peptidoglicano che formano la parete batterica.

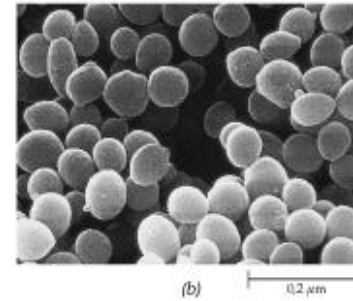
Tipologie di **Procarioti**



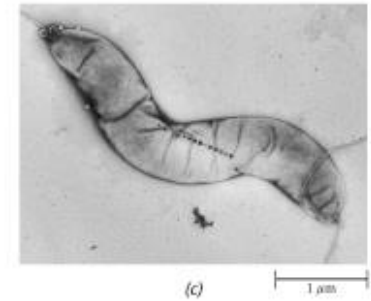
Un procariota filamentoso



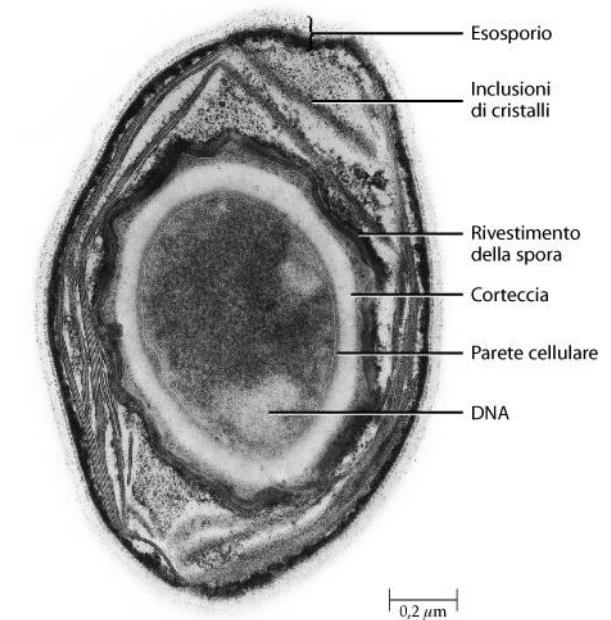
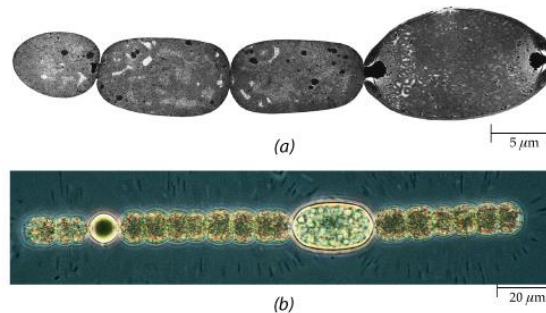
Bacilli



