



Microbiologia generale

Biotechnologie (Università degli Studi di Perugia)



Scan to open on Studocu

Microbiologia

04/03

MICROBIOLOGIA: Studio della vita microscopica e dei microrganismi

La maggior parte degli organismi viventi presenti sulla terra sono piccoli organismi unicellulari di dimensioni microscopiche difficilmente visibili ad occhio nudo.

Sono organizzazioni cellulari che comprendono sia cellule eucariote che procariote e per questo si parla di gruppo eterogeneo.

Quando si pensa ai microrganismi ci si riferisce a cellule molto piccole oppure alle piastre, questo corrisponde alla realtà perché abbiamo bisogno di un microscopio ottico per osservarli. Un concetto di uso comune è quando si parla di microbi, che vengono associati all'idea di patogeno, e quindi ai germi. Batteri e germi vengono usati come sinonimo ma non hanno nulla in comune.

La microbiologia nasce a fine '800, poiché si moriva per le grandi epidemie quali il colera, la tubercolosi ecc, ma adesso non è così perché nel corso del '900 è cambiato qualcosa, a cavallo della seconda guerra mondiale vennero creati gli ANTIBIOTICI.

Gli antibiotici sono prodotti da microrganismi per combattere altri microrganismi. Molti non ammazzano i batteri ma impediscono che questi si riproducano, e danno la possibilità al sistema immunitario di eliminarli.

I batteri sono diventati una risorsa grazie alla loro diversità.

Non c'è nessuna parte del corpo umano che non sia abitata da batteri, ma solo alcuni sono patogeni in determinate condizioni, se non si presentano rimangono neutrali.

Al contrario di ciò che si pensa, i batteri che vivono sul nostro corpo ci fanno stare bene, poiché si nutrono ad esempio di pelle morta. In realtà, in tutti gli ambienti ci sono tantissimi batteri differenti, in acqua, in aria, che riescono a sopravvivere a tutte le temperature, anche in ambienti estremi, e spesso vivono in simbiosi con altri esseri viventi, come ad esempio i batteri della pelle. In molti habitat i batteri sono gli unici esseri viventi.

Abbiamo più cellule batteriche (10^{14}) che cellule somatiche (10^3).

Il MICROBIOTA, è una popolazione di organismi che colonizza un ambiente del corpo umano, viene considerato come un altro organo, fatto non di tessuti ma di cellule.

Già da tempo l'uomo usa i batteri a suo favore senza in realtà conoscerne i ruoli, un esempio è la fermentazione alcolica di bevande (vino e birra), oppure la stagionatura o l'essiccazione.

Da fine 600 e inizio 700 iniziarono a vedersi dei batteri, grazie LEEUWENHOEK, commerciante di tessuti olandese, che ha iniziato ad usare le lenti, che gli altri usavano per guardare lontano, per guardare da vicino i dettagli dei tessuti che gli arrivavano.

Lavorando sempre di più con queste lenti iniziò a studiare semi, embrioni di piccoli animali invertebrati, e da questi scorse degli animaletti che si muovevano, che inizialmente vennero denominati ANIMACULES. E scrisse dei libri su questi. Successivamente alcuni scienziati si interrogarono sulla questione della nascita spontanea di organismi, che venne smentita da

diversi esperimenti, sia a livello biologico, ma soprattutto microbiologico. L'esperimento di **Spallanzani** consisteva nel lasciar bollire un brodo per lungo tempo, per poi sigillarlo ermeticamente, con questo ha dimostrato che con la bollitura si uccidevano i "germi vitali" e con la sigillatura si evitava l'ingresso a nuovi germi capaci di moltiplicarsi.

Tra l'inizio e la metà dell'Ottocento PASTEUR e KOCH si interessarono di nuovo alla questione. La microbiologia non nasce quindi quando i batteri vengono scoperti, ma quando si iniziarono a coltivare in laboratorio, e di conseguenza studiati.

Pasteur lavorava con i brodi di coltura, nel terreno liquido i batteri nascevano bene e in sospensione, crescendo in colonie che non si distinguevano gli uni dagli altri. Questo veniva progressivamente diluito fino ad ottenere una coltura originata da un solo tipo di batterio.

Koch invece lavorava con dei terreni di forma solida, bollendo un brodo e aggiungendo un addensante, che inizialmente era gelatina, ma i risultati ottenuti furono scarsi. Successivamente vennero usate anche fette di patata, ma queste non consentivano la crescita di molti tipi di organismi. Infine venne utilizzato l'AGAR, un polisaccaride estratto da delle alghe, che funge, appunto, da solidificante, e permetteva il mantenimento delle colture.

Su questo si possono ottenere delle colonie isolate che sono una coltura pura, cioè un unico batterio, della stessa specie.

In entrambi i casi il grande cambiamento lo fa la COLTURA.

Koch pensa ad un modo per associare i microrganismi che si venivano a scoprire alle varie malattie, perché già da un secolo precedente si era compreso che gli animalcules che si osservarono nel 700 erano la causa delle malattie stesse.

I risultati di Koch quindi associano un patogeno alla malattia. Si fecero delle prove, una determinata coltura veniva data ad un topolino o a delle cavie, e se morivano avevano la prova schiacciante che fosse quella la causa della malattia. Per questo si basa tutto sulla coltura pura. La cellula è l'unità morfofunzionale, cioè di forma e di funzione, degli organismi viventi. È quindi la più piccola struttura ad essere classificabile come vivente.

La cellula batterica è diversa dagli eucarioti proprio per il nucleo. Se nell'eucariota i cromosomi sono contenuti in un nucleo delimitato da membrana nucleare, nella cellula procariota la membrana nucleare è assente e il materiale genetico è a stretto contatto con il citoplasma. I primi inoltre hanno degli organelli mentre i secondi no.

Tutte le cellule hanno due caratteristiche imprescindibili, collegate tra di loro, e sono le caratteristiche di base della vita:

Un essere vivente è vivente in quanto è capace di **riprodursi**, grazie al proprio **metabolismo**.

Tutti hanno necessità di riprodursi e per farlo hanno bisogno di energia e nutrienti che ricavano in modo indipendente grazie alla loro capacità di trovare sostanze chimiche in un ambiente circostante, portandole all'interno, trasformandole con reazioni chimiche, trasformandole in energia, ricavarne i precursori per fare la sintesi e quindi trovare energia per i precursori per poter riprodursi e sintetizzare una nuova vita.

I batteri sono in grado di fare respirazione anaerobica, e hanno un sacco di metabolismi differenti.

Il metabolismo è centrale e dipende dall'ambiente in cui viviamo.

I virus non sono considerati esseri viventi ma involucri di acidi nucleici, e non sono capaci di riprodursi autonomamente perché non hanno un metabolismo, poiché troppo piccoli e non riescono a contenere i vari organelli.

07/03

Nel caso dei batteri quello che conta è il numero, ciò che li rende tanti è la capacità di riprodursi. Per crescita s'intende l'aumento del numero di cellule che compongono una popolazione, si parla quindi di una crescita demografica non dimensionale.

La capacità di riprodursi è quindi fondamentale e affinché avvenga deve esserci energia.

Centralità della crescita

I batteri non hanno la capacità di differenziarsi, ma c'è un'eccezione cioè la capacità di formare la SPORA. Alcuni batteri sono capaci in alcune condizioni, di differenziarsi, di cambiare morfologia in modo radicale, per proteggersi da condizioni avverse.

Normalmente un batterio capace di sviluppare la spora, non si trasforma in spora. Non tutti i batteri sono in grado di trasformarsi in spora, ma anche quelli che ne sono in grado lo fanno solo in alcune condizioni, chiamate condizioni di *sporulazione*, e il processo è reversibile.

Per non confonderci con piante e funghi che producono spore, cioè organi di trasmissione e di riproduzione. Per i batteri la spora non è una produzione, la spora batterica è una forma di differenziazione tra cellula batterica che si trasforma in spora. Infatti la stessa cellula che si è trasformata in spora, in alcune condizioni può ritornare normale. È quindi una DIFFERENZIAZIONE.

La spora è una forma di differenziazione che permette di resistere a condizioni avverse ma non permette la riproduzione, e quindi i batteri restano fermi immobili e immutati anche per tanto tempo. Le spore pur essendo delle cellule non rispondono alle caratteristiche delle cellule.

Una capacità comune alle cellule è quella di poter comunicare. I batteri hanno dei network di comunicazione che permettono loro di agire in modo coordinato come popolazione.

Il movimento è presente infatti ci sono molti organi che lo permettono.

Ma soprattutto l'aspetto più importante di tutti gli esseri viventi e della cellula è il **metabolismo** e la capacità di riprodursi.

Gli esseri viventi e i loro genomi non sono stabili nel tempo, ma cambiano. L'evoluzione è molto importante, ed è la capacità di cambiare ed evolvere il proprio genoma, non riferendosi al singolo individuo, ma agli esseri viventi di generazione in generazione.

Tutta la diversità degli esseri viventi è frutto dell'evoluzione.

A sottolineare la capacità di fare metabolismo e evolversi, la cellula non deve essere vista solo come una struttura di funzioni ma va vista anche come un insieme di informazioni.

Il genoma deve essere sempre tramandato da cellula madre a cellula figlia, che si riproduce in modo asessuato, attraverso la scissione binaria della madre, che si divide in due, e il genoma nella sua interezza viene trasferito dalla cellula madre alla cellula figlia, identico, ciò significa che il genoma viene replicato, per queste ragioni non avremo la presenza di gameti o di crossing-over.

Non è un controsenso perché con il trasferimento del genoma avvengono anche i trasferimenti di piccole varianti del genoma, le cosiddette **mutazioni**. Ci sono altri meccanismi che permettono il rimaneggiamento dei genomi in modo orizzontale o laterale, alcune cellule con certi meccanismi prendono pezzi di genoma da altre cellule.

STRUTTURE BATTERICHE

La prima cosa che notiamo è che la cellula batterica è più semplice, appare come un unico comparto abbastanza omogeneo al suo interno, per la maggior parte occupato da una zona molto densa che non è altro che il genoma batterico, il resto occupato da un citoplasma uniforme fatto di corpuscoli.

La cellula batterica è molto più piccola rispetto a quella eucariota.

I batteri sono invisibili ad occhio nudo, e le loro dimensioni si trovano nell'ordine dei micron.

Lo studio della biodiversità si basa sul riconoscimento delle diverse specie di microrganismi presenti in un dato habitat. La **tassonomia** (o sistematica) è la scienza che si occupa della classificazione,

della nomenclatura e dell'identificazione degli esseri viventi.

Quando si parla di cellule procariotiche, da un punto di vista di gruppi tassonomici non tutti sono uguali, ci sono due grandi gruppi, un gruppo prende il nome di EUBACTERIA e l'altro ARCHEABACTERIA, sono due grandi gruppi molto diversi, a livello funzionale e strutturale, ma entrambi vengono definiti come procarioti.

Procariota= prokariota= assenza di nucleo

Ma essere prokariota non è riferito solo all'assenza di nucleo, ma all'assenza di qualsiasi struttura interna nel citoplasma dotata di membrana.

Di conseguenza la definizione migliore sarebbe:

Cellule piccole semplici che hanno il citoplasma non compartimentalizzato, cioè un citoplasma che è diviso in comparti che sono separati da membrane (cellule eucariotiche).

Una membrana lipidica divide il citoplasma in comparti separati, il nucleo, il golfo ecc sono dotati di membrane. Sono organuli che funzionano proprio grazie alla compartizione in membrana.

Tutti i batteri hanno in comune il fatto di essere microrganismi e cellule procariotiche.

La TASSONOMIA è una scienza che studia e regola la biodiversità, si occupa di classificare, dare un nome, gettare le basi e dare gli strumenti per l'identificazione degli esseri viventi.

La **classificazione** avviene una volta sola, ovvero quando l'essere vivente viene scoperto e consiste nell'ordinamento degli organismi in gruppi gerarchici (taxa) sulla base di reciproche similarità nei caratteri fenotipici (classificazione fenetica) o sulle relazioni evolutive (classificazione filogenetica)

L'**identificazione** è quell'operazione che viene ripetuta ogni volta che l'essere vivente viene incontrato e lo identifica tra i vari gruppi di esseri viventi già classificati.

Il processo fondamentale dell'identificazione si basa su delle regole, che sono in continuo agire.

I batteri sono tutti da scoprire, e si continuano a scoprire sempre di nuovi.

La FILOGENESI è l'insieme di tutte le relazioni evolutive che hanno portato allo sviluppo di tutti gli esseri viventi che vediamo.

Il concetto di albero evolutivo fa capire che gli esseri viventi derivano da una diversificazione, e la loro evoluzione è avvenuta grazie a questa.

Fa capire l'evoluzione in modo pratico delineando i cinque regni dei viventi.

Ma c'è una cosa sbagliata in questo albero, cioè che ci limitiamo a classificare osservando l'apparenza.

Man mano che si passa dai procarioti agli eucarioti c'è diversità.

Seguendo la filogenesi, quelli molto simili tra loro hanno avuto bisogno di tanto tempo per evolversi e differenziarsi.

Se andiamo oltre l'apparenza, cioè andiamo direttamente a confrontare i genomi, il cambiamento di questi è facilmente studiabile e di conseguenza per confrontare due esseri viventi bisogna confrontare il loro DNA sequenziale. Esseri viventi che hanno genomi con sequenze simili, sono più facili da riconoscere perché bisogna confrontarle.

Quando invece le sequenze sono diverse, vuol dire che sono esseri viventi lontani, vicini da un punto di vista evolutivo, hanno genomi con sequenze più vicine, esseri viventi molto diversi l'uno dall'altro hanno genomi con sequenze molto diverse.

Dei tre domini due sono procarioti.

La distanza dei rami è calcolata sulla distanza tra i genomi.

Parte da una radice comune, è un LUCA Last Universal Common Ancestor L'ultimo prima della divergenza

I procarioti sono quelli più diversi fra di loro

11/03

LE MACROMOLECOLE

Proteine e Polisaccaridi sono gruppi che assolvono la componente strutturale e funzionale delle cellule

A cui aggiungiamo gli Acidi nucleici DNA e RNA

Ci sono ovviamente delle varianti di queste 4 strutture.

Le macromolecole si dividono in

INFORMAZIONALI= acidi nucleici e proteine, poiché danno delle informazioni che vengono tradotte

NON INFORMAZIONALI= polisaccaridi e lipidi

I POLISACCARIDI (zuccheri)

Sono dei polimeri di zuccheri che formano lunghe catene (Pentoso 5 atomi di carbonio Esoso 6 atomi di carbonio)

La maggior parte dei pentosi sono legati agli acidi nucleici

Mentre gli esosi li associamo al ruolo metabolico. Il glucosio è esoso

I LIPIDI

fanno parte delle macromolecole biologiche

Sono acidi grassi formati da lunghe catene di carbonio poco solubili in acqua

A livello biologico ci sono lipidi semplici (trigliceridi), ossia acidi grassi unito a glicerolo da un legame estere e complessi

I trigliceridi sono la base di quelli complessi che hanno una testa fatta di glicerolo che può essere sostituito da un gruppo funzionale

ACIDI NUCLEICI

Sono polimeri di nucleotidi dove la base è fatta di zucchero e un gruppo fosfato che formano l'impalcatura con legami forti

ATP è un nucleotide importante, trasportatore di energia che è in continuo ricambio e subito rilascia energia dove serve

LE PROTEINE

sono molecole informative che hanno funzioni enzimatiche

Non tutte le proteine sono enzimi ma tutti gli enzimi sono proteine

Gli amminoacidi sono 21 hanno una base fatta da un gruppo carbossilico e un gruppo amminico si distinguono per la formula della catena laterale (R).

I BATTERI sono strutture cellulari più piccole

Il mycoplasma è un patogeno parassita obbligato cioè vive e si riproduce all'interno della cellula. Non hanno parete.

Essere piccoli è un vantaggio perché hanno bisogno di meno nutrienti e meno energia. Le cellule per fare metabolismo assorbono nutrienti dalla membrana quindi sarà uno più grande a prendere più materiale.

alto rapporto superficie - volume offre diversi vantaggi metabolici: necessità di biosintesi più bassa maggiore capacità di assorbire nutrienti. popolazioni batteriche più piccole tendono ad essere più numerose

Le forme tra i batteri sono sempre uguali anche se se ne scoprivano di nuovi

I batteri con la stessa forma sferica o ovoidale sono chiamati COCCHI, i quali possono attaccarsi in vario modo, ad esempio a catena e prendono il nome di STREPTOCOCCHI.

