

**CHIMICA DELLE  
FERMENTAZIONI E  
MICROBIOLOGIA INDUSTRIALE**

## 1. I MICROORGANISMI E LE LORO CARATTERISTICHE GENERALI:

Sono esseri viventi che hanno dimensione del diametro inferiore ad un millimetro, così non sono visibili ad occhio nudo. Vi è una scienza che studia questi esseri, chiamata *tassonomia*, introdotta da Carlo Linneo. Egli definì la tassonomia come un sistema gerarchico formato da categorie. Esse sono:

- ❖ Regno
- ❖ Phylum
- ❖ Classe
- ❖ Ordine
- ❖ Famiglie
- ❖ Genere
- ❖ Specie

La specie è la più importante fra le categorie sistematiche. Una definizione di specie potrebbe essere: "L'insieme di quegli organismi aventi simili caratteristiche e che si possono riprodurre generando prole fertile."

Nel 1969 tutti gli organismi sono stati organizzati in cinque regni collegati fra loro:

- ❖ Monere
- ❖ Protisti
- ❖ Piante
- ❖ Funghi
- ❖ Animale

Le **monere** comprendono organismi procarioti, mentre gli altri quattro regni sono costituiti da organismi eucarioti.

I **protisti** sono eucarioti monocellulari con cellule non differenziate tra loro.

Le **piante** insieme ai funghi e agli animali sono i cosiddetti *regni superiori* o pluricellulari; attuando la fotosintesi sintetizzano sostanze organiche complesse da molecole inorganiche.

I **funghi** si nutrono di sostanze organiche complesse, ma lo fanno per *assorbimento*.

Gli **animali** si nutrono di sostanze organiche complesse: l'ingestione avviene in cavità interne all'organismo prima di demolirle ed assorbirle.

## 2. CELLULA PROCARIOTA ED EUCARIOTA; MORFOLOGIA DEI MICROORGANISMI:

La cellula è l'unità base di ogni essere o forma vivente. Infatti, essa può svolgere tutte le attività caratteristiche della vita. Organismi con una sola cellula sono definiti *organismi unicellulari*; se più cellule si aggregano formano *organismi pluricellulari*. Le cellule sono microscopiche ma possiedono informazioni genetiche contenute nei cosiddetti *organuli* che ne consentono la vita.

Le cellule vengono distinte in:

- ❖ **cellule procariote** composte, come detto prima, dalle sole monere.
- ❖ **cellule eucariote** composte da protisti, piante, funghi ed animali.

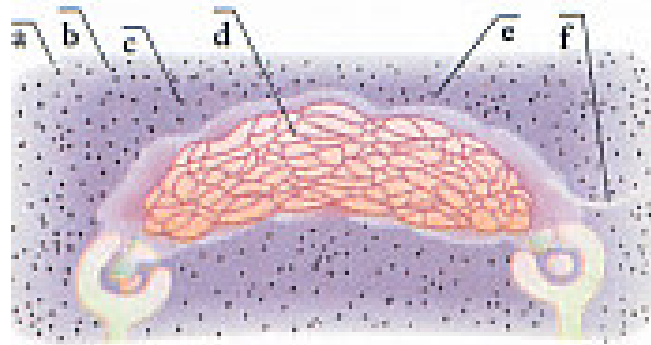
### La cellula procariota:

Presente solo nelle monere, la cellula procariota è una cellula primitiva propria di organismi unicellulari poco evoluti.

Il regno delle monere si suddivide in:

- ❖ Batteri.
- ❖ Archeobatteri o *alghe azzurre*.
- ❖ Ciano batteri o *estremofili* perché resistenti a temperature estreme.

Essa non possiede il nucleo, ma vi è una catena circolare di DNA che può subire degli spostamenti.



Vi è una **membrana plasmatica (b)**, che è il rivestimento della cellula: all'interno c'è il citoplasma. È formata da lipidi, soprattutto squalene e da una membrana semipermeabile. In essa avvengono numerose reazioni cataboliche grazie ai molti sistemi enzimatici presenti.