Cocchi



Spirillo



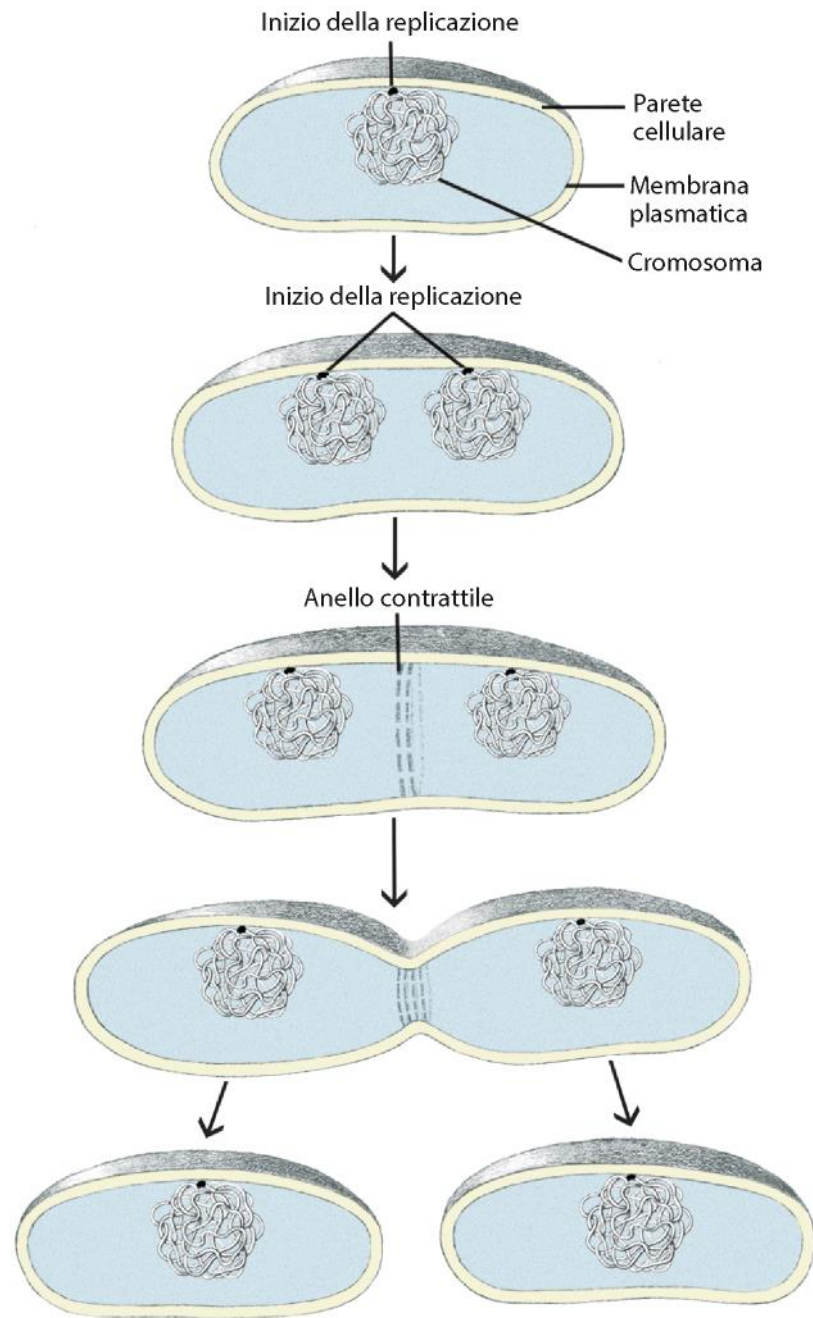
Endospora

Come **si moltiplicano** i procarioti?

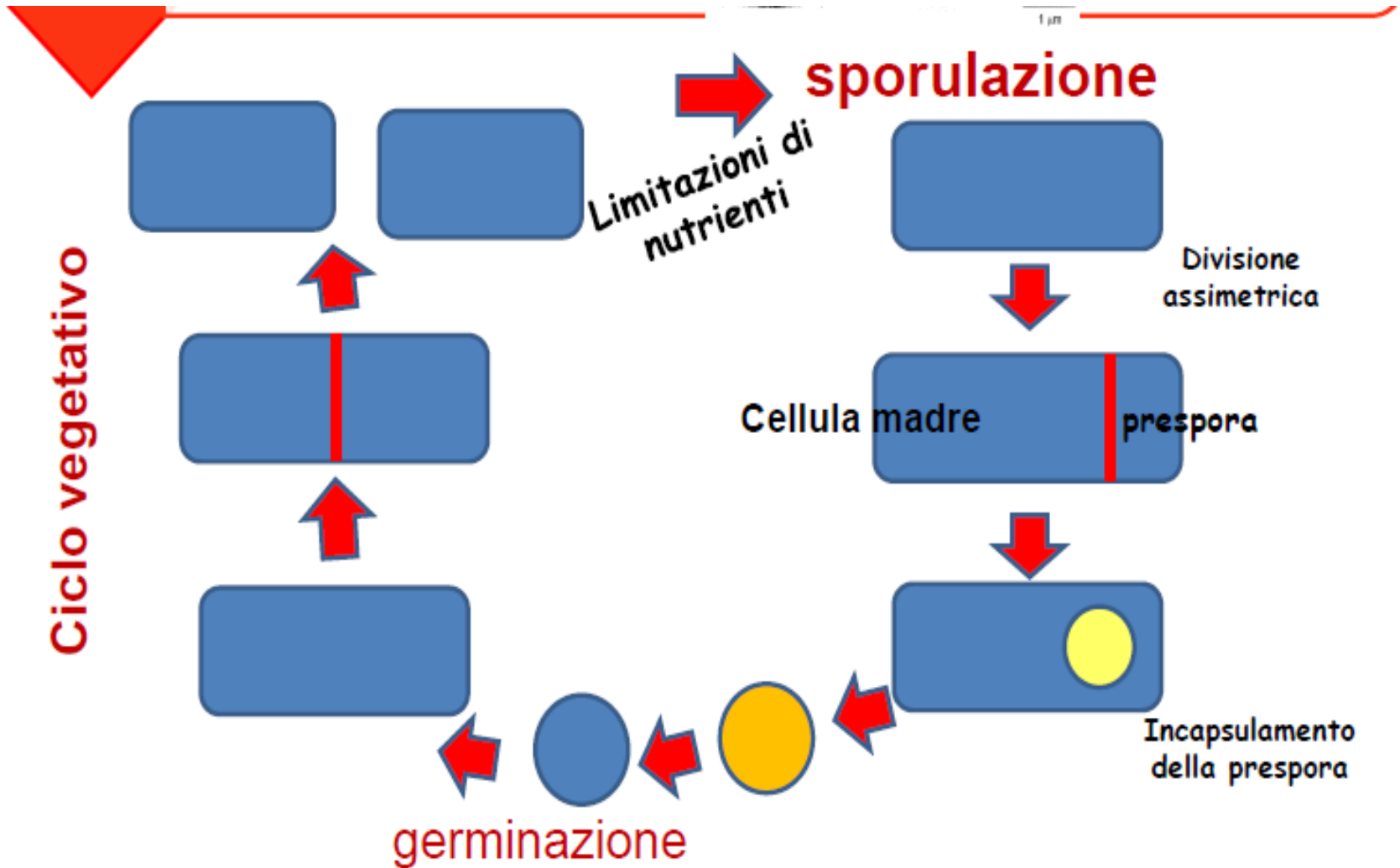
- Per scissione
- Gemmazione
- Frammentazione
- Sporulazione