O a coppie DIPLOCOCCHI.

STRUTTURA DELLA CELLULA BATTERICA

I procarioti, così come tutte le cellule viventi sono delimitati da una MEMBRANA

CITOPLASMATICA, che di norma è protetta da una PARETE, che assume strutture diverse tra Archea Gram-positivi e Gram-negativi.

Il citoplasma batterico è uguale a quello degli eucarioti. Ha una base acquosa perché ha tanti soluti disciolti e la matrice sembra più densa essendo granulosa, tanto che è chiamata citoplasma o citosol.

Non è compartimentalizzato, cioè diviso in comparti, ma è tutto insieme

Il genoma batterico è fatto di DNA, macromolecola che compone qualsiasi cellula degli esseri viventi.

Il genoma è composto da 1 cromosoma in singola copia. **Aploidi**. Il cromosoma porta la gran parte dell'informazione genetica ed è essenziale per la vita della cellula.

I batteri possono avere i PLASMIDI, fatti anche questi di DNA, ma sono più piccoli del DNA e possono essere presenti più plasmidi diversi nello stesso batterio, sono costituiti da un'unica molecola di DNA circolare. Non sono essenziali per la vita della cellula. Si possono replicare in maniera autonoma dal cromosoma (vengono infatti detti elementi extracromosomici)

14/03

La cellula non può recuperare frammenti di DNA che vengono danneggiati e quindi l'intera cellula non vivrebbe.

Se il genoma presente nei plasmidi venisse danneggiato ci sarebbe un danno minimo, ma se i plasmidi dovessero uscire dal citoplasma vuol dire che si è rovinata la membrana, e potrebbe uscire anche il cromosoma.

I batteri dovendo crescere per **scissione binaria**, processo per cui di generazione in generazione da una cellula madre si ottengono due cellule figlie. La crescita batterica si basa sull'aumento del numero di una popolazione, perché le cellule batteriche sono in grado di duplicarsi, quindi una cellula madre per dare vita alle figlie deve duplicare se stessa e le sue strutture, e quella più importante da duplicare è il genoma che viene replicato, così come ogni sua componente.

Nel cromosoma se sono presenti plasmidi tutti quanti devono replicarsi, in modo che lo stesso identico genoma vada nelle cellule figlie.

La replicazione del DNA batterico avviene con il sistema detto con intermedio θ , detta anche replicazione simmetrica, riguarda sia il cromosoma che il plasmide.

Quando il DNA si deve replicare, prima di ogni divisione, si replica con (bho)

I plasmidi in un certo frangente (la coniugazione) sono in grado di fare un altro tipo di replicazione in cui il DNA si linearizza, chiamata replicazione asimmetrica.

Il meccanismo molecolare è lo stesso degli eucarioti.

Il DNA batterico essendo circolare permette che queste forme di replicazione siano (non ho capito)

Il punto in cui inizia la replicazione

La fonte di replicazione può essere doppia, simmetrica, una procede in una direzione e l'altra nell'altra fino a quando ha replicato tutto il DNA e poi si stacca.

Il DNA batterico non è lineare, e quando entra la polimerasi, deve entrare per forza in un punto che sta in mezzo e può procedere in tante direzioni. Il vantaggio è che ci mette la metà del tempo

I batteri crescono molto velocemente specialmente se hanno i nutrienti giusti, e allora copiare l'intero genoma diventa un po' riduttivo. E quindi questo è il modo che velocizza. Ma quando i batteri hanno i plasmidi, essendo anche questi circolari avviene la stessa cosa.

L'Intermedio a theta con doppio verso di replicazione è tipico solo del DNA circolare.

Il fatto che l'RNA nel momento in cui viene trascritto viene subito tradotto da più ribosomi che traducono lo stesso frammento per avere più copie dell' enzima.

Così anche i batteri hanno la possibilità di avere più ribosomi che traducono insieme contemporaneamente la stessa molecola di RNA, e per questo vengono chiamati POLISOMI. La cellula batterica è semplice perché non ha membrane interne, ma ci sono delle eccezioni alla mancanza di compartimentazione. Ci sono batteri che al loro interno hanno degli elementi che non sono organelli, ma cumuli di sostanze, che possono anche essere delimitate da membrane, si chiamano CORPI DI INCLUSIONE.

I corpi di inclusione sono GRANULI DI GLICOGENO, AMIDO e CELLULOSA: Polimeri di glucosio e sono quindi depositi, soprattutto per le sostanze che possono essere usate come nutrienti, e i batteri soprattutto li formano quando hanno un eccesso di nutrienti e quindi possono permettersi di stocarli, per poi usufruirne quando ne sono carenti. Però normalmente i batteri assumono dall'ambiente solo le quantità di nutrienti di cui hanno bisogno, non possono permettersi di metterlo da parte.

I batteri in alcuni ambienti possono farlo, stoccano zuccheri, amido, cellulosa, glicogeno. In questo caso questi polimeri sono all'interno di strutture che possono anche avere membrana, e che sono di fatto delle riserve di zuccheri.

La stessa cosa funziona per i corpi chiamati GRANULI DI POLI- β –IDROSSIBUTIRRATO o GRANULI PHB, sono costituiti da granuli di polisaccaridi, quali amido e glicogeno, che immagazzinano acidi grassi (lipidi). In questo caso sono sempre circondati da membrane, perché i lipidi non sono solubili in acqua. Ricordano molto le strutture dei lipidi che hanno i nostri adipociti, cioè le cellule del grasso. Agiscono come sorgente di C e di energia nella maturazione delle spore.

Sia i granuli di glicogeno che quelli phb sono un modo per stoccare nutrienti, fonti di energia. Altri batteri stoccano i POLIFOSFATO (comunemente chiamati granuli di volutina o metacromatici), perché il fosfato serve come molecola per stoccare energia con la sintesi dell'ATP. Stessa cosa per il solfuro come riserva transitoria di energia.

I granuli di solfuro sono presenti nei solfobatteri e l'energia viene ricavata mediante ossidazione. Un altro tipo di struttura interna al citoplasma dotata di membrana è rappresentata dalle VESCICOLE GASSOSE, presenti in alcuni batteri acquatici capaci di fare la fotosintesi. All'inizio queste strutture vennero confuse con i cloroplasti, ma non sono organelli, sono strutture cave al cui interno si trova l'aria, e servono ai batteri per poter galleggiare e poter fare la fotosintesi, poiché i batteri crescendo cadono anche di pochi centimetri sott'acqua dove penetra meno luce. Sono strutture di natura proteica rigide e vuote, impermeabili all'acqua e permeabili ai gas, così che la pressione all'interno e all'esterno della vescicola sia identica.

Ci sono batteri che pur non avendo cloroplasti sono in grado di fare la fotosintesi.

Il citoplasma è un unico grande ambiente non compartimentalizzato, costituito per la maggior parte da genoma.

Prima ancora di uscire dal citoplasma incontriamo una barriera, un involucro, cioè la MEMBRANA CITOPLASMATICA, che è il confine tra il dentro e il fuori della cellula. La sua funzione principale è quella di contenere il citoplasma, rappresenta il limite fisico della cellula, e se si compromette esce tutto il contenuto, cioè il citoplasma e la cellula muore. Si occupa anche del trasporto dei nutrienti e degli scarti,

La composizione della membrana citoplasmatica è di natura lipidica, cioè un doppio strato fosfolipidico. Ci sono altre membrane che hanno comunque un doppio strato lipidico ma non sono presenti sui batteri. Il doppio strato è quello che associa alla funzione di barriera, quello che fa sì che la membrana possa contenere e impedire la fuoriuscita del citoplasma. Se la membrana fosse fatta solo dal doppio strato lipidico questa sarebbe impermeabile, e non sarebbe rigida, e non ci sarebbe l'ingresso e l'uscita di nulla.

Le code dei fosfolipidi, che non si legano poiché attratte da forze elettriche, fanno sì che la parte interna del doppio strato sia una regione idrofobica, le sostanze che si sciolgono in acqua non riescono a passare per questo motivo. L'acqua passa attraverso le code liberamente, ma le altre molecole no, non per un fattore dimensionale, ma ad esempio gli ioni che sono molto piccoli non passano perché sono carichi, e si attaccano ai due lati della membrana. La membrana non è fatta solo dal doppio strato lipidico, ma da una componente di proteine. Se la membrana fosse composta solo dal doppio strato lipidico sarebbe impermeabile, per questo ci sono le proteine le quali essendo di TRANS MEMBRANA, attraversano completamente la membrana, permettendo la formazione di canali, e quindi schermano questa regione idrofobica e permettono il passaggio di molecole.

La membrana allora non è impermeabile ma permeabile in modo selettivo. Lipidi 40% proteine 60%

Perché le proteine non sono dei semplici fori, ma sono dei veri e propri trasportatori, esattamente come quelli della cellula animale.

Le funzioni principali sono quelle di barriera, contenimento del citoplasma, trasporto specifico.

Il doppio strato fosfolipidico si è generato prima ancora della cellula stessa, le cellule primordiali cioè quelle strutture che sono quelle di pre-vita, in realtà non erano delle vere e proprie cellule ma erano degli involucri lipidici contenenti acidi nucleici, soprattutto l'RNA. (Sono ipotesi)

Si Iniziano a formare dei blocchetti di nucleotidi che hanno iniziato ad unirsi in catene, o a doppia elica o a singola elica, inglobate per caso all'interno di strutture membranose lipidiche e con il passare degli anni queste strutture iniziano a formare delle vere e proprie cellule. (Sempre ipotesi)

I lipidi di membrana, sono fundamentalmente i fosfolipidi, che hanno le code apolari idrofobiche formate dagli acidi grassi, e hanno le teste polari idrofile, che possono essere formate da gruppo fosfato, oppure da uno zucchero (glicolipidi).

Una gran parte di esseri viventi, che vengono chiamati volgarmente batteri, molto rari, che non sono facilmente coltivabili, cioè gli archaeobacteria, continuano a vivere in condizioni estreme, ricordando le stesse che vi erano nella terra primordiale in cui vivevano, soprattutto per quanto riguarda le temperature, per questo hanno strutture che gli permettono di vivere in modo estremo. Tutti gli altri batteri hanno il doppio strato fosfolipidico, loro invece, hanno membrane fatte da un monostrato. Nonostante abbiano strutture completamente diverse, un monostrato

lipidico, composto da lunghe catene di idrocarburi (unità ripetute di isoprene) legati al glicerolo da entrambe le parti da legami etere.

Possono essere sia dieteri che tetraeteri. Questo monostrato ha comunque la stessa funzione del doppio strato, anche la lunga catena interna di acidi grassi che è idrofobica, avendo agli estremi le basi di glicerolo, che sono polari, fanno sì che le facce che guardano verso il citoplasma, siano strutture idrofiliche.

Alcuni batteri per rendere ancora più stabile la membrana, inseriscono all'interno degli anelli CICLOPENTANICI come steroli (colesterolo), che irrigidiscono la membrana, e a causa del loro ingombro sterico, contribuiscono a ridurre la mobilità, questi possono variare da 1 a 8. I batteri tenderebbero a scoppiare se avessero una membrana rigida, poiché se entra troppa acqua la membrana non la regge e scoppia infatti la membrana rimane sempre fluida

La seconda funzione della membrana è garantire che questa barriera non sia chiusa verso l'esterno, perché se lo fosse la cellula non sarebbe capace di assorbire nutrienti e gettare fuori le sostanze indesiderate, interagire con l'ambiente attraverso dei recettori. Ci vuole qualcosa che faccia da tramite. Chi può fare questo lavoro sono le proteine. La membrana è permeabile perché fatta da semplici canali proteici, che sono dei veri e propri trasportatori, sono degli enzimi, questo fa sì che il trasporto attraverso la membrana, che è permeabile, avvenga in modo selettivo. Gli enzimi, infatti, sono altamente selettivi per il substrato e specifici, poiché un enzima lavora solo per una determinata reazione.

Questi trasportatori riconoscono ciascuno la propria molecola che devono trasportare.

Le proteine non sono legate ai lipidi ma sono tenute insieme con gli stessi tipi di forze che tengono insieme i lipidi stessi, cioè le forze di VAN DER WAALS. Stanno all'interno della membrana senza esserne legati, e questo si chiama MODELLO A MOSAICO FLUIDO.

Fluido perché il doppio strato è fluido e perché le proteine che sono ancorate o che attraversano la membrana non sono legate in modo covalente ma sono immerse in questo.

Proteine integrali di membrana penetrano nella membrana, a volte la attraversano e sono costituite da regioni polari (esterno) e non polari (interno). Sono unite ai lipidi con legami idrofobici.

Proteine associate alla membrana sono presenti sia sullo strato esterno (verso l'ambiente) che su quello interno (verso il citoplasma). Interagiscono con la superficie della membrana mediante legami elettrostatici con le teste polari dei fosfolipidi.

Nei batteri la membrana ha un ruolo fondamentale nel metabolismo energetico.

Il trasporto di elettroni avviene attraverso la membrana, e gli elettroni che vengono trasportati rilasciano energia e la membrana così facendo si carica.

Man mano che gli elettroni vengono trasportati, la membrana sfrutta l'energia che accumula per espellere protoni all'esterno, cioè cariche positive, e così la membrana si energizza come una pila perché all'esterno troveremo cariche positive e all'interno rimangono cariche negative generando una differenza di potenziale. Il trasporto di elettroni separa le cariche, e questa genera una forza detta PROTON-MOTRICE, cioè i protoni che sono stati espulsi all'esterno non possono rientrare, perché c'è una barriera. Questa però è attraversata da canali protonici che permettono l'accesso ai protoni molto velocemente e questo permette il rilascio di energia, che questi enzimi sfruttano per generare altra energia.

I batteri hanno molti altri modi di sfruttare questa FORZA PROTONMOTRICE.

Il ruolo della membrana batterica è lo stesso della membrana mitocondriale, perché la membrana mitocondriale non è altro che la membrana plasmatica dei batteri che hanno dato vita ai mitocondri.

Alcuni batteri continuano a fare respirazione attraverso la membrana perché hanno proteine o enzimi, che fanno da catena di trasporto, e ce l'hanno nella membrana citoplasmatica.

Il ruolo energetico è svolto dalle proteine, perché i coenzimi che trasportano gli elettroni sono proteine. L'evoluzione ha fatto sì che questo sistema debba avvenire attraverso la membrana.

Ci sono un sacco di proteine che sono associate alla membrana e che non sono di trans membrana. Le proteine di membrana non sono per forza trasportatori, ma sono proteine che svolgono un ruolo, ad esempio, di connessione tra l'ambiente esterno e interno.

Per dei meccanismi di trasporto servono delle modificazioni che avvengono sia all'esterno sia all'interno, che sono fatte da proteine che non sono parte del canale ma sono lasciate dalla membrana e devono funzionare insieme a quelle proteine.

Per un tipo di batterio esiste una sorta di doppio citoplasma, uno interno, e uno esterno delimitato da un'altra membrana che ha determinate funzioni.

18/03

I fosfolipidi non sono legati tra di loro con legami covalenti ma attraverso le forze di VANDER WAALS. Le varie code di acidi grassi e le teste non sono legati insieme, e questo la rende fluida e debole, ma conferisce a questo doppio strato fosfolipidico la capacità di fungere da barriera, perché questo fa sì che questo involucro al suo interno sia idrofobico, e quindi tutte le molecole idrofiliche non passano nemmeno se sono di piccole dimensioni. Il ruolo principale di tutte le membrane biologiche è proteggere, confinare, contenere il contenuto citoplasmatico. Se la membrana fosse fatta solo da fosfolipidi sarebbe impermeabile, e non può esserlo.