Il secondo strato esterno è la **membrana cellulare (a)**. Essa è formata da *peptidoglicano* che è un polimero formato da: *N-acetil-glucosammina* e *acido muramico* esterificato con acido *-lattico*.

Il terzo e ultimo strato è la **capsula**: è chimicamente formata da polisaccaridi come *destrani* e *poli-peptidi*.

Nella membrana plasmatica ci possono essere dei ripiegamenti **mesosomi** che possono prendere parte nei *processi respiratori*.

Poi nel **citoplasma (c)**, che è una sospensione acquosa di molecole semplici, ci sono organuli che accrescono la cellula; tra questi i **ribosomi (e)**, formati da RNA, importanti nella sintesi proteica.

Il **nucleo** non è del tutto formato: vi è una zona nucleare con un anello a doppia elica di **DNA (d)** ma privo di membrana nucleare. Vi sono anche **pili** e **fimbrie**: sono formati da una proteina chiamata *pilina*. I primi servono per il trasferimento di materiale extra-cromosomico da una cellula all'altra. Le fimbrie invece servono come adesione al substrato. Infine vi sono (o vi è, a seconda dei casi) i **flagelli (f)**: sono più grossi dei pili ed hanno l'interno cavo; permettono il movimento della cellula che compie piccoli balzi in direzione dello spostamento di quest'organo. Hanno forma cilindrica e contengono una proteina chiamata *flagellina*.



A seconda del loro numero, si distinguono batteri:

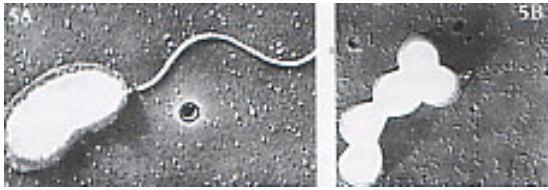
- ❖ atrichi; cioè sprovvisti di flagelli
- ❖ monotrichi; cioè con un solo flagello
- ❖ anfitrichi; cioè con due flagelli da parti opposte
- ❖ lofotrichi; cioè con un ciuffo di flagelli da una parte
- ❖ peritrichi; cioè equa distribuzione di flagelli.

Le **spore** sono strutture endocellulari inerti, che si possono formare su batteri gram positivi a forma cilindrica. I batteri le possono formare sia in assenza di O<sub>2</sub>, che in sua presenza, a seconda del tipo. Si formano in condizioni sfavorevoli al batterio: (essiccamento, variazioni pH, ecc.), facendo così acquisire al batterio resistenza ad agenti fisici e chimici. Il batterio può morire ma le spore rimangono attive a germinare.

### Forma del batterio:

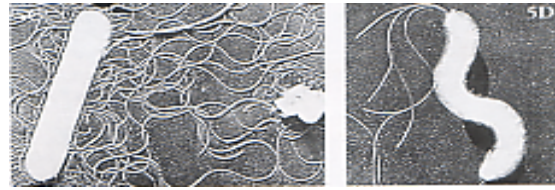
Premettiamo che i batteri, come tutti i procarioti, si riproducono in linea di massima per via **asessuata**, per scissione dalla cellula madre sottoforma di coppie o di colonie. Troveremo quindi batteri in gruppo che possiedono forma:

<b>Forma sferica</b>	cocchi	diplococchi	streptococchi	stafilococchi	sarcine	tetradi	/
	<b>Singoli</b>	<b>Accoppiati</b>	<b>Catena</b>	<b>Grappolo</b>	<b>Gruppo di otto</b>	<b>Gruppo di quattro</b>	/
<b>Forma cilindrica</b>	bacilli	diplobacilli	streptobacilli	coccobacilli	vibrioni	spirilli	spirochete
	<b>Singoli</b>	<b>Accoppiati</b>	<b>Catena</b>	<b>Spessore uguale alla lunghezza</b>	<b>Curvi</b>	<b>Spirali poco frequenti</b>	<b>Spirali molto frequenti</b>



Vibrione del colera con  
Unico flagello

Stafilococchi



Bacillo

Spirillo con flagelli

I **plasmidi**: nelle cellule procariote sono presenti frammenti di DNA circolare extra-cromosomico con forma ad anello. Non servono per la riproduzione, quindi non sono materiale genetico; ma quando la cellula si duplica, si duplicano anch'essi. È un rafforzamento biologico della cellula, infatti, i plasmidi producono delle sostanze contro agenti esterni che attaccano (es. virus). Insomma, sono considerati **materiale immunitario**.