Conseguenza?

La progenie è **clonata**



Esempio di sporulazione batterica



Tuttavia esempi di **CONIUGAZIONE** con trasferimento di materiale genetico da un individuo ad un altro sono noti tra alcuni batteri.



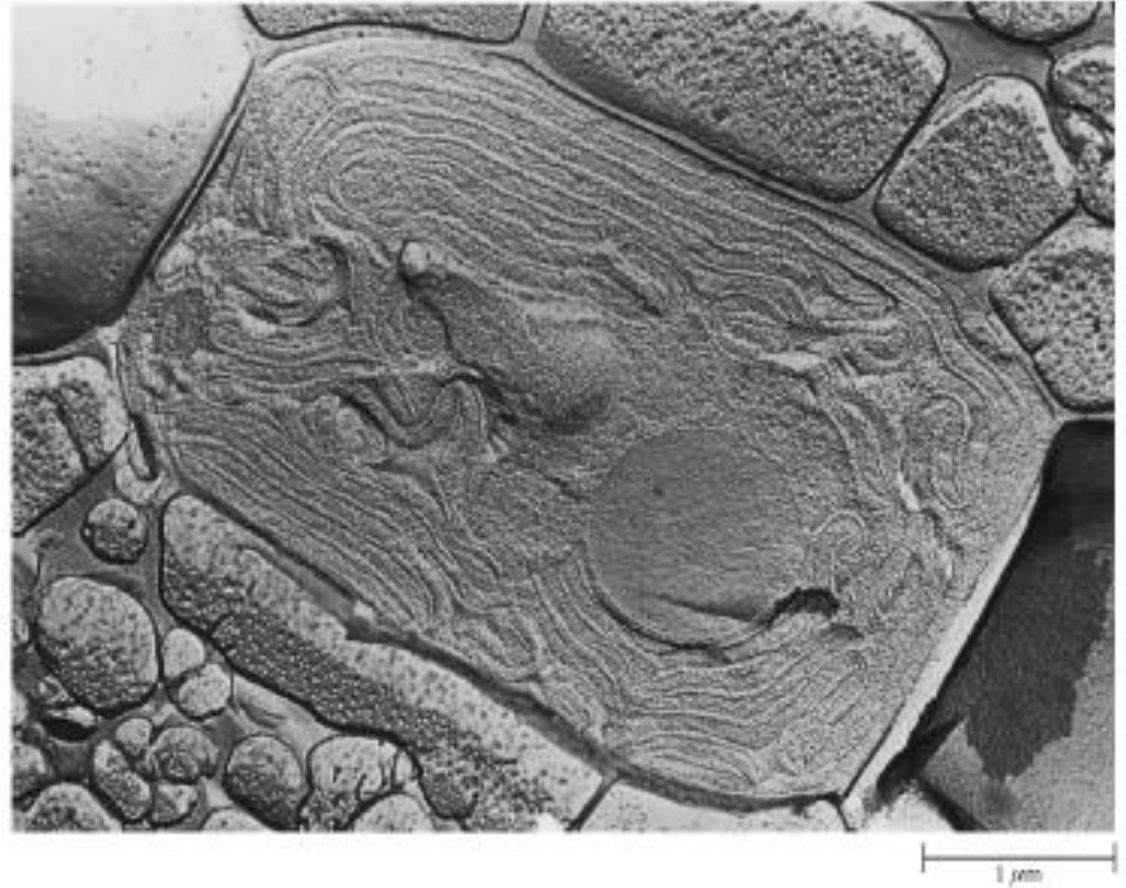
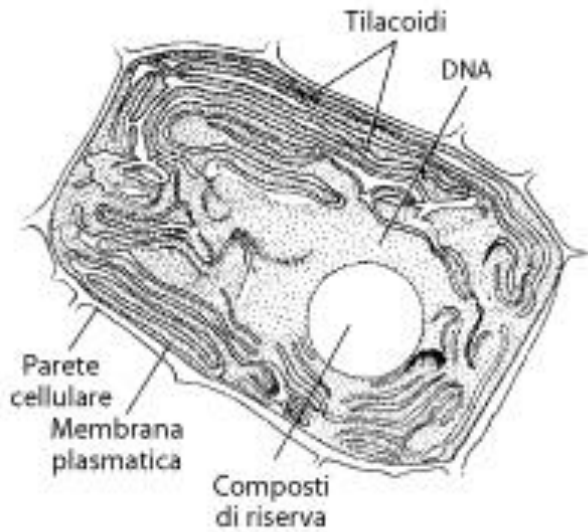
Anche i plasmidi vengono trasferiti in questo modo.