Le cellule si dicono tali perché sono capaci di fare metabolismo. Il metabolismo parte dal presupposto che sostanze chimiche devono essere assorbite dall'ambiente, portate all'interno e infine essere trasformate e metabolizzate. Di conseguenza la capacità di fare metabolismo non può prescindere dalla capacità di importare nutrienti e al tempo stesso di buttare fuori gli scarti, di conseguenza la membrana non può essere impermeabile, e quindi non è fatta solo da fosfolipidi ma deve avere anche delle proteine.

Il ruolo principale delle proteine è quello di trasporto.

Le proteine possono essere intrinseche alla membrana e formare dei canali, o possono essere semplicemente associate alla membrana per svolgere funzioni metaboliche, anche legate al trasporto e non solo, funzioni che devono essere svolte per forza a livello della membrana. Infatti quando osserviamo il ruolo della membrana, vediamo il ruolo di barriera, il ruolo di regolare il trasporto e vediamo anche un ruolo energetico, legato al processo di respirazione. La respirazione la parte finale, conclusivo del processo respiratorio collegata alla fosforilazione ossidativa, nei batteri avviene nella membrana plasmatica, in particolare sulla membrana ha luogo la catena di trasporto di elettroni, un insieme di enzimi associati alla membrana, ma sono dei trasportatori di elettroni.

Queste proteine e questi coenzimi trasportano gli elettroni ad un accettore finale, e contemporaneamente espellono i protoni, cariche positive, che si accumulano alla membrana che si carica come se fosse una pila, da una separazione di cariche di energizza la membrana. Questo ruolo detto RUOLO DI CONSERVAZIONE DI ENERGIA DELLA MEMBRANA è tipico dei batteri, mentre invece negli eucarioti viene svolto dai mitocondri, o meglio dalle membrane mitocondriali. Questo ruolo è svolto dalla membrana grazie alle proteine che fungono da trasportatori, ma anche dalla componente lipidica che mantiene separate queste cariche, e permette di sfruttare la tendenza delle cariche positive di rientrare all'interno della cellula, forza protonmotrice. Le cariche positive non rientrano liberamente, ma lo fanno attraverso dei canali proteici, chiamati anche POMPE PROTONICHE, canali che fanno parte dell'ATP SINTETASI.

TRASPORTO

La membrana è una barriera permeabile in modo selettivo, perché i trasportatori sono proteine, veri e propri enzimi, che interagiscono con il substrato in modo molto selettivo. Nel caso di un trasportatore il substrato è la molecola che deve essere trasportata, ma pure sempre un substrato è.

1° MODO PER REGOLARE IL TRASPORTO

I trasportatori sono molto specifici, e la quantità di trasportatori presenti diventa anche un modo per regolare il trasporto, cioè regolarizza la quantità di sostanze che la cellula trasporta al suo interno.

Il trasporto richiede un consumo di energia, portare all'interno una sostanza fa consumare energia, di conseguenza se le cellule non devono sprecare energia, che fanno con il metabolismo, i trasportatori funzionano perché permettono alla cellula di assorbire solo quanto le serve, se fossero dei semplici pori, dei buchi, succedrebbe che la quantità di molecole trasportate sarebbero direttamente proporzionale alla quantità di molecole presenti all'esterno. I trasportatori sono SATURATI, solo la prima parte del substrato viene trasportata, nel momento in cui c'è né tanto non ne trasporta più. I nutrienti, inoltre, devono passare contro gradiente!!

2° MODO PER REGOLARE IL TRASPORTO

Il secondo modo per regolare il trasporto, è legato al fatto che sono altamente specifici, la cellula sintetizza solo la proteina di trasporto che le serve.

La cellula non ha tutte le proteine di trasporto che può avere sempre presenti sulla sua membrana, anche perché le proteine di trasporto come tutti gli enzimi, hanno una resistenza molto bassa, gli enzimi devono sempre essere rimpiazzati, la cellula quindi utilizza solo quelli che le servono, stessa cosa per i trasportatori che vengono sintetizzati solo quando la cellula ha bisogno di un determinato elemento che deve trasportare al suo interno, un esempio è la capacità della cellula di utilizzare il glucosio come zucchero per crescere, ma anche la capacità di usare altri zuccheri, come ad esempio il lattosio.

I batteri se potessero scegliere tra glucosio e lattosio sceglierebbero il glucosio, perché per assimilare il lattosio devono avere una serie di geni apposta per il lattosio, tra cui il trasportatore del lattosio. La capacità di sintetizzare è legata al fatto che sono altamente specifici e non sono dei semplici pori o canali.

Un'altro tipo di membrana, presente in alcuni batteri, ha dei pori che vengono denominati PORINE che non hanno le stesse caratteristiche dei trasportatori, e sono dei veri e propri pori.

SISTEMI DI TRASPORTO

Tre sistemi che ci fanno capire come ci sono diversi meccanismi per portare le sostanze all'interno della cellula, questi funzionano in modo molto diverso, coinvolgono solo dei canali, oppure solo dei canali e delle attività enzimatiche accessorie presenti in proteine associate alla membrana.

Questi tre esempi mostrano tre modi diversi di sfruttare energia, perché tutti e tre questi esempi richiedono il consumo di energia. L'unico sistema di trasporto che funziona senza consumo di energia è la DIFFUSIONE SEMPLICE, che però è permessa solo all'acqua, che diffonde liberamente e continuamente attraverso la membrana, la cellula prende acqua e la cede, continuamente. Questo processo è legato al fenomeno dell'osmosi.

TRASPORTO SEMPLICE

il trasporto semplice è quello che ha dato il nome alle proteine di trasporto di membrana, ha fatto sì che queste spesso vengono chiamati trasportatori, perché sono dei veri e propri canali che hanno il compito di schermare la parte idrofobica, e permettono il passaggio molecole piccole. non sono dei pori, sono dei canali specifici per queste molecole, come ad esempio il potassio, il sodio, il solfato ecc.

Il trasporto semplice consuma energia. La membrana è carica, all'esterno cariche positive all'interno cariche negative, ma questa non nasce carica, si deve caricare e viene caricata come conseguenza del metabolismo, conserva l'energia che la cellula ha preso utilizzando i nutrienti, questo trasporto sfrutta la forza protonmotrice, e focalizzandoci sulla pompa del potassio, o osservando il simporto al solfato o quello del fosfato, che coinvolge sempre l'entrata di una carica positiva, che entra perché attratta dalle cariche negative all'interno, ma facendo ciò consuma energia perché dissipa l'energizzazione della membrana, riequilibra le cariche e di conseguenza entra solo perché la membrana viene caricata e scaricata quindi sfrutta la forza proton motrice .

Esistono poi i sistemi di simporto e antiporto che permettono l'entrata di molecole cariche negativamente, per esempio il simporto al solfato e fosfato che servono molto a tante cellule, vedremo spesso che i gruppi fosfato, chiamati PI (fosfato inorganico). Il fosfato è carico negativamente, entra grazie ad un simporto, ed entra insieme ai protoni, che rientrando permettono di cedere energia per fargli aprire il passaggio e per farlo rientrare dentro nonostante non sia attratto dalle cariche negative. Anche molecole non cariche possono entrare con uno ione positivo. Uno degli enzimi espressi sotto il controllo del promotore , era proprio la LAC PERMEASI, quello che permette ai batteri di assorbire il lattosio, ed è un simporto. Questo sistema è usato anche per espellere molecole cariche positivamente, esempio per il sodio.

È necessario il SIMPORTO quando la molecola che deve entrare non è carica, o è carica negativamente, se non è carica non viene attirata dalle cariche negative all'interno, se carica

negativamente non viene attirata dalle cariche negative all'interno, allora il simporto entra insieme ad una molecola e rilascia quell'energia tale per aprire il canale.

L'ANTIORTO, è l'ingresso contemporaneo all'uscita, anche qui funziona affinché uno dei due trasportati lo faccia rilasciando energia, il sodio è carico positivamente, e non verrebbe attratto all'esterno della cellula, anche se si apre il canale non esce, invece lo fa perché un protone entra contemporaneamente e la molecola di sodio esce e c'è uno scambio di energia.

Molto spesso ci sono dei sistemi che non si basano solo sul trasportatore, solo sul canale, ma si basano anche sulle proteine associate alla membrana che svolgono un ruolo proprio del trasporto, e in questo caso il ruolo è traslocare un gruppo fosfato,

Un gruppo fosfato che è un gruppo ad alta energia, a cui è legata una molecola organica, può passare, o meglio può essere traslocato di molecola in molecola cedendo alla molecola che lo riceve energia rappresentata dal legame. Il gruppo fosfato quando è da solo, non ha energia, ma nel momento in cui si lega ad una molecola organica, molto spesso si lega con legami ad alta energia, un esempio è il FOSFOENOLPIRUVATO, ha in particolare il fatto che abbia un acido piruvico a cui è stato legato il gruppo fosfato ad alta energia, e quindi diventa un trasportatore di energia, infatti è importante perché ha questo gruppo fosfato legato ad alta energia.

Il fosfoenolpiruvato esattamente come l'ATP la cellula lo usa spesso per trasferire energia, in questo caso lo usa per trasportare il glucosio al suo interno, il fosfoenolpiruvato cede il gruppo fosfato ad una serie di proteine associate alla membrana che se lo passano, e quindi traslocano questo gruppo, legandolo sempre ad un legame ad alta energia, per finire a cederlo alla molecola che deve essere trasportata all'interno, per questo si chiama TRASLOCAZIONE DI GRUPPO, perché il gruppo fosfato viene traslocato da una molecola ad alta energia alla molecola che deve essere trasportata all'interno, e a quel punto mentre entra viene FOSFORILATO (quando un gruppo fosfato viene dato). Infatti il glucosio mentre entra si trasforma in glucosio 6 fosfato (primo step della glicolisi). E così facendo si è consumata energia, perché si è consumato il legame ad alta energia che legava il gruppo fosfato al fosfoenolpiruvato, traslocando ha ceduto energia per permettere il passaggio.

TRASLOCAZIONE DI GRUPPO, perché viene traslocato, passato un gruppo ad alta energia. Oltre al trasportatore sono necessarie le proteine associate alla membrana

__ Domande

|| Quello che è presente all'interno è energia sotto forma di molecole che portano energia. Le cellule hanno al loro interno tante molecole che portano energia, tra queste esiste il fosfoenolpiruvato, ha questa energia grazie al fatto che ha un gruppo fosfato allegato ad alta energia. Questo gruppo fosfato può essere traslocato ad un'altra molecola cedendo energia, e questa viene utilizzata dal trasportatore per portare dentro il glucosio. Il glucosio prende questo fosfato per traslocazione.

il luogo fisico dove avviene il passaggio del gruppo fosfato al glucosio è nel trasportatore, perché lì è necessario cedere energia, ma questo gruppo fosfato viene traslocato da una molecola ad alta energia attraverso proteine legate alla membrana, e lo fa attraverso diversi passaggi, che servono a rilasciare energia necessaria per l'apertura del trasportatore.||

SISTEMA ABC

Il sistema abc sta per ATP BINDING CASSETTE. Questo sistema di trasporto è associato ad un ATPasi. È un sistema di trasporto il cui canale trasportatore di trans membrana è associato ad un sistema di proteine che idrolizzano l'ATP, e permettono a questa di rilasciare energia direttamente al trasportatore, dandogli l'energia necessaria per aprirsi e lasciar passare la molecola. Il trasportatore si è associato al suo interno, nella parte citoplasmatica, un sistema che sfrutta l'ATP. In questo caso il gruppo fosfato non viene traslocato, ma essendo legato all'ATP viene idrolizzato, e diventa così fosfato inorganico, che la cellula può rilegare ad una molecola per fare altra energia.

Molto spesso i trasportatori sfruttano delle proteine che non sono associate alla membrana, ma sono esterne e funzionano come dei recettori perché captano le molecole che devono essere trasportate e le guidano al trasportatore. In questo caso vediamo un trasporto in cui è coinvolto un canale, la proteina sovramembrana che produce energia, è una proteina esterna, come se il metabolismo fosse fuori dalla cellula. Questo è possibile perché molti batteri hanno uno spazio fuori la membrana in cui possono avvenire delle reazioni, hanno questo spazio perché alcuni batteri tra la membrana citoplasmatica e l'esterno hanno un'altra membrana detta MEMBRANA PARIETALE, e da qui deriva un piccolo spazio, chiamato SPAZIO PERIPLASMATICO, come se fosse un citoplasma fuori dal citoplasma, uno spazio in cui le proteine rimangono in preparazione al metabolismo e al trasporto.

Questa membrana si chiama membrana ma fa parte della barriera, la chiamano membrana perché ha una composizione molto simile alla membrana citoplasmatica, ma fa parte di un'altra struttura, cioè la parete presente solo in alcuni batteri.

La proteina e il legame periplasmatico che agisce all'esterno ha solo funzione di intrappolare, è un modo per massimizzare il trasporto delle molecole e sostanze che sono a bassa concentrazione. Queste proteine poi sono altamente affine al trasportatore e lo avvicinano solo, ma poi per poterla trasportare oltre al canale c'è bisogno del sistema che rilascia energia, che viene ceduta grazie all'idrolisi dell'ATP.

Le proteine periplasmatiche vengono chiamate così perché stanno fuori dalla membrana citoplasmatica. Riescono a rimanere nello spazio compreso tra la membrana citoplasmatica e la parete.

Questo spazio periplasmatico è molto importante solo per i GRAM-NEGATIVI, perché questi oltre al peptidoglicano hanno anche una membrana parietale, e fanno sì che questo spazio e il suo contenuto non possano uscire. La parete sia dei Gram-positivi che dei Gram-negativi è permeabile. È un involucro in più che ha funzioni diverse rispetto alla membrana: strutturali, di rigidità, di forza, ma nel trasporto ha un ruolo fondamentale.

La catena di trasporto degli elettroni, gli elettroni vengono portati dal trasporto di elettroni per i trasportatori, gli elettroni saltano attraverso i citocromi finì ad arrivare all'accettore finale,

l'ossigeno, ma soprattutto questo trasporto di elettroni attraverso i trasportatori dentro la membrana citoplasmatica, permette ai trasportatori stessi di espellere protoni, infatti energizzano la membrana, inoltre nella membrana ci sta un sistema che sfrutta la forza protonmotrice e la voglia dei protoni di rientrare, l'**ATP sintetasi**. È un trasportatore di protoni, infatti questi quando trovano un sistema entrano attraverso il loro canale, dissipando energia e questa energia che dissipano, con questo sistema molto complesso fatto da molti enzimi basato da un vero e proprio movimento molto veloce, cedono energia all'ADP che la usa per essere fosforilato e trasformarsi in ATP.

Questo è un modo che la cellula ha per sfruttare l'energizzazione della membrana all'ATP.

LA MEMBRANA È MOLTO DI PIÙ CHE SEMPLICE TRASPORTATORE O BARRIERA, MA LA MEMBRANA È SEDE DI TUTTI GLI ACCESSI ENZIMATICI CHE RICHIEDONO PROTEINE DI TRANSMEMBRANA O ASSOCIATE ALLA MEMBRANA CHE RICHIEDONO DEI CANALI, CHE SFRUTTANO QUESTO APPORTO, IN QUALCHE MODO L'ATP SINTETASI È UN TRASPORTATORE, CHE VA SECONDO GRADIENTE, E A QUESTO PUNTO RILASCIANO ENERGIA, E QUESTA VIENE SFRUTTATA.

21/03

Se la membrana è il limite fisico della cellula se andiamo fuori vuol dire che ci troviamo all'esterno della cellula, infatti i batteri hanno una struttura fondamentale, che è la parete batterica che avvolge la membrana ma è in qualche modo esterna. È un involucro imprescindibile, pochissimi batteri la hanno. La parete batterica è una struttura che determina la forma della cellula e questa è una differenza con la cellula eucariota la cui forma è determinata dal citoscheletro e dalle proteine extracellulari, i batteri non hanno un citoscheletro o proteine al loro esterno, e il loro involucro rigido è di fatto la parete, ma soprattutto protegge la cellula dalla pressione osmotica, e quindi la parete conferisce resistenza alla pressione. Proprio perché la parete è rigida e conferisce resistenza alla pressione osmotica, quasi tutti i batteri hanno la parete e non possono non averla perché in realtà la crisi osmotica può essere causata dalla pressione osmotica, e questa dipende dall'ambiente in cui vivono i batteri. La stragrande maggioranza dei batteri vive in un ambiente IPOTONICO, cioè hanno al loro esterno una concentrazione di soluti più bassa. L'unica eccezione realistica di batteri che vivono in ambienti ISOTONICI, in cui la concentrazione di soluti da interno e esterno è uguale, sono quelli che vivono all'interno di altre cellule. Inoltre la parete è sfruttata per una tecnica per colorare i batteri infatti i batteri si dividono in due gruppi in base al colore che assumono con la colorazione di Gram: I gram-positivi viola, I gram-negativi rosa . I batteri hanno una struttura diversa che mette in evidenza la parete.