### Le diverse suddivisioni dei microrganismi:

Considerando le *fonti nutritive*, si dividono in:

- ❖ **autotrofi:**  
sono le piante verdi. Trasformano l'energia luminosa in energia chimica sintetizzando biomolecole (glucidi, lipidi...) a partire da molecole semplici ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ...).
- ❖ **eterotrofi:**  
sono quelli che si nutrono solo di sostanze organiche complesse che demoliscono per ricavarne energia (fase di **catabolismo**). Un'altra serie di reazioni sfrutta quest'energia per sintetizzare biomolecole utili all'organismo: è il cosiddetto **anabolismo**. L'insieme di queste reazioni è il **metabolismo** cellulare.

Gli *autotrofi* si dividono a loro volta in:

- ❖ **autotrofi stretti:**  
se per le loro sintesi utilizzano solo carbonio inorganico.
- ❖ **autotrofi facoltativi:**  
se utilizzano anche materiale organico semplice.

Mentre gli *eterotrofi* si possono riclassificare in:

- ❖ **prototrofi:**  
se utilizzano materiale organico semplice.
- ❖ **auxotrofi:**  
se necessitano di particolare materiale organico.

Considerando, invece, le fonti energetiche utilizzate si dividono in:

- ❖ **fototrofi:**  
se necessitano di luce per vivere (*phos* = luce dal greco).
- ❖ **chemiotrofi:**  
se necessitano di energia chimica derivante da reazioni di ossido-riduzione.

In base alle *sostanze riducenti* implicate nel metabolismo, i *fototrofi* si suddividono in:

- ❖ **fotolitotrofi:**  
se come sostanze riducenti (donatrici di elettroni) usano sostanze inorganiche, es. H<sub>2</sub>.
- ❖ **fotoorganotrofi:**  
se come sostanze riducenti impiegano sostanze organiche.

Sempre in base alle *sostanze riducenti* implicate nel metabolismo, i *chemiotrofi* si dividono in:

- ❖ **chemiolitotrofi:**  
utilizzano energia da reazioni di ox-riduzione ma tramite riducenti organici e ossidanti come O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.
- ❖ **chemiorganotrofi:**  
se come riducenti impiegano sostanze organiche.

In base alla loro capacità di vivere con o senza ossigeno, i microrganismi si dividono in:

- ❖ **anaerobi:**  
questa classe necessita di ossigeno per vivere e si suddivide in due sottoclassi: *anaerobi stretti* e *anaerobi facoltativi*. I primi non tollerano l'ossigeno ed utilizzano sostanze ossidanti (accettrici di elettroni) composti inorganici, compiendo una respirazione anaerobia, o composti organici, compiendo una fermentazione. Gli altri (che sono la maggioranza dei batteri), possono anche vivere in presenza di ossigeno. Ricordiamo anche i batteri **microaerofili**, che necessitano di una quantità di ossigeno inferiore a quella normalmente presente nell'aria.

In base alla *temperatura*, distinguiamo:

- ❖ **psicrofili:**  
la loro temperatura ottimale è < 20 °C.
- ❖ **mesofili:**  
la loro temperatura ottimale è compresa tra 20 °C e 45 °C.
- ❖ **termofili:**  
la loro temperatura ottimale è > 45 °C

In base al *pH* si distinguono:

- ❖ **lieviti:** con pH ottimale tra 3 e 5.
- ❖ **funghi:** con pH ottimale tra 5.5 e 6.6.
- ❖ **batteri:** con pH ottimale tra 7.5 e 8.
- ❖ **muffe:** con pH ottimale tra 8 e 9.