La membrana plasmatica serve come sito per l'attacco di vari componenti molecolari.

La membrana della cellula procariote è formata da un doppio strato lipidico ed è simile da un punto di vista chimico a quella delle cellule eucariote, tuttavia manca di **colesterolo e di altri steroli**.

Sulla membrana plasmatica è posizionata la catena di trasporto degli elettroni che nelle cellule eucariote si trova nelle membrane mitocondriali.

Nei batteri fotosintetici, la fotosintesi si svolge sulla membrana plasmatica.



Cellula di un cianobatterio, la fotosintesi avviene nelle membrane, tilacoidi, contenenti clorofilla

Nonostante la semplicità strutturale presentano **STUPEFACENTI** capacità di adattamento a differenti ambienti

- 1 grammo di terreno contiene circa 10^9 batteri, alcuni sono **PATOGENI**, la maggior parte sono **SAPROFITI** cioè ricavano il carbonio da materia organica morta (**organismi decompositori**, principale difesa dell'ecosistema contro l'accumulo di rifiuti e contro fonti di inquinamento).

I procarioti possono essere autotrofi o, soprattutto, eterotrofi.

Gli eterotrofi sono patogeni o per lo più saprofiti.

Gli autotrofi possono essere:

➤ **Autotrofi fotosintetici**, ricavano l'energia necessaria per organizzare il carbonio dalla luce solare;

➤ **Autotrofi chemiosintetici**, ricavano l'energia da composti inorganici come composti contenenti azoto, zolfo o ferro o dall'ossidazione di idrogeno gassoso.

Gli *Archaea* occupano un'ampia varietà di habitat, dai più estremi a quelli accessibili a tutti gli altri organismi. Appartengono a questo gruppo i batteri alofili estremi, i metanogeni e i termofili.

L'habitat ideale degli Archea termofili è rappresentato dalle regioni della terra caratterizzate da attività geotermiche come le acque termali e le fonti idrotermali delle profondità marine, nonché laddove sia presente materia organica in decomposizione come nel caso dei pantani torbosi e del compost.

Analizzando le rocce presenti nel sito Unesco noto come «Cintura di rocce verdi di Barberton» in Sudafrica, una delle più antiche strutture geologiche al mondo, un team di ricercatori dell'Università di Bologna ha scoperto i più antichi resti fossili di archeobatteri metanogeni – microrganismi vissuti 3.42 miliardi di anni fa all'interno di un sistema di venule idrotermali.

Luglio 2021

Archeobatteri termofili estremi



Con il termine **termofilo** si indica un insieme di organismi, che vive e si moltiplica a temperature relativamente elevate, ovvero oltre i $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, con temperature ottimali tra gli $80\text{-}100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

(temperature > 70°C fino a 140°C)



Immagine aerea del **Grand Prismatic Spring**, nel **parco nazionale di Yellowstone**. La colorazione brillante è in parte dovuta alla presenza di termofili. I pigmenti carotenoidi di strati e strati di batteri termofili colorano i canali di scolo del colore arancio-bruno.

53

Gli **Archea** differiscono dai Bacteria, in particolare, per:

- la sequenza dei loro **RNA ribosomali**
- la composizione lipidica della loro **membrana plasmatica**
- **l'assenza di peptidoglicano** nelle loro pareti cellulari

Batteri metanogeni

I metanogeni sono Archaea che producono metano (CH_4).