La parete cellulare è rigida e quindi conferisce la forma, c'è un modo per eliminare la parete dai batteri, ma un batterio senza parete non resiste alla pressione osmotica quindi questo batterio senza parete scoppia perché entra troppa acqua, ma se noi lo mettiamo in una soluzione isotonica, la pressione osmotica si annulla, e questa è un fenomeno di osmosi, in cui attraverso la membrana, la quantità di acqua che passa da un verso all'altro è uguale a patto che la concentrazione di soluti è la stessa. Se la concentrazione di soluti è diversa, passerà più acqua verso il comparto in cui la concentrazione è più elevata, perché per osmosi il passaggio libero di acqua tende a equilibrare la concentrazione, e quindi l'acqua tenderà a passare di più dal lato in cui c'è più alta concentrazione. Se mettiamo i batteri in acqua distillata sarà più l'acqua che entra che quella

che esce, perché questa spinge sulla membrana e la rompe, non la rompe se c'è la parete, che è rigida, se invece la parete non c'è l'acqua entra e subito la rompe, ma se lo mettiamo in una soluzione isotonica un batterio privo di parete sopravvive, questo esperimento ci dice tante cose:

-la parete che è rigida e conferisce la forma alla cellula, perché se noi togliamo la parete il batterio non resiste alla pressione osmotica e subito perde la sua forma, assumendo una forma sferoidale

-il batterio privo di pareti sopravvive, perché la parete non ha un ruolo fondamentale nel metabolismo è solo un involucro rigido.

Se mettiamo un batterio in una soluzione isotonica rimane integro, ma se lo mettiamo in una soluzione ipotonica, il batterio come il globulo rosso avremo più acqua che entra rispetto a quella che esce e tende a gonfiarsi fino a che la membrana non resiste più.

La parete è un involucro rigido esterno alla cellula, osservando al microscopio i batteri si dividono in due grandi gruppi e hanno delle strutture molto diverse, in un gruppo vediamo questo involucro come molto omogeneo, spesso che copre tutta la cellula. Questi batteri rispondono alla colorazione di Gram.

I batteri che rispondono tutti allo stesso modo alla colorazione di Gram hanno in comune una parete fatta da un unico strato spesso di una molecola polimerica chiamato PEPTIDOGLICANO. La parete cellulare dei Gram-positivi è fatta da un solo spesso strato di peptidoglicani.

Un altro gruppo di batteri (Gram-negativi) hanno questa parete strutturata in maniera un po' più complessa, non fatta solo di peptidoglicani sottili. Questo peptidoglicano sembra essere distaccato dalla membrana, ma anche staccato da un ulteriore strato esterno, e questo ulteriore strato al di fuori è diverso dai peptidoglicani, perché ha una natura lipidica, molto più simile alla membrana citoplasmatica, tanto che questo strato, che fa comunque parte della parete cellulare, viene chiamato MEMBRANA PARIETALE, perché ci fa capire che si è una membrana, ma che fa parte della parete.

Tra la membrana parietale e lo strato di peptidoglicani c'è uno spazio vuoto, in cui avvengono attività enzimatiche, perché separato dall'esterno, questo spazio viene chiamato SPAZIO PERIPLASMATICO.

Questo spazio è separato dall'esterno, mentre nei Gram-positivi lo spazio esterno non è separato, perché i peptidoglicani non creano una separazione con l'esterno.

Mentre la parete avendo una membrana crea una separazione con un ulteriore strato.

La membrana parietale dei Gram-negativi non è rigida.

Il peptidoglicano è assolutamente permeabile. Non può essere impermeabile per la loro natura chimica.

La colorazione di Gram ha due passaggi base, la colorazione è un passaggio che attraverso dei condensanti e l'etanolo aggiunge il colore. Dopo i primi passaggi i Gram-positivi diventano colorati, perché trattengono la prima colorazione; di Gram-negativi dopo questi primi passaggi diventano trasparenti, esce via il colore. Tanto che per poterli differenziare si fa un'altra colorazione. I primi sono viola perché la colorazione che si fa su entrambi è viola, ma così

facendo sia i gram-positivi che i gram-negativi sarebbero viola, la differenza sta nell'uso del condensante e dell'etanolo. Dai primi il colore resta, dai secondi esce.

Il peptidoglicano è comune sia ai gram-positivi che ai gram-negativi, riempie la molecola con un grande polimero che è responsabile della funzione della parete, attribuisce la forma e soprattutto per conferire il supporto.

Doppio strato membrana parietale

Questo doppio strato lipidico è un po' diverso, è comunque un doppio strato, ha una parte interna fatta da acidi grassi e quindi idrofobica, le teste polari rivolte ai due lati del doppio strato, è uguale in tutto e per tutto alla membrana citoplasmatica, ma c'è una grande differenza, lo strato che guarda verso fuori, le teste polari, sono legate a degli zuccheri, e quindi dei GLICOLIPIDI, e hanno una porzione di zuccheri rispetto ai lipidi molto più alta.

Un glicolipide è un lipide alla cui testa è legato uno zucchero.

Nel caso della membrana parietale questi lipidi non hanno solo uno zucchero, ma hanno delle lunghe catene di zuccheri, quindi prendono il nome di LIPOPOLISACCARIDI, fa capire il rapporto di forza. Lunghi polisaccaridi legati al lipide della membrana.

Il peptidoglicano è un polimero molto lungo e grande che avvolge completamente la cellula. È un polimero che si sviluppa su tre dimensioni formando strutture tridimensionali, in particolare è un polimero a forma di rete composto da subunità identiche (glican tetrapeptide). Come tutti i polimeri sono fatti da una porzione di unità sempre attaccati.

Se si chiama peptidoglicano vuol dire che ha una componente di peptidi che sono pezzettini di catene di amminoacidi, una componente peptidica e i GLICANI, un altro modo per chiamare gli zuccheri.

Le molecole di zuccheri con residui amminici sono chiusi, gli zuccheri sono di due tipi:

N-acetilglucosamina (NAG) e Acido N-acetilmuramico (NAM) legati da legame 1,4- β -glucosidico.

Sono zuccheri ma hanno gruppi amminici. I legami sono su piani invertiti, questi due ammini sono legati insieme per formare lunghe catene di NAM e NAD alternati.

Dobbiamo avere però ad una struttura tridimensionale, e dobbiamo legare i batteri ad una catena adiacente alla cellula per far sì che queste catene si leghino sotto formando una struttura tridimensionale. Da ogni residuo di acido n-acetilmuramico parte un TETRAPEPTIDE, cioè un peptide fatto da 4 amminoacidi, che sono sempre gli stessi, è raro che batteri diversi abbiano amminoacidi diversi e sono sempre legati al NAM. Abbiamo trovato così il monomero che viene ripetuto e ha la stessa sequenza, cioè NAD NAM tetrapeptide. Si vede che due catene differenti si mettono insieme grazie ai tetrapeptidi.

I legami tra due amminoacidi avvengono sempre tra il terzo e il quarto, si legano con un legame peptidico.

I legami sulla membrana parietale sono tutti covalenti, e per questo è rigida e resistente poiché ci sono legami forti.

Da ogni NAM parte un tetrapeptide che si lega ad un altro tetrapeptide di un'altra catena. Nei peptidoglicani dei Gram-positivi a tenere insieme un amminoacido con un tetrapeptide con l'altro amminoacido e il corrispondente tetrapeptide, non è un legame che avviene direttamente, ma sono in mezzo altri cinque amminoacidi e questa struttura prende il nome di PONTE

Nel Peptidoglicano dei Batteri Gram Positivi i legami crociati tra le subunità di glicantetrapeptide non sono diretti ma costituiti da un ponte peptidico diverso tra le varie specie. (In *Staphylococcus aureus* ad es. sono costituiti da 5 glicine)

Gli Acidi Teicoici sono Polisaccaridi acidi (quali glicerofosfato e ribitolfosfato) contenenti altri zuccheri e D-Alanina.

Possono legarsi ai lipidi della membrana ancorando il peptidoglicano ad essa e vengono quindi detti acidi lipoteicoici.

Conferiscono stabilità alla parete dei Gram positivi - sono assenti nei Gram negativi perchè lì il peptidoglicano si trova tra due membrane.

La membrana esterna dei gram negativi è costituita, oltre che da fosfolipidi e proteine, anche da complessi lipopolisaccaridici e quindi è anche detta strato lipopolisaccaridico (LPS)

La faccia esterna della membrana ha un ruolo biologico molto importante. È formato da una porzione lipidica (chiamata lipide A) nel doppio strato che è la parte più grossa e da due porzioni polisaccaridiche (un core polisaccaridico e lunghe catene di polisaccaride O) cioè la parte di zuccheri che guarda verso l'esterno, di composizione molto diversa tra le specie Gram negative. Questa caratteristica stabilizza la struttura della membrana e contribuisce alla sua carica negativa; Favorisce l'adesione alle superfici (formazione biofilm); e quando questi batteri entrano nel corpo umano causano un danno immediato, sono tossiche e interagiscono con le nostre cellule. Questo complesso di natura lipopolisaccaridica è l'Endotossina presente in alcuni patogeni come la *Salmonella* o l'*Escherichia* (intestinali).

Il peptidoglicano è permeabile, non è una barriera. È come un reticolo, rigido ma permette passaggio di molecole.

La membrana (doppio strato lipidico) invece è impermeabile.

Nei gram negativi dove c'è anche la membrana esterna (LPS) si avrà un doppio strato impermeabile quindi la cellula si trova ad avere la membrana citoplasmatica permeabile in modo selettivo e poi una seconda impermeabile... ciò funziona? No. Esistono dei canali che permettono l'attraversamento di questo strato idrofobico. Sono dei veri e propri pori, si chiamano PORINE, canali proteici che attraversano tutto lo spessore della membrana garantendo un canale acquoso per molecole di piccole dimensioni

Le Porine a differenza dei trasportatori non solo sono meno specifiche ma non richiedono energia. Rappresentano varchi idrofili che schermano il doppio strato idrofobico. Sono comunque presenti proteine transmembrana che fungono da trasportatori specifici.

Gli archea batteri hanno però una parete un po' differente. La parete serve per dare rigidità ad una cellula che essendo a vita unicellulare ha bisogno di sostegno, qualcosa di rigido.

Specialmente i batteri che devono vivere in condizioni estreme.

Gli archeobatteri hanno infatti delle pareti di natura proteica. Un gruppo che si colora come i gram positivi ha uno pseudopeptidoglicano altri invece sono rivestiti all'esterno della membrana da uno strato proteico o glicoproteico (specie di protozoi) sono proteine ricche di residuo zolfo, come la nostra cheratina, che li rende rigidi.

La motivazione per cui c'è bisogno di una parete è però la stessa.

La parete è l'ultima delle strutture che facciamo che in un modo o nell'altro hanno tutti i batteri. Molti batteri oltre la parete hanno altre strutture che essendo fuori dalla parete sono chiamate strutture esterne. Sono di due tipi, involucri con il compito di avvolgere completamente la cellula (specialmente di natura zuccherina) o appendici che sono estroflessioni (sempre di natura proteica)

Involucri sono fondamentalmente di 3 tipi: capsula e glicocalice sono composti da polisaccaridi, sono involucri di zuccheri amorfi, ulteriore impacchettamento di zucchero esterno. È uno strato che non per forza interagisce con l'ospite contrariamente all'LPS. Sono come un muco zuccherino che avvolge la cellula madre e favorisce l'adesione e la formazione del biofilm.

La capsula è meno abbondante del glicocalice. Avvolge la cellula madre. Gli organismi dotati di capsula riescono a fuggire dal sistema immunitario dell'ospite.

La capsula può essere considerata fattore di virulenza, permette di fuggire al riconoscimento dal sistema immunitario (scappa dai macrofagi) I macrofagi non possono attaccare indiscriminatamente perché esistono batteri positivi.

La capsula nasconde questi patogeni così che non vengano fagocitati dai macrofagi e poi possano proliferare

La capsula è amorfa. Se fosse ordinata potrebbe essere riconoscibile e perderebbe tutto il sistema immunitario

Il glicocalice a differenza della capsula ha un ruolo nell'adesione, è un collante. Ha la funzione di permettere ai batteri di aderire alle superfici ed essendo molto abbondante tiene insieme più batteri. Creano tappeti di cellule attaccati sulle superfici. Ricorda molto i tessuti pluricellulari. Il glicocalice favorisce la creazione di biofilm, rappresenta il collante dei biofilm stessi, ne fa parte. Lps è la parte zuccherina che funziona come adesione mentre il glicocalice è più abbondante e unisce, incolla.

Gli strati paracrystallini (S-layer) sono composti da proteine e formano la parete degli archea.

Funzionano come struttura esterna per rafforzare ancora di più. Sono molto ordinati a differenza delle capsule.

Queste strutture esterne sono accessorie, alcuni batteri c'è l'hanno e altre no.

Alcune estroflessioni, appendici, sono accessorie.

Esistono tre tipi di strutture appendicolari

Le **FIMBRIE** che sono delle appendici corte di natura proteica come peluzzi proteici molto numerosi che ricoprono l'intera superficie. Si dice che giocano un ruolo nel movimento poiché nel movimento dei batteri accompagnano facendo da pinne anche se ora alcuni studi hanno fatto veder che le fimbrie hanno la capacità di interagire, riconoscere le superfici e trasmettere dei segnali all'interno della cellula (come se rappresentassero il tatto dei batteri). Ciò è stato provato prendendo batteri dotati di fimbrie che quindi riuscivano ad aderire alle superfici. Una volta tolte non si adagiavano più ma creavano glicocalice quindi l'unica funzione persa dopo la rimozione delle fimbrie è stata quella di trovare la superficie.

I Pili sessuali sono appendici poco numerose molto simili alle fimbrie. Sono molto più lunghe e sono presenti solo in alcune fasi della vita del batterio. Il pilo sessuale ha un ruolo particolare legato ad un certo momento. I pili sono tubicini, cavi al loro interno.

I **pili sessuali** vengono sintetizzati da alcune cellule in alcuni momenti così che queste cellule che sintetizzano possano connettersi ad altre cellule. Permette alla cellula, essendo cavo, di collegare il proprio citoplasma a quello di un'altra cellula. Forma un ponte citoplasmatico. Parte da dentro la membrana ed essendo cavo permette lo scambio di contenuto citoplasmatico tra le due cellule. Il pilo sessuale ha un ruolo fondamentale nello scambio di materiale genetico (CONIUGAZIONE GENETICA) tra due cellule che possono anche avere natura differente. Da qui si parla del cambio del genoma all'interno dei batteri. Una cellula può acquisire nuovi geni da un'altra cellula (cambiando quindi il proprio genoma). Questo scambio di genoma dal pilo è ciò che più assomiglia alla riproduzione asessuata. Possono servire da recettori per i batteriofagi

I **flagelli** sono appendici cellulari proteiche rigide, molto più spesse dei pili, lunghe e non sono cavi. Sono ancorate alla membrana, attraversano la parete e vanno verso l'esterno. Il flagello ruota come un'elica, serve alla locomozione ed è infatti legato ad un motore. Il flagello è uno anche se in alcuni batteri è legato. Si ha una struttura a forma di anello molto importante che si lega alla membrana citoplasmatica. Il flagello è intimamente legato alla membrana citoplasmatica. Da qui si sviluppa il dominio.

Nei gram positivi l'uncino attraversa il peptidoglicano il motore è l'anello ancorato alla membrana

Nei gram ci sono strati ulteriori,

In entrambi a dare il movimento è l'M ring, anello legato alla membrana citoplasmatica. È importante che sia legato per il movimento in sé perché sfrutta la forza proton motrice grazie al passaggio di protoni secondo gradiente attraverso specifici canali. Questo anello è un ingranaggio che gira.

08/04

Le appendici, le cosiddette strutture esterne in realtà non sono presenti in tutte le cellule però fanno in qualche modo parte delle strutture che quando sono presenti sono sempre presenti. L'unica eccezione è il pilo sessuale, che è sintetizzato dalla cellula nel momento in cui inizia la coniugazione, che serve proprio a questo processo. Però queste strutture sono caratteristiche di ogni cellula batterica, ovviamente cambiano da cellula a cellula, in base al genoma che ha, infatti ci sono batteri capaci di sintetizzare la capsula, i cosiddetti batteri capsulari, hanno dei geni che gli permettono di fare la sintesi di questo materiale zuccherino e permette di avere questo involucro supplementare, ovviamente sono batteri della stessa specie che però non hanno questa porzione di genoma, e all'interno della stessa specie può esserci un sottogruppo capsulato, e può esistere un altro ceppo di batteri che questo gene non ce l'hanno. Tutte queste differenze morfologiche sono proprie perché il batterio ha un determinato genoma, i batteri che hanno un genoma uguale hanno una morfologia uguale, caratteristica che non appartiene agli organismi pluricellulari,

Se prendiamo un nostro cheratinocita o un neurone hanno lo stesso genoma anche se sono morfologicamente molto diversi, le cellule che fanno parte degli organismi pluricellulari hanno la capacità di differenziarsi, cioè a parità di genoma hanno la possibilità di assumere morfologie differenti, poiché essendo organizzati in tessuti, hanno la capacità di fare tessuti diversi necessari per diversi organi, e quindi avere all'interno del tessuto cellule diverse con morfologie

diverse ma tutte con lo stesso genoma. I batteri non hanno la capacità di differenziarsi, perché la loro morfologia dipende dal genoma. Se le cellule hanno morfologie diverse allora avranno genomi diversi, se hanno capacità molto diverse è perché hanno genomi diversi.

Ci sono pochi geni che hanno resistenza agli antibiotici, che diventano molto pericolosi. Se prendiamo due cellule batteriche che hanno lo stesso genoma, hanno la stessa morfologia.

Ovviamente possono avere funzioni diverse, possono esprimere geni diversi ma la loro morfologia non cambia. I batteri non sono capaci di differenziarsi.

I genomi delle cellule degli organismi pluricellulari sono più grandi, e devono avere tutti i geni necessari alle loro morfologie, i batteri sono piccoli e semplici.

LA DIFFERENZIAZIONE DEI BATTERI

In realtà c'è un'eccezione molto grossa, questa capacità di differenziarsi, esistono molti dei batteri appartenenti a specie molto diverse, che riescono a cambiare drasticamente la loro morfologia. A parità di genoma, alcuni batteri possono cambiare il loro aspetto proprio a livello cellulare, in modo drastico. Sono i batteri capaci di trasformarsi in SPORA.

Formare le spore vuol dire che i batteri formano e rilasciano spore, all'inizio si pensava fosse così, ma il termine spora è stato preso in prestito dalla botanica, in particolare dai funghi che formano le spore per riprodursi, simile al polline.

I batteri non fanno le spore ma si DIFFERENZIANO in spore. I batteri in alcuni casi al loro interno hanno una struttura molto densa, circondata da involucri, che non è il nucleo ma la spora, che si forma partendo dall'interno, infatti il modo più corretto di denominare la spora è ENDOSPORA BATTERICA. Però il fatto che si forma dall'interno, non vuol dire che questa venga rilasciata e che il batterio continua a vivere, questa forma che si sta producendo all'interno è il batterio stesso che si sta trasformando. vediamo come i batteri che hanno una struttura bianca al loro interno, si stanno trasformando in spora.

La formazione della spora è una trasformazione, è una DIFFERENZIAZIONE, cioè la capacità che hanno alcuni batteri di passare da una forma ad un'altra, in particolare passare dalla forma vegetativa, cioè dalla forma che si sta riproducendo, alla forma sporale, più piccola e più densa che non si riproduce.

Le endospore sono il prodotto di una differenziazione che i batteri possono intraprendere in risposta ad alcune condizioni. Le spore infatti sono delle strutture di sopravvivenza, cioè rispetto alla cellula vegetativa che si sta differenziando sono molto più resistenti a condizioni avverse, che sono date da agenti chimici e fisici, o alte temperature, che possono danneggiare la parete o rovinare la membrana. Ma anche i raggi Uv uccidono i batteri.

Se le spore batteriche fossero indistruttibili non ci sarebbe il concetto di sterilizzazione, che è tarato per eliminare non solo i batteri ma anche le forme più resistenti.

Ma in realtà c'è un'altra necessità di sopravvivenza, la spora non si riproduce, ma rimane viva vuol dire che la cellula vegetativa ha bisogno di nutrienti per fare metabolismo, mentre la spora no perché non deve fare metabolismo e riprodursi.

Non è né viva né morta, sopravvive ma non si riproduce, e di conseguenza è una struttura di sopravvivenza.

La cellula non è morta ma non fa metabolismo, sopravvive anche in assenza di nutrienti.

La sporulazione è un processo reversibile.

La spora si forma dall'interno per salvaguardare il genoma.

Il processo di sporulazione, il passaggio da una forma vegetativa capace di modificarsi, ad una forma di spora che è quiescente, non si riproduce e ha un metabolismo pari a 0, la sporulazione deve per forza di cose essere reversibile, il processo opposto, cioè che da una spora si forma la cellula vegetativa, capace di dividersi, viene chiamato GERMINAZIONE.

La spora è molto più piccola, e la maggior parte dei batteri sporigenti, ovvero quelli capaci di trasformarsi in spora sono principalmente bastoncellari, hanno una forma allungata e possono essere lunghi anche 4-5 micron,. La spora corrispondente è lunga 1/7 di micron. La forma è principalmente sferica e ovoidale.

Tutti questi strati che la spora forma sono quasi completamente impermeabili, perchè qualcosa deve comunque entrare, anche se piano, per permettere l'evoluzione. I batteri sporigeni sono pochi rispetto a quanti ne esistono e alcuni sono molto rilevanti:

- BACYLLUS (Anthraxis, Cereus, Subtilis)
- CLOSTRILYUM (Botulismo)

Non essendo vive le spore sono facili da trasportare, e nel momento in cui riescono ad entrare nel corpo trovano le condizioni ideali per germinare.

Le temperature alte ma non sufficientemente alte da poter eliminare i batteri favoriscono la trasformazione di bacillus cereus e clostrilyum botulino in spora.

Il clostrilyum è molto presente nel suolo e nelle piante e quando entra nelle ferite trova l'ambiente giusto per germinare e può provocare il tetano.

Molti sono patogeni.

COME SI FORMA LA SPORA

Parte dall'interno perché ha come obiettivo mettere una serie di involucri per la protezione del genoma.

Il processo parte con una semplice divisione, e la cellula prima di dividersi replica il proprio genoma, successivamente uno dei due genomi viene ricoperto da una serie di involucri, solo quando la spora è matura il resto della cellula va incontro a divisione, rilasciando la spora libera. La spora quindi non viene rilasciata dalla cellula, ma la cellula diventa spora. La parte rilasciata non è liquida ma è mucosa e amorfa.

Il genoma che non viene avvolto da involucri si disgrega, rimane funzionale solo nelle prime fasi, perché guida la sintesi di questi strati, perchè i geni che stanno sintetizzando i vari strati sono quelli della spora che è ancora metabolicamente attiva mentre sta all'interno.

La parte più interna è chiamata CORE o PROTOPLASTO SPORALE. Non è altro che il genoma molto compattato e a cui è associato del materiale che lo protegge. All'interno della spora ha un basso contenuto di acqua, è secca, d'altronde l'acqua è utile a fare metabolismo, ma questa cellula non ha metabolismo da fare. Il fatto che non abbia acqua, ma che abbia un polimero che la sostituisce che è più denso dell'acqua, fa sì che il genoma sia maggiormente protetto, poiché gli agenti che potrebbero danneggiare il DNA in acqua passano più velocemente, mentre se l'acqua viene tolta e sostituita da un materiale denso il genoma è più protetto.

Il citoplasma si è trasformato in CORE è diverso dal citoplasma, e ha in comune solo il genoma, che non cambia ma è solo più compattato perché disidratato. Il citoplasma perde completamente tutti gli enzimi e metaboliti e acqua e rimane solo il genoma integro.

La membrana di fatto si perde, perché fatta da lipidi e non ha resistenza, al posto della membrana abbiamo la **corteccia** che è molto più rigida poi uno strato COAT o TUNICA e infine L'ESPORIO.

Il CORE ha quello che resta della membrana il DNA è ancora presente, enzimi e ribosomi così come gli amminoacidi sono pochi, quelli che servono per ripartire. Ha invece delle molecole che sono sintetizzate solo per proteggere il genoma, in particolare l' ACIDO DIPICOLINICO, è capace di legarsi agli ioni calcio formando una struttura chiamata DIPICOLINATO DI CALCIO, è capace di proteggere il genoma sostituendo l'acqua, il dna è intrappolato in questo polimero che lo protegge e che evita anche l'attività enzimatica. questo fa sì che il core della spora sia denso, più del citoplasma ed è il motivo per cui non si colora. svolge un ruolo di coibentazione per il DNA

Tutti gli enzimi destinati alla biosintesi, o quelli catabolici sono assenti, anche l'mRNA, così come i ribonucleotidi, ma soprattutto è assente acqua.

Una cellula disidratata conserva le proprie strutture molto meglio.

Non c'è ATP perché questo non è un modo di conservare energia, perché non stocca l'energia, invece parecchia energia c'è attraverso i gruppi fosfato ad alta energia, legati all'acido glicolico. P che si lega ad una molecola organica è un modo per conservare energia.

Questa molecola in particolare è satura.

l'Energia è conservata sotto forma di 3-P-GLICERATO (3% del peso secco).

non sono forme ad alta energia, ma sono forme che servono per poter poi partire e formare l'ATP.

Gli altri ribonucleotidi non servono, perché non serve fare la sintesi di acidi nucleici.

La cellula in forma di spora stocca l'energia.

La CORTECCIA è una trasformazione del peptidoglicano che viene chiamato PEPTIDOGLICANO CORTICALE, e infatti è a forma di NAM, vengono conservati i tetrapeptidi, anche se in realtà c'è questo amminoacido che viene chiamato ACIDO MESODIAMINOPIMELICO (DPM), che è una molecola simile a quella che forma l'ACIDO DIPICOLINICO, serve a rendere la struttura ancora più resistente. La cosa da mantenere è che, come la parete, con forma polimerica fatta da zuccheri principalmente NAM e lipidi, ma è più resistente alla temperatura, è più elastico e soprattutto non viene attaccato da lisozimi. La corteccia è quel che resta della parete.

La TUNICA è uno strato sintetizzato ex-novo, non deriva da una struttura preesistente, è di natura proteica, è molto impermeabile, non viene attaccata dagli enzimi, resiste alle radiazioni, e le proteine che la compongono sono molto simili alle CHERATINE. La spora come gli archea devono resistere a condizioni avverse, e hanno questa struttura simile da un punto di vista chimico alla parete degli archea. Sono sempre sottoposti a temperature avverse. La corteccia richiama la parete, la tunica è un involucro di base proteica ricco di legami solfuro S-S.

L'ESOSPORIO, è una struttura accessoria, non tutte le spore lo hanno, garantisce un'ulteriore protezione, generalmente di natura polisaccaridi o lipidica amorfa. In realtà più che avere ulteriore protezione conferisce anche l'adesione alle superfici. Di natura zuccherina.

11/04/24

Noi studiamo i metabolismi, la diversità metabolica poiché non ne esiste solo uno.

Il motivo per cui i batteri sono così diversi metabolicamente mentre noi animali non lo siamo sta nell'evoluzione. L'evoluzione e la riproduzione sono fenomeni molto collegati tra loro. Lo scopo della vita è riprodursi perché se l'essere vivente non si riproduce mette a rischio la propagazione della specie. I batteri essendo piccoli basano la propria forza sul numero, quindi per loro è più importante trovare la capacità di riprodursi. Tale capacità non dipende solo dal batterio ma anche dal contesto ecologico in cui vive. Dipende dalle caratteristiche rispetto al contesto in cui vive.

La capacità di avere successo ecologico è la capacità di un batterio di riprodursi in un determinato ambiente.

Batterio = Importanti non in quanto individui ma in popolazione.

La riproduzione non dipende solo dal batterio ma dal rapporto delle caratteristiche genomiche del batterio con un dato contesto.

La capacità dipende dalle continue modifiche al genoma, cioè dalla nascita di nuovi metabolismi che permettono l'adattamento a nuovi ambienti.

Questo è il motivo per cui i batteri hanno la più grande diversità. Hanno avuto meno tempo per adattarsi.

Ciò spiega perché i batteri negli organismi sono i più importanti per il funzionamento dell'ecosistema.

Cicli biogeochimici = sono cicli che permettono ai vari elementi di passare da diversi comparti e assumere in vari comparti forme diverse. Per fare ciò devono ciclizzare, passare in diverse forme in maniera continua così che l'organismo non mantenga la stessa forma in tutti i comparti. L'unica cosa che nella terra continua costantemente ad entrare è luce ed energia.

Questa ciclizzazione degli elementi mantiene l'ecosistema sostenibile

il ciclo del carbonio avviene grazie alle piante che trasformano la CO₂ in molecola organica che noi prendiamo, mentre gli autotrofi le molecole organiche se le fanno da soli.

I batteri aiutano a mantenere gli ecosistemi come noi conosciamo e sono gli unici che fanno passaggi fondamentali per la terra perché sono qui da sempre e si sono evoluti con lei.

CONCETTI DI BASE

Il metabolismo è l'insieme di reazioni biochimiche che permettono diverse attività vitali, comporta quindi tutte le reazioni che permettono di assumere nutrienti e sfruttarli per ricavare energia e poi successivamente scartare i prodotti nell'ambiente. Il metabolismo si può dividere in modo didattico e non biologico in catabolismo e anabolismo. Il catabolismo sono quelle reazioni degradative che prendono substrati ricche di molecole organiche e li trasformano in prodotti ricavandone energia e precursori. L'anabolismo sono quelle reazioni che usano l'energia e i precursori generati dal catabolismo per sintetizzare molecole organiche più complesse per far crescere le loro cellule e si parla quindi di biosintesi. quindi le reazioni cataboliche sono reazioni in cui substrati complessi vengono disintegrati per generare energia

mentre quelle anaboliche prendono energia per fare biosintesi. nessuna cellula fa catabolismo e anabolismo in momenti separati o in luoghi separati in quanto sono reazioni indistinguibili in quanto una cellula se degrada un prodotto lo fa per dare subito l'energia per l'anabolismo. quindi catabolismo e anabolismo sono due processi contemporanei e in equilibrio.

Nel metabolismo le cellule generano (catabolismo) e utilizzano (anabolismo) ENERGIA

La termodinamica è un insieme di leggi che mette delle regole per studiare i cambiamenti energetici ed è alla base del metabolismo perchè appunto spiega la biochimica.

Ogni reazione biochimica ha un cambiamento di energia, ad esempio con le reazioni esoergoniche l'energia che viene rilasciata può essere utilizzata.

Centralità della termodinamica spiega il ruolo degli enzimi in quanto se una reazione è esoergonica viene rilasciata energia e la differenza (ΔG) è negativa quindi la reazione procede spontaneamente, mentre se la reazione è endoergonica allora il ΔG è positivo e la reazione non procede spontaneamente.

Gli enzimi sono catalizzatori ossia abbassano l'energia di attivazione delle reazioni aumentandone notevolmente la velocità. Importanza degli enzimi nelle reazioni biochimiche: non c'è reazione all'interno della cellula che non comprenda la presenza degli enzimi.

REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE

Le reazioni di ossidoriduzione sono alla base del metabolismo

Qual è la migliore entità per far fluire energia? Gli elettroni. Per capire i flussi di energia c'è bisogno di capire i flussi di elettroni, come saltano e perché saltano.

Gli elettroni devono essere presi per forza. Perché se così non fosse si perderebbe diventando luce, calore.

Il metabolismo cellulare genera o utilizza energia quindi è basato sui flussi di energia. I flussi di energia e le differenze energetiche sono governati dai passaggi di elettroni e quindi dalle reazioni redox.

Queste reazioni chimiche devono essere sempre accoppiate se avviene un'ossidazione deve avvenire una riduzione quindi se c'è una reazione ossidativa quindi vengono tolti elettroni, questi elettroni devono per forza essere presi da un altro substrato che si riduce. Se una sostanza cede gli elettroni vuol dire che sta donando energia quindi quando vedremo che i batteri sono in grado di utilizzare diverse forme di energia vuol dire che sono capaci di ossidare diverse forme di energia a differenza nostra. Nella respirazione aerobica il glucosio viene ossidato quindi è fonte di elettroni che vengono accettati dall'ossigeno che si riduce ad acqua ed è l'accettore FINALE della reazione. Gli elettroni non possono passare dal glucosio all'ossigeno ma ci sono tanti altri passaggi intermedi perché gli elettroni del glucosio hanno così tanta energia che l'ossigeno non potrebbe sostenere. Ossidare vuol dire ricavare energia quindi diverse fonti di energia vuol dire diverse molecole da ossidare e diversi donatori di elettroni. Se parlassimo degli animali che ricavano energia sempre solo da molecole organiche e che come accettore terminale usano sempre l'ossigeno avremmo solo una possibilità a differenza dei batteri che respirano anche senza ossigeno. I batteri usano le molecole organiche ma non solo, le sostanze nutritive diventano tutte le sostanze ossidabili che possono cedere elettroni appatto che ci sia una sostanza che li possa riprendere. La TORRE DEGLI ELETTRONI è uno schema in cui le possibili reazioni ossido riduttive vengono spezzate in semireazioni che

vengono messe in ordine di potenziale degli elettroni, quindi in cima alla torre avremo reazioni con un alto potenziale elettronegativo, quindi buoni donatori come il glucosio in cima, in fondo alla torre abbiamo reazioni poco elettronegative o elettropositive che prendono elettroni e sono le semireazioni fatte dagli accettori e all'ultimo posto infatti c'è l'ossigeno. Un donatore molto elettronegativo e un accettore molto elettropositivo genera un'alta differenza di energia ed è il metabolismo più complesso. Esistono un sacco di combinazioni di donatori e di vettori.

15/04/24

La capacità degli esseri viventi di ricavare energia dai substrati vuol dire ossidare. Un substrato per essere fonte di energia deve cedere i propri elettroni, essere buon donatore vuol dire quindi avere un alto potenziale di elettronegatività.

Le redox devono sempre essere complete, devono quindi esserci accettori terminali. Se c'è sostanza che ossida deve essercene una che si riduce.

La torre di elettroni ci permette di vedere il salto che fanno gli elettroni attraverso la classifica ordinata secondo il loro potenziale di riduzione

(E_0'), cioè la loro tendenza ad ossidarsi (donare e^-) o a ridursi (accettare e^-). Tanto più è ampio il salto tanto è maggiore l'energia liberata.

Tutto nasce dal metabolismo energetico che ricava energia dai nutrienti che a loro volta devono essere donatori. Le fonti di elettroni (nutrienti) da soli non funzionano, deve esserci una sostanza. I batteri usano diversi donatori, e non hanno nemmeno bisogno dell'ossigeno per diversi accettori. I donatori di elettroni vengono spesso definiti fonti di energia perché quando vengono ossidati rilasciano energia che in parte viene conservata dalla cellula come ATP.

Gli elettroni non possono saltare direttamente da donatore ad accettore, soprattutto quando c'è grande differenza energetica. La cellula deve sapere convogliare l'energia con piccoli salti. Esistono trasportatori intermedi come il NAD per evitare il salto esagerato di potenziale. Il NAD (nicotinammide-adenina dinucleotide) è una molecola molto complessa, un nucleotide, che ha la capacità di prendere elettroni e ridursi ma allo stesso tempo di cederli quindi essere ossidato. È sia un buon donatore che accettore, dipende tutto da ciò che si trova di fronte. Diventa parte delle coppie della torre di elettroni NAD buon accettore, si prende elettroni dalle sostanze che sono fonte di energia e quindi più elettronegative di lui mentre il NAD ridotto cede subito ad altre molecole della cellula che sono migliori vettori di lui.

NAD⁺ e NADH sono una coppia redox dove NAD⁺ è quello ossidato che quando cede elettroni diventa NADH che è la forma ridotta.

Il NAD non è instabile. È una molecola abbastanza complessa, nasce per far parte degli acidi nucleici quindi è molto forte. L'unico carattere instabile è il suo stato ossidoriduttivo. La quantità di molecole NAD, è limitato. È tutto un continuo riutilizzo.

Le reazioni della cellula, all'interno del metabolismo catabolico

Il glucosio si ossida un po' per volta

Nella stessa reazione in cui il substrato viene ossidato si riduce il NAD in NADH..

Catena di trasporto degli elettroni.

L'energia chimica liberata nelle reazioni redox viene conservata dalla cellula come composti fosforilati ad alta energia quali l'ATP, dove i gruppi fosfato sono legati da legami anidridici che se idrolizzati rilasciano un'elevata energia:

L'ATP è quindi un trasportatore di energia attraverso il suo gruppo fosfato. Non rimane atp, quando rompe un legame energetico rilascia energia alle reazioni anaboliche che hanno bisogno di energia e diventa ADP. Quando la cellula deve costruire macromolecole avviene lo sfruttamento di atp. Mentre nel catabolismo si produce atp, nell'anabolismo lo si sfrutta (tutto ciò avviene nel processo di attacco gruppo fosfato-stacco gruppo fosfato). Ha ruolo di trasferimento di energia, i prodotti hanno più energia dei substrati (processo endoergonico).

Dire diversità metabolica implica che la capacità di trovare energia e di crescere, nessun essere vivente può vivere senza fonte di energia e la capacità di trovare le componenti organiche che servono per fare le macromolecole.

Le fonti di energia (di elettroni) sono:

- Sostanze chimiche. I chemiotrofi sono gli esseri viventi che ricavano energia ossidando sostanze chimiche.
- Luce. Esiste un gruppo di esseri viventi chiamati fototrofi che ricavano energia direttamente dalla luce.

I batteri sono i primi esseri di entrambe le categorie.

Per i chemiotrofi serve ulteriore distinzione. Esistono sostanze chimiche che sono buone donatrici di elettroni come le sostanze organiche che noi assumiamo. Gli esseri viventi che assumono ciò sono i chemiorganotrofi e sono eterotrofi perché usano sostanza organica pronta e non consumano energia per produrla.

Non solo le sostanze chimiche organiche sono ricche di energia.

Esistono molti esseri viventi che invece ricavano energia ossidando sostanze chimiche inorganiche e si chiamano chemiolitotrofi. Questi esseri sono solo batteri (sono molto antichi poiché la terra primordiale non possedeva sostanze chimiche organiche) Hanno quindi il metabolismo più antico e fissano la CO₂ per fare se stessi. I Fototrofi non potevano essere i primi esseri ad esistere poiché inizialmente la terra era avvolta da una nube o esposta a sostanze chimiche belle cariche che non facevano passare la luce.

Per far crescere la cellula c'è bisogno di precursori della macromolecola:

- Eterotrofi. Per costruire le loro componenti cellulari utilizzano precursori già organici.
- Autotrofi. Esseri viventi che producono da soli la sostanza organica.

Le piante sono fototrofe e autotrofe. Il processo attraverso il quale ricavano energia e sintetizzano macromolecole si chiama fotosintesi.

I chemiorganotrofi sono eterotrofi non hanno bisogno di sprecare energia per fissare. Devono utilizzare sostanza organica per ricavare energia non gli conviene usarla per fissare CO₂ quindi in parte utilizzeranno ciò che già hanno mentre il resto servirà per la fissazione.

Metabolismo chemiorganotrofi

La capacità di ricavare energia dall'ossidazione di composti organici che diventano donatori di elettroni e vengono ossidati.

Tutti i chemiorganotrofi sono eterotrofi.

Metabolismo vuol dire ossidare donatori. Per capirlo non basta individuare donatori ma anche capire dove vanno gli elettroni.

Partendo dal composto organico esiste una diversità metabolica

SE L'ACCETTORE TERMINALE è L'Ossigeno si parla di **respirazione aerobica**. Per fare la respirazione non c'è bisogno esclusivamente dell'ossigeno, esistono molti esseri viventi, batteri

che fanno la respirazione senza ossigeno e questa viene detta **anaerobica**. La respirazione anaerobica permette ai batteri di fare la respirazione cellulare anche in ambienti in assenza di ossigeno. I batteri in assenza di ossigeno fanno anche un altro metabolismo, la **fermentazione**.

Differenza tra fermentazione e respirazioni:

Le *respirazioni* sono quei metabolismi energetici in cui l'accettore terminale è una *sostanza esterna*. Ciò include sia la respirazione aerobica che quelle anaerobiche. Un accettore terminale esterno è nullo, viene trovato, utilizzato, ma mai assimilato.

La presenza di accettori esterni garantisce le respirazioni.

Se le respirazioni sono metabolismi energetici l'accettore terminale è esterno per la *fermentazione* questo è interno, è un prodotto del metabolismo stesso, *prodotto della glicolisi*.

18/04/24

La grandezza del salto di potenziale ci dice quanta energia viene ricavata da quel metabolismo, bisogna tenere in conto l'accettore

Si hanno tre tipi di metabolismi nascosti che dipendono dal accettore

- Respirazione aerobica: accettore è l'ossigeno
- Respirazione anaerobica: accettore esterno che non è l'ossigeno

C'è bisogno di accettore esterno che non deve per forza essere l'ossigeno.

Respirazioni sono metabolismi chemiorganotrofi in cui l'accettore terminale è una sostanza esterna.

In alcuni casi si ha un sacco di substrato organico ma non si ha ossigeno. Fanno *metabolismo ridotto, di emergenza* che è la fermentazione. È completamente diversa dalla respirazione. La fermentazione avviene quando mancano anche gli accettori terminali esterni.

Il composto organico in parte deve essere anche usato per le **biosintesi**, non può essere interamente trasformato in CO_2 . Nella CELLULA CATABOLISMO E ANABOLISMO SONO CONTEMPORANEI.

Da un punto di vista biochimico il metabolismo chemiorganotrofi.

La *glicolisi* è una via comune che parte dal glucosio o da altri zuccheri e arriva ad un intermedio fondamentale chiamato **acido piruvico**. Da qua c'è una biforcazione

Il glucosio si ossida (degradazione) partendo da una mole di glucosio si arriva a sei moli di CO_2

Se l'acido non può essere ossidato perché manca l'accettore esterno la cellula sente questa cosa e si ferma alla fermentazione, il metabolismo si ferma. Ecco perché la fermentazione rilascia poca energia.

Nella fermentazione quei pochi elettroni tolti, dato che non ci sono accettori esterni, sono stati lasciati nel NAD e vengono ceduti all'acido piruvico che si riduce in Acido lattico (ferm. omolattica) o in Etanolo (ferm. alcolica).

Se si ha accettore esterno l'acido piruvico nel ciclo di Krebs continua ad essere ossidato, se invece manca l'ossigeno i pochi elettroni che ci sono da cedere a qualcuno vengono ceduti.

L'acido piruvico funge da accettore interno. Si spreca quindi grande parte del substrato in questo caso mentre, nella formazione della CO_2 , l'intero glucosio viene trasformato.

Le differenze biochimiche hanno conseguenze.

- Completa ossidazione e non
- Meccanismi di fosforilazione, processo con cui un fosfato inorganico viene attaccato ad una molecola organica. Più famosa: formazione ATP, serve per creare energia dalla

degradazione di nutrienti. Fosforilare, trasformare adp in atp, serve per conservare energia

Esistono due meccanismi di fosforilazione

- Solo nel caso della respirazione, quello che funziona meglio, il più evoluto si ha la **fosforilazione ossidativa**. Permette di utilizzare l'energia liberata durante il passaggio degli elettroni dal donatore al accettore terminale per caricare la membrana, per separare le cariche della membrana che diventa quasi come una pila: cariche positive all'esterno e negative all'interno (generare la forza proton motrice). Permette di sfruttare l'ossidazione del substrato per generare forza proton motrice per caricare la membrana. Uno dei modi in cui la cellula la sfrutta è per sintetizzare atp (fosforilare adp). Non si ha solo la fosforilazione ossidativa nel caso della glicolisi. La fosforilazione avviene anche nel ciclo di krebs.
- Fosforilazione a livello del substrato. Questo sistema avviene sempre durante la glicolisi. È un altro modo per fare atp. Sfrutta l'ossidazione del substrato per fare atp. Avviene nel caso della fermentazione (che usa solo la fosforilazione a livello del substrato).

Substrato viene ossidato e gli elettroni contemporaneamente passano al NAD che viene ridotto diventando NADH gli elettroni si muovono per fosforilare il substrato ossia l'acido piruvico in Ac. Lattico o Etanolo.

22/04/24

La glicolisi accomuna fermentazione e respirazione

Nella fermentazione è l'unico sistema che ricava atp mentre nella respirazione no. Il destino degli elettroni nelle respirazioni è andare nell'accettore esterno mentre nella fermentazione è di andare all'acido piruvico, accettore esterno prodotto dal metabolismo stesso.

È la reazione chiave perché è quella in cui avviene l'ossidazione del substrato in concomitanza al NAD che diventa NADH ossia ridotto.

La fermentazione è quando non c'è accettore esterno quindi le reazioni in cui gli elettroni vengono ceduti all'acido piruvico (tutto il processo che va dalla glicolisi alle reazioni finali, reazioni che avvengono dopo l'acido piruvico)

In queste reazioni finali l'acido piruvico, riprende gli elettroni e viene ridotto. La cellula ha bisogno di queste reazioni finali perché nella reazione chiave della glicolisi si è ossidato il substrato e gli elettroni sono stati parcheggiati sul NAD che è però un trasportatore, non può rimanere in stato ridotto deve avere un continuo turnover (continuo riciclo) perché la quantità di NAD è limitata e se finisse non si potrebbero riprendere i cicli.

L'etanolo e l'acido lattico sono scarti, vengono secreti dalla cellula in quanto dannosi.

Quindi serve semplicemente a ridare carburante.

I lieviti e i batteri che fermentano usano però poca energia ma ne ricavano poca energia.

Abbiamo dei microrganismi che trasformano qualcosa per noi, tipo lo zucchero in etanolo, ma lo sfruttano poco e crescono pochissimo. La fermentazione dal punto di vista metabolico è molto limitata. C'è poca crescita.

Quindi la cellula batterica deve riciclare, riossidare il NADH ridotto che si è formato. Il metabolismo è di emergenza perché l'acido piruvico una volta ridotto e trasformato di NADH, viene secreto, e non è più ossidabile quindi è stato sfruttato poco.

Nella **respirazione**, la presenza di un accettore terminale di e- esterno fa sì che il substrato (il glucosio) venga completamente ossidato a CO₂ e quindi il flusso di e- compia un salto di energia più alto, liberando più energia.

Respirazione.

Le respirazioni continuano ad ossidare il substrato, lo consumano tutto tanto che lo mineralizzano a CO₂ (ciclo di Krebs)

Come mai questo ciclo permette di ossidare completamente il substrato ed è inizio di molte biosintesi?

Questa via è importante perché sia catabolica che anabolica, vengono separati solo a livello didattico.

Perché il ciclo di Krebs è chiave per il catabolismo? Le reazioni chiave sono quelle in cui si produce NAD ridotto. Non vediamo però la conservazione dell'energia. Non si vede molto ATP (solo nella fosforilazione a livello del substrato).

Gli elettroni che si staccano vengono depositati sui trasportatori e trasferiti sulla membrana citoplasmatica. Staccamento tra dove ossido e tra dove ricavo energia.

Sulla membrana citoplasmatica il substrato ha ceduto tutti gli elettroni, si è ossidato.

Il NAD ridotto cede elettroni a complessi enzimatici che stanno a livello della membrana in un ordine preciso. Si va da quelli più elettronegativi a quelli più elettropositivi. Gli elettroni cascano dalla torre degli elettroni, si accoppiano e si passano elettroni perché il NADH cede elettroni e ripassa a NAD. Gli elettroni cascano a qualcosa di più elettropositivo fino ad arrivare all'ultimo, l'ossigeno. Questi cascando rilasciano energia, generano forza proton motrice.

I protoni che vengono espulsi rimangono fuori perché la membrana non li fa passare, si carica come una pila e la conservazione di energia si ha nel momento in cui i protoni vengono espulsi e la membrana si carica.

L'ATP sintetasi è un canale in cui appena i protoni passano lo fanno girare fosforilando ATP

Nella fermentazione il bilancio energetico si limita alla fosforilazione del substrato mentre nella respirazione arriva alla produzione di ATP.

Respirazione aerobica e anaerobica

Differenza tra le due è l'accettore finale. Si parla di respirazioni anaerobiche non di respirazione al singolare perché dipende dall'accettore finale. I substrati sono tanti e permettono ai batteri di colonizzare ambienti *anossici*.

Questi accettori terminali sono fondamentali per il metabolismo, ma non vengono assimilati, serve solo per l'energia.

Si parla di METABOLISMO DISSIMILATIVO, da non confondere con l'assimilazione di nutrienti. Più un accettore è elettrone positivo e meglio è, e maggiore è il salto degli elettroni.

Le Catene di trasporto degli elettroni sono uguali ma sulla membrana ci sono enzimi in più che sono specifici per ridurre quell'accettore finale. Questi enzimi specifici si trovano in alcuni batteri a cui serve ridurre uno specifico agente.

Entrano tutti i substrati organici

A livello biochimico non abbiamo differenze

I lipidi

Il gruppo amminico è lo scarto di tutti gli organismi chemiorganotrofi
 Da un punto di vista catabolico
 Tutti i nutrienti non servono solo per catabolizzati,

Concetti da ricordare:

- I differenti tipi di metabolismo Chemiorganotrofo:
 - Respirazione aerobica e anaerobica, fermentazione
- Reazioni biochimiche: glicolisi, prodotti finali fermentazioni e ciclo dell'acido citrico
- Flusso di elettroni verso accettori terminali (interni ed esterni; in presenza o assenza di Ossigeno)
- Conservazione dell'energia: catena di trasporto degli elettroni e sintesi dell'ATP
- Esempi di respirazione anaerobica: denitrificazione

(Cap 5 e cap 18 Brock)

29\04

Il catabolismo è l'anabolismo non sono due cose separate, ci deve essere un equilibrio tra i due.
METABOLISMO

Il metabolismo chemiolitotrofo lo fanno esseri viventi che ricavano energia dall'ossidazione di una sostanza chimica inorganica ma hanno comunque bisogno di sostanza organica per le loro strutture ma se la fanno da soli dalla CO₂ infatti sono autotrofi (non fanno la fotosintesi in quanto è una biosintesi senza bisogno di luce dove si ricava energia dall'ossidazione di sostanze inorganiche). La chemiolitotrofi prende in considerazione un donatore di elettroni infatti la cellula riesce a conservare energia sfruttando la differenza di potenziale. il donatore è la sostanza chimica inorganica mentre l'accettore finale può essere l'ossigeno ed è il migliore (non fanno la respirazione) . Gli accettori terminali della respirazione anaerobica possiamo trovarli anche qui. è un metabolismo che ha grosse limitazioni energetiche perché il donatore inorganico possiede donatori con poco potenziale non così elettronegativo, se poi consideriamo che devono pure fissare la CO₂ per fare materia organica (alto dispendio di energia). Non sono così svantaggiati perché trovandosi in un ambiente in cui non c'è altro comunque riescono a sopravvivere. Notiamo infatti che i chemiolitotrofi vivono in ambienti molto ricchi quindi utilizzare cose che non utilizza nessuno è conveniente. I chemiolitotrofi Sono MIXOTROFI ossia possono ossidare anche materia organica e poterlo fare anche con quella inorganica è una capacità in più.

Ci possono essere diverse rese energetiche. vedi slide.

I batteri nitrificanti sono presenti in tutti i suoli molto pieni di vita e più importanti sono i Nitrosomonas e nitrobacter e si trovano in ambienti molto vivi perché si nutrono di ammonio che è il prodotto della amminazione dei prodotti proteici quindi è lo scarto del catabolismo degli esseri viventi che è molto abbondante, fanno anche un favore al terreno perché trasformano l'ammonio in nitrati che è fonte di azoto per le piante. Batteri nitrificanti (nitrificazione): Nitrosomonas: OX dell'ammonio (NH₄⁺) a nitriti (NO₂⁻)

Nitrobacter: OX dei nitriti (NO₂⁻) a nitrati (NO₃⁻)

Catena di trasporto degli elettroni: prendono gli elettroni dal donatore e lo portano a l'accettore finale che può essere l'ossigeno e caricano la membrana rilasciando protoni, Nel metabolismo chemiolitotrofo le catene sono più semplici perché il donatore è meno elettronegativo, un'altra differenza è che a portare gli elettroni alla catena di trasporto non è il trasportatore NADH ma è il substrato stesso ma hanno quindi degli enzimi in più e ciò è giustificato dal fatto che non ci sono altri processi intermedi essendo enzimi molto specifici. Quando i chemiolitotrofi crescono ricavando energia da sostanza chimica inorganica vuol dire che non c'è quella organica e quindi sono costretti a cavarsela da soli come gli autotrofi. il ciclo di Calvin è lo stesso che fanno le piante ed è la via biochimica per fissare la CO₂ ed è l'opposto del ciclo di krebs in quanto ha bisogno dell'energia perché non spezzetta la CO₂ ma la fissa trasformandola in uno zucchero (es.) ma soprattutto *il ciclo di krebs è ossidativo mentre questo è riduttivo* ha bisogno di elettroni che vengono portati dal NAD ridotto.

Per fare la biosintesi abbiamo bisogno di ATP ricavata dalla catena di trasporto di elettroni , la CO₂ presa dall'ambiente e gli elettroni che li prendono dal substrato che però in parte servono a caricare la membrana per fare ATP ma in parte serviranno per il ciclo di Calvin per fissare la CO₂ quindi abbiamo un'ulteriore ristrettezza. Nel substrato i donatori sono tutti meno elettronegativi del Nad quindi non vanno normalmente verso il trasportatore ma abbiamo un trasporto inverso dove i protoni invece di uscire rientrano, questo perché quando gli elettroni vanno verso l'accettore finale meno elettronegativo rilasciano protoni mentre per risalire verso qualcosa di più elettronegativo serve energia che viene ricavata dalla forza proton motrice facendo rientrare protoni.

02/05

I microrganismi fanno una grande quantità metabolica, perché la loro forza sta nel numero. Lo stesso successo economico è dato dalla taglia della loro popolazione, dalla loro grandezza demografica.

CRESCITA MICROBICA

La crescita è la naturale conseguenza, il motivo per cui i microrganismi fanno metabolismo. Per questo hanno una biomassa, se son pochi non conta nulla. Il numero conta per i batteri.

Biomassa quantità di cellule viventi.

la crescita dei batteri è l'aumento del numero dei batteri.

Come crescono i batteri

Crescono in modo esponenziale, ad ogni generazione il loro numero raddoppia, e questo deriva dalle basi biologiche della crescita cioè la scissione binaria, secondo cui una cellula madre si divide in due cellule figlie e così via. Questo modo di riprodursi dei procarioti è alla base della crescita dei batteri.

Questo è collegato alla riproduzione asessuata, lo stesso individuo che si divide in due.

L'assenza di riproduzione sessuata, permette di definire l'assenza dei concetti di vita e di morte.

Per i batteri non si può definire la durata di vita, la misura temporale della crescita va in base alle generazioni.

La scissione binaria avviene grazie ad un apparato di divisione chiamato DIVISOMA, che ha due aspetti fondamentali, il primo è la replicazione dell'intero DNA e la partizione di esso, è propedeutica al secondo evento, la citochinesi.

L'unico elemento che sfugge a questa cosa sono i plasmidi, anche questi devono replicarsi ma l'apparato della citodieresi fa sì che uno vada da una parte l'altro dall'altra. I plasmidi si dividono, ma dato che sono più piccoli e indipendenti dal cromosoma può succedere che non si separino bene generando un errore nella divisione con un lato due plasmidi e l'altro con nessuno.

I plasmidi possono essere persi per errore di ripartizione del genoma

La CITOCHINESI,

Dinamica della crescita batterica, è una crescita esponenziale che parte da base due e raddoppia

Il tempo in cui la coltura impiega a raddoppiare, è un unità di misura per la velocità di crescita.

Esistono specie che hanno tempi di generazioni brevi mentre altri, lunghi.

Tanto più corto è il tempo di generazione, tanto più veloce è la crescita. Il tempo di generazione è una misurazione inversa alla crescita.

Tanto maggiore è la pendenza del segmento retto, tanto più breve è il tempo di generazione, e di conseguenza è più veloce la crescita.

Le cellule batteriche non crescono sempre in modo esponenziale, ma hanno delle fasi di crescita, questa curva di crescita ha diverse parti, abbiamo come cambia nel tempo la dimensione della popolazione, che è espresso come logaritmo del numero di cellule.

I fattori che limitano la crescita esponenziale

06/05

Crescita

Grafico è semilogaritmico vogliamo seguire l'andamento della crescita nel tempo. La crescita è un concetto quindi

Ci serve qualcosa che misuri la cellula, e questo è il numero di cellule, siccome sappiamo che sarà una crescita esponenziale, il modo migliore per rappresentarla su una retta o una curva esponenziale è esprimerlo come logaritmo.

Iniziamo la formazione del grafico con l'inoculo ossia la quantità iniziale che non può essere zero, ci sarà una fase LAG in cui non crescono si stanno adattando, oppure c'è una crescita criptica ossia di numero stanno crescendo ma non abbastanza da rilevare l'aumento, poi la fase LOGaritmica in cui c'è una parte rettilinea che raggiungerà la massima crescita ossia la fase stazionaria che dura tanto.

Esistono due leggi che ci spiegano la dinamica di crescita sulla base delle condizioni ambientali che sono basate su due cose ossia dal substrato quindi il terreno di coltura dalla quale prendono i nutrienti necessari per il metabolismo, necessario per la crescita, ma la crescita dipende anche dall'ambiente ossia dalla temperatura e dal ph. Quindi le due leggi che spiegano

come l'ambiente circostante regola la crescita si riferiscono ai nutrienti (terreno di coltura) e ai parametri ambientali.

Vediamo questi schemi e quando notiamo una curva di crescita con una pendenza più bassa, il problema non è quanto cresce è che ci mette più tempo, per arrivare al massimo ci mette 3 giorni, mentre per la curva B ci ha messo 5 giorni, e la nostra coltura è cresciuta più lentamente oppure possiamo avere una condizione in cui la velocità quindi la pendenza è la stessa ma smette di crescere prima quindi la biomassa è inferiore.

Abbiamo due aspetti, differenza sulla quantità di crescita, o differenza in velocità. Questi due aspetti sono regolati da due condizioni differenti dell'ambiente.

Due leggi ci dicono come l'ambiente influenza la crescita: la **legge del minimo di Liebig** che dice che il nutriente presente a concentrazione inferiore limita la crescita, quando finisce anche solo un nutriente (es. fonte di energia fonte di carbonio, fosforo) la crescita si arresta. La **legge di Shelford o della Tolleranza** ci dice che la velocità di crescita cambia e viene influenzata dai ciascun parametro ambientale come la temperatura o il ph, ma soprattutto ci dice che esistono dei valori minimi che definiscono un range all'interno del quale il batterio può crescere, mentre fuori non si ha crescita microbica.

Curva di tolleranza. (grafico della tolleranza) per riconoscerlo guarda gli assi, (distinguere dal grafico della crescita che mostra l'andamento del n di cellule nel tempo) La curva di tolleranza mostra come al variare di un parametro come per esempio la temperatura o il ph, cambia la velocità di crescita. Quindi ci dice come una certa curva quindi un certo batterio ha una *velocità di crescita* diversa sulla base di un parametro. Vediamo come nel grafico troviamo un valore minimo e un valore massimo, all'interno del quale abbiamo crescita, fuori non c'è crescita e questa cosa la capisco perché all'interno di questo range abbiamo una velocità di crescita positiva al fuori stiamo a zero, se la crescita è zero è nulla. I valori del quadrante in alto sono valori positivi, il punto in cui l'asse interseca l'altro asse è 0 per convenzione, vuol dire che in questo punto abbiamo zero crescita del batterio.

Vediamo anche che all'aumentare della temp aumenta sempre la velocità quindi abbiamo una proporzionalità diretta, però si arriva ad un certo punto in cui basta aumentare di due tre gradi che non solo smette di aumentare ma non lo fa in modo graduale come per la crescita bensì in modo netto. questo perché biologicamente i batteri crescono grazie al metabolismo ossia le attività enzimatiche che sono facilitate dalla temperatura ma fino al massimo raggiungibile oltre al quale smettono di crescere in modo drastico perché gli enzimi ad un certo punto si rovinano. Sotto la temperatura minima (grafico parallelo) si causa un arresto della crescita ma non l'inattivazione in generale quindi resistono, la temperatura superiore al massimo è una temperatura che in tempi più o meno brevi può portare all'effettiva uccisione dei microrganismi ma favorisce la sporulazione.

Le cose non si congelano due volte perché il congelamento elimina eventuali eucarioti patogeni non elimina i procarioti, quindi se un surgelato si è scongelato può essere contaminato da batteri se lo si ricongela in realtà conserviamo quei patogeni.

Il processo su cui si basa la sterilizzazione è proprio quello dei limiti della temperatura.

Tra la temperatura massima e quella ottimale ci sono 2-3 gradi di tolleranza.

I mesofili hanno un optimum intorno ai 36/38 gradi e sono microrganismi che hanno un optimum di temperatura che si avvicina alla temperatura dell'ospite non a caso molti patogeni lo sono in

quanto sono abituati a proliferare all'interno di ospiti quindi vivono dentro animali o allo stesso uomo.

Esistono diverse curve di tolleranza, sono specifiche di ciascuna specie o addirittura specifiche per ciascun ceppo di una specie.

Si possono individuare dei macrogruppi come quella dei mesofili.

Un altro macrogruppo sono gli Psicrofili crescono poco, range di tolleranza a temperature basse, sopra i 10-12 gradi già muoiono, preferiscono temperature ancora più basse.

PCR tecnica usata per amplificare pezzi di genoma, tecnica basata sulla polimerasi l'enzima che copia il DNA, però questa tecnica si basa sulla polimerasi che lavora bene a 70 gradi questo enzima si chiama Taq polimerasi che sta per *thermophilus aquaticus* ossia un batterio dalla quale viene estratta la polimerasi, batterio che vive nei gaser a 60/70 gradi per questo la sua polimerasi funziona a quelle temperature.

PH è un altro parametro che influenza la crescita, i batteri riescono a preferire pH estremi, esistono batteri acidofili che riescono a vivere nel succo gastrico e reggere pH molto bassi (fermenti lattici).

Pressione osmotica se la concentrazione di soluti

Concentrazione di ossigeno

Per molti batteri privare la coltura di ossigeno è un modo di conservare,

09/05

I microrganismi rispondono all'ambiente che gli sta intorno, modificando il metabolismo in base a esso. Prima ancora del metabolismo i microrganismi assorbono dall'esterno ciò di cui hanno bisogno facendo passare le sostanze attraverso dei trasportatori che hanno vita breve quindi la cellula regola la sintesi dei trasportatori in base a quello di cui ha bisogno. I meccanismi principali sono il controllo e l'espressione genica e l'attività enzimatica. Sono cose diverse perché nel genoma ci sono le informazioni quindi i geni che codificano tutti i possibili enzimi di cui ha bisogno un microrganismo però non in ogni momento ha bisogno di tutti gli enzimi quindi sintetizzerà solo gli enzimi che gli serviranno in un determinato momento perché la cellula deve avere ottimizzare l'utilizzo di risorse trascrivendo solo i geni che codificano per enzimi che fanno parte di funzioni di cui c'è bisogno. La regolazione metabolica inizia con la regolazione dell'espressione genica. Molte cellule fanno anche una regolazione della trascrizione quindi degli mRNA messaggero ma non c'è per i batteri. Mentre per tutte le cellule c'è la regolazione dell'attività enzimatica quindi la regolazione di un enzima che è stato già sintetizzato e serve per modulare l'attività metabolica.

Crescita Diauxica è una curva di crescita che mostra come cambia la densità batterica in base al tempo ma ci sono due fasi esponenziali intervallate da una fase che è stazionaria per la prima crescita e di latenza per la seconda. Ci sono queste due fasi di crescita perché questo microrganismo utilizza due substrati prima il glucosio poi smette di crescere e poi utilizza il lattosio. Questo accade perché per il lattosio essendo più complesso deve sintetizzare altri enzimi specifici che non gli conviene sintetizzare sempre mentre per il glucosio gli enzimi già ci sono essendo costitutivi. Si ferma quando il glucosio finisce. Questa situazione la troviamo solo se nessuno dei due è in quantità limitante e quindi il glucosio finisce. La crescita di Diauxica ha permesso ad un microbiologo di gettare le basi per la regolazione genica.

REGOLAZIONE DELL'ATTIVITÀ ENZIMATICA

La regolazione allosterica non ha effetto sull'espressione genica o sulla quantità ma ha effetto solo su enzimi che già esistono. Questa regolazione funziona perché gli enzimi hanno un sito attivo che è frutto della conformazione tridimensionale delle proteine e deve essere proprio un luogo fisico in cui il determinato substrato deve entrare in contatto con l'enzima che è altamente specifico. La specificità degli enzimi nasce proprio da questo contatto con il substrato che se non è quello giusto non entra in contatto con il sito attivo. Il sito allosterico è un sito che cambia la conformazione della proteina, quando è occupato la conformazione dell'enzima cambia e il sito attivo non può più interagire con il substrato. In questi casi il prodotto stesso di una via enzimatica diventa il sito allosterico e blocca l'enzima stesso, questo perché la cellula si accorge che non è più necessario sintetizzare quel prodotto, quindi è lui stesso a regolare la via metabolica. L'inibizione da feedback avviene per bilanciare due pathway enzimatici che utilizzano lo stesso precursore.

16/05

L'adattamento fisiologico è l'adattamento della cellula e poi abbiamo l'adattamento a lungo termine che è l'evoluzione, è l'adattamento di tutti gli esseri viventi che si evolvono per avere una maggiore fitness. L'evoluzione si basa sulla selezione sulla fitness ossia sulla selezione naturale. Sulla Terra c'è una grande eterogeneità di ambienti per cui gli animali si sono dovuti adattare a tanti luoghi diversi. L'evoluzione si basa sulla selezione ma non solo: l'evoluzione, la selezione si basa sulla variabilità genetica e anche sulle mutazioni. Darwin ci dice che l'evoluzione si basa sulla selezione perché da naturalista osservava la diversità ma se pensiamo ai primi organismi viventi non c'era eterogeneità, eravamo solo cellule con un po' di materiale nucleico. La selezione agisce sulla variabilità genetica, si sceglie la specie più adatta. Questo concetto si applica anche ai virus, ai batteri, basta vedere la resistenza agli antibiotici perché si adattano: più antibiotici vengono usati più c'è selezione. La variabilità genetica dei microrganismi deriva dalle mutazioni che hanno un ruolo molto importante nella diversità ma sono poco rilevanti per l'evoluzione perché sono eventi rari. In alcune condizioni vengono stimulate ma in maniera molto lenta, in tanti casi fanno danni, sono svantaggiose, in altri casi non sono né vantaggiose né svantaggiose e per terminare alcune sono vantaggiose. Gli esseri viventi evolvono grazie alla meiosi, alla riproduzione sessuata in cui i gameti dei due genitori si fondono e si mescolano i loro geni. La progenie non è mai identica ai genitori. Per i batteri questo non vale perché non fanno la riproduzione sessuata. Questa variabilità la prendono dai meccanismi di trasferimento genico orizzontale (o laterale) attraverso il quale due esseri viventi appartenenti a specie diversi si scambiano pezzi di genoma. I tipi di mutazioni spesso sono deleteri perché cambiano qualcosa che funziona: basti pensare a sostituzioni di base azotate, cambiare una base con un'altra io cambio un codone e posso cambiare l'amminoacido rischiando di cambiare per esempio, completamente la struttura di una proteina. In altri casi questo cambio di base azotata può essere silente, può codificare per un amminoacido simile. Può addirittura accadere che il cambiamento della base porti ad un codone di stop che non codifica per nessun amminoacido: per questo si parla di frame shift ossia di cambiamento della cornice di lettura e questo lo vediamo quando abbiamo cambiamenti o delezioni complete di basi. Questi si avvicinano agli effetti genetici della riproduzione sessuata e qui avviene la stessa cosa perché c'è lo scambio di frammenti di genoma da una cellula all'altra in modo orizzontale con meccanismi che assomigliano al crossing-over ma avvengono tra due cellule. Si chiamano

trasferimenti genetici orizzontali perché esiste un trasferimento verticale (da cellule madre a cellule figlie) mentre qui non riguarda di generazione in generazione la progenie ma cellule distinte anche appartenenti a specie diverse. Per questo avremo una cellula donatrice che cede il pezzo o i pezzi di genoma e cellule ricevente che accetta i pezzi di genoma che prima non aveva. Quando questo avviene si trasferisce qualcosa che prima non c'era. Per farlo ci sono tre meccanismi nei batteri: trasformazione, trasduzione e coniugazione. Ci sono molte tecniche che si basano su questi fenomeni naturali. Questi permettono ai batteri di evolversi. La trasformazione è un fenomeno attraverso il quale una cellula ricevente riesce ad acquisire del genoma libero nell'ambiente circostante. Questi frammenti genomici derivano da una cellula donatrice che è andata incontro a lisi. Questi batteri il DNA riescono ad acquisirlo, ad integrarlo nel proprio genoma. Quando questi si adattano e si legano al genoma, il genoma di quel batterio cambia e questo verrà trasmesso a tutta la progenie. Un altro fenomeno è la coniugazione è di due tipi e si chiama coniugazione plasmidica: una cellula donatrice nel suo genoma oltre al cromosoma ha un plasmide che presenta dei geni che codificano la sintesi del pilo sessuale che è una struttura che mette in contatto cellula donatrice con cellula ricevente formando un ponte citoplasmatico (mette in comunicazione i citoplasmi) che permette il trasferimento del plasmide dalla cellula donatrice a quella ricevente. La donatrice però non lo perde questo plasmide, dopo averlo trasferito lo avranno entrambe. Questo perché durante il processo di coniugazione plasmidica avviene la replicazione del plasmide. Il meccanismo di coniugazione può coinvolgere anche il trasferimento di un unico pezzo del cromosoma e questa viene chiamata coniugazione dei ceppi HFR, capaci di mobilizzare (trasferire) pezzi del loro cromosoma attraverso il pilo sessuale. Anche in questo caso prima del trasferimento avviene la replicazione quindi la cellula non perde il pezzo di cromosoma. Questo meccanismo coinvolge in qualche modo un plasmide: le coniugazioni sia plasmidiche che HFR si basano sul contatto diretto garantito dal pilo sessuale, si basano sul passaggio di un plasmide o di un pezzo di cromosoma e prevedono la replicazione di un plasmide o di un pezzo di cromosoma. La trasduzione è mediata da un virus, un batteriofago. Questo meccanismo occorre quando a seguito di un'infezione della cellula donatrice avviene un evento raro in cui pochi o tutti i batteriofagi prodotti dalla cellula infettata e lisati nell'ambiente sono difettivi o trasducenti. Pochi o tutti i batteriofagi che escono dalla cellula infettata portano non il genoma virale ma pezzi del genoma della cellula infettata. Quest'ultima diventa la cellula donatrice che trasferirà il suo genoma (della cellula che ha infettato inizialmente) lo chiamo difettivo perché non è più patogeno.

20/05

C'è un meccanismo molecolare simile al crossing over chiamato ricombinazione omologa e permette lo scambio di pezzettini di genomi tra genomi. si chiama così perché i due genomi scambiandosi dei frammenti si ricombinano e si dice omologa perché affinché gli scambi avvengano è necessario che ci siano poche basi appartenenti ad entrambi i genomi omologhi quindi ci devono essere frequenze *complementari* quindi omologie di frequenze per far sì che i due genomi si uniscano e poi si scambiano altri frammenti anche se diversi copiati dalla polimerasi. questo meccanismo è coinvolto in molti dei tre fenomeni detti.

Esperimento di Griffith, lui lavorava nel periodo in cui nasce la microbiologia ed esegue i postulati di Koch che definisce delle regole per associare i batteri scoperti alle malattie.

Griffith lavorava con due ceppi diversi di un microrganismo, ossia due popolazione due culture della stessa specie ma leggermente diverse. un ceppo S mostrava colonie lucide lisce e poi c'è un altro ceppo R che mostrava colonie più piccole e ruvide. sulle cavie le colonie del ceppo S portavano la malattia ma il ceppo R nonostante fosse lo stesso batterio non uccideva il topolino. questo perché il ceppo S ha la capsula che nasconde al sistema immunitario il patogeno quindi la capsula è un *fattore di virulenza*.

Se prendeva i ceppi virulenti e usava il calore i topi non morivano.

altra cosa : prese il ceppo S inattivati dal calore ma si è mischiato con un po di batteri del ceppo R vivi ma innocui ed il topolino moriva comunque, questo perchè trovava i batteri del ceppo S vivi essendo che i batteri del ceppo R si erano trasformati. nella provetta lui mischiava il ceppo S morto insieme al ceppo R vivo. il ceppo S inattivato si lisa rilasciando il proprio genoma nella provetta e il batterio R vivo assume i frammenti. Una volta entrati e frammenti si deve integrare al genoma del ricevente in modo stabile sia per poter essere espresso ma soprattutto perché deve essere trasmesso alle generazioni future. quel frammento per poter essere inserito deve trovare delle sequenze omologhe ad altre per poter permettere l'inserimento (non sostituzione ma inserimento). se non avviene la ricombinazione omologa non avviene la trasformazione.

Non tutte le cellule si possono trasformare ma solo quelle in stato di competenza, le cellule competenti esprimono alcune

Lo stato di competenza è variabile, a volte le cellule competenti lo sono altre volte no, si pensa che le cellule competenti assimilano questi enzimi solo in determinati periodi.

Nella trasformazione è la cellula ricevente a decidere quando ricevere frammenti di genome e quando vuole farlo sintetizza degli enzimi.

CONIUGAZIONE PLASMINIDA

è un trasferimento mediato dal pilo sessuale ossia un ponte cavo di natura proteica che permette a due cellule di unire i citoplasmi permettendo il passaggio di piccole molecole o enzimi ma non di cromosoma o plasmidi ma potrebbero passare se si linearizzano perchè quando la coniugazione coinvolge il plasmide è capace di linearizzarsi e replicarsi con il sistema a cerchio rotante o con intermedio a segno. Linearizzandosi passa dentro al pilo mentre si replica per dare solo un filamento al ricevente.

Nel sistema a cerchio rotante funziona che si fa un taglio e mentre il genoma a cerchio si srotola si linearizza e nel frattempo viene replicato, facendo passare la replica del plasmide nel pilo.

Il fattore di fertilità è un insieme di geni presente in qualche plasmide e permette di sintetizzare il pilo e di fare la replicazione a cerchio rotante. Il fattore di fertilità si diffonde.

La coniugazione è molto rilevante per la variazione genetica perchè viene trasferito un intero plasmide non solo alcuni frammenti come nella trasformazione. nella coniugazione non c'è bisogno neanche della ricombinazione omologa perchè trasferisce elementi genici indipendenti ossia i plasmidi.

La coniugazione plasmidica è solo un tipo di coniugazione, infatti esiste anche un processo di coniugazione che mobilita frammenti di cromosoma e si chiama così perchè coinvolge il pilo sessuale e alcuni geni di fertilità del plasmide.

in alcuni ceppi rari non esistono plasmidi eppure sono capaci di iniziare la coniugazione, si chiamano ceppi Hfr perchè si vide che trasmettevano ad alta frequenza alcuni geni, ed erano capaci di mobilitare alcuni ceppi di cromosoma attraverso il pilo sessuale e si replica a cerchio rotante. vengono trasferiti sempre gli stessi pezzetti di cromosoma questo perchè i ceppi Hfr si

sono formati perché dei batteri possedenti dei plasmidi hanno subito la ricombinazione omologa ed il plasmide non c'è più perché interiorizzato nel cromosoma. Questo ex plasmide che ora è nel cromosoma si chiama episoma ma a questo punto il cromosoma si comporta come un plasmide per i suoi geni di fertilità quindi può avviare la sintesi del pilo sessuale. LA differenza è che mentre quando si coniuga un plasmide il plasmide fa in tempo ad essere trasferito e copiato tutto, mentre il cromosoma è grosso quindi si riesce a trasferire solo un pezzetto che quando entra nella cellula ricevente deve integrarsi nel genoma con la ricombinazione omologa quindi solo se trova sequenze omologhe.

Solo i geni più vicini all'episoma vengono trasferiti. ONT punto del mic del taglio e si trova sempre al centro del episoma quindi l'episoma non si trasferisce tutto e per questo che Hfr x F- → Hfr e F-.

Il frammento trasferito può anche non integrarsi nel cromosoma ma integrarsi nel genoma unendosi ad un plasmide presente.

Batteriofagi. Sono virus batterici e sono di due tipi: fagi normali che fanno il ciclo litico (arriva inserisce il suo genoma e prende il controllo della cellula facendole copiare il suo genoma per sintetizzare delle particelle virali che poi saranno liberate dalla cellula) e Fagi temperati invece infettano la cellula trasferiscono il genoma fagico che si va inserire nel genoma batterico grazie a delle sequenze complementari, il genoma fagico inserito prende il nome di profago. il **Fago temperato** sembra che ha fatto uno sbaglio evolutivo ma in realtà rimanendo all'interno del cromosoma batterico quando poi si divide trasmette il profago. quindi il batteriofago aspetta di replicarsi in più cellule batteriche fin quando non decide di staccarsi prende il controllo del batterio e fa il ciclo litico.

23\05

I fagi che si riproducono all'interno del batterio una volta che escono non portano con sé anche il genoma del batterio, quindi la trasduzione è un errore nel comportamento dei fagi.

Ci sono due tipi di trasduzione. nella trasduzione generalizzata qualsiasi frammento del genoma batterico può venire trasferito con la stessa frequenza come nella trasformazione non c'è differenza tra i geni che si prendono. Nella trasduzione specializzata ci sono alcuni geni del cromosoma batterico che vengono trasferiti con maggiore frequenza come con i ceppi Hfr. La troveremo nel ciclo lisogeno in quanto siccome il profago è dentro il plasmide quando si stacca si può portare con sé parte di esso.

Trasduzione generalizzata.

è quella in cui il trasferimento genico avviene mediata da un fago, ma dalla cellula donatrice non c'è una preferenza di gene da trasferire ma può accadere a qualsiasi gene. Arriva il fago inserisce il suo dna fagico poi lui prende il controllo del batterio si duplica costruendo involucri, ma siccome si spezza anche il dna batterico casualmente per errore può avvenire l'impacchettamento di un gene casuale batterico. A questo punto quando la cellula batterica si lisa e rilascia i fagi, quelli normali infetteranno altri batteri mentre se c'è un fago con il dna batterico questa non sarà più infettiva ma trasducente quindi difettiva,

Trasduzione specializzata. si trasferiscono sempre gli stessi pezzettini. abbiamo la cellula batterica dove il dna fagico temperato si è già inserito nel dna batterico ed evidenziamo un gene

che si trova vicino al profago. normalmente il profago si stacca bene quindi solo lui. La trasduzione però è un errore ma in questo caso non avviene con l'impacchettamento ma con la scissione il profago non esce bene infatti esce solo un pezzetto di profago e un pezzetto di genoma batterico. prende comunque il controllo della cellula e fa il ciclo litico. tutte le copie fagiche saranno difettive, tutti i fagi che escono non saranno più infettivi ma trasducenti e quando infetteranno un'altra cellula porteranno quel gene.