Infine in base alla *salinità* si distinguono:

- ❖ **non alofili:**  
sono influenzati da una concentrazione elevate; la loro concentrazione ideale di NaCl è < 2%.
- ❖ **alofili:**  
si suddividono in *debolmente*, *moderatamente*, *fortemente* alofili. I primi sono in concentrazione ottimale se NaCl 2%<5; i secondi se NaCl 5%<20; gli ultimi se NaCl 20%<30.

### **Studi sulla parete cellulare:**

L'esistenza di due tipi di parete cellulare può essere fatta notare con il trattamento del medico danese *Han christian Gram*. Il procedimento prevede l'impiego di due coloranti e un processo di decolorazione. I batteri che trattengono il primo colorante sono detti **gram positivi (+)**, mentre quelli che lo respingono e ne assumono il secondo avente una funzione di contrasto sono detti **gram negativi (-)**. Questo comportamento è legato alla composizione della membrana cellulare.

#### **Batteri gram positivi (+):**

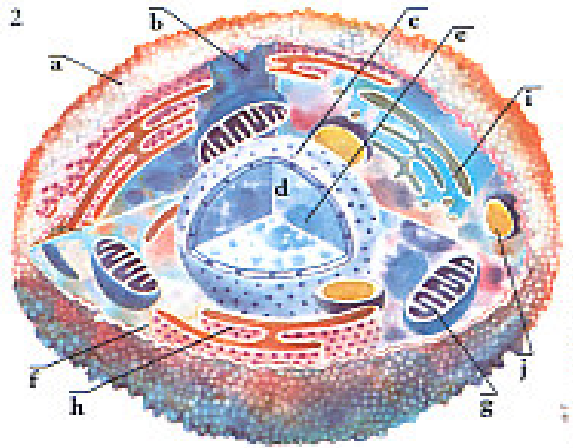
Assorbono il colorante di gram e si colorano di azzurro-violetto. La parete cellulare è composta da un unico strato di peptido-glicano molto spesso con inserimenti di acidi teoici.

#### **Batteri gram negativi (-):**

Respingono il colorante di gram e assumono quello di contrasto: la **safranina**. Vi è la membrana plasmatica. In questi batteri la parete è formata da due strati: uno esterno spesso (peptido-glicano) ed uno interno molto sottile formato da liposaccaridi, fosfolipidi e proteine.

#### **La cellula eucariota:**

Sono cellule più evolute di dimensioni maggiori delle procariote. Hanno un'elevata complessità strutturale.



Intanto ha il **nucleo (d)**: è la parte della cellula che coordina le funzioni dell'intero microrganismo. Ha una **membrana nucleare (c)** con intervalli spaziali chiamati *pori nucleari* che permettono comunicazioni tra nucleo e citoplasma. Tutto il DNA è nel nucleo. Una zona più densa chiamata **nucleolo** contiene **RNA** e si occupa della sintesi proteica. Attorno al nucleolo c'è la *cromatina*, che al momento della riproduzione produce i cromosomi (e).

Il **citoplasma (b)** è, come nella cellula procariota, il materiale cellulare, questa volta compreso tra nucleo e membrana cellulare (a). Gli altre importanti parti ed organuli che possiede la cellula eucariota sono:

- **reticolo endoplasmatico (h)**: mette in comunicazione l'esterno della cellula con il nucleo.
- **apparato del Golgi (i)**: serve per l'immagazzinamento e per l'espulsione dei prodotti di escrezione.
- **ribosomi (f)**: svolgono funzioni di sintesi proteica necessarie alla cellula.
- **lisosomi (j)**: questi organuli contengono l'enzima *lisozima* che annienta corpi estranei o logori della cellula.
- **mitocondri (g)**: sono organuli assimilabili a centraline energetiche che si occupano della respirazione cellulare. All'interno hanno degli enzimi che fanno avvenire reazioni complesse; qui vengono introdotte ed ossidate le molecole provenienti dalla degradazione degli alimenti per ottenere energia e quindi ATP per mezzo della fosforilazione ossidativa.