Sono tutti anaerobi e non tollerano neppure una minima esposizione all' O_2 .

Questi batteri possono produrre metano a partire da H_2 e CO_2 .

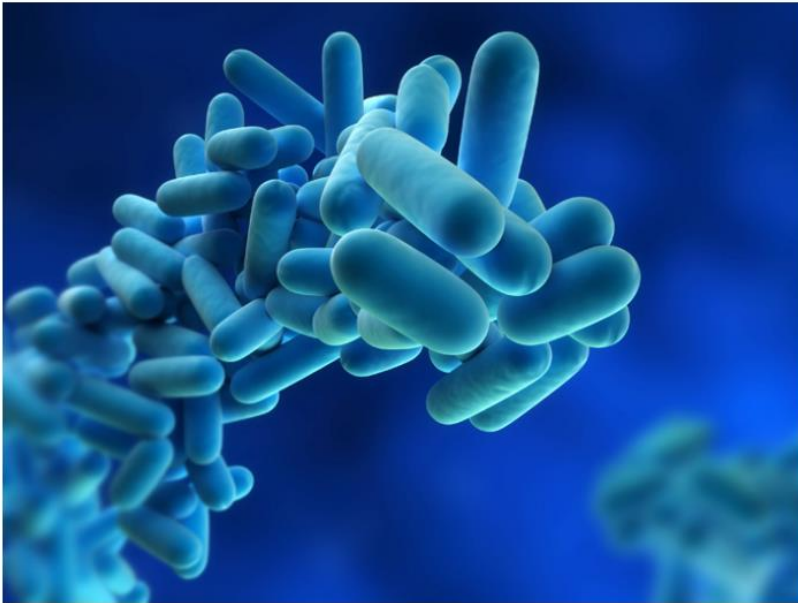
I metanogeni sono presenti negli impianti delle acque reflue, nelle paludi e nelle profondità degli oceani.

La maggior parte delle riserve di gas naturale oggi utilizzate come combustibile deriva dall'attività di questi batteri.

Archea metanogeni

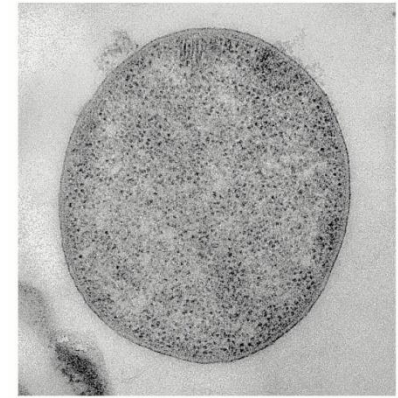
sono chemiosintetici

sono strettamente anaerobi



La ricerca biotecnologica applicata al settore power-to-gas ha sviluppato processi di metanazione artificiale, che sfruttano il metabolismo di microorganismi arcaici per produrre metano utilizzando fonti energetiche rinnovabili

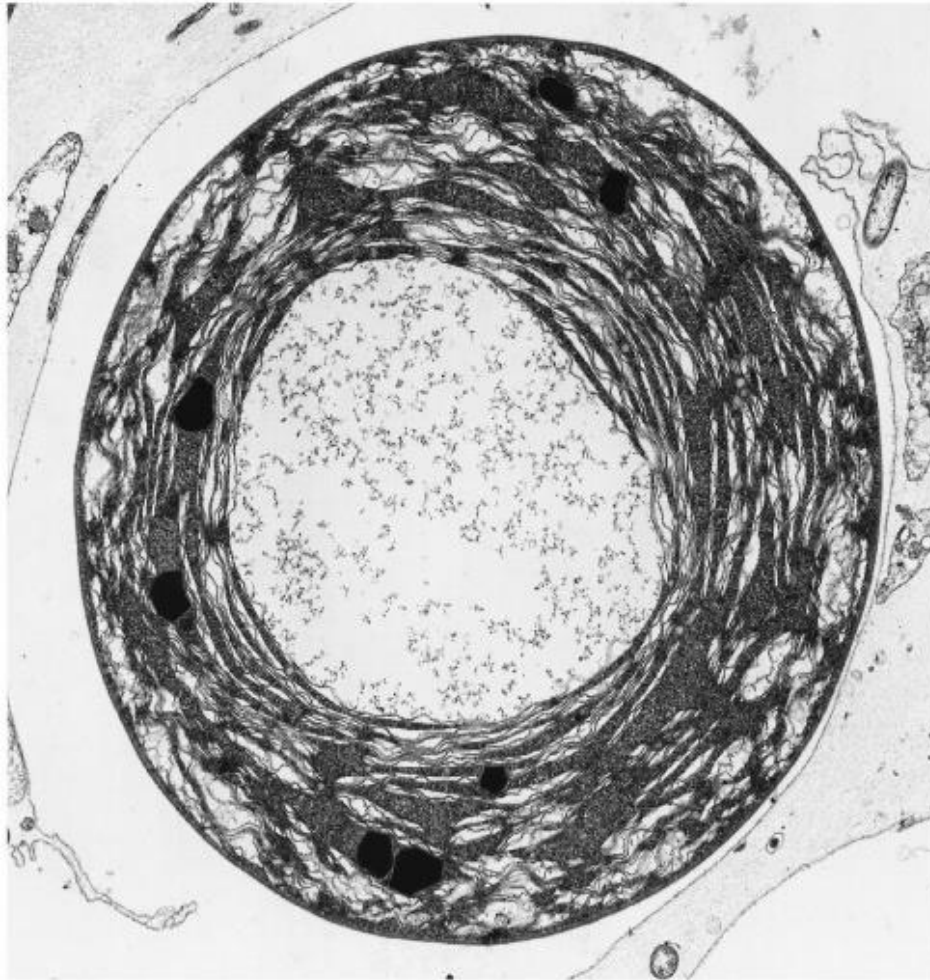
Miliardi di anni fa un gruppo di batteri arcaici ha contribuito a modificare l'atmosfera terrestre, rendendo il nostro pianeta un luogo ospitale per forme di vita più evolute. Questi archeobatteri sono ancora fra noi (alcuni di essi, ad esempio, si trovano nel nostro intestino) e, oggi come allora, il loro metabolismo produce metano e acqua partendo da idrogeno e anidride carbonica.



Power-to-gas è la tecnologia che trasforma il surplus di elettricità in molecole di gas trasportabili su lunghe distanze a basso costo.

Bacteria

Batterio fotosintetico



Prochloron

2 μ m

È evidente l'esteso sistema di tilacoidi. Sono presenti: clorofilla a, b e carotenoidi gli stessi pigmenti presenti nelle alghe verdi e nelle piante terrestri.

Altre forme di batteri fotosintetici:

Batteri purpurei e verdi

Rappresentano il maggior gruppo di batteri fotosintetici.

L'intero processo fotosintetico ed i pigmenti utilizzati differiscono da quelli dei cianobatteri e degli organismi vegetali.

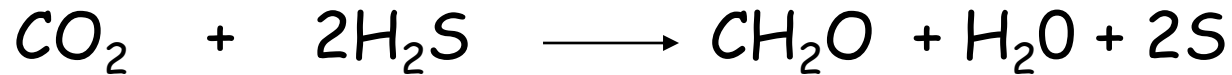
Principale differenza fra cianobatteri e batteri purpurei e verdi:

I cianobatteri producono ossigeno i batteri purpurei e verdi no.

I batteri verdi e purpurei possono vivere alla luce solo se in assenza di O_2 . L'ossigeno inibisce la sintesi di pigmenti in questi batteri.

I cianobatteri utilizzano la clorofilla a e due fotosistemi per il processo fotosintetico, i batteri verdi e purpurei hanno un solo fotosistema e pigmenti diversi, tra cui la batterioclorofilla.

Alcuni batteri verdi e purpurei utilizzano lo zolfo come molecola donatrice di elettroni.



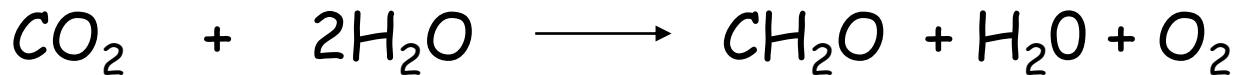
Anidride
carbonica

Acido
solfidrico

Carboidrato

Zolfo

Organismi vegetali:

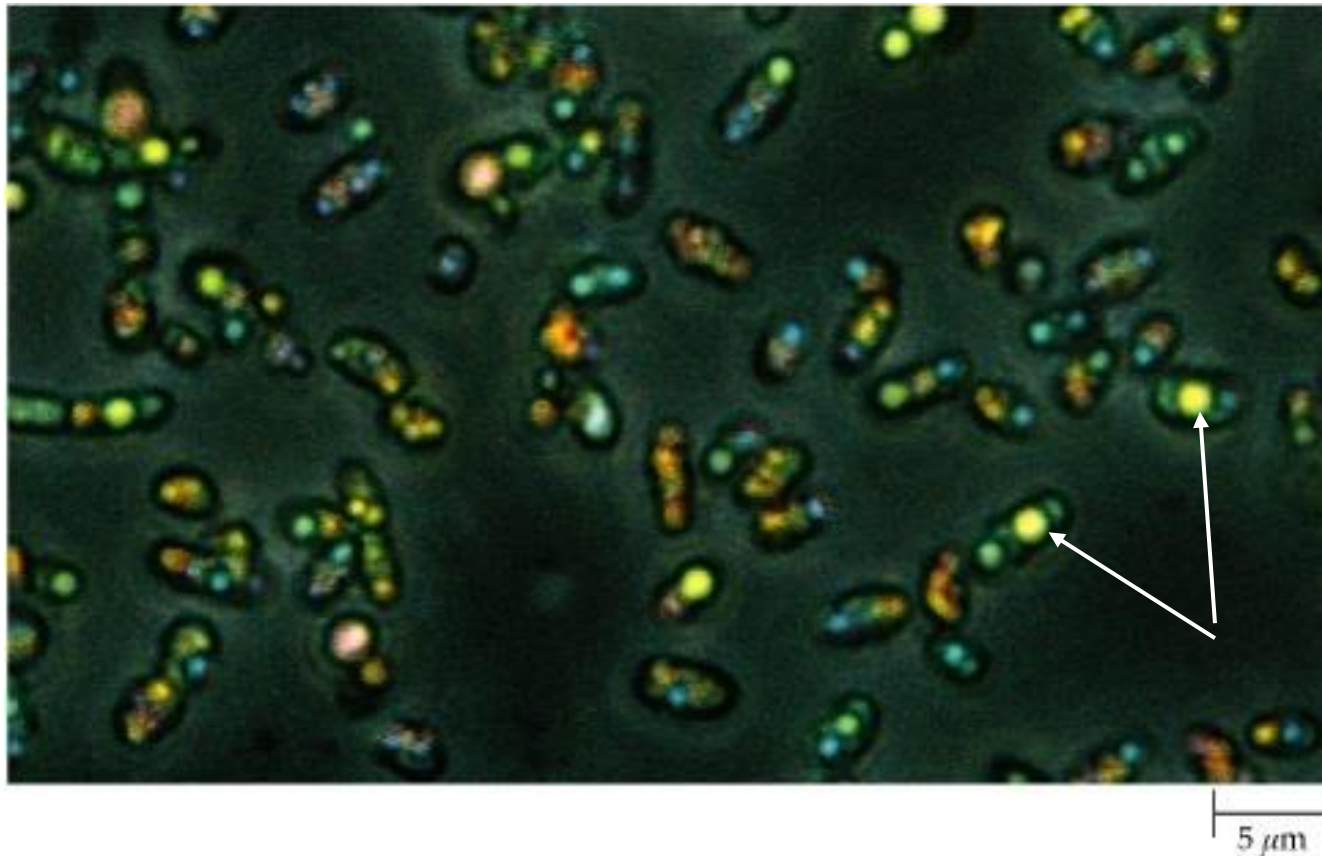


Anidride
carbonica

Acqua

Carboidrato

Ossigeno



Accumulo
di S
all'interno
dei batteri

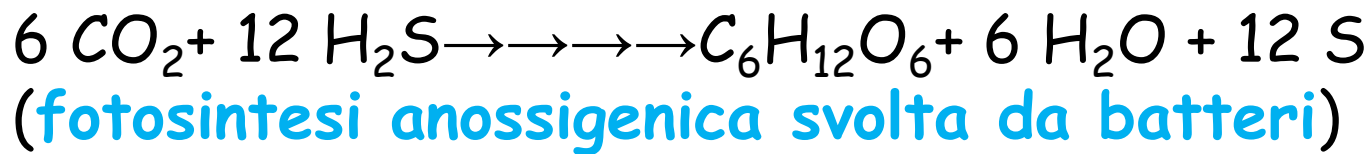
Solfobatteri purpurei

I batteri verdi e purpurei crescono in habitat che contengono grandi quantità di sostanze organiche in decomposizione.

Le fonti naturali dei composti dello zolfo sono i vulcani e le fumarole (emanazioni di vapore e altri gas vulcanici presenti generalmente in prossimità dei crateri o dei fianchi di vulcani attivi) che emettono anidride solforosa (SO_2) e acido solfidrico (H_2S).

La SO_2 per ossidazione, in presenza di acqua si trasforma in acido solforico (H_2SO_4) che si dissocia in ioni solfato (SO_4^{--}), questi costituiscono la principale fonte disponibile di zolfo per le piante.

L'acido solfidrico invece



Il contenuto di zolfo nel suolo oscilla tra lo 0,01 e lo 0,5%, ma nella maggior parte dei casi non supera lo 0,06%.

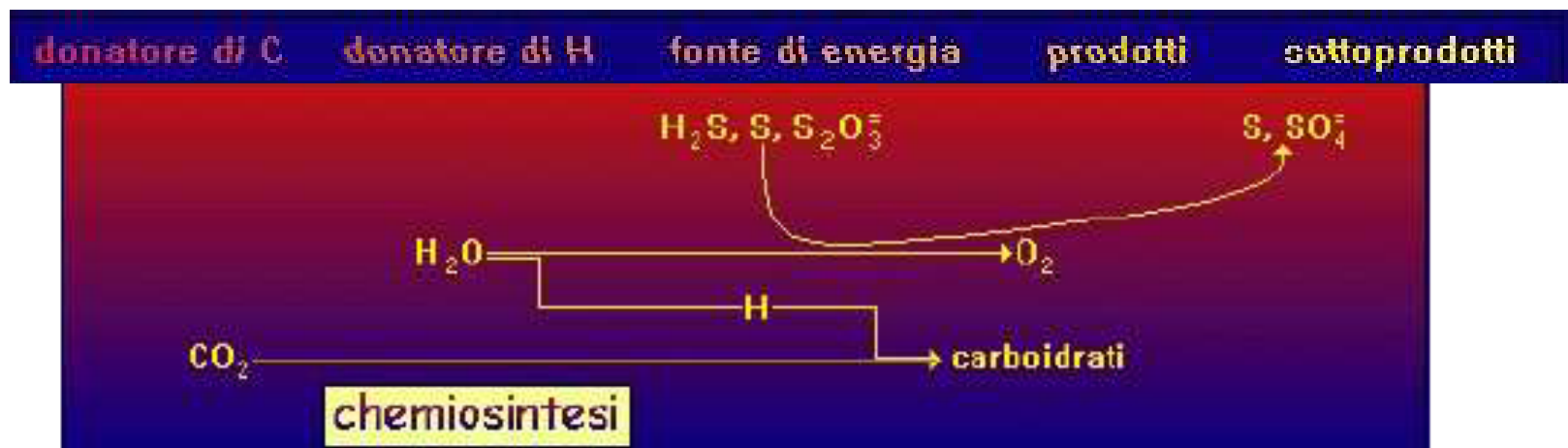
I ***solfobatteri*** ricavano l'energia necessaria per la sintesi dei carboidrati da due diversi tipi di metabolismo:

Chemiosintesi e fotosintesi dei solfobatteri

CHEMIOSINTESI avviene in assenza di luce,

Fonte energetica: ossidazione di semplici composti inorganici

Esempio di batteri capaci di ossidare i composti ridotti dello zolfo sono i *Thiobacillus*



I solfobatteri anaerobi sono fotosintetici ma la loro attività biologica dipende dalla presenza di acido solfidrico come fonte di idrogeno (al posto dell'acqua) e dà luogo a ioni solfato come sottoprodotto.



I batteri del genere *Thiobacillus*, sono in grado di attuare la **fotosintesi anossigenica**, cioè di ossidare l'acido solfidrico a solfato utilizzando l'energia che ne deriva per organizzare l'anidride carbonica

I solfobatteri possono anche utilizzare l'energia luminosa, **ma in assenza di ossigeno**, per produrre glucosio. In questo caso non viene utilizzata H_2O come fonte di H ma H_2S e altri composti dello zolfo e si producono sottoprodotti come S e SO_4^{--} .



Le piante assorbono lo zolfo solo sotto forma di solfato, mentre la decomposizione di materia organica contenente zolfo porta alla formazione di acido solfidrico (H_2S).

Le piante dopo aver assorbito ioni solfato solubili, li utilizzano per la sintesi di composti organici come aminoacidi solforati (metionina, cisteina, e proteine che contengono tali aminoacidi).

Perchè è importante lo Zolfo?

Perchè è un costituente di molecole importanti come alcuni aa, cisteina e metionina, del tripeptide glutatione e di altri composti che derivano da questi.

- È presente in numerosi metaboliti coinvolti nelle risposte di difesa.
- È presente nei lipidi delle membrane tilacoidali.
- I complessi ferro-zolfo sono implicati in reazioni di trasferimento degli elettroni.

Alcuni procarioti trovano applicazioni in campo biotecnologico

- I batteri sono fonte di un rilevante numero di antibiotici come ad esempio la streptomicina, la neomicina e la tetraciclina.
- La produzione di quasi tutti i formaggi coinvolge la fermentazione batterica dello zucchero lattosio in acido lattico, che coagula le proteine del latte.
- I batteri sono utilizzati nella produzione dello yogurt.
- I metanogeni producono metano