La differenza tra una cellula eucariota vegetale ed una animale è la presenza dei **cloroplasti**. Infatti, le piante li contengono, mentre le cellule animali no. Questi organuli sono simili ai mitocondri. In essi avviene il processo di fotosintesi, infatti, contengono clorofilla. Inoltre, i **vacuoli** delle cellule vegetali sono più ampi e servono come deposito di riserve non utilizzate (ad es. linfa).

Le cellule vegetali non hanno flagelli ed hanno una parete cellulare solida e porosa.

In definitiva sono **eucarioti**: protisti, piante, funghi ed animali.

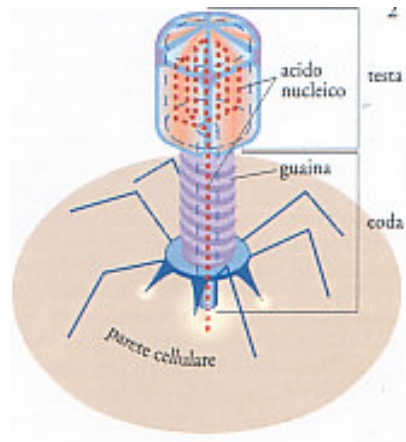
### 3. I VIRUS. CARATTERI GENERALI. ATTACCO VIRUS-CELLULA BATTERICA.

Per la loro struttura acellulare possono essere considerati microrganismi che non posseggono un posto tra i 5 regni ipotizzati da Whittaker. Sono parassiti, capaci di svilupparsi solo nelle cellule di organismi ospiti. I virus si trasmettono da una cellula all'altra come particelle virali, dette **virioni**.

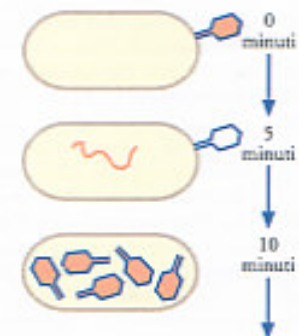
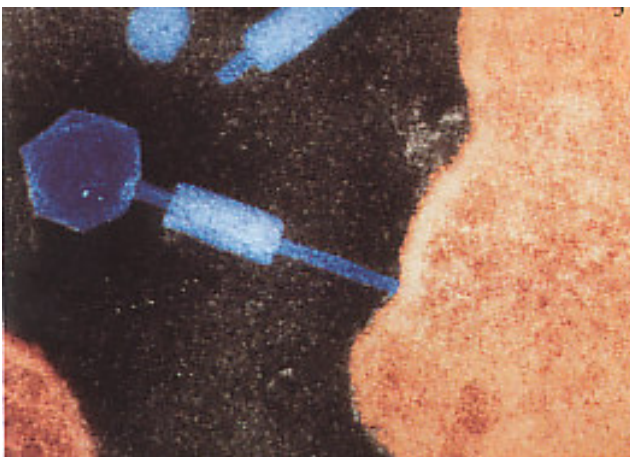
Ogni virione è formato da un acido nucleico (**DNA** o **RNA**) racchiuso in un involucro proteico detto **capside**, di forma poliedrica.

Nella parte centrale del virus (cava) si trovano  $H_2O$ , sali minerali e poche altre sostanze semplici.

Non riescono a fare il ciclo metabolico da soli e riescono a codificare al massimo 3 proteine. Possono invece deviare il proprio ac. nucleico nella cellula ospite che è quindi schiavizzata, costretta a produrre i componenti virali (**fagi**).



Il virus si attacca alla parete della cellula ospite tramite la coda (in genere un batterio) e gli inietta il suo acido nucleico, lasciando fuori dalla cellula il rivestimento proteico.



Il fago libero attacca il batterio non infetto sulla parete; esso immette il suo DNA virale che verrà duplicato a spese del batterio. Ogni DNA ricostruisce il capsido e il batterio produce i **fagi** o **batteriofagi**, potendo compiere due cicli:



- **Ciclo litico:**

La parete si rompe e i fagi si liberano, mentre la cellula muore.



- **Ciclo lisogeno:**

Il batterio non muore ma sopravvive e acquisisce tutte la proprietà del fago.

In sintesi:

